UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOLOGIE

Petrografická charakteristika stavebních článků nalezených kolem kostela sv. Mořice v Olomouci roku 2012

Bakalářská práce

Martin Čech

Environmentální geologie (B1201)

Prezenční studium

Vedoucí práce: Mgr. Martin Moník

Olomouc 2014

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci dne .....

Martin Čech

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Mgr. Martinu Moníkovi za odborné vedení práce, veškeré rady a připomínky. Dále děkuji Mgr. Pavlu Šlézarovi a Mgr. Haně Dehnerové (NPÚ Olomouc), za jejich ochotu a čas pro zodpovězení mých dotazů a za poskytnutí cenných informací. V neposlední řadě děkuji rodině a všem blízkým za podporu a laskavý přístup.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Martin Čech

Název práce: Petrografická charakteristika stavebních článků nalezených kolem kostela sv. Mořice v Olomouci roku 2012

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geologie

Vedoucí práce: Mgr. Martin Moník

Rok obhajoby: 2014

Abstrakt: Při archeologickém výzkum v roce 2012 byly kolem kostela sv. Mořice v Olomouci nalezeny čtyři kamenné stavební články, dva středověkého a dva zřejmě raně novověkého stáří, zhotovené pravděpodobně z křídového pískovce. Cílem bakalářské práce bude petrografická analýza použitých hornin. Práce bude rozdělena na rešeršní, terénní a laboratorní etapu. V rešeršní části se student zaměří na soupis hlavních stavebních materiálů používaných ve středověké a raně novověké Olomouci. Následně zhodnotí materiál makroskopicky a v rámci terénní části se pokusí získat obdobné suroviny na výchozech či odkryvech. V laboratorní části provede student fotodokumentaci článků, zhotoví z nich i ze surovin shromážděných na výchozech výbrusy, a charakterizuje materiály dle pozorování pod polarizačním mikroskopem. Na základě poznatků získaných laboratorní prací student ověří, zda byl použitou surovinou ve všech případech křídový (maletínský?) pískovec, či zda se surovina použitá ve středověku liší od raně novověké.

Klíčová slova: Kostel sv. Mořice, maletínský pískovec, mladějovský pískovec

Počet stran: 59

Počet příloh: 8

Jazyk: Český jazyk

Bibliographical identification:

Autor´s first name and surname: Martin Čech

Title: Petrographic characteristics construction segments found around church of St. Moritz in Olomouc 2012

Type of thesis: bachelor´s thesis

Institution: Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Geology

Supervisor: Mgr. Martin Moník

The year of presentation: 2014

Abstrakt: In the course of an archaeological excavation in 2012 four stone construction segments were discovered in the vicinity of the church of St. Moritz in Olomouc (Czech Republic). Two of them date from the Medieval period, two from Early Modern Age, all were probably manufactured from a Cretaceous sandstone. The aim of the bachelor work is a petrographical analysis of the used material. The work will be divided in research, terrain, and laboratory phase. During the research phase, the student will focus on cataloguing main construction materials used in Medieval and Early Modern Age Olomouc. He will subsequently evaluate the material macroscopically and attempt to acquire similar materials at the outcrops. During the laboratory phase, the student will photographically document all construction segments, prepare thin sections from both the segments and outcrop materials and characterize them on the basis of polarized light microscopy. On the basis of the laboratory analysis, the student will certify whether the used material was Cretaceous (Maletín type?) sandstone in every case or whether the Medieval material differed from the Modern Age one.

Key words: Church of St. Moritz, Maletín sandstone, Mladějov sandstone

Number of pages: 59

Number of appendices: 8

Language: Czech

Obsah

1. Ú v o d....7
2. Kostel svatého Mořice....8
3. Hlavní stavební materiály používané ve středověké a raně novověké Olomouci....10
3.1. Předrománské období....10
3.1.1. Stavební materiály v předrománském období....10
3.2. Románský sloh....10
3.2.1. Stavební materiály románské architektury....11
3.3. Gotický sloh....12
3.3.1. Stavební materiály gotických staveb v Olomouci....12
3.4. Exkurs- k transportu materiálů....14
4. Geologická situace....16
4.1. Podloží Olomouce....16
4.2. K historickému vývoji křídového útvaru....16
4.3. Křídový útvar v České republice....18
4.4. Česká křídová pánev....19
4.4.1. Svrchnokřídové pískovce....21
4.5. Křídové pískovce....22
4.5.1. Zpracování a použití pískovců....23
4.5.2. Maletínský a mladějovský pískovec....24
5. Metodika....26
5.1. Terénní etapa....26
5.1.1. Sběr vzorků z lomů a výchozů....26
5.1.2. Odběr vzorků ze stavebních článků na pracovišti Národního památkového ústavu (NPÚ) v Olomouci....26
5.2. Laboratorní výzkum....27
5.2.1. Makropetrografický popis stavebních článků....27
5.2.2. Makropetrografický popis vzorků získaných v lomech a na výchozech....30
5.2.3. Mikropetrografický popis stavebních článků....33
5.2.4. Mikropetrografický popis vzorků získaných v lomech a na výchozech....36
5.2.5. Rentgenfluorescenční analýza (XRF analýza)....38
5.2.6. Měření nasákavosti....40
5.2.7. Měření hustoty....41

6. Výsledky....42
6.1. XRF analýza....42
6.1.1. Analýza pískovců....42
6.1.2. Analýza slepence....46
6.2. Nasákavost....46
6.3. Hustota....48
7. Diskuze....49
7.1 - Porovnání výbrusů pískovců....49
7.2 - Srovnání XRF analýzy stavebních článků č. 1, 2, 3....49
5.3. Srovnání hodnot nasákavosti....51
7.4. Porovnání hustoty....52
8. Závěr....53
9. Literatura....54
10. Obrazové přílohy....57
11. Textové přílohy....60

1. Úvod

Při záchranném archeologickém výzkumu prováděném Národním památkovým ústavem v Olomouci (dále jen NPÚ) v roce 2012 byly u kostela sv. Mořice nalezeny čtyři kamenné stavební články, dva středověkého a dva zřejmě raně novověkého stáří, zhotovené pravděpodobně z křídového pískovce. Cílem bakalářské práce je na základě petrografické charakteristiky určit, o jaké jde suroviny a na základě dosavadních poznatků o stavebních materiálech ve středověké a raně novověké Olomouci rámcově určit jejich stáří.

2. Kostel svatého Mořice

Výstavba farního kostela začala s budováním nového města. Poprvé se připomíná už v roce 1257, kdy patrně nahradil starší románskou rotundu, jež se nacházela původně v sousedství kostela (Bláha, 1980). V roce 1398 byl sv. Mořic poničen požárem, a proto byl v letech 1412-1540 vystavěn gotický chrám. Zdi kostela jsou zhotoveny z lomového kamene různé barvy, ostění oken a kružby ze žlutavého pískovce. Mořický kostel byl v roce 1709 po velkém požáru města barokizován.

Olomoucký městský farní kostel sv. Mořice je jednou z nejvýznamnějších památek pozdně gotické architektury na Moravě. Jeho architektonickému rozvrhu vévodí západní průčelí se dvěma asymetrickými věžemi, které mají nejen odlišné proporce, ale jsou i rozdílně ukončeny – předstupující starší jižní věž má atiku a severní je završena osmibokou nástavbou. Na průčelí kostela navazuje téměř čtvercové halové trojlodí s jednoduchými křížovými klenbami uzavřené presbytářem s trojdílným závěrem. Oba portály jsou pískovcové (Bláhová, 1998). Stavba byla zahájena severní věží s Trojiční kaplí v přízemí (1412), jejíž hvězdová a síťová klenba ještě navazuje na vrcholnou parléřovskou tradici. Na pokračování výstavby kostela se postupně podílelo několik stavitelů, z nichž *Jakub Kettenreitr* založil trojlodí a zastřešil je (1443). Hlavní díl práce na klenbách a presbytáři odvedl parléř *Klaus z Cách.* Jeho stavební články, zvláště okenní kružby, hlavice přípor a reliéfní svorníky, prozrazují vazbu na tvorbu vídeňské huti katedrály sv. Štěpána. Účast dalšího *mistra Mikuláše* se omezila na vložení varhanní kruchty s jedním polem kroužené klenby (1508). Technickou zdatnost dávných stavitelů a kameníků připomíná západní schodiště kostela. Jde o dvojité vřetenové schodiště, které je vloženo do válcového tubusu věžičky přiložené k západní fasádě kostela (Bláhová, 2000). Stupně schodiště jsou kamenné ze dvou druhů pískovce a s nahodile použitým spongiliem. V dolní části jsou stupně převážně z vápnitého pískovce z oblasti Uničova, nadále je používán jen maletínský pískovec (většinou málo kvalitní kusy) (Bláhová, 1997).

Drobnou stavbou při severní straně presbytáře, postavenou většinou z pískovcových kvádrů, je Edelmannova kaple. Byla postavena v roce 1572 a patří k malému počtu původních renesančních staveb v Olomouci. Vzhledem k tomu, že byla vestavěna ke dvěma gotickým opěrným pilířům, dělá dojem obdélného půdorysu a snadno ji lze pokládat za součást kostelního zdiva. Stavba hrobky a reliéfní výzdoba připomíná vlivy italské renesance, avšak autor je neznámý. Při jižní straně kostela se nachází unikátní sousoší Krista a apoštolů na Olivetské hoře.

Památka patří k nejvýznamnějším dílům pozdně gotického sochařství nejen v České republice, ale i ve střední Evropě. V této lokalitě se nacházel až do konce 17. století hřbitov. Byl nejrozsáhlejší ve městě a rozprostíral se kolem kostela. Místo náhrobků na jižní straně chrámu zde byla vybudována křížová cesta, součástí které bylo právě uvedené sousoší. Vzniklo pro mořický kostel ve 30. letech 15. století. Přesné datum vzniku díla není známo. Z mladějovského pískovce jej zhotovil neznámý středoevropský či pražský sochař. V roce 1985 bylo sousoší přeneseno do interiéru kostela sv. Mořice. Nyní se venku nachází kopie osazená na toto místo v červnu 2007 při příležitosti 750. výročí zmínky o kostele (Schindler, 2006).

3. Hlavní stavební materiály používané ve středověké a raně novověké Olomouci

3.1. Předrománské období

Archeologické výzkumy k počátkům a vývoji osídlení olomouckého podhradí ukazují, že většina obyvatel žila v zahloubených domech, v nichž byly vchody co nejmenší, aby se v místnosti udrželo co nejvíce tepla (Bláha, 1977). K nejstarším reliktům staveb lze počítat prozkoumanou a velmi dobře dochovanou rotundu drobných rozměrů s apsidou na SSZ straně (Bláha, 1980). Rotunda byla malá, vnitřní průměr lodi byl 325 cm.

3.1.1. Stavební materiály v předrománském období

V tomto období stavitelské činnosti se používaly snadno dostupné materiály, např. hlíny, rákosí, různá rostlinná pletiva a dřevo. Nachází se dřevěné domy s kamennými podezdívkami (Bláha, 1977). Pro takovou formu domů svědčí také nálezy mocných požárových vrstev s množstvím mazanice. Archeologický výzkum v okolí Olomouckého hradu odhalil asi1 m vysoké zdi (Dohnal, 2006), budované bez vápenného pojiva na jíl. Skládaly se z větších, několik centimetrů mocných desek, tmavošedých břidlic s laminami a vložkami prachovců. Břidlice mohly být získávány v místech Šibeničního vrchu, zhruba 2 km západně od hradu, nebo dováženy z blízkého východního okolí Olomouce (Dvořák, 1995).

3.2. Románský sloh

Představuje ve střední Evropě středověké výtvarné umění v době přibližně od 11. do 13. století, opírající se o antickou, římskou a byzantskou výtvarnou tradici, avšak silně ovlivněnou místními prvky (Euromedia Group k. s. – Knižní klub, 2003). Kamenná architektura je reprezentována církevními stavbami. Na jejich architekturu je pevně vázaná plastika. Ohnisky všeho kulturního a uměleckého snažení se staly zejména kláštery. V samotné Olomouci se románský sloh vyskytoval v průběhu 11. a 12. století (Pojsl, 1998). Jeho stavební projev je

charakterizován konstruktivní jednoduchostí. Vedle trámových stropů jsou prostory chrámů uzavírány klenbami, kupolemi, konchami (klenbami v podobě čtvrtkoule nad apsidou kostela), ale i křížovými klenbami bez žeber. První klenby, nejdříve valené, posléze i křížové s mohutnými dělícími pasy v místě čelných oblouků, byly z obavy o jejich stabilitu konstruovány na malé rozpětí, avšak jejich tloušťka byla značná. To vyvolalo potřebu velice masívních nosných konstrukcí zdí i pilířů, a tím také zvýšení nároků na stavební materiál a suroviny. Románské stavby byly ve svém půdorysu velmi jednoduché, se sevřenými prostory, se sporým detailem a malými úzkými okny. Konstrukce stěn a kleneb byla vytvářena převážně z pravidelně opracovaných kamenných kvádříků, zděných na vápennou maltu v pravidelných horizontálních vrstvách. Staveb z nepravidelného lomového kamene bylo, soudě podle dosavadních nálezů, nepoměrně méně (Dvořák, 1995).

3.2.1. Stavební materiály románské architektury

1/ Olomoucký hrad - Palác biskupa Jindřicha Zdíka (přibližně v roce 1141) *a románské hradby v jeho okolí - b*ylo zde použito pečlivě otesaných kvádříků i větších bloků čerstvých nebo jen slabě zvětralých drob těžených v lomech. Velmi vzácné jsou málo mocné kvádříky břidlic a prachovců z východního okolí Olomouce. Dále jemnozrnné, bělavé až světle šedozelené, silně vápenité foraminiferové spongility (horniny české křídy složené převážně z jehlic křemitých hub, používané k velmi náročným kamenným pracím – okna, portály, krbové římsy apod.). Tyto spongility pochází původně ze Služína, západně od Prostějova cca 15 km od Olomouce (Michna, 1988). Zbytky hradeb v okolí paláce jsou zbudovány z nepříliš pečlivě opracovaných kvádříků drob a místy slepenců z místních zdrojů (Dvořák, 1995). Za domem v ulici Komenského čp. 1 se nachází *románská hradební věž,* v níž převládají zvětralé nepravidelné úlomky a bločky laminovaných břidlic a prachovců, které pocházejí ze západního okraje Oderských vrchů (Dvořák, 1995).

2/ Románský dům - nalezeno hrubé zdivo z různě velkých, ale převážně malých úlomků břidlic a prachovců a výjimečně též jemnozrnné droby. Všechny úlomky jsou navětralé. Malta se skládala z písku a štěrku řeky Moravy. Byl zde nalezen blok bělošedého jemnozrnného vápenitého pískovce neogenního stáří, dále velký blok tmavěšedého jemnozrnného vápence, dle Dvořáka famenského nebo tournaiského stáří dovezený z Grygova (Dvořák, 1995).

3/ Olomoucký hrad - Katedrála sv. Václava - zachovaly se zde dvě hlavice sloupů z velmi tvrdého pískovce, možná dovezeného z Karpat. Věže kostela byly postaveny z drobnějších

pečlivě přitesaných kvádříků místních drob, kdežto loď kostela a presbytář z větších kvádříků bělavých spongilitů (Michna, 1988).

3.3. Gotický sloh

Do českých zemí se raná gotika dostala kolem roku 1230. Sloh prošel během staletí několika vývojovými etapami. Raná gotika proměňuje předchozí románské pojetí novými uměleckými myšlenkami. Vrcholná gotika dosahuje vysoké úrovně jak v architektuře, tak i v plastice a malbě. Základem gotického stavebního projevu se stala žebrová klenba, která znamenala zlepšení statických vlastností klenebního systému jak převýšením a zalomením oblouku ve vrcholu, tak zachycením bočního tlaku kleneb opěrným systémem. To umožnilo postupné opuštění masívního blokového výrazu stavby a posléze dosažení vznosnosti a dojmu lehkosti, zejména jemnějším ztvárněním všech základních součástí a detailů stavby. S rostoucí technickou odvahou a statickými zkušenostmi se začaly budovat klenby o větším rozpětí a s bohatší tvarovou a konstrukční strukturou (Pojsl, 1998). Hlavním stavebním materiálem gotického období byl kámen, převážně pískovec, který je oproti pevnější a trvanlivější žule (rovněž v řadě oblastí používané) snadněji opracovatelný (Bláhová, 2007). Běžně se však také, především u staveb světských, používalo keramického materiálu – cihel, který dovoloval snadnější výrobu profilovaných tvarovek i snadnější klenutí kápí klenebních ploch mezi žebrovou osnovou. S rozvojem slohu a jeho techniky se tak změnila konstrukce kamenných staveb, především jejich dispoziční uspořádání. Zvětšovaly se prostory, ale i okenní otvory kamenným dělením, které byly často opatřené barevnou vitráží. Z kamene jsou budovány nejen církevní i světské stavby, bohaté měšťanské domy, radnice, špitály a stavby fortifikační a inženýrské (Bláha, 1998).

3.3.1. Stavební materiály gotických staveb v Olomouci

1/ Biskupský palác – východní křídlo (Václavské náměstí) - dnes je zde možné pozorovat odsekaný zbytek lavaba z 22 cm širokého kvádříku spongilitu. Nad ním 2 cm mocnou desku černé spodnokarbonské břidlice a nejvýše se nachází mírně vyžlabený, kolem 40 cm dlouhý blok ze světlého žlutohnědého hrubozrnného pískovce. Portál nad východním křídlem paláce je též vytesán ze stejného pískovce. Pochází ze západního okolí Uničova a je nejstarším dokladem použití tohoto materiálu v Olomouci (Michna, 1988).

