

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA GEOLOGIE**



**David Hudec**

**PETROGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA STAVEBNÍHO  
KAMENE KOSTELA SV. MOŘICE V OLMOUCI**

**bakalářská práce**

**Environmentální geologie**

**prezenční studium**

**vedoucí práce: RNDr. Tomáš Lehotský, Ph.D.**

**Olomouc 2021**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod odborným dohledem vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci dne:

.....

David Hudec

## **Poděkování**

Děkuji RNDr. Tomáši Lehotskému, Ph.D. za odborné vedení práce, vstřícnost a cenné rady při konzultacích. Děkuji konzultantovi RNDr. Kamilu Kropáčovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při konzultacích planimetrických analýz, petrografickém popisu stavebního materiálu kostela sv. Mořice a při přípravě těžké frakce. Dále děkuji Mgr. Jaroslavu Kapustovi za strávený čas při výrobě leštěných výbrusů stavebního materiálu a za důležité připomínky při výrobě těžké frakce. V neposlední řadě chci poděkovat Mgr. Ondřeji Belšíkovi z Národního památkového ústavu, díky němuž byl umožněn odběr vzorků stavebního materiálu kostela sv. Mořice v Olomouci.

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno:** David Hudec

**Název práce:** Petrografická charakteristika stavebního kamene kostela sv. Mořice v Olomouci

**Typ práce:** bakalářská

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

**Vedoucí práce:** RNDr. Tomáš Lehotský, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2021

**Abstrakt:** Tato bakalářská práce studuje stavební materiál kostela sv. Mořice v Olomouci. Cílem bylo petrograficky popsat stavební materiál kostela sv. Mořice a zjistit přibližnou provenienci importovaných hornin využitých ke stavbě jižní věže kostela. V úvodní části jsem provedl stručnou geologicko-geomorfologickou charakteristiku Hornomoravského úvalu, města Olomouc a blízkého okolí a sepsal stavební historii kostela sv. Mořice v Olomouci. Horniny využitě ke stavbě jižní věže kostela byly klasifikovány jako střednozrnná živcová droba, drobnozrnný polymiktní slepenec, jemnozrnný křemenný pískovec a terciérní organodetritický vápenec. Popsány byly i tři druhy malt, které byly podrobeny zrnitostní analýze. Dále byla provedená analýza těžké frakce s důrazem na průsvitné minerály u spodnokarbonské droby a slepence. Asociaci těžké frakce zastupuje epidot, titanit, granát, apatit, rutil, zirkon a Cr-spinel. Dále byl zkoumán chemismus detritických granátů. Na základě získaných petrografických údajů byla stanovena přibližná provenience hornin. Spodnokarbonská droba a slepenec jsou lokálního původu z přirozených výchozů Olomouckého kopce a jeho blízkého okolí. Jemnozrnný křemenný pískovec pochází nejspíše z Maletína a místo původu terciérního organodetritického vápence bylo s největší pravděpodobností zcela vytěženo.

**Klíčová slova:** kostel sv. Mořice, Olomouc, Hornomoravský úval, kulm Nízkého Jeseníku, spodnokarbonská droba, spodnokarbonský slepenec, křídový křemenný terciérní pískovec, organodetritický vápenec, malta, těžká frakce, detritické granáty, Olomoucký kopec, Maletín

**Počet stran:** 88

**Jazyk:** český

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** David Hudec

**Title:** Petrographic characterization of building stone of the St. Moritz church in Olomouc

**Type of thesis:** bachelor

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

**Supervisor:** RNDr. Tomáš Lehotský, Ph.D.

**The year of presentation:** 2021

**Abstract:** This bachelor thesis studies the building material of the church of St. Mauritz in Olomouc. The aim was to petrographically describe the building material of the church of St. Mauritz and find out the approximate provenance of imported rocks used to build the south tower of the church. In the introductory part, I made a brief geological-geomorphological characteristics of the city of Olomouc and its surroundings and the building history of the church of St. Mauritz in Olomouc. The rocks used to build the south tower of the church were classified as medium-grained feldspar graywacke, fine-grained polymictic conglomerate, fine-grained quartz sandstone and tertiary organodetritic limestone. Three types of mortar were also described. Furthermore, the analysis of the heavy fraction was done. The heavy fraction association is represented by epidote, titanite, garnet, apatite, rutile, zirconium and Cr-spinel. Furthermore, the chemistry of detrital garnets was done. Based on the obtained petrographic data, the approximate provenance of the rocks was determined. The Lower Carboniferous graywacke and conglomerate are of local origin from the natural sources of Olomouc Hill and its near surroundings. Fine-grained quartz sandstone has place of origin in Maletín, and the provenance of the tertiary organodetritic limestone was most likely completely mined.

**Keywords:** Church of St. Mauritz, Olomouc, Upper Moravian Basin, Nížký Jeseník culm, Graywacke, Conglomerate, Quartz sandstone, Organodetritic Limestone, Mortar, Heavy minerals, Detrital garnets, Olomouc hill, Maletín

**Number of pages:** 88

**Language:** Czech

## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Cíle práce .....	8
3	Metodika .....	9
3.1	Teoretická etapa .....	9
3.2	Terénní etapa.....	9
3.3	Laboratorní etapa .....	9
4	Stručná geologicko-geomorfologická charakteristika Hornomoravského úvalu....	12
5	Geomorfologická charakteristika města Olomouce.....	15
5.1	Středomoravská niva.....	16
5.2	Žerotínská rovina .....	18
5.3	Holická rovina.....	18
5.4	Křelovská pahorkatina .....	19
6	Geologické poměry města Olomouce.....	20
6.1	Tektonika Olomouckého kopce .....	25
7	Kostel sv. Mořice.....	26
7.1	Stavební historie kostela sv. Mořice v Olomouci .....	26
7.2	Přehled dosavadních petrografických výzkumů vybraných olomouckých památek.....	29
8	Petrografická charakteristika hornin zdiva kostela sv. Mořice.....	32
8.1	Petrografický popis vzorků soklu severní věže.....	32
8.1.1	Spodnokarbonský slepenec.....	32
8.1.2	Spodnokarbonská droba.....	32
8.1.3	Hrubozrný pískovec až slepenec (sv. devon – karbon) .....	32
8.1.4	Křídový pískovec .....	33
8.1.5	Terciérní pískovec.....	33
8.1.6	Terciérní vápenec.....	34

8.1.7	Horninové složení stavebního kamene v soklu severní věže.....	36
8.2	Makroskopický popis vzorků zdiva jižní věže.....	38
8.2.1	Spodnokarbonský slepenec.....	39
8.2.2	Spodnokarbonská droba.....	39
8.2.3	Křídový pískovec.....	39
8.2.4	Terciární vápenec.....	39
8.3	Makroskopický popis odebraných malt.....	40
8.3.1	Malta typu „kufstein“ (románský cement).....	40
8.3.2	Černý typ malty.....	41
8.3.3	Bílý typ malty.....	41
8.4	Mikroskopický popis stavebního kamene a malt jižní věže kostela.....	43
8.4.1	Spodnokarbonský slepenec.....	43
8.4.2	Křídový pískovec.....	54
8.4.3	Terciární vápenec.....	57
8.4.4	Malta typu „Kufstein“ (románský cement).....	61
8.4.5	Černý typ malty.....	62
8.4.6	Bílý typ malty.....	64
8.5	Analýza těžké frakce.....	67
9	Diskuze.....	74
9.1	Petrografie vzorků stavebního materiálu jižní věže kostela sv. Mořice.....	74
9.2	Asociace těžkých minerálů.....	76
9.3	Provenience stavebního kamene.....	78
9.3.1	Jižní věž kostela.....	78
9.3.2	Sokl severní věže kostela.....	79
10	Závěr.....	81
11	Seznam použité literatury.....	83

# 1 Úvod

Městská památková rezervace Olomouc je tvořena velkým množstvím architektonických památek. Významnou součástí tohoto historického dědictví je také Kostel sv. Mořice. Jeho mimořádný význam spočívá nejen v jeho náboženské úloze, kterou plní již od druhé poloviny 13. století, ale také v roli stavitelské a architektonické. V průběhu staletí prošel mnoha úpravami a přestavbami, včetně několika ničujících požárů. Na jeho místě dříve stál románský kostel a kostel Brunův, který byl po rozsáhlém požáru přestavěn do dnešní podoby kostela sv. Mořice. Současná stavba kostela v sobě skrývá některé nezodpovězené otázky. Jednou z nich je například to, zda je jižní věž pozůstatkem původního Brunova kostela, kolem které vznikla hmota nového kostela nebo byla jižní věž postavena až po výstavbě trojlodí nynějšího kostela. Otázkou také zůstává použitý stavební materiál a jeho původ.