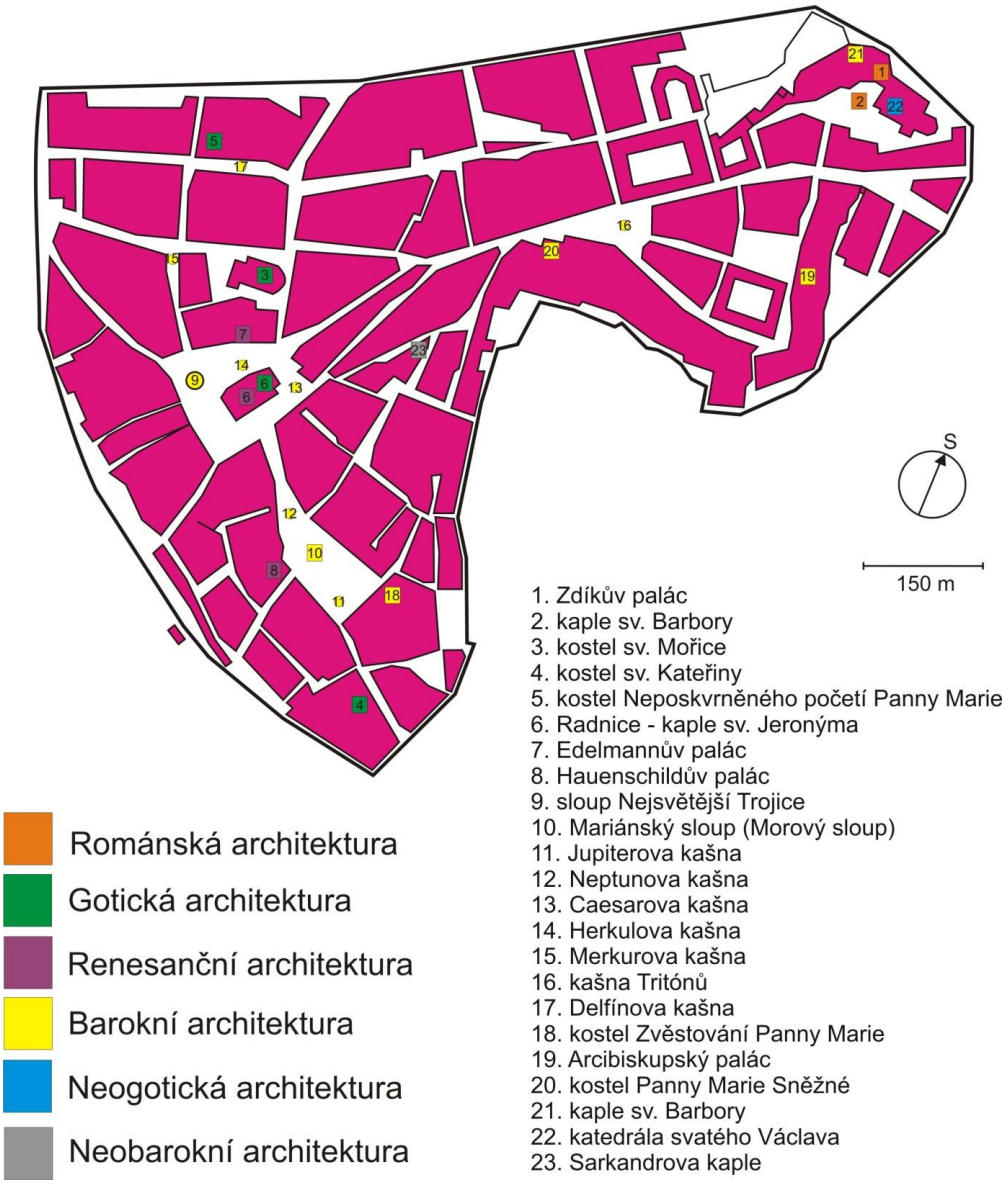
2/ Katedrála sv. Václava - při přestavbě románského kostela po požáru (v r. 1265) bylo znovu použito pečlivě přitesaných kvádříků spongilitu pro nové obvodové zdivo síňového trojlodí gotického kostela. Větší množství této horniny bylo dováženo ze Služína (Gračka, 1980). Na jižní straně půdy nad sakristiemi je zachováno zdivo z dokonale opracovaných kvádříků spongilitů a žlutavých jemno až hrubozrnných nevápnitých pískovců moravsko-berounského souvrství (Bláhová, 2007). Ze stejného stavebního materiálu jsou vymodelovány uvnitř kostela válcové dříky klenebních přípor. Během regotizace kostela byly uplatněny ze stejného souvrství větší kvádříky tmavošedých porézních pískovců (Dvořák, 1995), typického stavebního materiálu olomoucké lucemburské gotiky (ca.1310–1419).

3/ Dominikánský klášter, Žerotínovo náměstí - všechny hlavní architektonické články (v křížové chodbě) jsou ze světležlutavých a světlešedých střednězrnných porézních nevápnitých pískovců světlé facie moravskoberounského souvrství. Z tmavošedých hrubozrnných porézních pískovců je armování opěráků, ostění i kružby oken kolem rajského dvora (Dvořák, 1995).

4/ Klášterní kostel- sv. Kateřiny, Kateřínská ulice - vzorek z otlučené římsy pravoúhlého presbytáře byl vytesán ze žlutohnědavých arkózových nevápnitých jemnozrnných pískovců (soláňské souvrství flyšového pásma Západních Karpat). Portál s vimperkem a kraby byl vytvořen z tmavě šedých hrubozrnných porézních pískovců moravskoberounského souvrství (Dvořák, 1995).

5/ Kostel sv. Mořice, kaple sv. Trojice - oblast přízemí severní věže z prvního desetiletí 15. století. Armování rohů zdi uvnitř kaple a část žeber na klenbě jsou z litotamniového vápence neogenního stáří (Dvořák, 1995). Věž kostela (neomítnutá) byla postavena z pečlivě opracovaných větších bloků drobnozrnných petromiktních slepenců, báze moravického souvrství, pravděpodobně z lokálního zdroje. Druhá, nedokončená (omítnutá) věž má přístupný pozorování jen sokl. Skládá se ze směsi menších kvádříků místních drob, litotamniových vápenců a tmavě šedých jemnozrnných biodetritových vápenců z okolí Grygova (Dvořák, 1995). Pozdní gotika (kolem 1450 - 1520) je u tohoto chrámu charakterizována (z hlediska stavebních materiálů) použitím výhradně žlutohnědavých narezivělých jemnozrnných pískovců svrchnokřídového stáří, pocházejících z větší části z lomů u Maletína (Dvořák, 1995).

6/ Dominikánský klášter – kaple sv. Alexia a škola „Na hradě“ (Žerotínovo náměstí). Vstupní portál z ambitu kláštera je ze světle šedých křemenných nevápnitých pískovců moravskoberounského souvrství (Dvořák, 1995).



Obr. 1: Mapa vnitřní části města Olomouce z hlediska architektonických stylů

3.4. Exkurs- k transportu materiálů

Uvedený historický přehled o využívání horninového materiálu pro středověké a raně novověké stavby v Olomouci ukazuje, že byl s postupem času získáván z větší a větší vzdálenosti. Nejdříve byl stavební materiál získáván v okolí staveb, nejvýše do vzdálenosti 2 – 5 kilometrů. V románském období se dopravoval ze Služína na Prostějovsku ze vzdálenosti 15 km. V rané gotice se začíná používat pískovců těžených v okolí Uničova (asi 24 km od Olomouce) a v pozdní gotice byl dovážen maletínský pískovec svrchnokřídového stáří (38 – 40 km od Olomouce). Husitské války znamenaly významný předěl v uplatňování stavebních

materiálů v pozdní gotice. Po jejich skončení začal být používán na olomouckých stavbách převážně jen maletínský popřípadě mladějovský pískovec svrchnokřídového stáří české křídové pánve (Dvořák, 1995).

4. Geologická situace

4.1. Podloží Olomouce

Jelikož se při stavbě např. Olomouckého hradu – paláce biskupa Jindřicha Zdíka, románského domu a Katedrály sv. Václava využívalo lokálních hornin, uvádím zde geologickou situaci na území Olomouce.

Podle údajů České geologické služby tvoří podloží Olomouce zpevněné sedimenty karbonského stáří (břidlice, prachovce a droby). Na nich se místy nachází nezpevněné třetihorní sedimenty (jíly, písky, prachy a štěrky). Místy se vyskytují kvartérní nezpevněné sedimenty (spraše, sprašové hlíny, říční a nivní usazeniny atd.).

4.2. K historickému vývoji křídového útvaru

Předpokládáme, že stavební články jsou vyrobeny z křídového pískovce, proto je následující kapitola zaměřena na tuto oblast.

Pojmenování křídový útvar má základ v latinském slově creta – křída. V geologické literatuře se používá od roku 1831 na návrh Omaliuse d´Halleyho (Chlupáč, 2002). V dnešním pojetí zaujímá křída interval téměř 80 miliónů let (přibližně mezi 140 – 65 Ma) (tabulka 1) a mezinárodně se dělí na spodní a svrchní křídu. Obecně užívané stupně berrias až maastricht mají své klasické oblasti v západní Evropě. Spodní hranice křídy je vedena podle nástupu amonia *Berriasella Jacobi* (Chlupáč, 2002).

Tabulka 1: Základní statigrafické dělení křídového útvaru (Chlupáč, 2002).

Křída	svrchní	maastricht 65 Ma
		campan
		santon
		coniac
		turon
		cenoman
	spodní	alb
		apt
		barrem
		hauteriv
		valangin
		berrias 135-144 Ma

Tabulka 2: Stratigrafie svrchní křídy v Českém masívu (Malkovský, 1974).

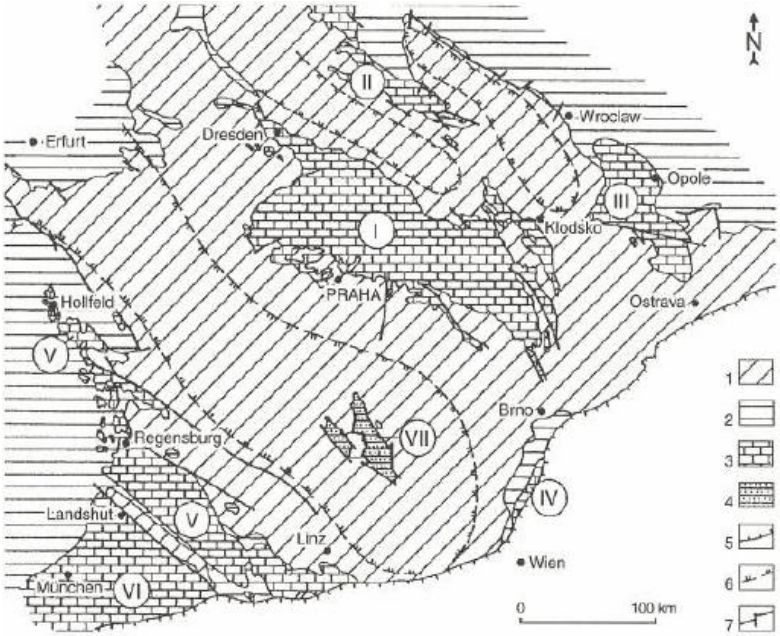
stupeň, podstupeň		zóna
santon	spodní	*Inoceramus undulatoplicatus*
coniak	svrchní	*Inoceramus subquadratus*
	spodní	*Inoceramus involtus*
		Inoceramus koenei
turon	svrchní	*Inoceramus deformis*
	střední	*Inoceramus lamarcki*
	spodní	*Inoceramus labiatus*
cenoman	svrchní	*Inoceramus pictus*

Svrchnokřídové sedimenty na území ČR jsou převážně cenomanského stáří (Malkovský, 1974). Mořská transgrese pronikla na naše území ve svrchním Cermanu a byla postupná a oscilační. Následující spodnoturonská transgrese byla rozsáhlejší. Maximální rozsah spodnoturonského moře v Českém masívu nebyl v průběhu vývoje pánve významněji překonán. Koncem spodního turonu dochází k dílčí regresi moře a změlčení pánve, ale počátkem středního turonu dochází opět k dílčí mořské transgresi. Písčitá facie ve středním turonu dosahuje velkého rozsahu a mocnosti. Koncem středního turonu dochází k dílčí regresi moře. Nová

svrchnoturonská transgrese je provázena významnou sedimentační překrývkou téměř celé pánve. V některých částech pánve jsou sedimenty turonu redukovány na mocnost několik metrů nebo decimetrů. Coniacká sedimentace plynule navazuje na svrchnoturonskou. Počátkem coniaku dochází k určitému prohloubení a patrně i místnímu rozšíření pánve, ještě ve spodním coniaku se však začínají ukládat regresní písčité sedimenty. Sedimentace v západní polovině pánve pokračuje až do spodního santonu. V santonu se opět ukládají regresní písky. V průběhu spodního santonu ustoupilo svrchnokřídové epikontinentální moře definitivně z území Českého masívu.

4.3. Křídový útvar v České republice

Uloženiny křídového útvaru mají v České republice poměrně značné rozšíření. Největší plochu zaujímá česká křídová pánev, která patří do soustavy evropských epikontinentálních pánví, které se vzájemně propojily po cenomanské mořské transgresi (obr. 2). Patří sem i opolská pánev, která k nám zasahuje v osoblažském výběžku (Chlupáč, 2002). Křídové uloženiny v pánvích na Českobudějovicku a Třeboňsku jsou odlišné a jsou příkladem výplně vnitřních depresí se sladkovodním, případně brakickým režimem. Výskyty křídových hornin na jižní Moravě, často pod mocným pokryvem mladších uloženin, patří okrajovému areálu druhohorního moře - Tethydy.



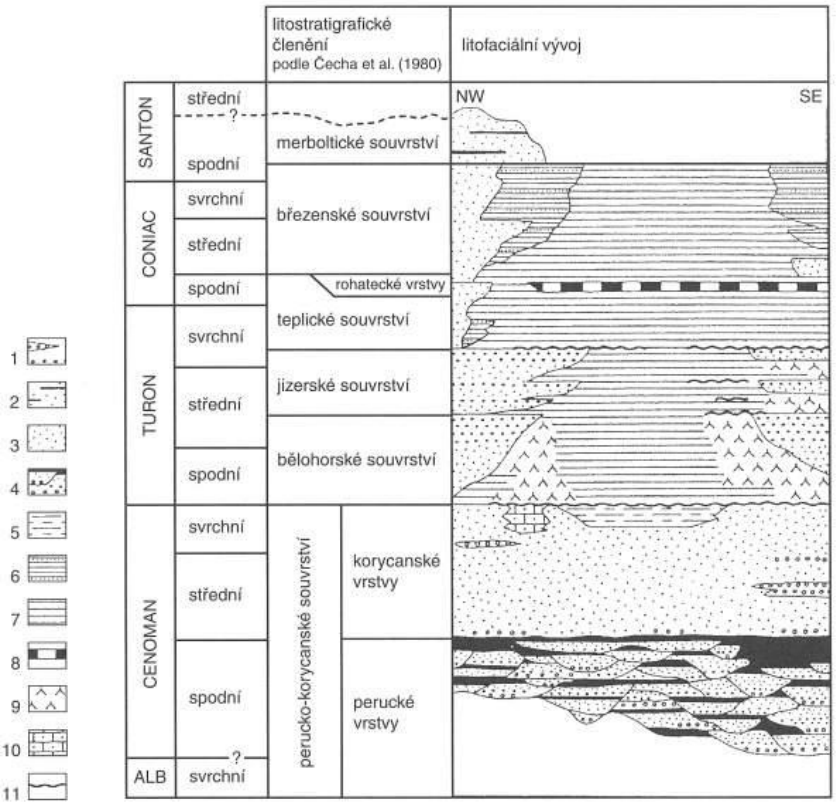
Vysvětlivky: 1 – předdruhohorní podloží; 2 – trias, jura; 3 – mořské pánve: I – česká křídová, II – severosudetské, III – opolská, IV – dolnorakousko-jihomoravská, V – bavorská, VI – wasserburgská; 4 – limnické pánve: VII – jihočeská; 5 – vnější okraj karpatských a alpských příkrovů; 6 – pevnina během turonu a coniaku; 7 – zlomy.

Obr. 2: Zachované křídové sedimentační prostory v Českém masívu (Herčík et. al., 1999).

4.4. Česká křídová pánev

Česká křídová pánev se rozprostírá ve značné části severních, středních, východních i severovýchodních Čech a zasahuje i na severozápadní Moravu (Svoboda et. al., 1964). Její délka je od okolí Drážďan 290 km (Chlupáč, 2002). Svrchnokřídové sedimenty jsou zakryty mladšími předkvartérními formacemi jen v malé míře, a to výhradně na Z, kde jsou rozsáhlé výskyty sedimentů a neovulkanitů neogénu. Vzhledem k částečnému zakrytí lze celkovou rozlohu české křídové pánve jen odhadovat, a to na hodnotu nepříliš přesahující 14 000 km². Nezakrytá plocha činí 12 500 km² (Mísař et. al., 1983). Okrajové uloženiny většinou podlehly pokřídové erozi a nejsou zachovány. Pánev byla ve svých počátcích založena v oslabené a k mobilitě náchylné obloukovité části Českého masívu mezi jeho jádrem, tvořeným moldanubickou krou a Barrandienem, a severní periferií masívu (Chlupáč, 2002). Po období sladkovodní sedimentace proniklo v době rozsáhlé cenomanské transgrese do klesající zóny moře, které postupně rozšiřovalo svůj areál až do doby spodního coniaku. Ústup moře patrně nastal během santonu, kdy bylo klesání prostoru vystřídáno zdvihovým trendem. Mořská záplava trvala přibližně deset miliónů let. Mocnost svrchnokřídových uloženin dosahuje řádu set metrů (v linii Děčín- Hradec

Králové až 1 100 m). Výplň pánve tvoří uloženiny různé zrnitosti (obr. 2). Z hlediska prostorového rozložení facií je složitější situace v cenomanu, kdy mořská transgrese postupovala v několika fázích do výše položených částí vznikající pánve. Cenomanské sedimenty jsou svým složením a vznikem různorodé. V nižší části jsou hojně uloženy říční a jezerní sedimenty, v blízkosti plochého mořského pobřeží se vyskytují usazeniny lagun a pláží, při skalnatém pobřeží slepence a vápence a v mělkém moři široce rozšířené glaukonické pískovce. V období spodnoturonské transgrese, která definitivně zformovala pánev, je možno pozorovat rozrůznění facií dvou základních typů, které jsou závislé na přínosu materiálu z pevninských snosových oblastí (facie kvádrových pískovců a facie vápnitých jílovců a slínovců – tzv. opuk) (Chlupáč, 2002).

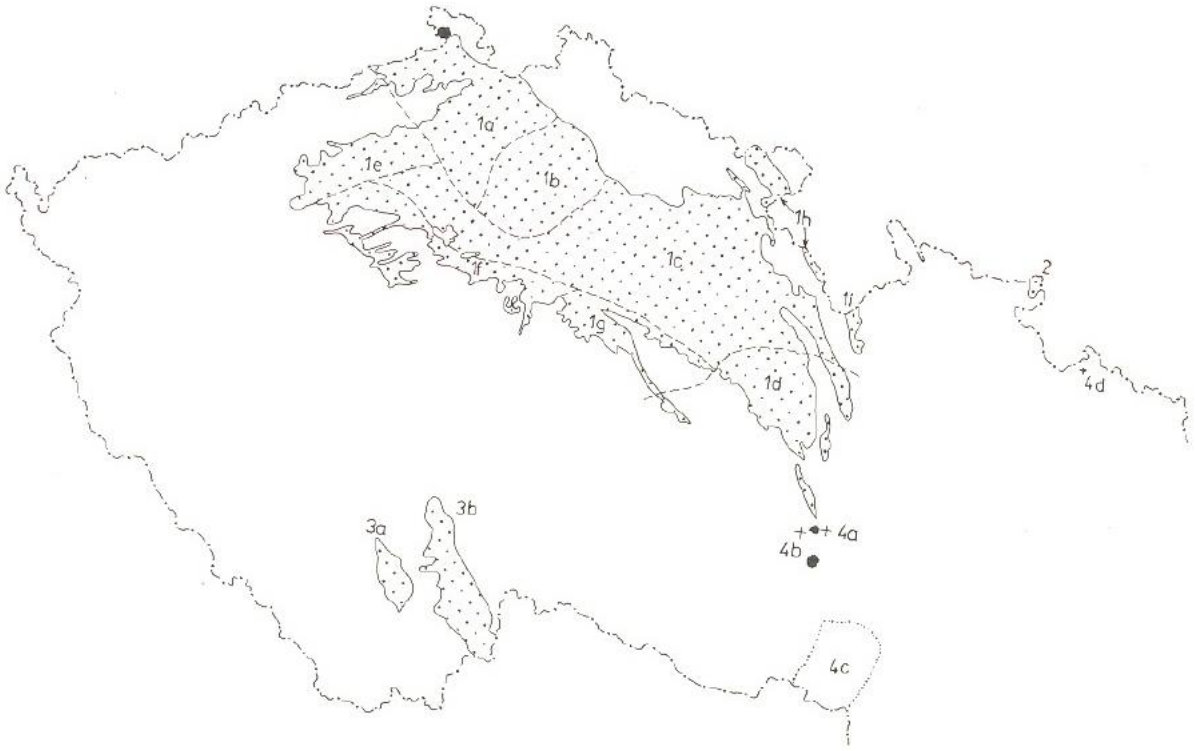


1 - slepence, 2 - pískovce s vložkami jílovců, 3 - pískovce, 4 - cyklické střídání slepenců, pískovců a jílovců, 5 - prachovce, 6 - vápnité jílovce s vložkami pískovce, 7 - vápnité jílovce až biomikritové vápence, 8 - rohatecké vrstvy, 9 - slínovce (opuky), 10 - bioklastické vápence, 11 – glaukonitické obzory na hiátových plochách.

Obr. 3: Schéma české křídové pánve s uloženinami hornin (Herčík, et. al., 1999).

4.4.1. Svrchnokřídové pískovce

Rybařík (1994) uvádí, že svrchnokřídové pískovce patří k nejpočetnější a nejvýznamnější skupině našich kamenicky a sochařsky využitelných pískovců. Vyskytují se na značně rozlehlém území Čech a zčásti i Moravy a Slezska, dále pak v Českém masívu i karpatské soustavě. Byly lámány v mnoha lomech, které jsou nyní v naprosté většině opuštěny. Česká křídová pánev se dělí do několika litofaciálních oblastí (Chlupáč, 2002) (obr. 4). Region, v němž se těžily jak malvínský tak i mladějovský pískovec, spadá do orlicko-žďárské oblasti.

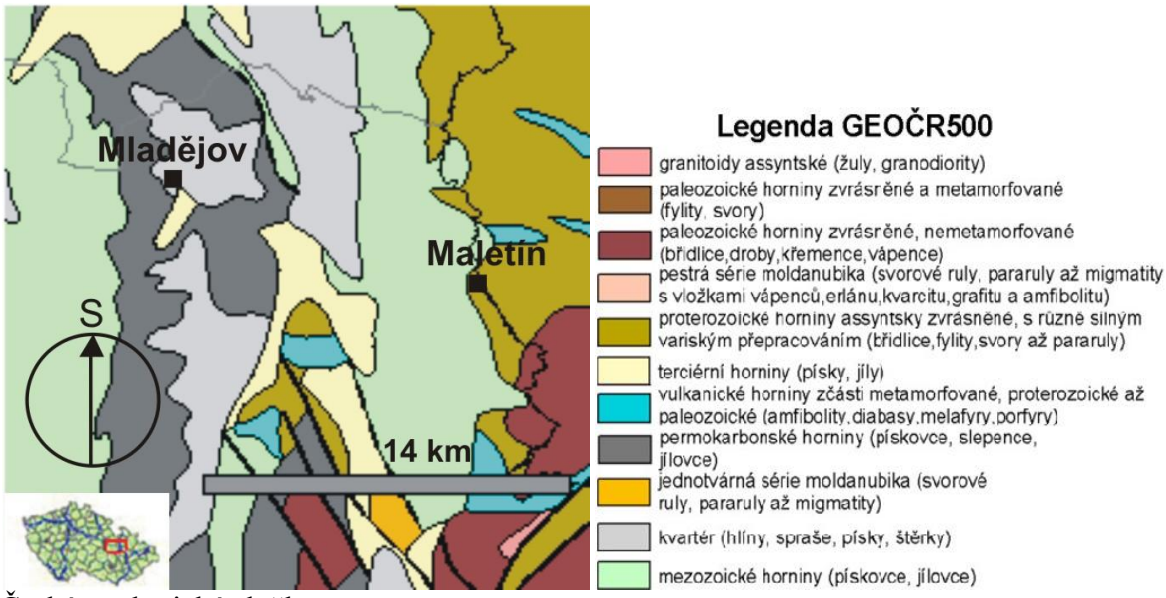


Vysvětlivky: I. česká křídová pánev; 1a – lužický vývoj; 1b – jizerský vývoj; 1c – labský vývoj; 1d – orlicko-žďárský vývoj (kroužkem vyznačena oblast s výskytem mladějovského a maletínského pískovce); 1e – oharecký vývoj; 1f – vltavsko-berounský vývoj; 1g – kolínský vývoj; 1h – hejšovinský vývoj; 1i – bystřický vývoj; 2 osoblažský vývoj; 3 jihočeské pánve: 3a – budějovická; 3b třeboňská; 4a – křída u Rudic; 4b – křída u Kuřimi; 4c – křída na jv. svazích Pavlovských vrchů; 4d – křída u Hněvošic (Valečka, 1999).

Obr. 4: Plošné rozšíření jednotlivých litofaciálních vývojů křídy Českého masívu

4.4.1.1. Oblast orlicko-žďárská

V této nejvýchodnější faciální oblasti české křídy, zasahující ze severovýchodních Čech až na Moravu, byl v minulosti nejznámější maletínský pískovec společně s pískovcem mladějovským (Rybařík, 1994) (obr. 5). Maletínský pískovec byl těžen v lomech v západním okolí Maletína na katastru čtyř obcí: Starého Maletína, Studené Loučky, Svojanova a Prklišova na Mohelnicku na moravsko-českém pomezí (Šrámek, 2003).



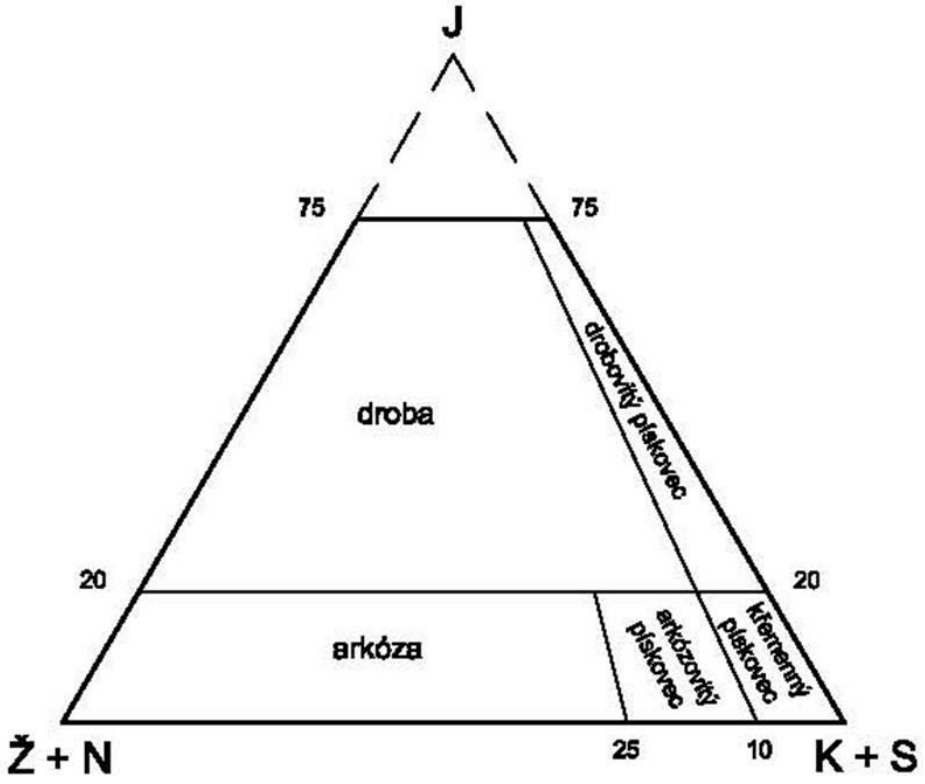
Česká geologická služba

Obr. 5: Geologická mapa okolí Maletína a Mladějova (www.geology.cz)

4.5. Křídové pískovce

Pískovec je zpevněný sediment, jehož typickou složkou jsou zrna pískové frakce (0,063 až 2 mm), kterých má být nejméně 25 % (podle jiných klasifikací 50 %). Z ostatních složek bývá přítomen hlavně jíl a silt, někdy i částice větší než 2 mm (Petránek, 1993). Dle Petránka (1993) je pro klasifikaci pískovců možno využít trojúhelníkového diagramu (obr. 6). Ten vyděluje křemenný pískovec, který je složený z nejodolnějšího materiálu, hlavně z křemene, obsahující určitý podíl jílové nebo siltové frakce (hornina o vysokém stupni mineralogické i strukturní zralosti). Na jeho vznik měl vliv rozpad hornin bohatých na křemen a dlouhodobé opracování a třídění zrn. Nestabilní měkčí materiál byl rozrušen a jemnější frakce odplaveny. V průběhu diageneze se z cirkulujících roztoků ukládaly minerální složky tmelící jednotlivá zrna

(tmel), zejména v dobře propustných, tj. vytříděných psamitických sedimentech (Petránek, 1993). Pískovce s křemitým tmelem jsou nejodolnější, a proto se hojně uplatňovaly ve stavebnictví. Zrnitost je základním kritériem pro jejich rozlišení, dělíme je na jemnozrnné, střednězrnné a hrubozrnné. Hlavními klasifikačními kritérii je složení klastických částic (stabilní či nestabilní minerální zrna, úlomky hornin), základní hmota (nejvíce jílovitá), tmel (tj. druhotně vyloučená neboli chemogenní substance diagenetického původu tmelící klastická zrna), příměs akcesorických minerálů, úlomků organických zbytků aj. Vlastnosti pískovce se v závislosti na petrografickém složení mohou měnit, ale charakteristické znaky si v podstatě uchovávají. Pískovce z nižších vrstev jsou vyhledávány pro stavební účely z důvodu co nejnižšího stupně navětrání.



Obr. 6: Klasifikační diagram psamitických hornin (Petránek, 1993).

4.5.1. Zpracování a použití pískovců

Kvalitu a trvanlivost pískovce nejlépe potvrzuje praxe. Některé stavební památky jsou i po staletích v poměrně dobrém stavu. Dobře odolávají povětrnostním a mikroklimatickým

vlivům. V jiných případech, kdy kvalita materiálu nebyla vysoká, památky po čase chátrají a vyžadují si častější restaurátorské zásahy. Ve stavebnictví byl pískovec pro některé své vlastnosti vítaným materiálem. Má snadnější opracovatelnost, a proto dovoloval členitější tvarování povrchu a propracování stavebních detailů. Technologie dobývání, při které byly získávány pískovcové bloky, začínala podkopáním paty skalního masívu nebo jeho postupným odlamováním shora nebo zdola. Používala se technika páčení pomocí sochorů a břeven s využíváním přirozených puklin a rozsedlin měkké horniny (sem patří i pískovec) a šrámováním úzkých a hlubokých rýh (tzv. šrámy). Později se těžba prováděla také technicky finančně náročným podštolováním a hromadným odstřelem. V současnosti je těžba v mnoha lomech zastavena, jinde značně omezena v souvislosti s vyhláškami o přírodně chráněných územích (Čerňanský, 2000). Geologové ovšem poukazují i na některé nevýhody pískovce, jako menší soudržnost vyžadující při opracování výrobků ponechání tlustších stěn, nebo zvolení většího profilu (Čerňanský, 2000). Opracovaný pískovec je také důležitým informátorem o době vzniku stavebního díla. V tomto směru lze poukázat na zadání této bakalářské práce o rozlišení křídového pískovce použitého ve středověku či raném novověku.

4.5.2. Maletínský a mladějovský pískovec

Maletínský a mladějovský pískovec se dnes již netěží. Oba druhy pískovce jsou jemnozrnné, slabě kaolinitické křemenné pískovce cenomanského stáří (Šrámek, 2003). V některých regionech probíhala jeho těžba až do počátku 20. století, ojediněle se těží dodnes (např. v Ostroměři).

4.5.2.1. Maletínský pískovec

Křídové vrstvy v oblasti Maletína jsou mírně ukloněné směrem na jihozápad. Ve vrstevním sledu se střídají vrstvy jílovce a šmouhovitého až laminovaného křemitého pískovce, který vznikl sedimentací sladkovodních až brakických vod v prostředí příbřežních lagun. Tato vrstva má mocnost 20 až 35 m, uvnitř se vyskytuje jemnozrnný maletínský pískovec s blokovou odlučností, který přestavuje svrchní část peruckých vrstev spodního cenomanu. Na stejné lokalitě se v nadloží nachází bělošedé až hnědošedé, místy zelenavé glaukonitické pískovce korycanských vrstev spojených s mořskou transgresí. Směrem do nadloží pokračuje sled

spodnoturonskými prachovci (Gába, 1994). Šrámek (2003) charakterizuje maletínský pískovec jako kaolinický křemenný pískovec s tmelem jílovitým a křemičitým. Odlučuje se ve velkých pravidelných kvádrech, a proto se nazývá kvádrovým pískovcem. Barva maletínského pískovce je zřídka čistě bílá. Většinou je zbarven do žluta až žlutohněda oxidy a hydroxidy železa, vzácně do červena hematitem. Zrnitost tohoto pískovce se obvykle pohybuje kolem 0,1 - 0,2 mm (Šrámek, 2003). Jsou uváděny i výskyty hrubozrnnějších poloh, dokonce slepencovité s valounky až do 1 cm, které nejsou pro náročnější kamenické práce vhodné (Gába, 1994). Velmi charakteristický je výskyt hnědých železitých „broků", tj. limonitových konkrecí (Gába, 1994), jejichž velikost je většinou mezi 1 a 5 cm, bývají zaoblené a jejich hojný výskyt surovinu vzhledově znehodnocuje. Škodlivinami nebo „kazy" mohou být kromě rostlinných otisků i živočišné zkameněliny, chodbičky křídových živočichů, které v čerstvé hornině nebývají patrné. Na výrobcích, hlavně ve venkovním prostředí, se kazy po několika desítkách let projeví i nerovným povrchem a nakonec se kámen rozpadá (Gába, Pek, 1981). Švýcar Oswald Heer, jeden ze zakladatelů paleobotiky, popsal jako první v roce 1869 z tohoto pískovce 14 nových rostlinných druhů, a díky tomu proslavil maletínský pískovec ve světě. Zachované rostlinné otisky náležejí zejména magnóliím, sekvojím, borovicím, fíkovníkům a eukalyptům (Gába, Pek, 1981). Spolu s kvádrovým pískovcem se u Maletína vyskytuje i poněkud mladší mořský glaukonitický pískovec, který má hrubší zrno a nápadná zelená zrna glaukonitu (Gába, 1994). Také došlo k znovuotevření těžby pískovce v roce 1993 u Starého Maletína (Morávek, 1994). Ještě v roce 1996 zde prováděla těžbu, na rozloze lomu cca 70 x 12 - 15 m, firma Maletínská huť - Šternberk, K. Jeřábek (Zimák, Pek, 1996). Pro nízkou rentabilitu byla těžba později zastavena.

4.5.2.2 Mladějovský pískovec

Těžil se nedaleko České Třebové v menším rozsahu, než se těžilo v maletínské oblasti. Byl využíván v širokém okolí Moravské Třebové, Svitav, v samotném Brně a okolí, ale i v Kroměříži. Šrámek (2003) pískovec charakterizuje jako jemnozrnný, na omak „ostřejší", spíše žlutavých nebo hnědých barev. Neobsahuje konkrece ani „broky" (hydro)oxidů Fe a má nižší podíl kaolinického tmelu.

5. Metodika

5.1. Terénní etapa

5.1.1. Sběr vzorků z lomů a výchozů

Tato etapa zahrnovala vyhledání a popis lokalit těžby pískovce a slepence, které sloužily jako zdroj pro stavební účely v Olomouci.