Částečnou petrografickou charakteristiku stavebního kamene kostela sv. Mořice zpracoval Zapletal et al. (2012). Svou práci zaměřil na studium těžké frakce spodnokarbonských drob kulmské facie. Stavební materiál kostela je však mnohem pestřejší a skládá se i z dalších typů hornin. Předkládaná bakalářská práce se zabývá jejich petrografickou. Mimořádnou šanci pro podrobný výzkum, a tedy zdárnou realizaci mé práce umožnila rekonstrukce kostela, která probíhá od roku 2018. Mohl jsem tedy odebrat vzorky potřebné k analýze a poprvé komplexně popsat složení stavební hmoty kostela.



## 2 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je přinést nové poznatky o petrografickém složení stavebního materiálu a zjistit možnou provenienci hornin využitých ke stavbě jižní věže kostela sv. Mořice v Olomouci. Na stavbu kostela bylo použito několik typů hornin a pojiv. Z hornin se jedná především o spodnokarbonské slepence a droby, křídové pískovce a terciární vápence a pískovce. Studium vzorků hornin je v předložené bakalářské práci založeno na různých metodických postupech, především na podrobné mikroskopické charakteristice zhotovených leštěných výbrusů včetně jejich planimetrické analýzy a také na studiu těžké minerální frakce s důrazem na průsvitné těžké minerály. Dalším cílem práce je analýza pojivového materiálu (malt) použitých ke stavbě. Orientační makropetrografické analýze byl podroben i sokl severní věže, který rovněž obsahuje pestrú horninovou asociaci. Na základě všech získaných údajů je cílem stanovit přibližnou provenienci horninového materiálu, který byl využit na výstavbu kostela sv. Mořice v Olomouci.

## **3 Metodika**

### **3.1 Teoretická etapa**

V první fázi byla studována dostupná literatura, na jejímž základě byla vypracována geologická a geomorfologická charakteristika Hornomoravského úvalu (dále HMÚ) a Olomouckého kopce. Dále byly studovány i dostupné odborné práce s detailním zaměřením na stavební historii a dosavadní petrologické výzkumy Olomouckých památek s důrazem kladeným na kostel sv. Mořice. Po prostudování literatury následovala terénní a laboratorní etapa výzkumu.

### **3.2 Terénní etapa**

Odběr vzorků stavebního materiálu byl proveden na jižní věži kostela sv. Mořice, při jeho celkové rekonstrukci, která probíhá od roku 2018. Stavební materiál byl odebrán z úlomků, které vznikly při práci na renovaci věže, aby došlo k co nejmenšímu zásahu do původního pláště stavby kostela, který je veden v Ústředním seznamu kulturních památek ČR jako Národní kulturní památka. Z jednotlivých horninových typů byly odebrány droby, slepence, pískovce a vápence. Tyto horniny byly následně podrobeny dalšímu laboratornímu studiu. Na místě byla pořízena fotodokumentace zdiva kostela a architektonických článků.

Dále byly odebrány vzorky pojiv – malty, které zastupují tři druhy. Prvním z nich je malta typu kufstein, která je tvořena převážně pojivem. Druhá a třetí malta hojně obsahují kamenivo. První typ má černou a druhý bílou barvu.

V rámci vlastního výzkumu byl posouzen i sokl severní věže kostela, který je složen z pestré horninové asociace. Severní věž je trvale pokryta omítkou a odběr vzorků zdiva je tím značně omezen.

### **3.3 Laboratorní etapa**

Z jednotlivých druhů hornin a malt byly připraveny leštěné výbrusy o rozměru podložního sklíčka. Příprava výbrusů probíhala tak, že se všechny vzorky nařezaly na menší kvádrčky pomocí diamantové pily. Porézní stavební hmota (malta) musela být nejprve zpevněna směsí epoxidu (obr. 1) ve vakuu. Již kompaktní stavební materiály byly dále vybroušeny, společně s nalepenou stranou sklíčka. Poté co byl povrch hornin a malt zbaven všech nerovností, mohly být vzorky vyčištěny v ultrazvukové lázni a vysušeny v muflové peci při 50 °C. Po vysušení byla namíchána směs epoxidu, která se rovnoměrně nanasla na sklíčko a povrch horniny, kterým se přilepila k podložnímu sklíčku. Po usušení

syntetické pryskyřice se hornina dobrousila na požadovanou šířku (cca 0,032 mm; podle interferenčních barev křemene) a její povrch se nakonec vyleštil bruskou-leštičkou ROTOPOL 35 na Katedře geologie UP. V závěru byly výbrusy zakryty krycím sklíčkem.

Mikroskopické studium spočívalo v petrografickém popisu 4 horninových druhů. K tomu jsem využil základní principy klasické mikroskopie v procházejícím polarizovaném světle a planimetrickou analýzu, díky které jsem zjistil modální složení horniny (celkem 2000 bodů na výbrus). Planimetrická analýza byla provedena za pomoci integračního zařízení ELTINOR 4. Výbrusy byly vyhodnoceny v optické laboratoři Katedry geologie PřF UP v Olomouci pomocí polarizačního mikroskopu Olympus CX 41. Všechny mikrofotografie byly pořízeny fotoaparátem Olympus C-7070, který byl instalován na polarizačním mikroskopu Olympus BX50.

Dále byla provedena příprava těžké frakce s důrazem na asociaci průsvitných těžkých minerálů. Vzorek droby a slepence jsem si nejdříve rozdružil na menší kousky (cca 0,5 cm) a poté rozdrtil pomocí vibračního drtiče. Sítováním jsem oddělil potřebnou frakci 0,125–0,063 mm. Tu jsem posléze přerýžoval ve vodě, abych se zbavil jílové hmoty a části lehkých minerálů. Zrna zbylá na rýžovací míse jsem pečlivě promyl a nechal vysušit v muflové peci na 50 °C. Po vysušení byly z této frakce vyseparovány těžké minerály pomocí LST kapaliny (polywolframnan sodný  $\text{Na}_6\text{O}_{39}\text{W}_{12}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ,  $h = 2,82 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) a tetrabromethanu (1, 1, 2, 2-tetrabromethan  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$ ,  $h = 2,97 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). Tetrabrommethan byl použit, neboť při separaci za pomoci polywolframnanu sodného se nepodařilo vyseparovat dostatečné množství těžkého podílu. K vlastní separaci jsem potřeboval aparaturu sestávající z dělicí nálevky (obr. 2) s těžkou kapalinou, do které jsem po pár zrnech přisypával danou frakci, přičemž těžké minerály klesaly dolů. Při otevření průtoku těžké kapaliny dělicí nálevkou, jsem těžké minerály zachytil na filtračním papíru a oddělil od lehké frakce a těžké kapaliny. Po separaci jsem těžkou frakci nechal vysušit na vzduchu (u tetrabrommethanu v digestoři). Poté byly z jednotlivých těžkých frakcí zhotoveny 2 epoxidové tablety, které se nejprve vybrousily, vyleštily a poté se potáhly tenkou vrstvou uhlíku. Elektronovou mikrosondu JXA-8600 obsluhoval Mgr. Jaroslav Kapusta na Katedře geologie Univerzity Palackého v Olomouci. Kvantitativní analýzy byly provedeny u granátů za těchto analytických podmínek: WDX mód, urychlovací napětí 15 kV, proud svazku 10 nA, průměr svazku < 0  $\mu\text{m}$ . Byly použity následující standardy: Si, Al – mikroklin, Ca, Mg – diopsid, Ti – ilmenit, Cr – chromit, Mn na Mn, Fe – magnetit.

Vzorky malt odebrané z kostela sv. Mořice byly podrobeny zrnitostní analýze, při které se zjistilo jednotlivé zastoupení frakcí kameniva a podíl uhličitanové složky. Nejdříve se vzorky malt zvažily. Pro rozpuštění malt byla použita 10% HCl a filtrační aparatura. Vysušené kamenivo bylo proseto pomocí vibrační prosévačky FRITSCH analysette SPARTAN 3 na Katedře geologie PřF UP v Olomouci. Již vysušené kamenivo se roztrídilo na jednotlivé frakce a opět zvažilo.

Bazicitu plagioklasů ve valounech (diorit, andezit) tvořící slepenec odebraný z kostela sv. Mořice byla určována pomocí metody symetrické zóny (Gregerová, Fojt a Vávra 2002).

Ke korelaci výsledků získaných z analýzy těžkých minerálů jsem využil metody Mortona a Hallswortha (1999). Metoda tkví ve výpočtu indexů  $ATi = 100 \times \text{apatit} / (\text{apatit} + \text{turmalín})$  a  $GZi = 100 \times \text{granát} / (\text{granát} + \text{zirkon})$ .

Organodetritický vápenec byl klasifikován pomocí Dunhamovy klasifikace. Dunham dělí vápence podle toho, jaký je poměr mezi zrny a matrix. V základní klasifikaci se uplatňuje přítomnost nebo nepřítomnost mikritu, dále podpurná struktura matrix a podpurná struktura či pevná kostra zrn (Dunham 1962).