Terénní část pro odběr vzorků pískovců probíhala v okolí obcí Maletín a Mladějov. Vzorky ze slepence byly odebrány ve městě Olomouc v Bezručových sadech (obr. 21, GPS: 49°35' 42.1725902" N, 17°15'22.8253841" E). Výzkum spočíval ve sběru vzorků a zhotovení fotodokumentace bývalých lomů. Pro podrobný výzkum bylo potřeba odebrat dostatečné množství vzorků. V okolí obce Maletín byly odebrány vzorky ze tří bývalých pískovcových lomů (obr. 22 lom Kubitschek GPS: 49°48'20.7898087" N, 16°45'23.322773" E, obr. 23 lom Jan GPS: 49°48'5.5088502" N, 16° 45' 39.6220207" E, obr. 24 lom Iveta GPS: 49°47'47.072697" N, 16°45'36.0106945" E) a v okolí obce Mladějov byly odebrány vzorky v bývalém lomu, nyní na přírodní památce Pod skálou (obr. 25, GPS: 49°48'13.2118173" N, 16°35'6.0370445" E), kde se spolu s jemnozrnnými křídovými pískovci vyskytují slínovce a opuky. Odebrané vzorky byly v laboratorní části podrobeny stejnému výzkumu jako stavební články.

V každém lomu bylo odebráno pět vzorků. Vždy byly odebrány vzorky, které byly pokud možno málo zvětralé. Jejich velikost se pohybovala zhruba v rozměru 10 x 10 x 5 cm.

5.1.2. Odběr vzorků ze stavebních článků na pracovišti Národního památkového ústavu (NPÚ) v Olomouci

Odběr vzorků byl proveden z očištěných stavebních článků a současně byla provedena i jejich fotodokumentace (obr. 7, 8, 9, 10). Vzorky byly odebrány šetrně z důvodů minimalizace poškození stavebních článků sloužících jako archivní materiál. Odběr proběhl v prosinci roku 2012 na pracovišti NPÚ v ulici Michalská 3 v Olomouci.

5.2. Laboratorní výzkum

5.2.1. Makropetrografický popis stavebních článků

Makroskopicky byla u všech zkoumaných vzorků určena barva, zrnitost jsem určoval na ploškách čerstvě odebraných vzorků, protože samotné články byly i po očištění značně zašlé.

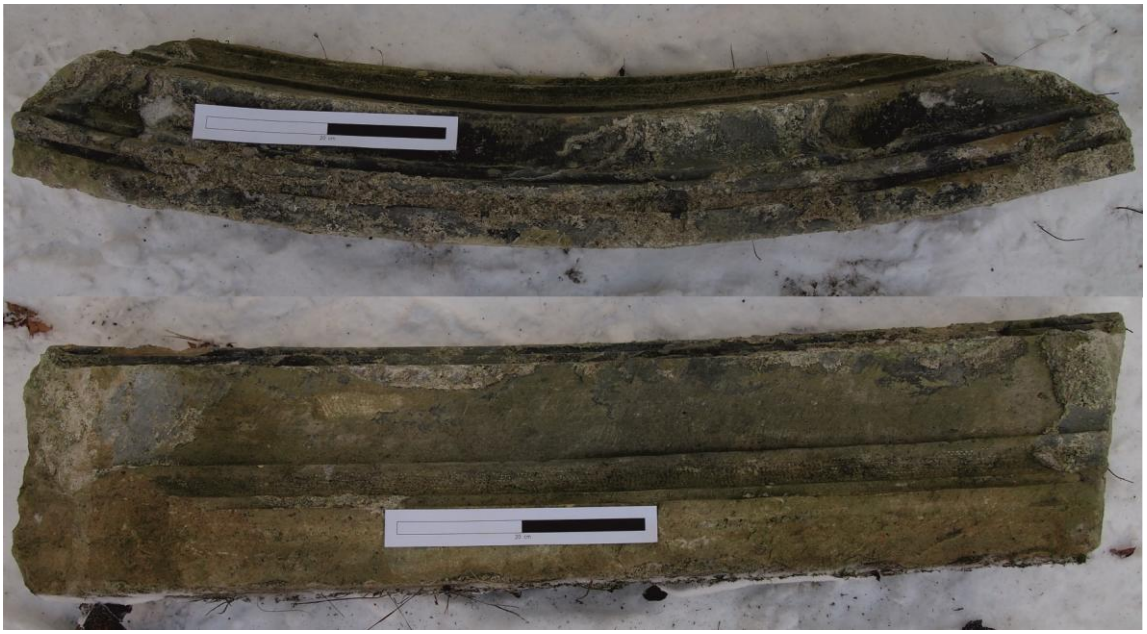
Stavební článek 1

Dle archeologa P. Šlézara (osobní sdělení 9. 4. 2013) z NPÚ Olomouc se s největší pravděpodobností jedná o hlavici sloupu pocházející z období baroka (18. stol.). Rozměry stavebního článku jsou 30 x 30 x 40 cm, je vyroben z pískovce, který má jemnozrnnou strukturu, žlutohnědou barvu, a vyskytují se v něm žlutohnědé šmouhy, oxidů a hydroxidů železa (obr. 7).

obr. 7: stavební článek 1

Stavební článek 2

Tento stavební článek (obr. 8), sloužil dle P. Šlézara (NPÚ Olomouc, osobní sdělení 9. 4. 2013) jako segmentová část ostění. Pochází z období 16. až 18. století. Rozměry jsou 95 x 20 x 15 cm a je vyroben z pískovce, který má žlutohnědou barvu, jemnozrnnou strukturu a objevují se na něm četné žlutohnědé šmouhy oxidů a hydroxidů železa.



obr. 8: stavební článek 2

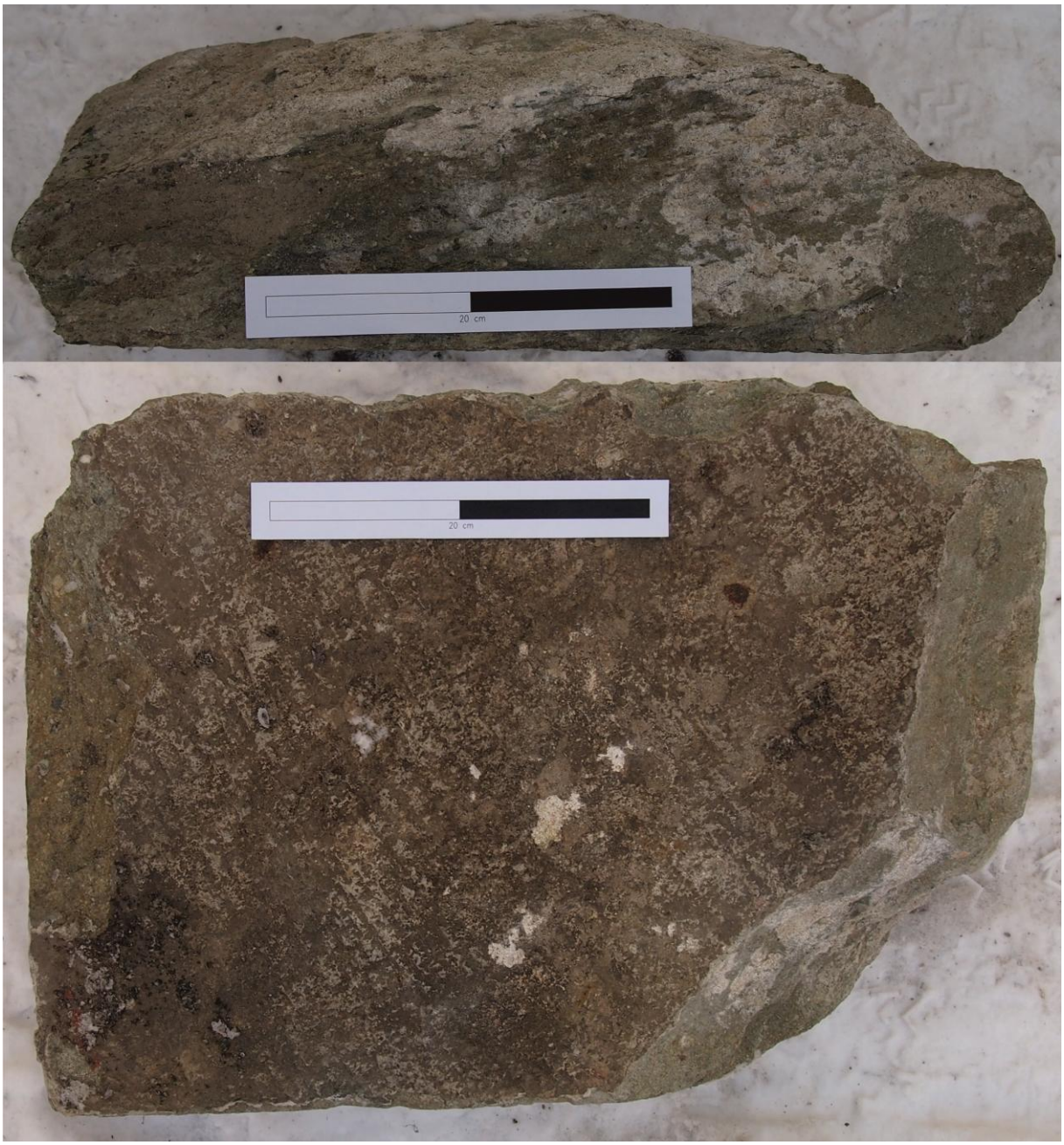
Stavební článek 3

Využití tento stavební článek našel jako gotický svorník, je hladký s výběhem hruškovitého žebra a pochází z období kolem poloviny 14. století (P. Šlézar, NPÚ Olomouc, osobní sdělení 9. 4. 2013). Rozměry jsou 50 x 35 x 18 cm a je vyroben z pískovce, který je středně zrnitý, má béžově bílošedou barvu a vyskytují se na něm rezavé šmouhy oxidů a hydroxidů železa (obr. 9), můžeme pozorovat zrna křemene a K-živce.

obr. 9: stavební článek 3

Stavební článek 4

Tento článek pochází dle sdělení P. Šlézara (NPÚ Olomouc, osobní sdělení 9. 4. 2013) z období gotiky (12. až 15. století) a sloužil jako pata portálu. Jeho rozměry jsou 50 x 40 x 15 cm. Je vyroben ze slepence, který je jemnozrnný až hrubozrnný, dobře viditelné jsou zaoblené klasty celých hornin např. břidlice a jílovce o velikosti až 5 mm, valounky křemene, ale i jemné šupinky slíd (obr. 10).



obr. 10: stavební článek 4

5.2.2. Makropetrografický popis vzorků získaných v lomech a na výchozech

Maletínský pískovec

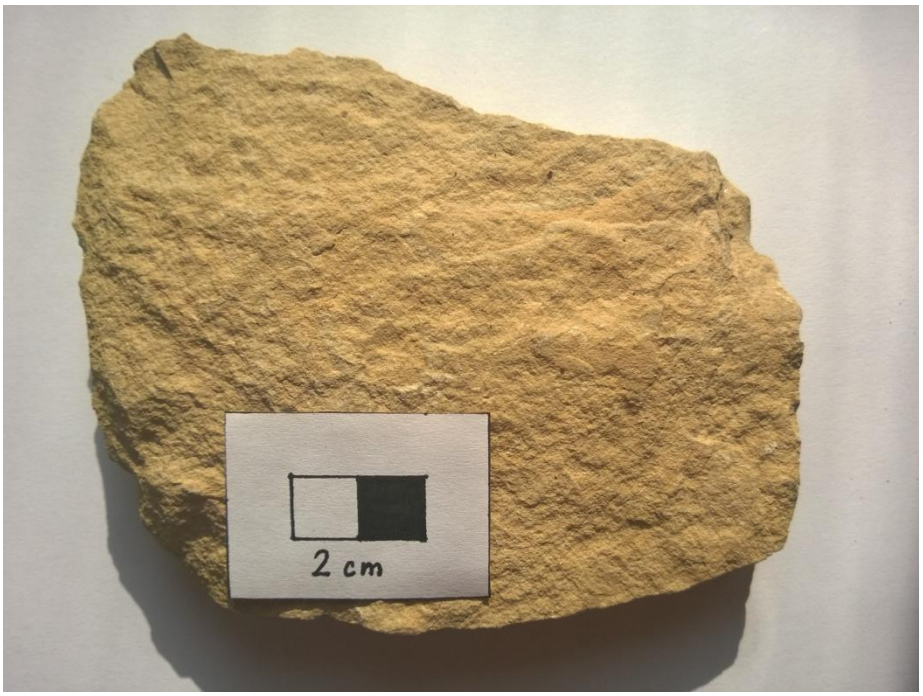
Všechny vzorky tohoto pískovce jsou po makroskopické stránce shodné. Lomy se bohužel nachází ve vysokém stupni degradace, proto bylo těžké odebrat vzorky, které by byly kompaktní a nerozpadaly se. Všechny vzorky mají středně zrnitou strukturu, jejich barva je

karamelově žlutá a vyskytují se na nich rezavé šmouhy oxidů a hydroxidů železa a malá zrna železitých konkrecí, velice dobře jsou pozorovatelná zrna křemene, K-živce a slíd (obr. 11).

obr. 11: Maletínský pískovec

Mladějovský pískovec

Všechny vzorky jsou velmi jemnozrnné, proto není možné rozeznat minerální složení. Jejich barva je žlutohnědá (obr. 12). Nevyskytují se na nich rezavé šmouhy oxidů a hydroxidů železa jako v případě maletínského pískovce.



obr. 12: Mladějovský pískovec

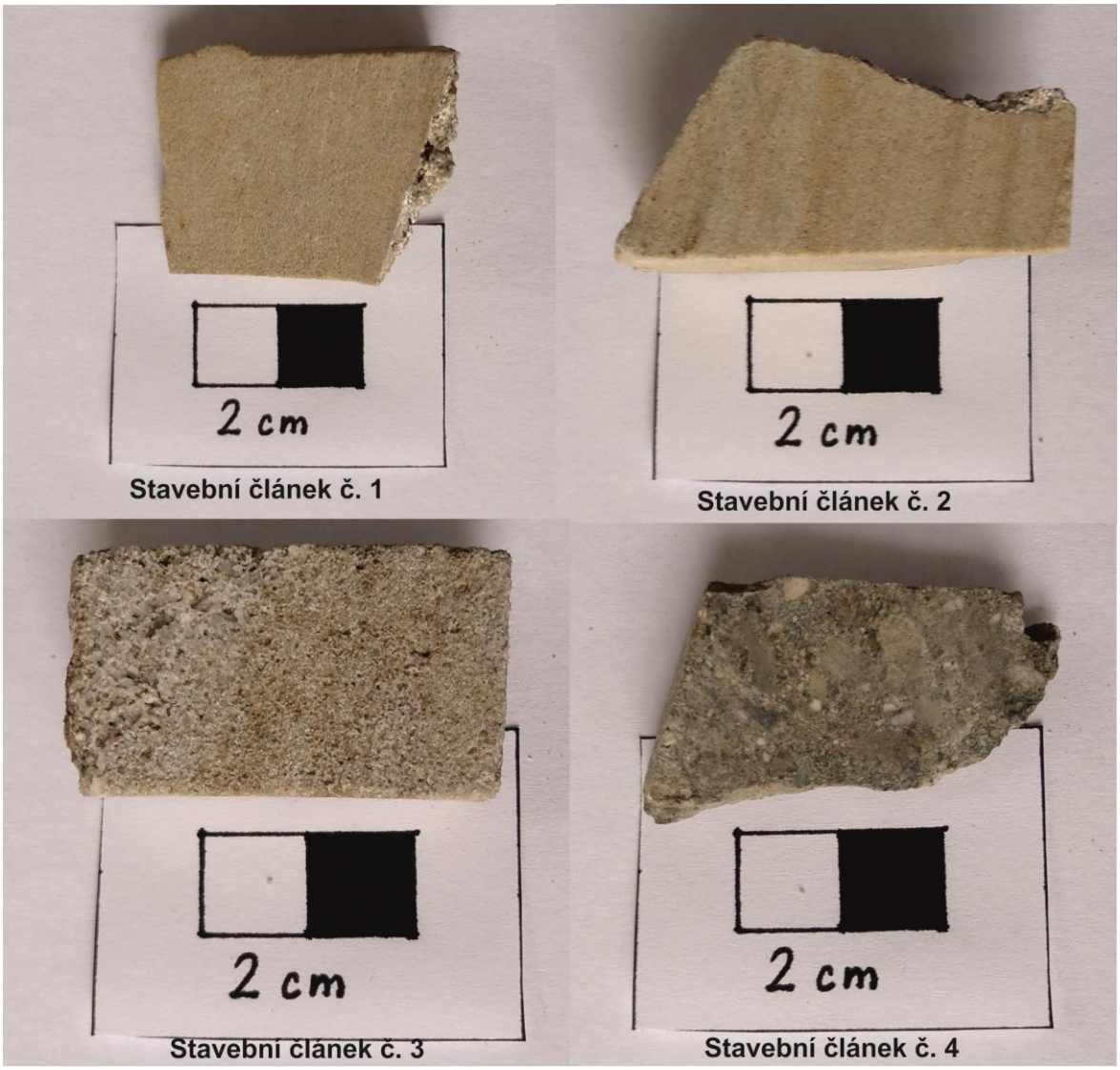
Slepenec

Všechny odebrané vzorky jsou jemno až středně zrnité a mají zelenošedou barvu. Viditelné jsou zaoblené poloostrohranné klasty celých hornin, např. břidlice o velikosti až 3 mm, valounky křemene a jemné šupinky slíd (obr. 13).

obr. 13: slepenec

5.2.3. Mikropetrografický popis stavebních článků

Ze všech odebraných vzorků stavebních článků (obr. 14) a vzorků pískovců byly pro potřeby petrografické analýzy zhotoveny kryté a leštěné výbrusy, které byly zkoumány v polarizačním mikroskopu Olympus BX 41 na katedře Geologie UPOL. Poté byly zhotoveny fotografie výbrusů v polarizačním mikroskopu Olympus BX50 pomocí fotoaparátu Olympus C-7070.