Mikrofosilie vyskytující se v terciárním vápenci a pískovci odebraných z kostela sv. Mořice byly určeny pomocí relevantní literatury např.: *Introductory Petrography of Fossils* (Horowitz a Potter 1971).

Podíly FeO a Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u granátů ze vzorku spodnokarbonské droby a slepence byly vypočteny na základě předpokladu plného obsazení oktaedrických pozic. Při výpočtu byl použit postup podle Locock (2008).



*Obr. 1: Porézní malta zalitá směsí epoxidu. Měřítka 2 cm. Vlastní fotografie.*



*Obr. 2: Aparatura pro separaci těžké frakce. Vlastní fotografie.*

## **4 Stručná geologicko-geomorfologická charakteristika**

### **Hornomoravského úvalu**

Hornomoravský úval – dále HMÚ (obr. 3) náleží regionálně geomorfologicky podle Demka a Mackovčina (2006) do provincie vnějších Západních Karpat. Na severu zasahuje Hanušovickou vrchovinou a Mohelnickou brázdou do jižní části Hrubého Jeseníku. Ze západu je omezen Zábřežskou a Drahanskou vrchovinou a na jihozápadě HMÚ omezuje Výškovická brána. Z východní strany je HMÚ omezen Nízkým Jeseníkem a na jihovýchodě Moravskou bránou, Podbeskydskou pahorkatinou a Hostýnsko-vsetínskou pahorkatinou. Na jihu je Hornomoravský úval ohraničen svahy Vizovické vrchoviny a Dolnomoravským úvalem (obr. 3). Nejvyšším bodem HMÚ je se 345 m n. m. Jelení vrch. Hlavním vodním tokem HMÚ je řeka Morava s největšími přítoky Bečvou a Hanou.

Hornomoravský úval tvoří podle Demka a Mackovčina (2006) čtyři podcelky. První z nich je Prostějovská pahorkatina, která má charakter nížiny a tvoří ji neogenní a kvartérní sedimenty. Sestává z pěti okrsků: Křelovské pahorkatiny, Blatské nivy, Romžské nivy, Kojetínské pahorkatiny a Hanácké nivy. Křelovská pahorkatina je tvořená především neogenními a kvartérními sedimenty. Blatskou nivu utváří kvartérní fluvialní

uloženiny – spodní šterkopísčité souvrství a svrchní holocénní souvrství písčítých hlín a hlinitých písků. Kojetínskou pahorkatinu tvoří neogenní, kvartérní sedimenty a mendipy z kulmských hornin. Hanácká niva je stejně jako Blatská niva utvářena kvartérními fluviaálními sedimenty.

Další významnou oblastí HMÚ je podcelek Středomoravská niva. Zde dominují čtvrtohorní sedimenty – šterkopísčité souvrství a souvrství písčítých hlín a hlinitých písků. Holešovská plošina je tvořena neogeními a kvartérními sedimenty.

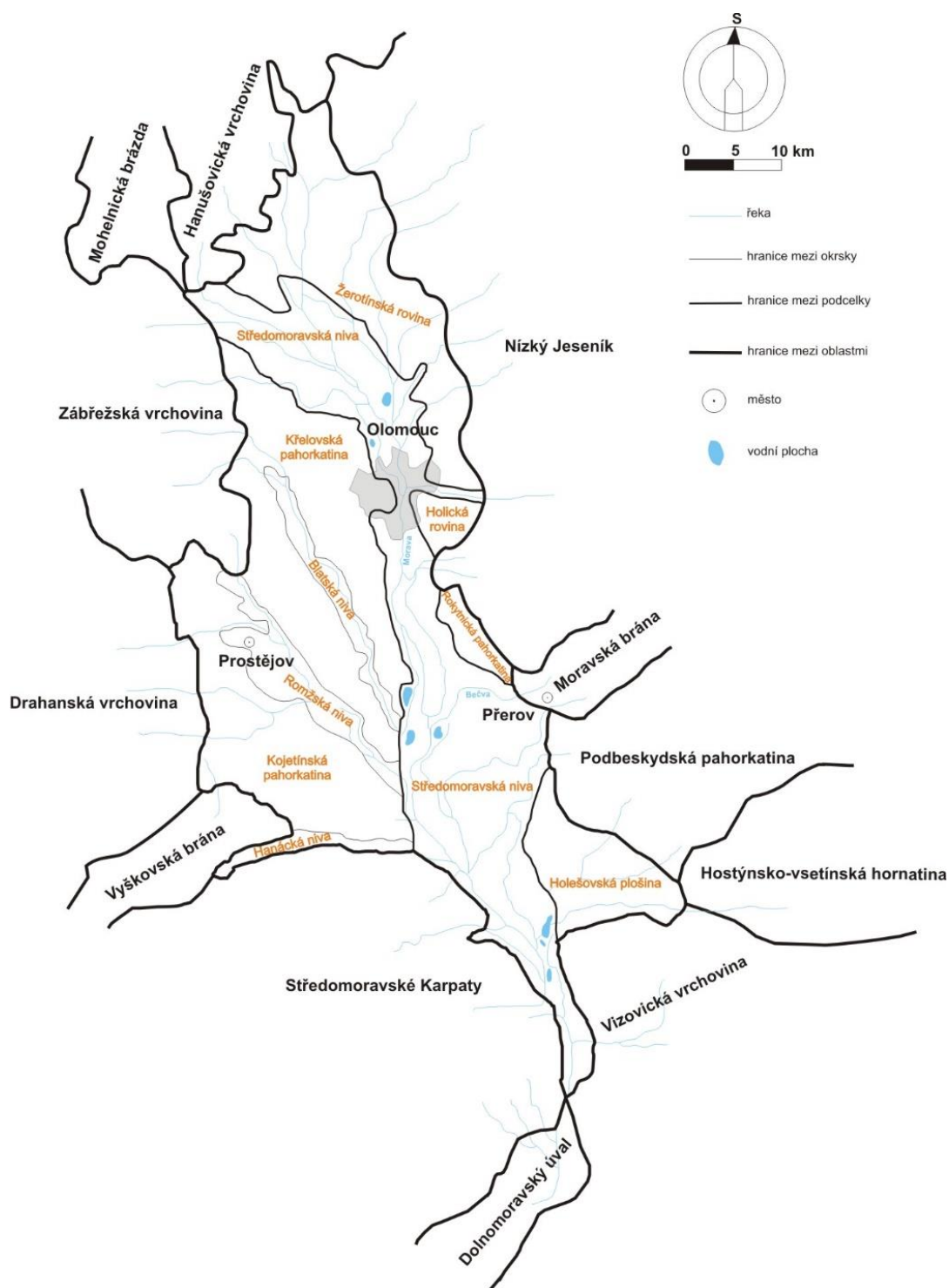
Uničovskou plošinu tvoří rovněž neogenní a kvartérní usazeniny. V Uničovské plošině se nachází šest okrsků: Hornolibinská brázda, Oskavská niva, Žerotínská rovina, Červenecká rovina, Holická rovina a Rokytnická pahorkatina. Hornolibinská brázda je sníženinou vyplněnou pliocenními a kvartérními sedimenty. Oskavskou nivu tvoří kvartérní sedimenty – spodní šterkopísčité souvrství a svrchní holocénní souvrství písčítých hlín a hlinitých písků. Žerotínská rovina je utvářena náplavovými kuželi vodních toků stékajících z Nížkého Jeseníku. V nadloží jsou mocné pokryvy spraší a svahových sedimentů. Červeneckou rovinu tvoří neogenní a kvartérní usazeniny. Holická rovina je náplavovým kuželem řeky Bystřice, který je překryt sprašemi. Rokytnickou pahorkatinu tvoří pestrá asociace hornin – slínovce, jílovce, prachovce, pískovce a horniny novoměstské a zábřežské skupiny (Demek a Mackovčín 2006).

Široká a protáhlá sníženina HMÚ započala podle Bartha et al. (1971) vznikat na konci miocénu, kdy začalo docházet k poklesům podloží na zlomech oddělující drahanskou kru, bradelsko-malenickou kru a kru hornomoravského úvalu. Nynější podobu získal Hornomoravský úval v pliocénu, kdy došlo k poklesu severní části kry bradelsko-malenické. Takto vzniklá sedimentární pánev se během pliocénu až pleistocénu vyplnila říčními a jezerními sedimenty. Konkrétně se jedná o šterky, petromiktní písky a pestré jíly. Severní část úvalu tvoří převážně sedimenty Českého masivu, kdežto v jižní části pak převládají horniny karpatské soustavy.

HMÚ je podle Zapletala (2005a) tektonicky napříč rozdělen na uničovsko-litovelskou depresi a kosířsko-tršickou elevaci. Podélné zlomy probíhají v sz.-jv. směru a rozdělují košířsko-tršickou elevaci na dílčí části: prostějovský a lutínský příkop, hněvotínskou hrást, olomoucký příkop a podjesenickou plošinu.

V HMÚ vystupují ostrůvky paleozoických a proterozoických hornin slavkovského teránu. Jedná se převážně o dvojslídne granity až granodiority a

mylonitizované biotitické granodiority (Přichystal 2009). Nad paleozoickým a proterozoickým podložím leží devonské sedimenty v oblasti kosířsko-tršické elevace (Zapletal 2005a). Mnoho drobných ostrůvků kulmských hornin vystupuje i na povrchu Olomouce. Strukturně nejmladší část Hornomoravského úvalu je uničovsko-litovelská deprese. Deprese je vyplněná pliocenními a kvartérními sedimenty, přičemž mocnost těchto sedimentů je asi 130 m. Její podloží tvoří předmezozoické horniny silezika a jesenického kulmu (Barth et al. 1971). V okolí Velkého Kosíře, konkrétně u Služína se nacházejí sedimenty karpatského stáří. Miocenní sedimenty tady tvoří tři drobné ostrůvky ležící na kulmském podloží. Významné jsou zde zelenavě-béžové jílovce s vápnitým pojivem, ve kterém byly nalezeny foraminifery karpatského stáří (*Uvigerina bononiensis primiformis* PAPP ET TURN., 1953 a *U. parkeri breviformis* PAPP ET TURN., 1953). Další karpatské horniny zastupují šedozelené, jemnozrné a vápnité písky (Přichystal 2009). Ve vrtu Slatinky MH-10 byl Bubíkem a Dvořákem (1996) na základě studia planktonních foraminifer identifikován stupeň karpat. V širším okolí Velkého Kosíře podle Zapletala (2004) probíhala spodnobadenská sedimentace v prostoru, který označil jako olomoucko-prostějovskou pánev. Z ní v podobě ostrovů vystupovali např. Velký Kosíř, širší okolí kóty Baba (264 m n. m.) jižně od Hněvotína nebo Olomoucký kopec. Další spodnobadenské horniny se nacházejí na známé lokalitě Brus u Služína. Zde jsou horniny v nadloží vápnitých jílovců karpatského stáří a písčitých vápnitých jílovců (Přichystal 2009). Podle Vysloužila (1981) ke spodnobadenským sedimentům lze zařadit 1,7 mocnou brekciovitou vrstvu s úlomky kulmských břidlic, které tmelí vápnitá hmota s foraminiferami, úlomky korálů a mechovek, zbytky ježovek, plžů, mlžů, zubů kostnatých a žralokovitých ryb. Výše leží bílé málo zpevněné spongilitové vápence s velkými foraminiferami *Heterostegina costata* D'ORB. Z úlomku vápence byla popsána fosilní stopa ichnorodu *Ophiomorpha* (Lehotský 2007). V okolí Velkého Kosíře se vyskytují i pliocenní sedimenty. Jsou to pestře zbarvené písky (bílý, hnědožlutý, rezivý) s dobře zakulacenými křemennými valouny a s přítomností železitých pískovců (Mrázek 2007). Sedimenty poslední doby ledové reprezentují podle Přichystala (2009) naváté spraše s charakteristickou žlutohnědou barvou a hojnými vápnitými konkracemi.



Obr. 3: Geomorfologická mapa Hornomoravského úvalu. Upraveno podle Demka a Mackovčina (2006).

## 5 Geomorfologická charakteristika města Olomouce

Přírodní prostředí města Olomouce tvoří téměř rovinný povrch nivy řeky Moravy s převládajícími výškami 212–220 m n. m. Šířka nivy je 4–4,5 km. Na východě se terén



vyvyšuje až do úrovně 230 m a narůstá až na 350–400 m v oblasti Svatého Kopečku. Dále terén klesá do údolí řeky Bystřice. Na západní straně je reliéf od nivy řeky Moravy více členitý (Zapletal 2009). Do katastru zasahují podle Demka a Mackovčina (2006) čtyři regionálně geomorfologické jednotky. V centrální části města se jedná o podcelek Středomoravskou nivou, východně od ní leží okrsky Žerotínské roviny s Holickou rovínou a na opačné straně pak Křelovská pahorkatina (obr. 3). Vlastní historické jádro Olomouce a jeho nejbližší okolí leží v geomorfologickém podcelku Středomoravská niva. Mezi její nejvýraznější vrcholy patří v historickém jádru Olomouce Michalské, Václavské a Petrské návrší. Východní část města s obvody Chválkovice, Pavlovičky, Bělidla, Hodolany patří do Žerotínské roviny. Jihovýchodní část města tvoří Holická rovina, do které náleží městská část Holice. V západní části města leží Křelovská pahorkatina, do které náleží částečně Slavonín, Nová Ulice, Neředín a Řepčín (Zapletal 2009).

**Schéma geomorfologického členění Olomouce (Demek a Mackovčín 2006):**

**Systém:** Alpsko-himalájský

**Provincie:** Západní Karpaty

**Subprovincie:** Vněkarpatské sníženiny (VIII)

**Oblast:** Západní vněkarpatské sníženiny (VIII A)

**Celek:** Hornomoravský úval (VIII A-3)

**Podcelek:** Středomoravská niva (VIII A-3B)

**Podcelek:** Prostějovská pahorkatina (VIII A-3A)

**Okrsek:** Křelovská pahorkatina (VIII A-3A-1)

**Podcelek:** Uničovská plošina (VIII A-3D)

**Okrsek:** Žerotínská rovina (VIII A-3D-3)

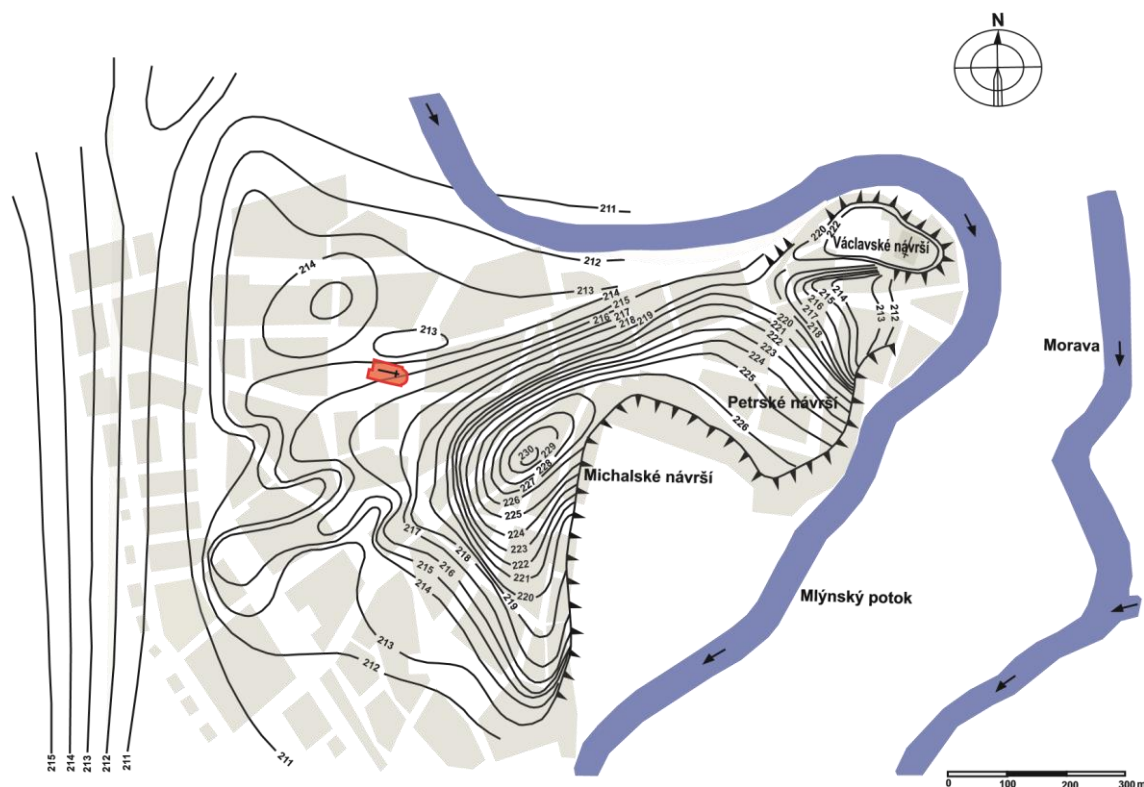
**Okrsek:** Holická rovina (VIII A-3D-5)

## 5.1 Středomoravská niva

Území, na kterém se nachází historická část města Olomouce, bylo až do holocénu pokryto lužním lesem, který obklopoval nivu řeky Moravy a její ramena (Zapletal 2009).