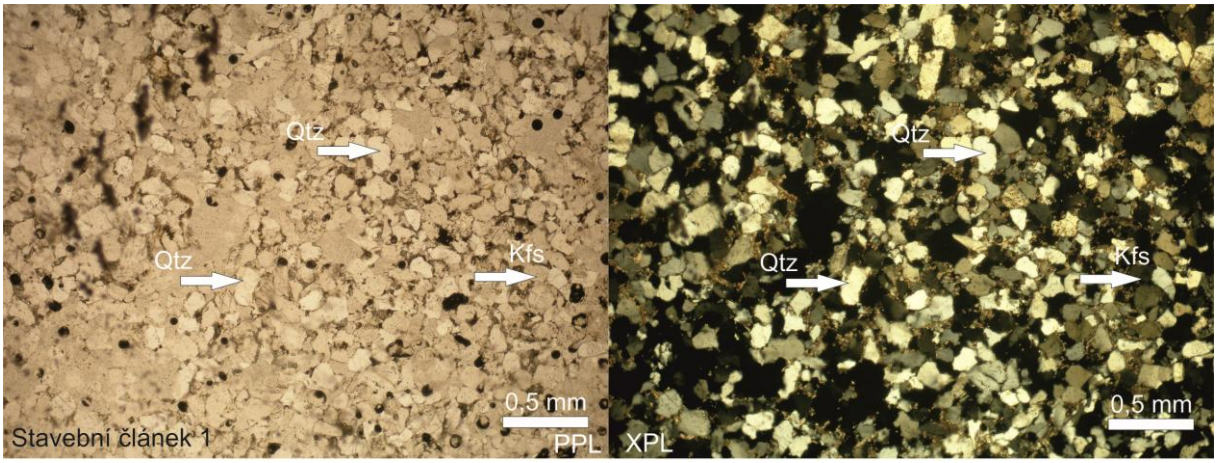


obr. 14: stavební články

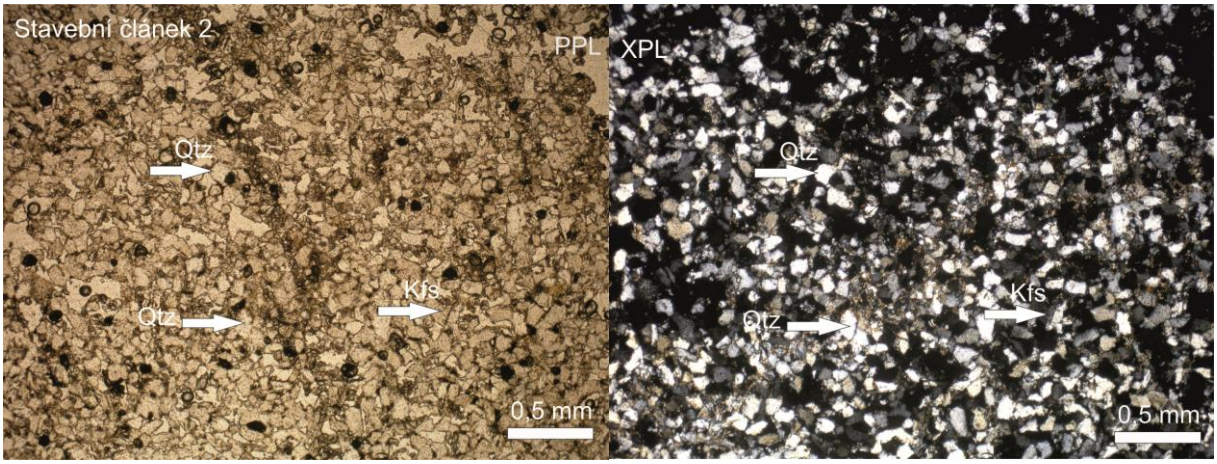
Stavební články 1, 2 a 3 (příloha 1, 2, 3) jsou zřejmě z jednoho typu pískovce.

Ve všech výbrusech je převládajícím minerálem křemen. Převažují poloostrohranná zrna. Jejich velikost byla změřena programem JMicroVision a ve stavebním článku 1 (obr. 15) je průměrná velikost zrn 0,22 mm, ve článku 2 (obr. 16) 0,09 mm a ve článku 3 (obr. 17) 0,28 mm. Prakticky všechna křemenná zrna zhášejí undulózně.

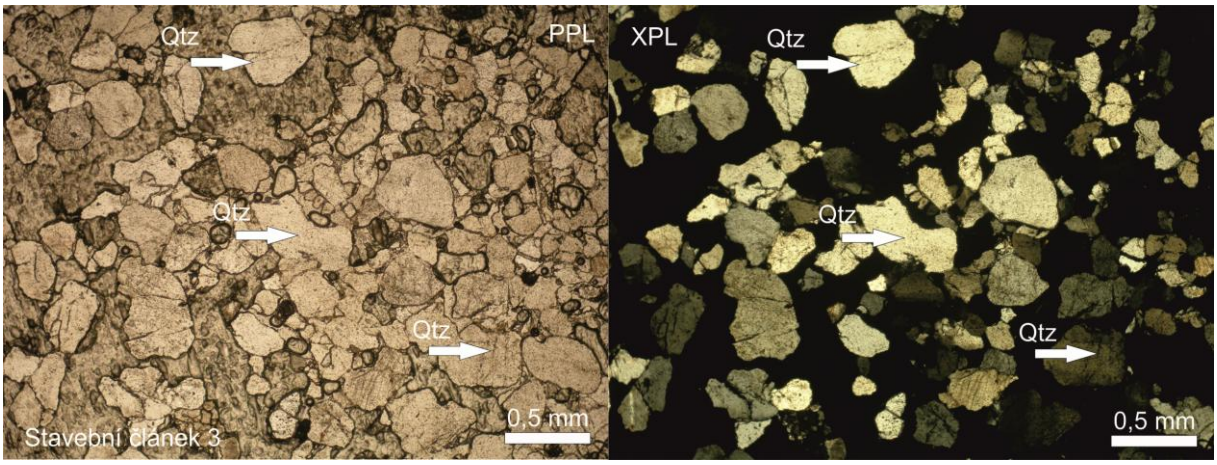
Dalším minerálem, který je zde zastoupen, je K- živec. Ve článku 3 často dvojčatí a ve všech článcích zháší šikmo k systému trhlin. Mikroklinové mřížkování se nevyskytuje ani v jednom vzorku. Ve výbrusu ze stavebního článku č. 1 se vyskytuje i muskovit.



obr. 15: stavební článek 1



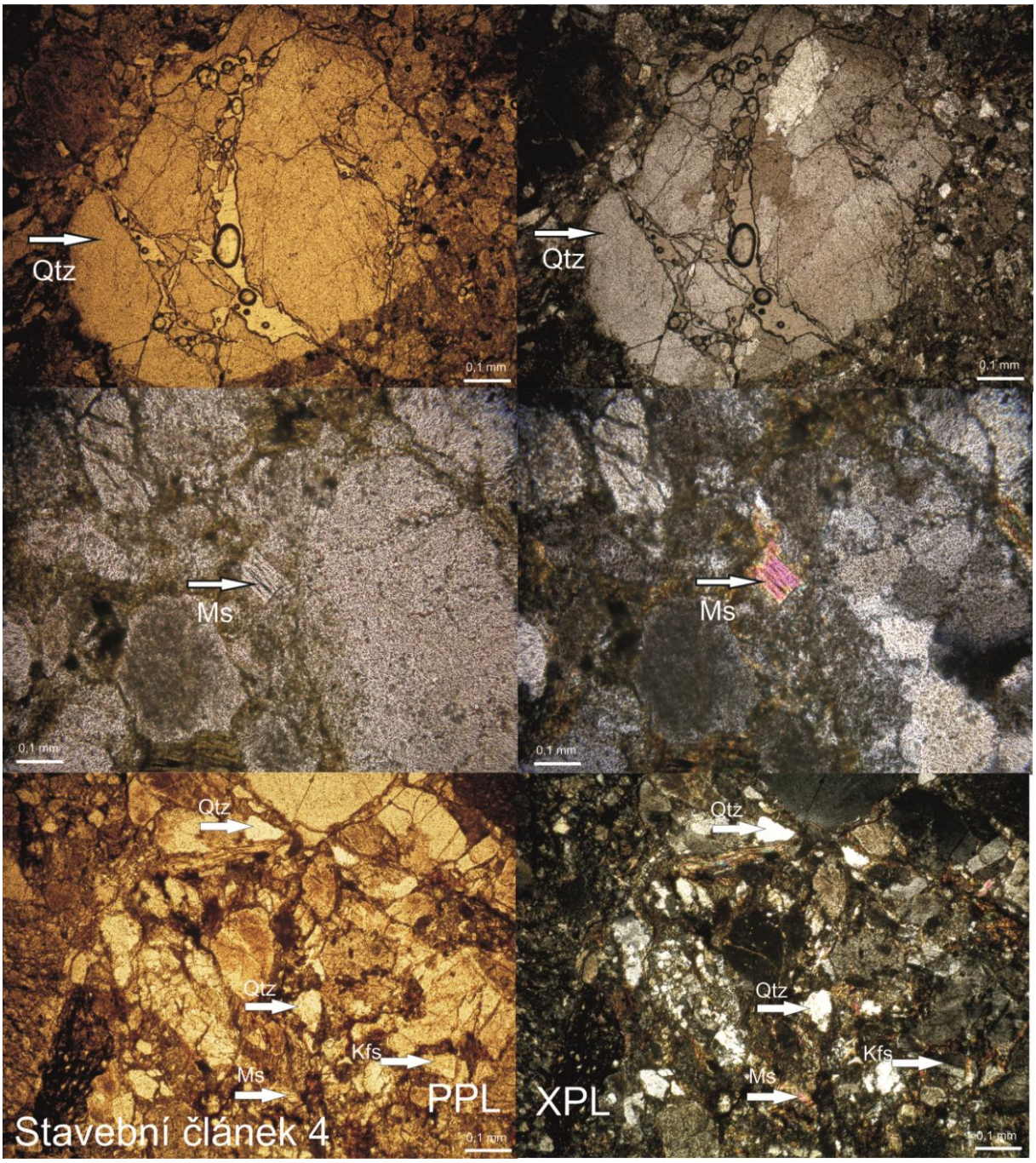
obr. 16: stavební článek 2



obr. 17: stavební článek 3

Stavební článek 4 (příloha 4)

V tomto stavebním článku (obr. 18) se vyskytuje křemen, jehož zrna jsou nejčastěji dobře zaoblená a obsahují fluidní inkluze. Z živců se zde vyskytuje jak K-živec, tak plagioklas. Jejich zrna jsou polozaoblená, u K-živce můžeme pozorovat dvojčatí zrn. V menší míře se vyskytují lištovitá zrna muskovitu. Aksecoricky se vyskytuje zirkon.



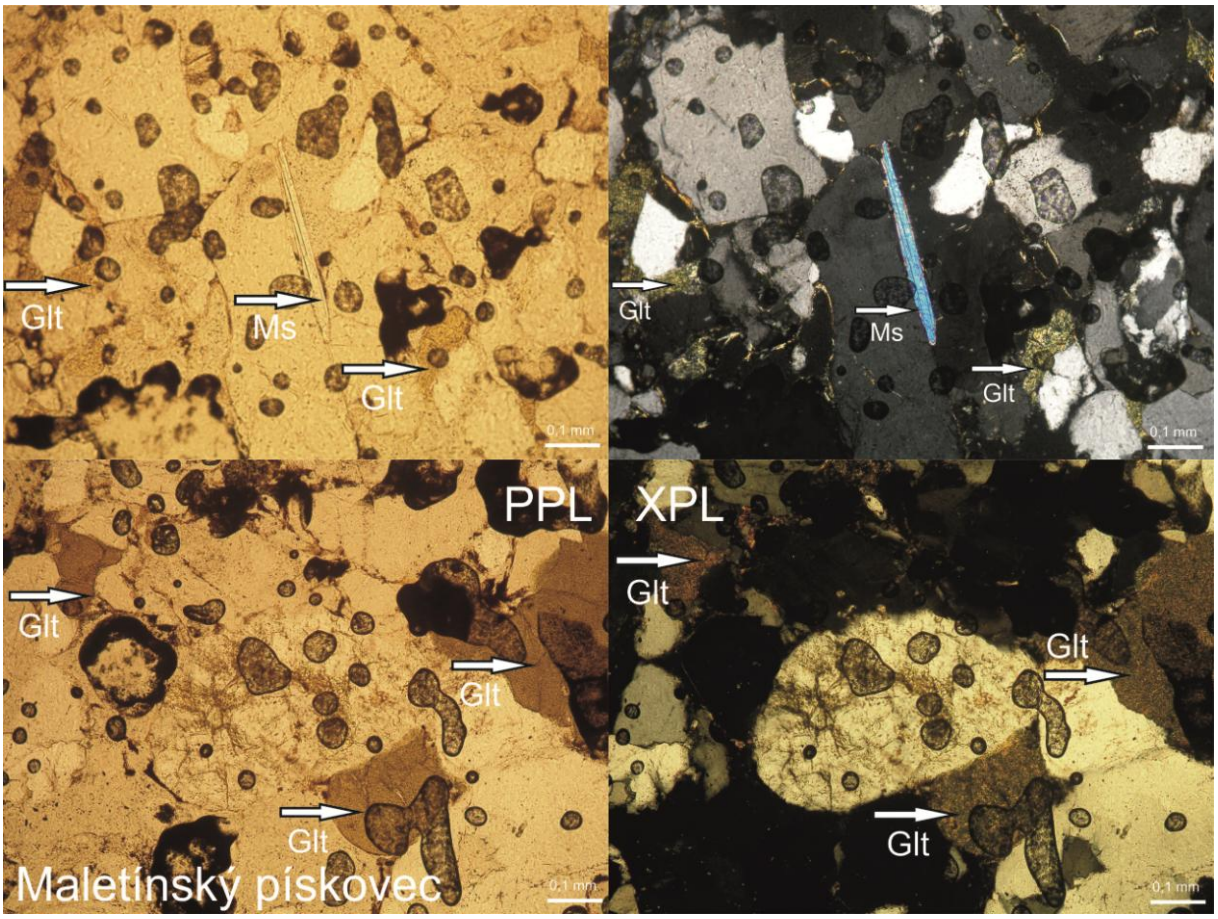
obr. 18: slepenec

5.2.4. Mikropetrografický popis vzorků získaných v lomech a na výchozech

Maletínský pískovec (příloha 5)

Vzorek pro tento výbrus byl odebrán v lomu Kubitschek (obr. 22). Hlavní minerální zastoupení má křemen. Průměrná velikost zrn je 0,34 mm. Převažují poloostrohranná zrna. V

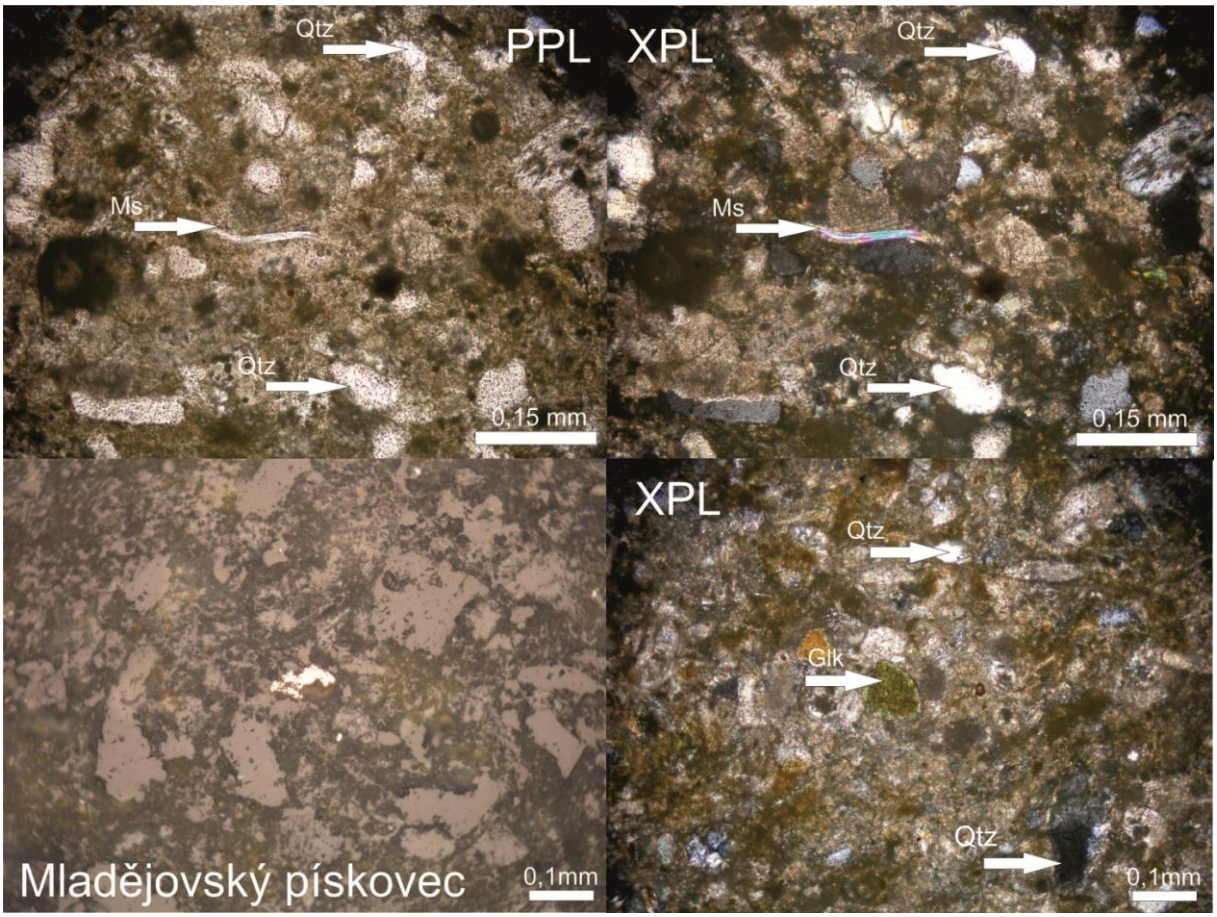
menší míře se vyskytuje K-živec, akcesoricky muskovit. Vyskytuje se i olivově zelený glaukonit, což svědčí o tom, že studovaný vzorek vznikal v mořském nebo brakickém prostředí (obr. 19).



obr. 19: Maletínský pískovec

Mladějovský pískovec (příloha 6)

V tomto vzorku (obr. 20) se vyskytuje křemen, K-živec, muskovit, glaukonit a opakní minerály. Křemen má větší množství zrn zaoblených a jejich průměrná velikost je 0,075 mm. U zrn K-živce můžeme pozorovat časté dvojčatění. Olivově zelený glaukonit je zde mnohem méně zastoupen než v maletínském pískovci. Muskovit se vyskytuje akcesoricky. Z opakních minerálů se jedná o oxidy železa (magnetit?).



obr. 20: Mladějovský pískovec

5.2.5. Rentgenfluorescenční analýza (XRF analýza)

Rentgenfluorescenční analýza je instrumentální metoda zavedená jak v laboratoři, tak v průmyslu (Hall, 1960). Je v podstatě nedestruktivní, analyzované vzorky nejsou zničeny ani změněny po vystavení rentgenovým paprskům. Po provedení analýzy mohou být vzorky uloženy pro budoucí použití, nebo mohou být použité pro jiné typy testů, např. chemické nebo destruktivní. Zkoumané vzorky mohou být analyzovány s malou nebo žádnou předúpravou (Shackley, 2011).