Nízině dominuje tzv. Olomoucký kopec (obr. 4), který tvoří podle Bartha (1960) vyvýšeninu podkovitého tvaru, jež vystupuje nad úroveň nivy řeky Moravy o více než 20 m. Tomuto výrazně členitému povrchu dominuje Michalský vrch (233 m n. m.), na němž od 13. století stojí kostel svatého Michala a na jehož západním úpatí stojí i kostel sv. Mořice. Michalské návrší přechází severovýchodním směrem do Petrského návrší (228 m n. m.). Severní část Olomouckého kopce tvoří Václavský vrch (226 m n. m.). Přestože je Václavský vrch nejnižší položený, je nedílnou a výraznou součástí Olomouckého panoramatu, protože se na něm nachází novogoticky přestavěný kostel sv. Václava.

Na stavbě Olomouckého kopce se nejvíce podílejí spodnokarbonské droby a slepence. Ty tvoří celé jeho území s výjimkou severozápadní části, kde se vyskytují jílové břidlice s vložkami drob. Na vrchu Šibeník (225 m n. m.) se nacházejí podobné výskyty kulmských hornin, které pokračují až do prostoru ulice Adolfa Kašpara. Vrchol Šibeníku je překryt mořskými miocenními sedimenty. Mezi ulicemi Litovelská a Palackého leží kulmské sedimenty těsně pod povrchem (Zapletal 2009). Na začátku 19. století zde podle zprávy Woldřicha (1863) existoval drobový lom, podobně jako na Šibeníku. Další kulmské sedimenty podle Zapletala (2009) vytváří vyvýšeninu, na které je postaveno Klášterní Hradisko.



Obr. 4: Vrstevnicový plán Olomouckého kopce. Červeně vyznačená pozice kostela sv. Mořice. Upraveno podle Zapletala (2009).

## 5.2 Žerotínská rovina

Východní část města Olomouce tvoří převážně rovinné území, na jehož povrchu vystupují mladé sedimenty. Žerotínská rovina je od Středomoravské nivy oddělená olomoucko-přerovským zlomem. Poznatky z vrtu provedeného v Hodolanech poukazují na přítomnost paleozoických hornin v hloubce 98 m. Jejich nadloží tvoří vápnité miocenní jíly, šterky a šterkopískové sedimenty řek Moravy a Bystřice. Jižněji v okolí obce Vsisko byly vrtem zjištěny kulmské jílové břidlice již v hloubce 40 m. Nadloží je tvořené podobnými horninami, jako ve vrtu Hodolany (Zapletal 2009). Podloží kulmských hornin podle Zapletala (1985) tvoří břidlice ponikevských vrstev a pískovce moravskoberounského souvrství. Z podloží kulmské sedimenty pozvolně přecházejí do facie tmavých jílových břidlic. Litologicky se jedná o laminované břidlice s občasnými deskovitými vložkami drob a slídnatých pískovců. Paleozoické sedimenty jsou překryty nezpevněnými kenozoickými horninami. Zapletal (2009) uvádí, že se v oblasti Samotišek nacházejí pleistocenní spraše, které se v minulosti těžily pro výrobu cihel. Další kvartérní sedimenty podle Růžičky (1968) zastupují rytmicky zvrstvené eolicko-deluviální sedimenty nacházející se v okolí Dolan, Samotišek a Bukovan. Vzhledem k výskytu půdy interglaciálního charakteru u Samotišek lze konstatovat, že kromě würmských se zde vyskytují i risské sedimenty. Jejich podloží tvoří proluviální hlinité šterky, pod nimiž se nachází souvrství tvořené písčítými jíly a písky s příměsí šterku. Podle nálezů fosilní flóry mají tyto sedimenty pleistocenní stáří (Knobloch 1968). V severní části Chválkovic směrem na Bohuňovice probíhá hluboké koryto, které vyplňují šterkopísky morávniho původu (Růžička 1968).

## 5.3 Holická rovina

Holickou rovinu tvoří na území města Olomouce kvartérní a antropogenní sedimenty. Jedná se především o nivní sedimenty, písčito-hlinité až hlinito-písčité sedimenty, spraše a sprašové hlíny a písek se šterkem, navážky, haldy, výsypky, odvaly [1]. Zapletal a Večeřa (2007) uvádějí, že deluviofluviální hlíny, písčité hlíny a hlíny se šterkem vyplňují mělké ve zvlněném terénu lineární deprese. Zdrojem splachových sedimentů jsou nezpevněné sedimenty z nejbližšího okolí. Po skončení splachů je typická tvorba výplavových kuželů, které tvoří ploché elevace. Výplavové kužele vznikají nejen při vyústění splachové deprese do nivy, ale i při zmírnění spádu a zvýšení propustnosti podloží i na starším povrchu, jako je tomu např. mezi Holicí a Vsiskem. Pod tenkým deluviálním pokryvem zde vystupuje kralická terasa. Vzhledem k tomu, že jsou na území

Holice všechny vrty příliš mělké, nejsou dostupné bližší informace o geologickém podloží oblasti. Dá se ale předpokládat, že geologické podloží tvoří paleozoické horniny, podobně jako je tomu u ostatních geomorfologických jednotek města.

#### 5.4 Křelovská pahorkatina

Západ města Olomouce tvoří podle Zapletala (2009) Křelovská pahorkatina. Křelovské pahorkatině dominují 3 vrchy: Tabulový vrch (258 m n. m.), Hliník (265 m n. m.) a Dílový vrch (282 m n. m.). Geologické podloží je podobné, jako ve zbývajících částech Olomouce. Tvoří jej kulmské sedimenty, nad nimiž leží terciární a kvartérní sedimenty. Tuto skutečnost potvrdily dva vrty. První z nich provedený přímo na Tabulovém vrchu zastihl paleozoické podloží v hloubce 87 m. Druhý vrt byl proveden 1,6 km od předešlého vrtu na Tabulovém vrchu směrem k Hněvotínu a potvrdil horniny paleozoika již v hloubce 33 m. Podloží kulmu podle Zapletala (1985) tvoří devonské horniny, které se vyskytují v několika samostatných krách. Stratigraficky nejnižší část tvoří vápence s vložkami vápnatých břidlic, které přecházejí do světlých vápnatých břidlic s občasnými vložkami šedomodrých vápenců. V jejich nadloží se vyskytují hnědé až hnědozelené jílové břidlice, které přecházejí do šedozelených břidlic. Nadloží spodnokarbonských sedimentů podle Zapletala (2009) tvoří miocenní a plioleistocenní sedimenty. Mořský miocén dosahuje mocností až 90 m, kdežto mocnost pliocénu kolísá. To bylo potvrzeno vrty z oblasti cihelny na Nové ulici, kde plioleistocenní sedimenty dosahují mocnosti mezi 1 až 10 m. Spraše dosahují mocností od 2 do 6 m. Ve stavení jámě základu budovy Ústavu molekulární a translační biologie v areálu Fakultní nemocnice Olomouc byl studován profil částí pliocenního souvrství s vertikálními poruchami s poklesovou a přesmykovou tektonikou. Profil těmito sedimenty měl délku 30 m a odkrytá výška stěny činila 3–4 m. První část profilu byla tvořena především jemnozrnnými až střednozrnnými pestrými písky s železitými krustami a druhá pestrými jíly (Zapletal a Lehotský 2013). Celý odkryv patří do pestrého spodního komplexu (spodní pliocén) ve smyslu Růžičky (1969; 1989). Na lokalitě Olomouc-Neředín v místě tramvajové smyčky, byly v miocenních sedimentech podle zprávy Pluskalové (2005) určeny převážně mělkovodní bentické druhy foraminifer rodů *Elphidium*, *Ammonia*, *Lobatula*, *Amphistegina*, ale i druhy typické pro větší hloubky – *Melonis pompilioides*, *Pulenia* div. sp. Tyto druhy foraminifer jsou spodnobadenského stáří. Na lokalitě se ale nachází i středno- až svrchnobadenské druhy – *Uvigerina brunnensis*, *Bolivina dilatata*

cf. *maxima*, *Bulimina ? insignis*. Tyto nálezy vyvolávají úvahu o možnosti výskytu mořských sedimentů mladších než spodní baden i v oblasti Olomouce-Neředína.

## 6 Geologické poměry města Olomouce

Zapletal (1999) uvádí, že prekambrické horniny v nejbližším okolí Olomouce vystupují na povrch na vrchu Baba u Olšan a u Krčmaně. Jsou to hlavně hlubinné magmatity granitoidního charakteru, o kterých se předpokládá, že jsou součástí jednoho většího vyvřelého tělesa (Přichystal 2009). To je označováno jako olomoucký masiv (Barth et al. 1971) nebo masiv Hornomoravského úvalu (Mísař et al. 1983). Podobné granitoidy byly podle Zapletala (1999) nalezeny na Horním náměstí v Olomouci v profilu artéského vrtu (obr. 5). Tyto prekambrické granitoidy jsou podle Dudka (1980) na základě podobnosti s brněnským plutonem řazeny k prekambrickému brunovistuliku.