Výzkum pomocí této metody proběhl na katedře Geologie UPOL, která disponuje přístrojem Delta Premium od výrobce Innov-X (USA).

5.2.5.1. Princip XRF analýzy

Princip metody tkví v analýze fluorescenčního záření, emitovaného při interakci vzorku s energeticky bohatším rentgenovým zářením (Dolníček, 2005). Prvek je identifikovaný svou charakteristickou vlnovou délkou (λ) záření, jeho množství pak intenzitou tohoto záření.

Průběh měření mohou ovlivňovat některé faktory, např. vlastnosti zkoumaného vzorku, doba měření a jeho přesnost. Vlastnosti, které podstatně ovlivňují analýzu, jsou homogenita, velikost vzorku, koncentrace materiálu a hustota. Nevýhodou analýzy archeologických artefaktů je, že přístroj analyzuje pouze povrch vzorku.

5.2.5.2. Stanovení hlavních a stopových prvků

Pro analýzu původu sedimentů se používá studium hlavních a stopových prvků, které umožní vytipovat zdrojovou lokalitu. Výhodou těchto prvků je, že jsou nemobilní i při působení chemického zvětrávání.

Hlavní a stopové prvky, případně jejich izotopy se používají pro studium jak přírodních, tak i antropogenních geochemických procesů. V případě těchto prvků využíváme jejich schopnost charakterizovat specifické prostředí.

XRF - spektrometr umožňuje v základním nastavení stanovit množství stopových prvků (Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Se, Sn, Sr,Ti, U, V, W, Zn a Zr). Měření lze provádět v různých módech. Mnou provedené měření bylo uskutečněno v tzv. půdním módu, ve kterém jsou výše uvedené prvky rozšířeny např. o Ca, K, P a S.

Stopové prvky jsou prvky, jejich množství je v hornině nižší než 0,1 hmot % (Saukov, A. A., 1954). Studium stopových prvků se stalo nezbytnou součástí moderní petrologie, protože tyto prvky jsou schopny rozlišit petrologické procesy mnohem lépe než prvky hlavní.

Při studii původu sedimentárních hornin jsou nejvyužívanější stopové prvky Ba, Cr, Ni, Th, Y, Zr. Ba, Y a Zr. Tyto prvky jsou zpravidla nemobilní (Fralick and Kronberg, 1997).

Hlavní prvky jsou důležité z důvodu, že převážně charakterizují horninu, a že některé stopové prvky jsou na ně vázány.

Geochemie pískovců nás informuje o složení, provenienci a zvětrávání mateřské horniny (Perri, 2014). Pokud celková stavba horniny není příliš změněna diagenezí, metamorfózou či jinými přetvářejícími procesy (McLennan et al., 1993).

5.2.5.3. Poměry prvků

Pro charakterizaci sedimentárních hornin se používají binární diagramy Al_2O_3 vs. TiO_2 (Young et al., 1998 in Hoblík, 2010). Al a Ti se považují za relativně nemobilní prvky. Tyto prvky slouží jako ukazatele původu většiny zvětrávacích režimů. Poměry TiO2/Zr vs. Zr/Al2O3 ukazují na obohacení Zr. Na rozdíl od Al a Ti, které se vyskytují převážně v usazených frakcích fylosilikátů, je Zr převážně koncentrován v jemně písčitých frakcích, které mají vysokou mechanickou a chemickou stabilitu (Fralick and Kronberg, 1997). Ti a Al jsou prvky, které jsou obsažené hlavně ve fylosilikátech, jílových minerálech a jemnozrnných úlomcích sedimentů (Young and Nesbitt, 1998).

Veškeré práce s přístrojem INNOV-X Delta proběhly na katedře geologie UPOL. Všechny vzorky byly před měřením rozříznuty, aby byla vytvořena jedna rovná strana na zkoumaném vzorku, která se následně umístila kolmo nad rentgenku. Přístroj byl umístěn ve speciálním stolku, a propojen s počítačem.

5.2.6. Měření nasákavosti

Nasákavost je schopnost materiálu přijímat kapalinu do svých pórů. Této zkoušce byly podrobeny stavební články 1, 2 a 3 a vzorky pískovců odebrané v lomech, dále potom tři vzorky z Mladějova a z Maletína po jednom vzorku z každého lomu.

Zkoušku jsem provedl podle normy ČSN EN 13755. Podle této normy musí být vzorky před zkouškou upraveny do tvaru válce, krychle nebo hranolu o hraně 50 nebo 70 mm. Tuto podmínku nešlo v našem případě splnit z důvodu, že vzorky ze stavebních článků už těchto rozměrů nedosahovaly.

Stavební články a vzorky z lomů byly po dobu dvou hodin vysoušeny v troubě při teplotě 105 – 110 °C, aby se odstranila zbývající vlhkost. Následně byly vzorky zváženy a ponořeny do vody o pokojové teplotě na dobu 24 hodin. Po uplynutí této doby byly vzorky převáženy a následně byly ještě po dobu dvou hodin povařeny a opět zváženy.

Následně byl proveden výpočet nasákavosti podle vzorce $NV = \frac{m1 - m2}{m2} \times 100$, kde NV – nasákavost v %, $m1$ = hmotnost nasáknutého vzorku, $m2$ = hmotnost vysušeného vzorku.

5.2.7. Měření hustoty

Hustota ρ homogenní látky je definována jako poměr její hmotnosti m a objemu V, který látka zaujímá. Můžeme jí tedy vyjádřit pomocí vzorce $\rho = \frac{m}{V}$, kde ρ = hustota g/cm^3, m = hmotnost vysušeného vzorku, V = objem vzorku.

Z výsledků zjištěných po provedení nasákavosti, bylo provedeno i měření hustoty stavebních článků. Hodnoty objemu článků byly zjištěny po povaření vzorků, které se následně ponořily do odměrného válce a na stupnici, která udává množství vody, bylo zjištěno množství vytlačené kapaliny.

6. Výsledky

6.1. XRF analýza

Výsledky měření jsou rozděleny na měření pískovců, ze kterých byly zhotoveny 3 stavební články spolu se vzorky z lomů (tabulka 3), následně byl změřen slepenec (tabulka 4) spolu se vzorky z olomouckých Bezručových sadů.

Je třeba počítat s tím, že hodnoty prvků mohou být ovlivněny vlivy okolního prostředí. Stavební články se mohly nacházet minimálně 100 let pod zemí a jejich výsledný chemismus byl tedy ovlivněn. Tento stejný případ nastal i u vzorků z lomů.

6.1.1. Analýza pískovců

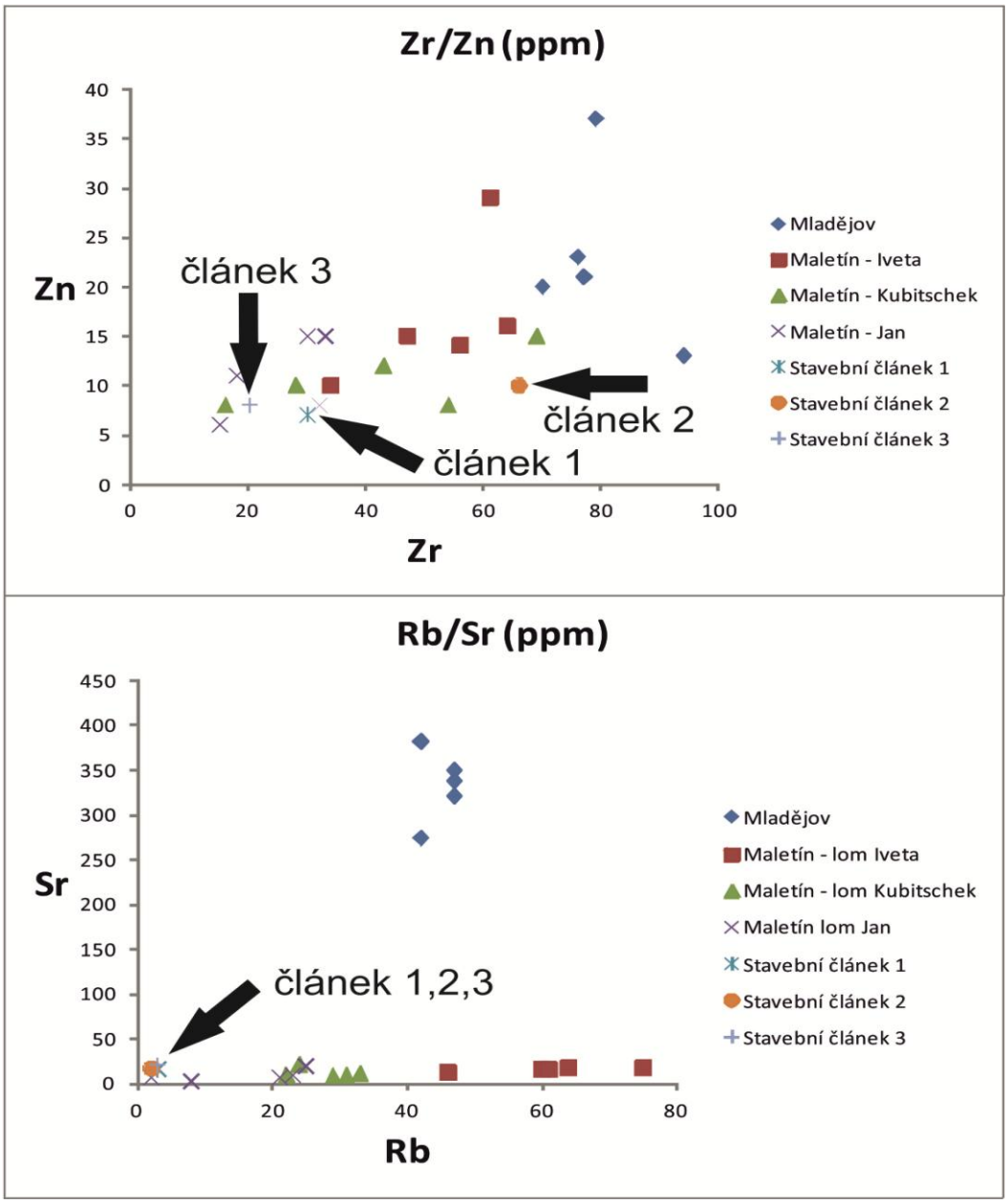
Tabulka 3: Analýza pískovců a stavebních článků 1, 2 a 3 (hodnoty v ppm)

Vzorky	Si	Fe	Al	Ti	Sr	V	Mn	Zr	Rb	Ni	Zn	Pb
Mladějov1	297464	7704	15275	1338	274	119	114	94	42	15	13	8
Mladějov2	255696	10935	22509	1593	349	154	189	70	47	23	20	8
Mladějov3	272096	10260	19805	1610	321	107	137	76	47	17	23	9
Mladějov4	243634	15563	23606	1602	338	131	117	79	47	18	37	10
Mladějov5	226016	10610	16166	1329	382	128	183	77	42	0	21	8
Maletín-Iveta1	298468	36216	27820	1233	16	92	95	64	60	14	16	7
Maletín-Iveta2	288941	46795	32558	933	17	104	48	61	75	16	29	9
Maletín-Iveta3	313279	31867	22353	954	12	102	56	34	46	9	10	7
Maletín-Iveta4	302885	35444	29276	1037	16	95	58	56	61	11	14	8
Maletín-Iveta5	295176	36640	30903	1338	17	96	57	47	64	17	15	8
Maletín-Kubitschek1	394065	11863	12940	434	22	106	76	28	24	0	10	5
Maletín-Kubitschek2	389640	16598	14599	821	9	93	75	43	29	13	12	5
Maletín-Kubitschek3	368001	36672	14841	1323	10	135	67	69	31	8	15	9
Maletín-Kubitschek4	373318	16091	19320	958	11	112	52	54	33	0	8	6
Maletín-Kubitschek5	389429	7396	9277	456	10	71	37	16	22	0	8	4
Maletín-Jan1	339153	12501	24741	777	7	97	70	30	21	9	15	7
Maletín-Jan2	343846	12917	23588	669	9	58	54	32	23	0	8	5
Maletín-Jan3	321772	15333	29228	1072	19	97	97	33	25	13	15	5
Maletín-Jan4	375974	4485	5454	330	3	37	26	15	8	0	6	3
Maletín-Jan5	355688	9426	21877	712	7	72	62	18	2	0	11	6
stavební článek 1	389000	1713	3800	1015	16	58	43	30	3	13	7	3
stavební článek 2	383000	2870	1640	3853	17	101	77	66	2	43	10	4
stavební článek 3	425600	1917	2100	358	21	75	63	20	3	11	8	4

Chemismus stavebních článků se v mnohých hodnotách liší od vzorků z lomů.

Stavební článek 1 vykazuje co se týče zastoupení Mn, Sr, Zr,V, Ti a Zn podobné hodnoty jako pískovec z Maletína. S mladějovským pískovcem má určitou podobnost v obsahu Ni. Oproti mladějovskému a maletínskému pískovci vykazuje malý obsah Fe, což je typický znak pískovců orlicko-žďárské jednotky. Rb vykazuje taktéž oproti vzorkům z lomů malé hodnoty, to samé Al. Obsah Si je shodný s hodnotami z maletínského lomu Kubitschek (graf 1). Stavební článek 2 se v obsahu Mn nejvíce podobá vzorkům z lomu Kubitschek, obsahem Sr a Zr, se stejně jako článek 1 shoduje s hodnotami v maletínském pískovci. Hodnoty V jsou vyšší než u článku 1, avšak stále se více podobají hodnotám z Maletína. Obsah Ti je však několikanásobně vyšší než u vzorku z obou lomů. Hodnoty Zn se shodují s maletínským pískovcem (graf 1). Stejně jako u článku 1 je i tady malý obsah Al, Fe a Rb. Obsahem Si se stejně jako článek 1 shoduje s lomem Kubitschek. Nikl se v tomto článku vyskytuje v nejvyšším množství ze všech měřených vzorků. Stavební článek 3 se v obsahu Mn, Sr, V a Zn podobá maletínskému pískovci. Jsou zde ale menší hodnoty Zr a obsah Ti je druhý nejmenší z celého měření. U Al, Fe a Rb se shoduje v malém obsahu s články 1 a 2. Si se v tomto vzorku nachází nejvyšší množství že všech měření.

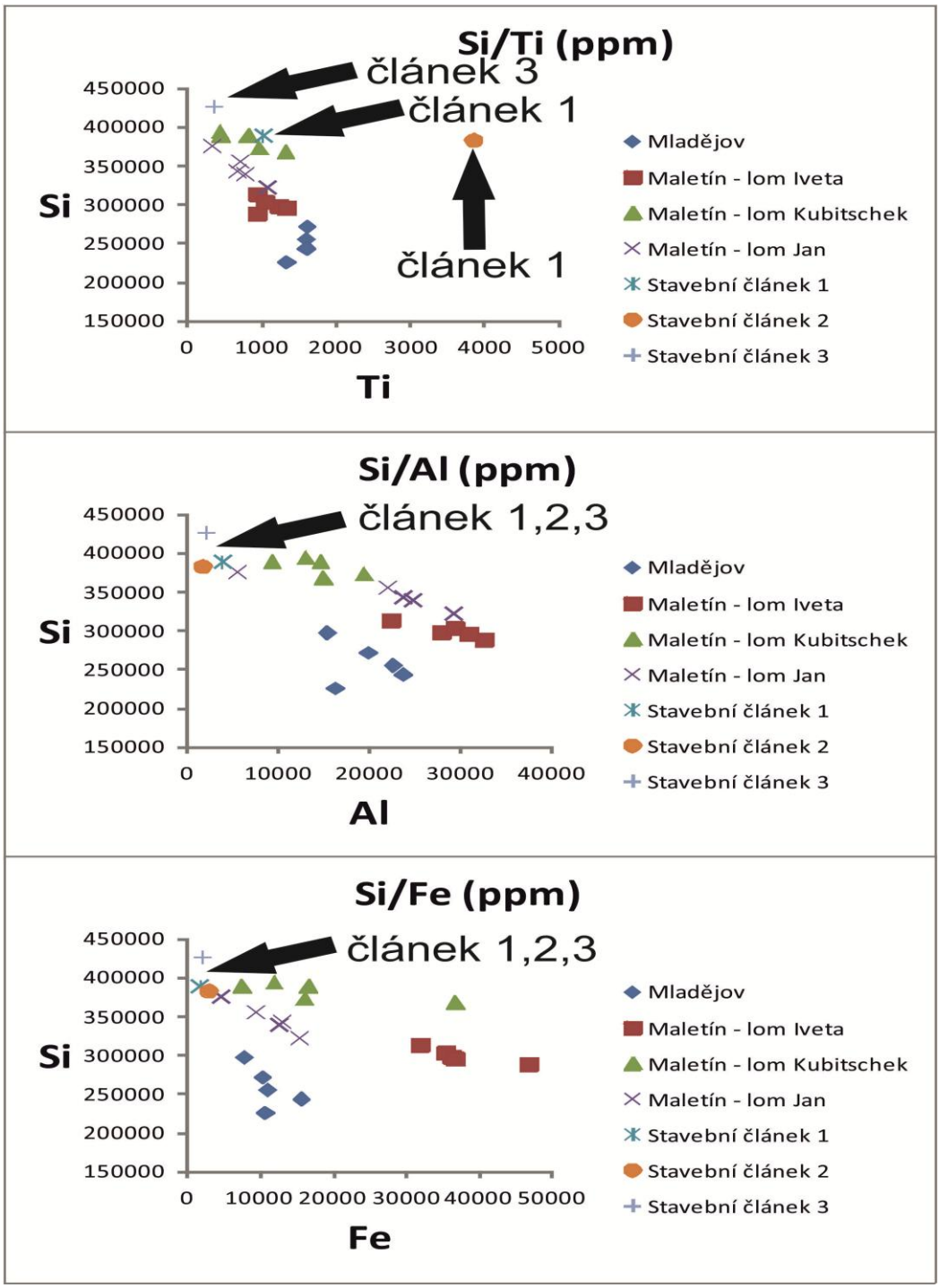
Graf 1: Poměr Zr/Zn a Rb/Sr u pískovcových stavebních článků a vzorků hornin z výchozů a lomů (hodnoty v ppm)



Poměry hlavních prvků

Při interpretaci naměřených hodnot u pískovců byl použit tzv. „pseudo“ Harkerův diagram, který ukazuje poměr křemíku a ostatních hlavních prvků v grafu 2 byly sledovány závislosti prvků Si/Fe, Si/Al a Si/Ti.