V okolí Olomouce podle Zapletala (1985) na povrch vystupují devonské horniny a sedimenty u Grygova, Hněvotína (hněvotínský devon) a Bystročic. Díky pozdějším výzkumům hněvotínských vápenců se na základě konodontové fauny potvrdilo jejich devonské – spodnokarbonské stáří (Bábek 2000).

Spodnokarbonské horniny kulmské facie tvoří podle Zapletala (2005b) téměř celou oblast tzv. Olomouckého kopce. Jedná se zejména o šedomodré až šedo zelené jemno- až střednozrnné masivní droby s občasnými vložkami gravelitových drob, drobnozrnných slepenců či litických úlomků jílových břidlic. Další typ reprezentují sekvence s gradáčnými přechody slepenců do drob, které dosahují mocností i několika metrů. Spodnokarbonské horniny vystupují na povrch ve skalním defilé v Bezručových sadech, kde tvoří podklad tereziánského opevnění. Rytmicky se zde střídají cca 10 metrů mocné vrstvy slepenců a drob (Zapletal 1985).

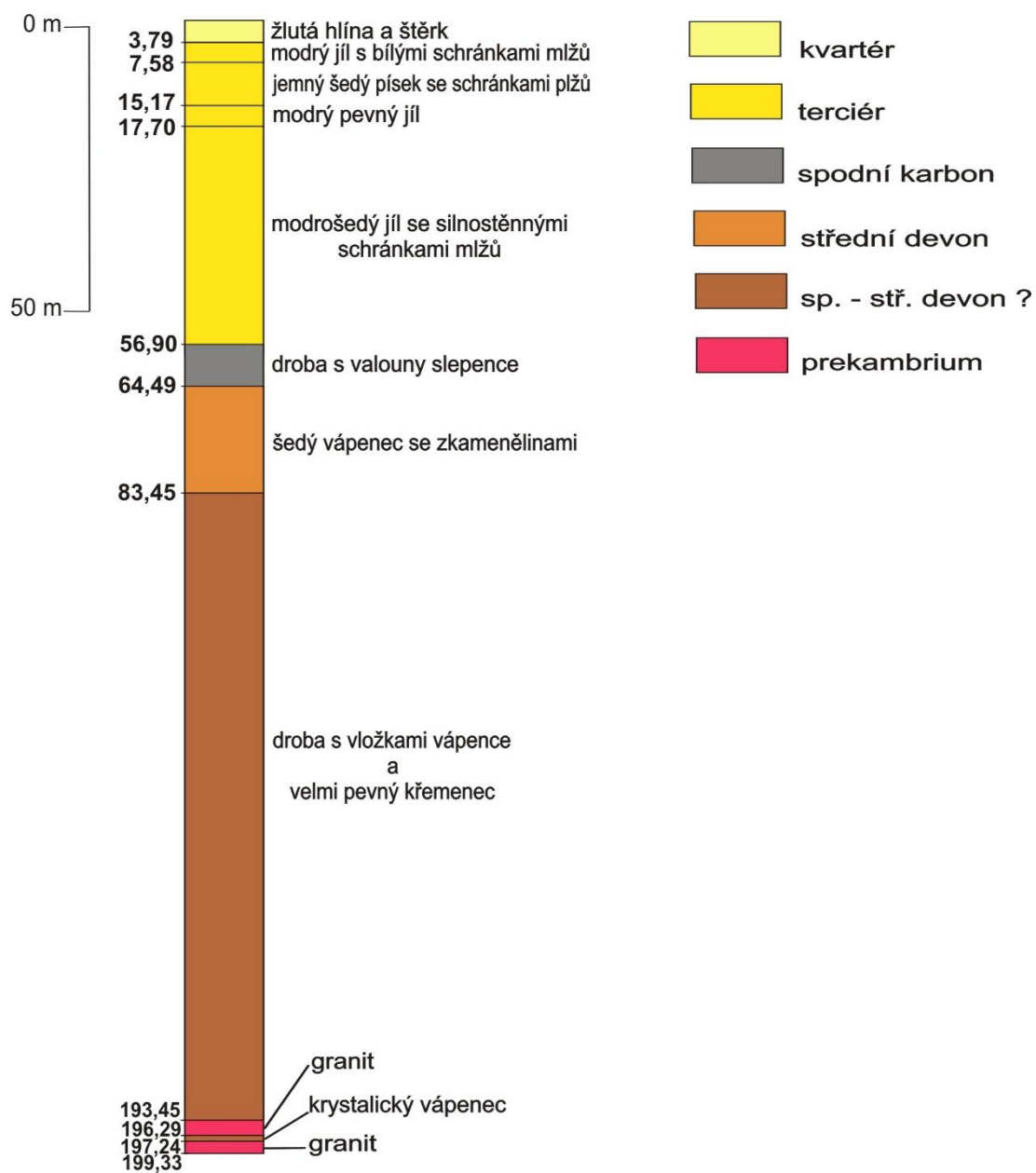
Pro poznání geologické stavby Olomouckého kopce mají velký význam 2 vrty. Starší vrt realizovaný jako artéská studna na Horním náměstí byl hlouben v období mezi lety 1835 až 1841 a přinesl podle Zapletala (1999) informace o povrchu paleozoika v podloží neogénu, a to v hloubce přibližně 57 m, níže pak leží prekambrické granity. V Bezručových sadech byl v letech 1966–1967 proveden jádrový vrt (OL-1) do hloubky 563 m. Profil tohoto vrtu tvořily pouze rytmicky zvrstvené kulmské sedimenty (obr. 6). Zajímavé jsou polohy drobových slepenců, v jejichž valounovém materiálu se

vyskytovaly různé druhy granitů, porfyrických vyvřelin, rul, svorů, fylitů a kvarcitů. Ve vrtu bylo možno pozorovat směrem do nadloží přírůstek magmatických hornin na úkor hornin sedimentárních a metamorfovaných (Barth 1971). Podle Otavy (2020) náležejí droby v celém profilu vrtu „západnímu“ kulmu, tedy hornobenešovskému souvrství. Tento fakt je doložen studiem asociace průsvitných těžkých minerálů drob a rovněž studiem chemismu detritických granátů.

Wolf (1863) uvádí, že mořský miocén byl zjištěn ve vrtu na Horním náměstí v hloubce 4–58 m. Stáří těchto hornin je podle Zapletala a Večeři (2007) spodnobadenské, což je potvrzeno na základě určení stáří společenstev foraminifer. Podstatnou součástí těchto asociací jsou druhy *Globigerina bulloides* D'ORB., *G. praebulloides* BLOW či *G. diplostoma* REUSS. V horninách se také nalézají úlomky misek mlžů druhu *Glycymeris pilosa deshayesi* MAYER, *Callista italica* (DEFRANCE), *Ostrea digitalina* DUBOIS či *Pelecypora gigas vindobonensis* (KAUTSKY). Schránky fosilií byly většinou silně poškozeny, rozlámány a někdy se zachovaly v podobě otisků a kamenných jader. Na těchto jádrech byly zřídka pozorovány zbytky epifauny – mechovek (Zapletal, Hladilová a Doláková 2001). Zapletal a Večeřa (2007) rovněž uvádějí, že spodnobadenské sedimenty lze rozlišit do tří facií: facie homogenních vápnitých jíílů s bohatou mikrofaunou, facie vápnitých jíílů s vložkami písčitých jíílů až jemnozrnných vápnitých písků a facie písčitých organodetritických vápenců až vápnitých písků a pískovců. Na úpatí Michalského vrchu na Horním náměstí byly podle Zapletala (2001) nalezeny spodnobadenské sedimenty v okrajové facií řasových vápenců. Lavice řasových vápenců byly naposledy nalezeny v roce 2019 při výstavbě výtahové šachty v rohovém domě č. p. 363/2 v Opletalově ulici (Lehotský, 2020 úst. sdělení). Na některých výše položených krách předbadenského podloží sedimenty spodního badenu chybí např. na Michalském, Petřském a Václavském vrchu, části vrchu Šibeník a Hradiska (Zapletal 2004). Díky vzorkům hornin odebraných ze sond a vrtů z Horního náměstí se v sedimentech našla mělkovodní makro- i mikrofauna, jejíž způsob zachování svědčí pro blízkost pobřeží (Zapletal, Hladilová a Doláková 2001). V řadě mělkých vrtů směrem od předpokládané pobřežní linie v prostoru Horního a Dolního náměstí byly zachyceny šedozelené jíily s četnými čočkami a vložkami jemnozrnných písků a izolovaných výskytů drtí makrofauny. Z uvedených údajů lze tedy předpokládat, že podstatná část olomouckého kopce tvořila ve spodním badenu izolovaný ostrov (Zapletal 2004).