Graf 2: Poměr Si/Fe, Si/Al, Si/Ti u pískovcových stavebních článků a vzorků hornin z výchozů a lomů (hodnoty v ppm)



Z grafu 2 je patrné, že v poměru prvků Si/Fe se všechny stavební články nejvíce podobají hodnotám naměřeným v maletínském lomu Kubitschek a Jan a v případě grafu Si/Al jsou stavebním článkům nejblíže hodnoty z lomu Kubitschek. Graf 2 Si/Ti ukazuje, že články 1 a 3

vykazují podobné hodnoty jako lom Kubitschek. Stavební článek 2 vykazuje vysokou hodnotu Ti, ale v obsahu Si spadá opět do hodnot z lomu Kubitschek (graf 2).

6.1.2. Analýza slepence

Tabulka 4: Analýza stopových prvků slepence z výchozu a slepencového stavebního článku 4 (hodnoty v ppm)

Vzorky	Mn	Zn	Co	As	Rb	Sr	Zr	Pb	V	Th
Slepenec1	571	56	9	24	113	151	130	85	268	10
Slepenec2	639	51	10	23	102	145	140	87	247	10
Slepenec3	682	55	6	14	118	159	169	32	240	14
Slepenec4	591	52	9	11	111	155	158	34	240	10
Slepenec5	583	48	8	11	118	158	154	32	279	13
stavební článek 4	419	52	14	14	92	211	130	29	258	11

Stavební článek 4 vykazuje se vzorky slepence shody v hodnotách Zn, částečně i As, kde mají dva vzorky slepence o 9 a 10 ppm vyšší hodnotu (tabulka 4). Shoduje se i v hodnotách V a Th. Obsah manganu je u stavebního článku řádově o 150 - 200 ppm nižší. V případě Co jsou hodnoty mírně vyšší. Zastoupení Rb je o 10 - 15 ppm nižší, obsah Sr je zhruba o 50 ppm vyšší. Obsahy Zr a Pb jsou u stavebního článku nižší.

6.2. Nasákavost

V tabulkách 5 a 6 jsou zaznamenány všechny údaje o změnách hmotnosti i výsledky nasákavosti v %.

Tabulka 5: Nasákavost po 24 hodinách u pískovcových stavebních článků a vzorků hornin z výchozů a lomů

vzorky	suchá hmotnost (g)	před vařením (g)	nasákavost před vařením
Stavební článek č.1	17,65	19,08	8,101 %
Stavební článek č.2	24,75	26,24	6,020 %
Stavební článek č.3	17,71	19,11	7,326 %
Mladějov 1	35,02	37,22	6,282 %
Mladějov 2	23,64	25,13	6,302 %
Mladějov 3	17,61	18,95	7,325 %
Maletín - lom Jan	19,52	21,42	9,733 %
Maletín - lom Iveta	15,19	16,37	7,768 %
Maletín - lom Kubitschek	24,75	26,78	8,202 %

Z tabulky 5 je patrné, že stavební článek 1 se nasákavostí blíží hodnotám nasákavosti maletínského pískovce. Stavební článek 2 se naopak blíží hodnotám mladějovského pískovce. Stavební článek 3 se v nasákavosti pohybuje mezi oběma druhy pískovců.

Tabulka 6: Nasákavost po 2 hodinách vaření u pískovcových stavebních článků a vzorků hornin z výchozů a lomů

vzorky	suchá hmotnost (g)	po vaření (g)	nasákavost po vaření
Stavební článek č.1	17,65	19,33	9,518 %
Stavební článek č.2	24,75	26,38	6,585 %
Stavební článek č.3	17,71	19,51	10,163 %
Mladějov 1	35,02	37,70	7,652 %
Mladějov 2	23,64	25,21	6,641 %
Mladějov 3	17,61	18,98	7,779 %
Maletín - lom Jan	19,52	21,86	11,987 %
Maletín - lom Iveta	15,19	16,60	9,282 %
Maletín - lom Kubitschek	24,75	26,86	8,525 %

V tabulce 6 se shodují výsledky s tabulkou 5. Stavební článek 1 se blíží k hodnotám u maletínského pískovce, článek 2 naopak hodnotám u mladějovského pískovce. Stavební článek 3 se v tomto případě hodnotami shoduje s maletínským pískovcem.

6.3. Hustota

V tabulce 7 jsou porovnány hodnoty hustoty stavebních článků a vzorků z lomů.

Tabulka 7: Hustota u pískovcových stavebních článků a vzorků hornin z výchozů a lomů.

vzorky	hustota g/cm3
Stavební článek č.1	1,961
Stavební článek č.2	1,903
Stavební článek č.3	1,967
Mladějov 1	2,060
Mladějov 2	1,970
Mladějov 3	2,201
Maletín - lom Jan	1,952
Maletín - lom Iveta	1,898
Maletín - lom Kubitschek	1,903

Ukazuje se, že stavební články 1 a 3 se shodují se vzorkem z maletínského lomu Jan a s jedním vzorkem z Mladějova. Článek 2 se v hustotě shoduje s malvínským pískovcem z lomu Kubitschek.

7. Diskuze

7.1 - Porovnání výbrusů pískovců

Šrámek (2003) uvádí, že průměrná zrnitost maletínského pískovce se pohybuje v rozmezí 0,1 až 0,2 mm. V tomto rozmezí se nachází stavební články 1 a 2. Ani v jednom ze studovaných výbrusů se však nenachází glaukonit, což by mohlo svědčit o tom, že vzorky pochází ze starších, níže položených limnických vrstev (Gába, 1994). Studovaný výbrus z maletínského pískovce má křemenná zrna o průměrné velikosti 0,34 mm, charakteristický je i výskytem glaukonitu, což snad ukazuje na to, že jde o mladší, hrubozrnnější, mořský, glaukonický pískovec. Mladějovský pískovec má zrna o průměrné velikosti jen 0,075 mm. Při pozorování v mikroskopu je zde vidět i odlišná struktura horniny, kde jsou prostory mezi zrny zaplněné množstvím karbonátového tmelu, o čemž svědčí i provedená XRF analýza, kde se ve vzorcích z Maletína a stavebním článku 3 nevyskytuje Ca. Ve stavebních článcích 1 a 2 je ho zhruba třetinové množství, jeho původ může být z vápenné malty, která se nacházela na povrchu odebraných vzorků. Oproti tomu maletínský pískovec a stavební články 1 a 2 mají zrna nahloučená blízko sebe a pojivo zabírá mnohem menší prostor. Stavební článek 3 má průměrnou velikost zrn 0,28 mm. Vzorek z maletínského pískovce sice obsahuje zrna s průměrnou zrnitostí o 0,006 mm vyšší, ale je pro něj charakteristický výskyt glaukonitu, který se ve výbrusu ze stavebního článku 3 nenachází. Ve studovaném vzorku se objevují i místa bez petrografického materiálu, což svědčí o tom, že je vzorek porézní.

Stavební články 1 a 2 se velikostí křemenných zrn a strukturou horniny podobají na maletínský pískovec. Stavební článek 3 má křemenná zrna větší než články 1 a 2, jsou ale současně menší než vzorek z maletínského pískovce. Liší se však strukturou horniny, která je porézní.

7.2 - Srovnání XRF analýzy stavebních článků č. 1, 2, 3

Mnou získané výsledky XRF analýzy jsem porovnal s daty práce V. Šinálové (2012). Je třeba brát v potaz, že analyzované stavební články 1 a 2 pocházejí dle P. Šlézara (NPÚ Olomouc, osobní sdělení 9. 4. 2013) z 18. století, zatímco stavební článek 3 ze 14. století a mohou tak

každý pocházet z odlišné (chemo)stratigrafické úrovně a samozřejmě i z jiných lomů, které se v oblasti, v době největšího rozmachu těžby vyskytovaly. Šinálová (2012) provedla několik měření obou druhů pískovců ve městech Olomouc, Moravská Třebová, Rychnov na Moravě a v Mladějově. Z těchto měření následně odvodila prvky vhodné pro rozlišení obou druhů pískovců a to K, Ca, Fe, Rb, Sr a Zr. Stopové prvky vybraných pískovcových stavebních článků ze starší práce Šinálové (2012) uvádím v tabulce 8. Draslík zde neuvádím, protože u mnou analyzovaných stavebních článků se nevyskytoval.

Tabulka 8 - Výsledky XRF analýzy (hodnoty v ppm) stavebních článků a pískovců analyzovaných Šinálovou (2012)

Vzorky	Ca	Fe	Rb	Sr	Zr	Typ
stavební článek 1	43600	1713	3	16	30	
stavební článek 2	50179	2870	2	17	66	
stavební článek 3	0	1917	3	21	20	
Masné krámy sloupek *	14084	6870	2,6	271	41	Mlad.
Vojenský archiv *	598307	1736	6,2	258	8	Mlad.
Mor. Třebová radnice průčelí *	21848	10129	50,6	252	145	Mlad.
Mladějov zářez u cesty *	83352	14286	47,2	294	147	Mlad.
Mladějov zářez u cesty *	109893	12424	48,7	283	166	Mlad.
Rychnov n.M. sloup *	38055	6607	46,2	265	145	Mlad.
Blažejské nám. 9 sloupek *	48987	3893	3,9	24,6	52	Malet.
Mor. Třebová sloup p.Marie *	36562	1594	2,7	23,3	68	Malet.
Riegrova 19 *	502	3171	3,4	38,9	118	Malet.
Merkurova kašna *	2900	5998	3,2	56,6	124	Malet.
Neptunova kašna *	313	646	1,9	5,7	21	Malet.
Armádní dům podezdívka *	4483	2802	10,3	27,7	145	Malet.
P. M. Sněžná sloupky *	51	16084	11,1	33,2	163	Malet.
Mahler podezdívka *	30,5	3236	10	35,2	165	Malet.
Radnice schody *	61145	2322	2,8	58	14	Malet.
Masné krámy schody *	24380	7868	9,9	29,9	129	Malet.
Horní nám. Arionova kašna *	8356	5134	5,8	42,8	143	Malet.
Jezuitský konvikt *	3111	2052	4,2	11,6	149	Malet.

* data z práce Šinálové (2012)

Lze tedy tvrdit, že až na několik měření na výchozech i stavebních článcích jsou obsahy Fe v analyzovaných vzorcích poměrně vysoké (tabulka 8), což je typické pro pískovce orlicko-žďárské jednotky, speciálně pro maletínský pískovec (šmouhy, limonitové konkrece). Průměr všech hodnot z maletínského pískovce je 4566 ppm, obsahy Fe ve stavebních článcích jsou přinejmenším o řád nižší. Naměřené hodnoty Fe mohou být v tomto případě určujícím kritériem.

Vyšší koncentrace Ca, hlavně u vzorků z mladějovského pískovce dokládají to, že se v tomto pískovci vyskytuje karbonátové pojivo, v případě stavebních článku 1 a 2 se ale může jednat, jak je již zmíněno výše, že jsou vyšší hodnoty způsobené vápennou maltou, která se nacházela na povrchu stavebních článků. Rozhodující stopové prvky v tomto případě mohou být Rb a Sr. Mladějovský pískovec má průměrně 33,5 ppm Rb a 270,5 ppm Sr. Průměrné hodnoty maletínského pískovce jsou 32,3 ppm Sr a 5,8 ppm Rb. Výsledky všech stavebních článků se podobají hodnotám maletínského pískovce.

5.3. Srovnání hodnot nasákavosti

Výsledky získané při měření nasákavosti jsem srovnal s hodnotami uváděnými Šrámkem (2003) rovněž pro pískovce z oblasti Maletína a Mladějova. Zmíněný autor stanovil nasákavost vzorků vzlínáním po 8 dnech. V tabulce 9 jsou porovnány údaje nasákavosti stavebních článků a pískovců analyzovaných Šrámkem (2003) společně se zrnitostí

Tabulka 9: Hodnoty nasákavosti a zrnitosti stavebních článků a pískovců analyzovaných Šrámkem (2003)

lom/lokalita/typ	zrnitost	nasákavost
Maletín „ Templwald “	hrubozrnný	8 %*
Prklišov „ Spitalwald “	jemnozrnný	10,3 %*
Mladějov	jemnozrnný	11,2 %*
Bohdalov	hrubozrnný	8,5 %*
Petrušov	jemnozrnný	8,8 %*
Maletín jezerní	jemnozrnný	5,88 %*
Maletín mořský	středně zrnitý	5,47 %*
Stavební článek č.1	jemnozrnný	8,101 %
Stavební článek č.2	jemnozrnný	6,020 %
Stavební článek č.3	středně zrnitý	7,326%

* nasákavost stanovena vzlínáním po 8 dnech, neodpovídá dnešní hodnotě nasákavosti (Šrámek, 2003)

Z tabulky 9 je patrné, že stavební článek 1 se nejvíce podobá vzorku z obce Petrušov, což je obec ležící vzdušnou čarou ve vzdálenosti 3 km severozápadním směrem od Starého Maletína. Nasákavostí je článek 1 podobný i vzorku Maletín „Templwald“ a Bohdalov, liší se však

zrnitostí. Stavební článek 2 má hodnoty nasákavosti podobné jako vzorek „Maletín jezerní“.

Článek 3 se nasákavostí pohybuje mezi hodnotami patřící maletínskému pískovci, nebo obcím v okolí Maletína.

7.4. Porovnání hustoty

Hodnoty hustoty v tabulce 10 jsou porovnány s hustotou naměřenou Šrámkem (2003).

Tabulka 10: Hodnoty hustoty stavebních článků a hustoty naměřené Šrámkem (2003)

lom/lokalita/typ	zrnitost	hustota g/cm3
Maletín „ Templwald “	hrubozrnný	1,95
Prklišov „ Spitalwald “	jemnozrnný	1,95
Mladějov	jemnozrnný	1,89
Bohdalov	hrubozrnný	2,16
Petrušov	jemnozrnný	1,96
Maletín jezerní	jemnozrnný	2,127
Maletín mořský	středně zrnitý	2,191
Stavební článek č.1	jemnozrnný	1,961
Stavební článek č.2	jemnozrnný	1,903
Stavební článek č.3	středně zrnitý	1,967

Z tabulky 10 je patrné, že stavební články 1 a 3 mají stejnou hustotu jako vzorek z Petrušova a Prklišova „Spitalwaldu“. Prklišov je v dnešní době součást obce Borušov, která leží vzdušnou čarou ve vzdálenosti 2,4 km jihozápadním směrem od obce Starý Maletín. Dále se stavební články v hodnotě hustoty shodují i se vzorkem z lokality Maletín „Templwald “, liší se však zrnitostí. Stavební článek 2 má podobné hodnoty jako vzorek z Mladějova.

8. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo na základě petrografické charakteristiky určit, odkud pocházel materiál stavebních článků.

U vzorků stavebních článků a z lomů jsem provedl makro a mikropetrografický popis, rentgenfluorescenční analýzu, testy nasákavosti a hustoty. Na základě výsledků jsem stavební články identifikoval následovně.

Stavební článek 1 je vyroben z maletínského pískovce. Při mikroskopickém popisu byla velikost křemenných zrn stejná, jako se uvádí v literatuře. Podle dat naměřených při XRF analýze se většinou hodnot jak hlavních a stopových prvků shoduje se vzorky z Maletína, ať už se jedná o porovnání se vzorky z lomů nebo se hodnotami od Šinálové (2012). Měření nasákavosti a hustoty pouze potvrzuje předchozí závěr.

U stavebního článku 2 nelze s určitostí charakterizovat, jestli se jedná o maletínský nebo mladějovský pískovec. Velikost křemenných zrn se nachází mezi hodnotami obou druhů pískovců, liší se však strukturou horniny, která se více podobá pískovci z Maletína. Provedená XRF analýza značí, že by se mohlo jednat o maletínský pískovec, toto tvrzení ale vyvrací zkouška nasákavosti, provedená se vzorky z lomů a výchozů, a porovnání hustoty s hodnotami od Šrámka (2003). Při porovnání hodnot hustoty se vzorky z lomů a výchozů a hodnot nasákavosti s údaji od Šrámka (2003) se podobají maletínskému pískovci.

U stavebního článku 3 nelze, stejně jako u článku 2, specifikovat o jaký druh pískovce se jedná. Jeho barva je béžově bílošedá což není u pískovců orlicko- žďárské jednotky typické, má také střední zrnitost. Fyzikální a chemické vlastnosti však ukazují, že by se mohlo jednat o maletínský pískovec. Mohlo by ale také jít o pískovec, který byl těžen mezi Uničovem, Troubelicemi a Medlovem (Dvořák, 1995). Dle Dvořáka (1994) se v této oblasti vyskytují nevápnité pískovce, přičemž z výsledků XRF analýzy vyplynulo, že tento vzorek neobsahuje žádný vápník. Tento článek pochází z poloviny 14. stol. (P. Šlézar, NPÚ Olomouc, osobní sdělení 9. 4. 2013), v tomto období byl podle Dvořáka (1995) využíván právě pískovec z okolí Uničova.