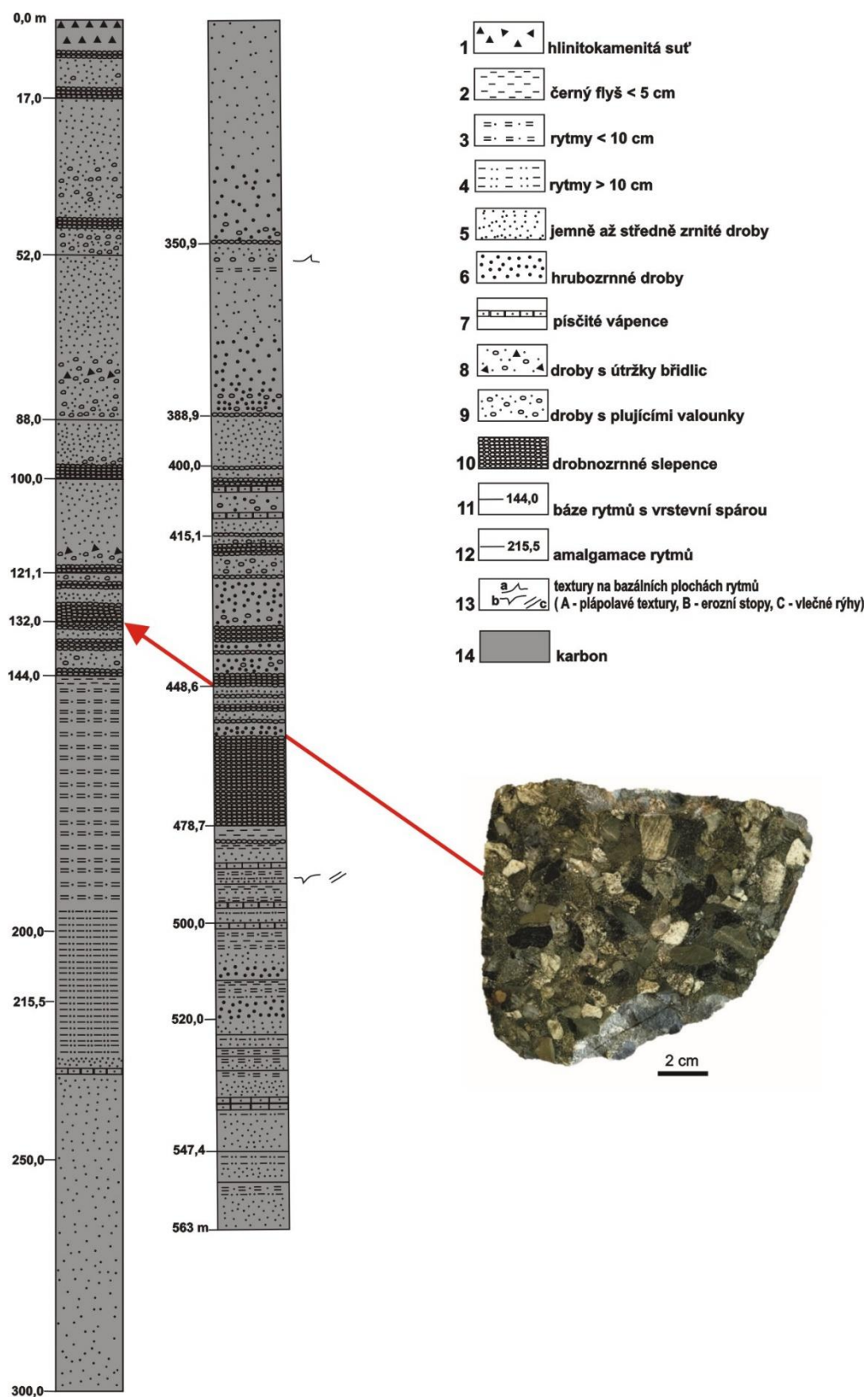
Pliocenní souvrství poukazuje podle Zapletala a Večeři (2007) na základě litologie sedimentů na sladkovodní jezerně-říční pánev. V řadě inženýrskogeologických vrtů v oblasti náměstí Republiky, byly pozorovány jemnozrné šedožluté a šedozelené písky. Tyto pliocenní sedimenty se nachází i v celé oblasti dómské kry (viz dále). Starší a pestřejší část souvrství s výrazným zastoupením písků a křemenných štěrků je dokumentována v nadloží kulmu a devonu jižně od Hněvotína, v okolí Křelova, na Tabulovém vrchu a v oblasti Nové ulice a Neředína v Olomouci.

V pleistocénu se podle Zapletala (2009) usazovaly fluviální písčité štěrky, které tvoří drobný ostrůvek na Klášterním Hradisku, kde tyto štěrky leží přímo na kulmských sedimentech. Na Horním náměstí se vyskytují pleistocenní říční sedimenty, které jsou napojeny na podobné sedimenty objevené v Pekařské ulici a na Mořickém náměstí. Tvoří je písčité štěrky a modrošedé až rezivě hnědé písky. Zapletal (2005b) uvádí, že plioleistocenní sedimenty se objevují v oblasti Předhradí a také tvoří část Václavského vrchu. Na jejich bázi jsou rezivě hnědé, středno- až hrubozrné, špatně vytríděné písky. Jedná se s největší pravděpodobností o zvětraliny kulmského podloží. V nadloží těchto písků pak spočívají šedozelené prachovce až jemnozrné písky, které přecházejí do šedozelených až žlutých jemno- až střednozrných prachovo-jílových písků. Průměrná mocnost těchto sedimentů je okolo 1 m. Chladnější období pleistocénu, provázela eolická činnost, která se projevila opakovaným ukládáním spraší a sprašových hlín. V holocénu se uložily jemnozrné písky a jíly.



Obr. 5: Profil historického artéského vrtu v Olomouci. Upraveno dle Zapletala a Bábka (2005).

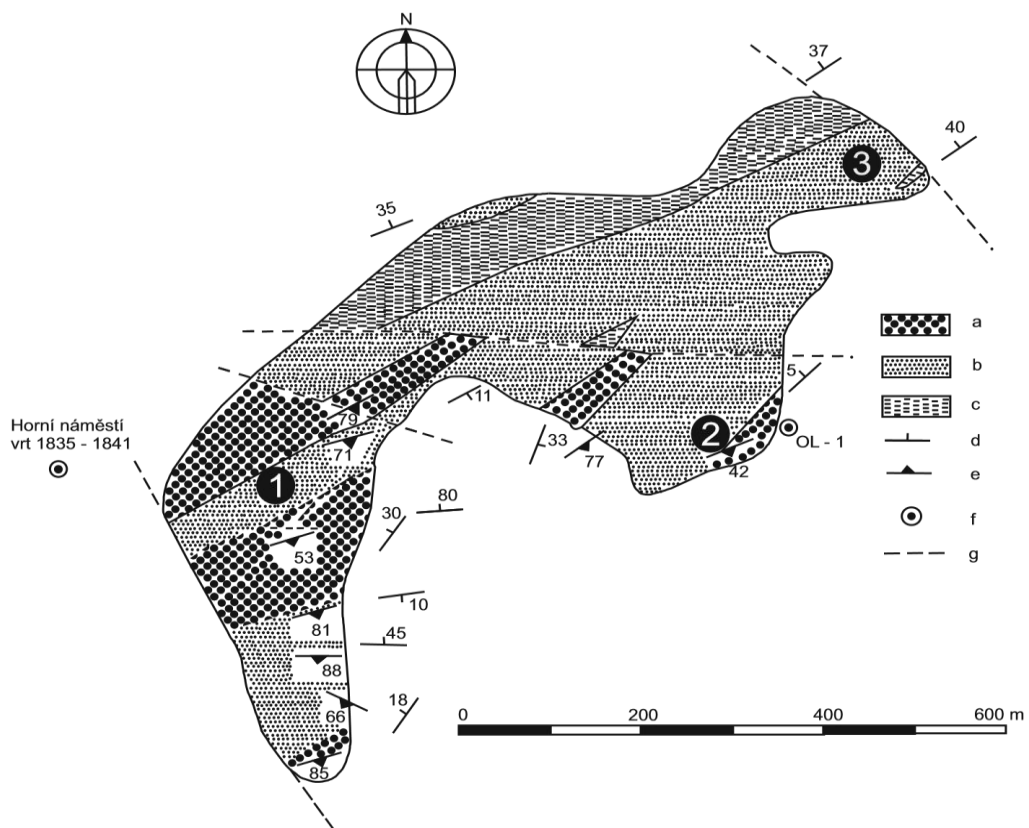




Obr. 6: Profil vrtu OL-1. Upraveno podle Maštery (1998). Šipka ukazuje pozici části vrtného jádra ze sbírek Katedry geologie PŘF UP tvořeného polymiktním drobnozrným slepencem.