Stavební článek 4 je z kulmského slepence. Jeho přesnou provenienci nebylo možné určit, dá se ale předpokládat, že pochází z lokálního zdroje petromiktních slepenců báze moravického souvrství, ze kterých je vystavěna celá neomítnutá věž Kostela sv. Mořice.

9. Literatura

Bláha, J. (1973): Historická archeologie k dějinám městské školy u sv. Mořice v Olomouci. Okresní archív v Olomouci 1973, 29-35.

- (1977): Poznámky k počátkům a vývoji osídlení olomouckého podhradí. Sborník příspěvků na celostátní konferenci ČSAV Praha, 28-35.

- (1980): Archeologické poznámky ke středověké architektuře v okolí chrámu sv. Mořice v Olomouci, Historická Olomouc a její současné problémy, Olomouc, 15-18.

- (1998): Archeologické poznatky ke stavební konstrukci nejstarších měšťanských domů v Olomouci. Archaeologia historica 24, 189-213.

Bláhová, Z. (1997): Architektura kostela sv. Mořice v Olomouci v 15. a začátku 16. století Projekt výzkumu a vývoje č. 94, In: Památkový ústav v Olomouci 1997 (1998), Olomouc, 80-83.

- (1998): Portály presbytáře kostela sv. Mořice v Olomouci : tematické příspěvky, In: Památkový ústav v Olomouci 1998 (1999), Olomouc, 71-75.

- (2000): Dvojité schodiště kostela sv. Mořice v Olomouci : tematické příspěvky, In: Památkový ústav v Olomouci 2000(2001), Olomouc, 104-108.

- (2007): Stavební kámen v nejstarší olomoucké architektuře a jeho příspěvek k interpretaci staveb. In: Ve službách archeologie 1/07, Brno, 113-119.

Čerňanský, M. (2000): Vlastnosti a opracování pískovce. Lidová architektura Čech, Moravy a Slezska, 22-27. Praha.

Dohnal, V. (2006): Tři nejstarší olomoucké kostely, Olomouc.

Dolníček, Z. (2005): Laboratorní metody výzkumu. Univerzita Palackého, Olomouc.

Dvořák, J. (1995): Horninový materiál středověkých staveb v Olomouci: tematické

příspěvky, In: Památkový ústav v Olomouci (1996), Olomouc, 71-79.

Dvořák J. (1994): Styk geologických struktur jesenického a drahanského regionu mezi Mohelnicí, Uničovem a Litovlí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 30 – 31. Brno.

Fralick P. W., Kronberg B. I. (1997): Geochemical discrimination of clastic sedimentary rock sources. Sedimentary Geology, 11 –124.

Gába, Z. (1994): Maletínský pískovec. Kámen 1(2), 105-110.

Gába, Z., Pek, I (1981): Maletín- významné naleziště zkamenělin. Severní Morava, 41, 42-45.

- (1987): Stav architektonických památek. Památkářství, 7, 48-49.

Gračka,V. (1980): Předběžná zpráva o nálezu románských architektonických článků ve zdivu dómu sv. Václava v Olomouci. Zprávy Krajského vlastivědného muzea v Olomouci. č. 206, 21-33.

Hall, E.T., (1960): X-ray fluorescent analysis applied to archaeology. Archaeometry 3, 29-37.

Herčík, F.- Hermann, Z. Valečka, J. (1999): Hydrogeologie české křídové pánve. Český geologický ústav. Praha.

Chlupáč, I. et al. (2002): Geologická minulost České republiky. Akademie věd České republiky, Praha.

Kuča, K. (2000): Města a městečka v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Libri, Praha , IV.díl Ml-Pan.

Malkovský, M. et al. (1974): Geologie české křídové pánve a jejího podloží. Academia. Praha.

Michna,P., Pojsl,M. (1988): Románský palác na Olomouckém hradě. Brno.

Mísař, Z. (1983): Geologie ČSSR, Český masív. SPN Praha.

McLennan, S. M., Hemming, S., McDaniel, D. K., and Hanson, G. N. (1993): Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics.- In: Johnsson M.J., Basu A., (eds) Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments. – Geological Society of America, 21-40.

Morávek, R. (1994): K znovuotevření těžby pískovce u Starého Maletína. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 271, 11-14.

Perri, F. (2014): Composition, provenance and source weathering of Mesozoic sandstones from Western-Central Mediterranean Alpine Chains.- Journal od African Earth Sciences, 32-43.

Petránek, J. (1993): Klasifikace pískovců. In: Encyklopedický slovník geologických věd. Academia Praha, Praha.

Pojsl ,M., Londin, V. (1998) : Dvanáct století naší architektury, Olomouc.

Rybařík ,V. (1994): Ušlechtilé stavební a sochařské kameny ČR, Hořice.

Saukov, A. A. (1954): Geochemie.- Nakladatelství Československé akademie věd. Praha.

Shackley, S.M. (2011): X-Ray fluorescence spectrometry (XRF) in geoarcheology. Springer.

Schindler, A. (2006): Tajemná Olomouc, Olomouc.

Svoboda, J. et al. (1964): Regionální geologie ČSSR. díl 1, Český masív. sv. 2, Algonkium až kvartér, ČSAV Praha.

- (1974): Encyklopedický slovník geologických věd. Vybraná hesla v I. a II. dílu. ČSAV Praha.

Šinálová V. (2012): Pískovce na historických objektech Olomouce. MS diplomová práce, Přf UP, Olomouc.

Šrámek, J. (2003): Maletínské a mladějovské pískovce na čestném sloupu Nejsvětější Trojice v Olomouci. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003. 158-161.

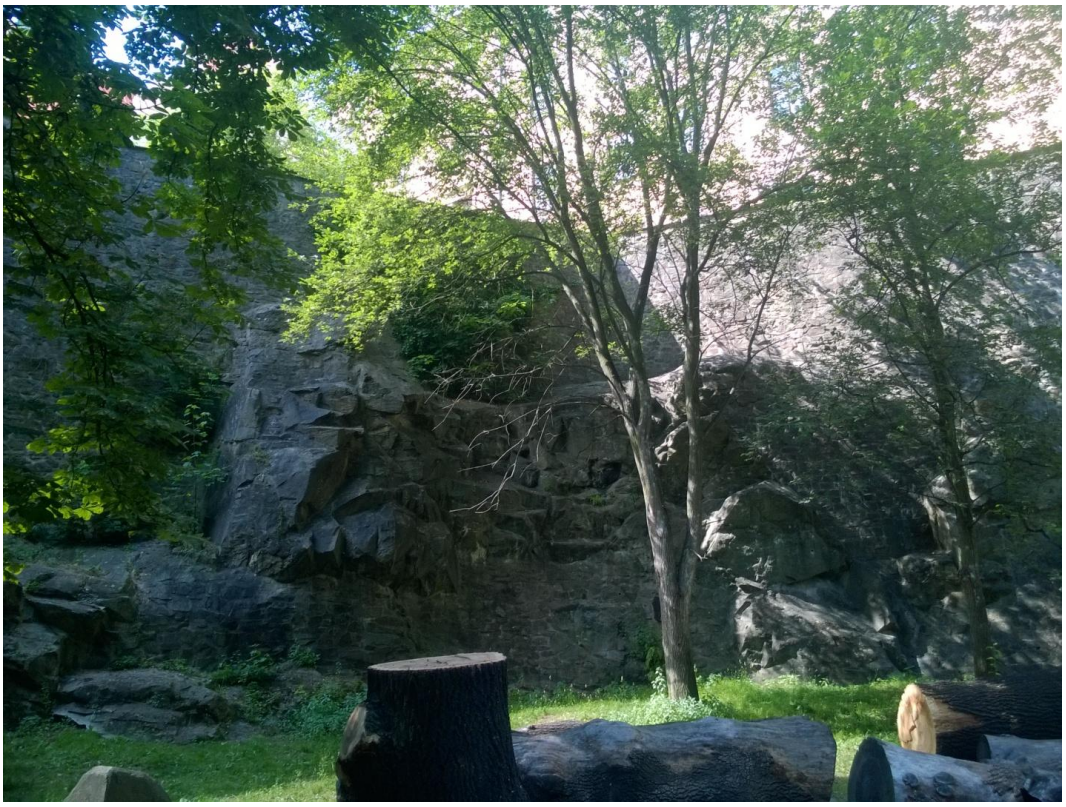
Euromedia Group k. s.– Knižní klub (2003): Universum všeobecná encyklopedie, Praha.

Zimák,J. , Pek, I. (1996): Chalecedon z lomu na cenomanské pískovce u Maletína na Moravě. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 273; 62-65.

URL:

Česká geologická společnost [online], Geologická mapa 1 : 500 000. Dostupné z http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g500&y=578600&x=1095300&s=1, [cit. 30-05-2014].

10. Obrazové přílohy



obr. 21: Olomouc, výchoz Bezručovy sady

obr. 22: Maletín, lom Kubitschek

obr. 23: Maletín, lom Jan

obr. 24: Maletín, lom Iveta

obr. 25: Mladějov, lom Pod skálou

11. Textové přílohy

Petrografické protokoly

Příloha 1:

Označení vzorku	Stavební článek 1
Lokalita	Olomouc, Chrám sv. Mořice
Skupina	Sedimentární hornina
Klasifikace	Pískovec
Makroskopická charakteristika, barva, zrnitost	Vzorek má žlutohnědou barvu a vyskytují se v něm žlutohnědé šmouhy, oxidů a hydroxidů železa. Je jemnozrnný.
Minerální složení	Křemen, K-živec, muskovit
Mikroskopický rozbor	Křemen - je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou až nažloutlou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči K-živci a hladký povrch. Zrna mají izometrický tvar, xenomorfní omezení a některá zrna zháší undulózně a ostatní jednotně, jsou bez přeměn a nejsou štěpná. K-živec - je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou I. řádu. Má propadající reliéf vůči křemenu. Tvar zrn je převážně izometrický a mají xenomorfní omezení. Zháší šikmo k systému trhlin. Muskovit - je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvy II. řádu a to modrou a zelenou. Má vystupující reliéf vůči K-živci a křemenu, vůči biotitu propadající. Má drsný povrch. Tvar zrn je tabulkovitý a lištovitý, mají hypautomorfní a xenomorfní omezení a zháší téměř rovnoběžně. Štěpnost je dokonalá podle jednoho systému trhlin. Muskovit je bez přeměn.

Příloha 2:

Označení vzorku	Stavební článek 2
Lokalita	Olomouc, Chrám sv. Mořice
Skupina	Sedimentární hornina
Klasifikace	Pískovec
Makroskopická charakteristika, barva, zrnitost	Vzorek má žlutohnědou barvu s proužky, které jsou zbarveny do rezava, patrně díky příměsím oxidů a hydroxidů železa. Je jemnozrnný.
Minerální složení	Křemen, K-živec
Mikroskopický rozbor	Křemen je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou a bílou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči K-živci a hladký povrch. Zrna mají izometrický tvar, xenomorfní omezení a zháší undulózně, a nejsou štěpná. Patrné jsou primární a primárně sekundární fluidní inkluze kulovitého až protáhlého tvaru. K-živec je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu,v XPL má interferenční barvu šedou I. řádu. Má propadající reliéf vůči křemenu. Tvar zrn je převážně izometrický, a mají xenomorfní omezení. Zrna zháší šikmo k systému trhlin a jejich štěpnost je nedokonalá.

Příloha 3:

Označení vzorku	Stavební článek 3
Lokalita	Olomouc, Chrám sv. Mořice
Skupina	Sedimentární hornina
Klasifikace	Pískovec
Makroskopická charakteristika, barva, zrnitost	Vzorek má béžově bílošedou barvu. Je středně zrnitý a vyskytují se na něm rezavé šmouhy způsobené patrně příměsí oxidů a hydroxidů železa, můžeme pozorovat zrna křemene a K-živce.
Minerální složení	Křemen, K-živec
Mikroskopický rozbor	Křemen je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou až nažloutlou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči K-živci a hladký povrch. Zrna mají izometrický tvar, xenomorfní omezení a zháší undulózně a jednotně. K-živec je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou I. řádu. Má propadající reliéf vůči křemenu. Patrné je časté dvojčatění podle karlovarského zákona. Tvar zrn je převážně izometrický, zdvojčatělá zrna jsou omezena hypautomorfně, neobsahuji pertity. Zháší šikmo k systému trhlin. Mikroklinové mřížkování jsem nepozoroval.

Příloha 4:

Označení vzorku	Stavební článek 4
Lokalita	Olomouc, Chrám sv. Mořice
Skupina	Sedimentární hornina
Klasifikace	Slepenec
Makroskopická charakteristika, barva, zrnitost	Vzorek má zelenošedou barvu. Je jemnozrnný až hrubozrnný, dobře viditelné jsou zaoblené klasty celých hornin např. břidlice a jílovce o velikosti až 5 mm, valounky křemene, ale i jemné šupinky slíd.
Minerální složení	Křemen, K-živec, muskovit, plagioklas, zirkon
Mikroskopický rozbor	Křemen je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu v XPL má interferenční barvu šedou až nažloutlou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči K-živci a hladký povrch. Zrna mají izometrický tvar, xenomorfní omezení a některá zrna zháší undulózně a ostatní jednotně, jsou bez přeměn a nejsou štěpná. Patrné jsou primární a primárně sekundární fluidní inkluze kulovitého až protáhlého tvaru. K-živec je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu,v XPL má interferenční barvu šedou I. řádu. Má propadající reliéf vůči křemenu. Patrné je časté dvojčatění podle karlovarského zákona. Tvar zrn je převážně izometrický, a mají xenomorfní omezení. Některá zrna zháší undulózně a jejich štěpnost je nedokonalá a podléhají kaolinizaci. Nemá mikroklinové mřížkování. Muskovit je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvy II. řádu a to modrou, zelenou, a růžovou. Má vystupující reliéf vůči křemenu. Má drsný povrch. Tvar zrn je izometrický, mají hypautomorfní a xenomorfní omezení a zháší téměř rovnoběžně. Štěpnost je dokonalá podle jednoho systému trhlin. Muskovit je bez přeměn. Plagioklas je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou a bílou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči K-živci, vůči křemenu propadající. Tvar zrn je izometrický a mají hypautomorfní a xenomorfní omezení a zháší šikmo vůči lamelám, které jsou průběžné, ostré a pravidelné. Bez myrmekitů. Zirkon je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvy II. řádu a to žlutou, oranžovou, zelenou a modrou. Má drsný povrch. Tvar zrn je okrouhlý a zaoblený, mají hypautomorfní a xenomorfní omezení a zháší, ale není možné určit jak.

Příloha 5:

Označení vzorku	Maletínský pískovec
Lokalita	Maletín, lom Kubitschek
Skupina	Sedimentární hornina
Klasifikace	Pískovec
Makroskopická charakteristika, barva, zrnitost	Vzorek má karamelově žlutou barvu a vyskytují se na nich rezavé šmouhy oxidů a hydroxidů železa a malá zrna železitých konkrecí. Je středně hrubozrnný, velice dobře jsou pozorovatelná zrna křemene, k-živce a slíd.
Minerální složení	Křemen, K-živec, glaukonit, muskovit
Mikroskopický rozbor	Křemen je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou a nažloutlou I. řádu. Zrna mají izometrický tvar, xenomorfní omezení, zháší undulózně a nejsou štěpná. Neobsahuje fluidní inkluze. K-živec je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu,v XPL má interferenční barvu šedou I. řádu. Má propadající reliéf vůči křemenu. Tvar zrn je převážně izometrický, a mají xenomorfní omezení. Některá zrna zháší undulózně. Mikroklinové mřížkování jsem nepozoroval. Glaukonit je v PPL olivově zelený, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu tmavě olivově zelenou I. řádu. Tvar zrn je převážně izometrický a mají xenomorfní omezení. Muskovit je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu modrou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči křemenu. Má drsný povrch. Tvar zrn je lištovitý, mají hypautomorfní a xenomorfní omezení a zháší téměř rovnoběžně. Štěpnost je dokonalá podle jednoho systému trhlin.

Příloha 6:

Označení vzorku	Mladějovský pískovec
Lokalita	Mladějov, lom Pod skálou
Skupina	Sedimentární hornina
Klasifikace	Pískovec
Makroskopická charakteristika, barva, zrnitost	Vzorek má velmi jemnnozrnou strukturu, a žlutohnědou barvu
Minerální složení	Křemen, K-živec, glaukonit, muskovit, opakní minerály
Mikroskopický rozbor	Křemen je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu šedou a I. řádu. Zrna mají izometrický tvar, jejich omezení je xenomorfní, zháší undulózně a nejsou štěpná. V některých zrnech můžeme pozorovat výskyt fluidních inkluzí. K-živec je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu,v XPL má interferenční barvu šedou I. řádu. Má propadající reliéf vůči křemenu. Tvar zrn je převážně izometrický, a mají xenomorfní omezení. Některá zrna zháší undulózně. Mikroklinové mřížkování jsem nepozoroval. Můžeme zde pozorovat dvojčatní podle Karlovarského zákona. Glaukonit v PPL olivově zelený, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu tmavě olivově zelenou I. řádu. Výskyt zde není tak hojný jak v Maletínském pískovci. Tvar zrn je převážně izometrický a mají xenomorfní omezení. Muskovit je v PPL bezbarvý, bez pleochroismu, v XPL má interferenční barvu modrou a růžovou I. řádu. Má vystupující reliéf vůči křemenu. Má drsný povrch. Tvar zrn je lištovitý, mají hypautomorfní a xenomorfní omezení a zháší téměř rovnoběžně. Štěpnost je dokonalá podle jednoho systému trhlin. Ve vzorku z Mladějovského pískovce se vyskytují i opakní minerály, které jsou v PPL a XPL neprůhledné. Tvar zrn je izometrický a mají hypautomorfní a xenomorfní omezení. Jedná se o oxidy železa (magnetit?).