## 6.1 Tektonika Olomouckého kopce

Z tektonického hlediska je podle Zapletala (2001) Olomoucký kopec složen ze třech dílčích tektonických ker (obr. 7). Od JZ k SV to jsou kra michalská, petrská a václavská. Základní geologická stavba vznikla v průběhu variské orogeneze na konci paleozoika. V neoidní etapě vývoje již vystupovala petrská a václavská kra jako jednotná kra dómská. Z toho vyplývá, že jednotlivé kry Olomouckého kopce jsou odkryty v rozdílné denudační úrovni. Na horninách michalské a petrské kry v Bezručových sadech se nachází dílčí vrásy s plochými antiklinálními a synklinálními ohyby stometrového řádu. Je zřejmé, že hranice mezi michalskou a petrskou krou je zlomová. Lze to dedukovat z rozdílů přípořrchové stavby a rozšíření hornin i výrazně odlišných mocností paleozoika. Jak uvádí Zapletal (2005b) je Olomoucký kopec tektonicky omezen na okrajích zlomy sz.-jv. směru, které jsou subpararelní se zlomy jeho vnitřní části.



Obr. 7: Odkrytá geologická mapa paleozoika Olomouckého kopce. Upraveno podle Zapletala (2005b).

1 – Michalská kra, 2 – Petrská kra, 3 – Václavská kra. Spodní karbon: a – slepence a droby, b – droby s vložkami slepenců, c – jílové břidlice s vložkami drob, d – orientace vrstevních ploch, e – orientace ploch kliváže (břidličnatost), f – pozice hlubokých vrtů, g – zlomy.

## 7 Kostel sv. Mořice

Olomoucký kostel sv. Mořice patří mezi nejvýznamnější církevní památky v Olomouci situované mimo oblast Václavského kopce a tzv. Předhradí (Kuthan 1994). První věrohodnou zprávou dokládající existenci kostela na místě současného chrámu sv. Mořice je záznam o vikáři Fridrichovi, který je uveden v listině biskupa Bruna ze Schauenburku z roku 1257 (Hlobil et al. 1992). Na místě Brunova kostela a nynější stavby byly při hloubení základů pro obchodní dům Prior nalezeny pozůstatky románské rotundy z 11. století (Musil a Nerychel 1990). Zlámal (1939) podotýká, že původní Brunův kostel vyhořel při požáru v letech 1398 (tento rok shořela i velká část Olomouce). Požáry poškodily toto místo znovu dokonce sedmkrát, a to v letech 1404, 1411, 1453, 1492, 1544, 1649 a 1709.

### 7.1 Stavební historie kostela sv. Mořice v Olomouci

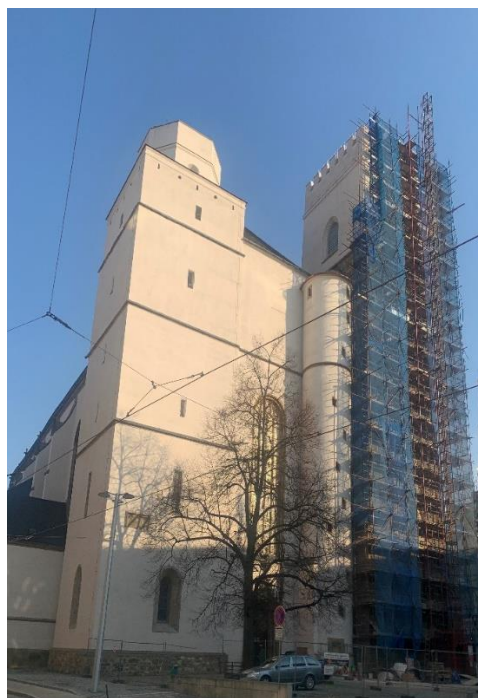
Dnešní kostel sv. Mořice (obr. 8) reprezentuje stavitelství 15. století, přičemž jeho nejstarší součástí je mohutná věž na jeho jižní straně, která byla s největší pravděpodobností postavena již před rokem 1403 (Pojsl et al. 1998). Další části kostela byly budovány později, severní věž v roce 1412 (podle datace nápisu na kamenné desce na vnějším plášti věže), trojlodí kostela (první polovina 15. století), presbytář byl zaklenut v roce 1483 (Hlobil et al. 1992). Musil a Nerychel (1990) uvádějí, že stavební úpravy kostela pokračovaly až do roku 1540, kdy byly dokončeny práce v západní části jižní věže a výmalba interiéru v letech 1505 a 1540. Ze staršího Brunova kostela se vlivem rozsáhlých požárů do nynější materiálové podoby kostela zachovaly pouze úlomky spongilitu ve zdivu (Zlámal 1939).

Přes všechny dostupné informace přetrvávají v historii stavby sv. Mořice otazníky. Jednou z otázek je podoba jižní věže před rokem 1403. Doposud se neví, zda stála samostatně a k ní byl přistavěn nově vznikající kostel, anebo zda je jižní věž pozůstatkem staršího Brunova kostela (Musil et al. 1990). Další teorie tvrdí, že jižní věž byla postavená jako druhotná stavba po stavbě lodi nového kostela (tím by neplatil čas výstavby před rokem 1403). Pro žádnou z těchto teorií neexistují stoprocentní historické a architektonické důkazy. Jižní věž má ve stavebním celku sv. Mořice nezvyklou architektonickou pozici v půdorysu i ve stavebním materiálu (Zapletal, Bláhova a Dolníček 2012).

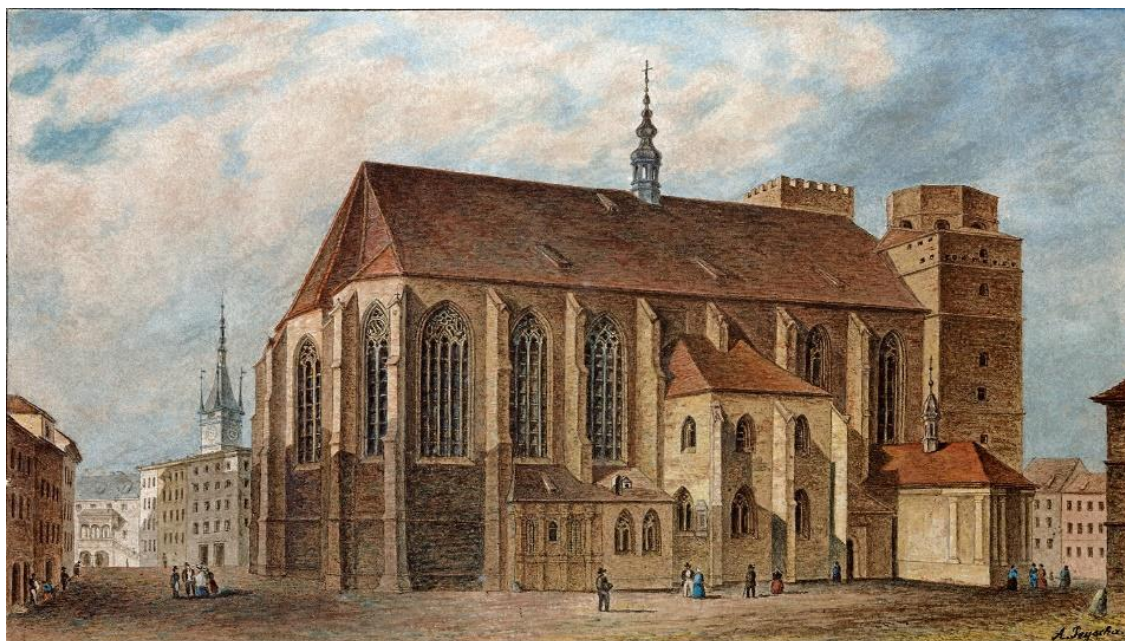
Renesanční hrobka Václava Edelmana z Brosdorfu byla k severní straně chrámu přistavěna v roce 1572. Jedná se o drobnou stavbu obdélného půdorysu s kamenicky ztvárněnou fasádou členěnou arkádami na kvádrovém soklu (Hlobil et al. 1992). Roku 1709 postihl kostel sv. Mořice rozsáhlý požár, který zničil veškeré vybavení kostela (26 oltářů a pozdně gotickou kazatelnu). Tím začala barokizace kostela. Následná obnova vybavila svatyni barokními oltáři a novou kruchtou s Englerovými varhanami. Roku 1725 byla přistavena loretánská kaple (obr. 10). Z její barokní podoby však mnoho nezůstalo. O více než půl století později (1784) byl patentem císaře Josefa II. zrušen hřbitov, rozkládající se kolem kostela. Další významné úpravy, které dávají kostelu jeho dnešní vzhled, jsou regotizační práce (1869-1908), které vedli stavitel Franz Kottas a sochař Ernst Melnitzky. V tomto období (1874-1876) byla také v jihovýchodní části kostela vytvořena křížová cesta (Zlámal 1939; obr. 11). Mezi 18. až 20. stoletím vzniklo mnoho návrhů rekonstrukce kostela, z nichž žádný není realizován (obr. 12 A až F). Od roku 2018 probíhá zatím poslední rekonstrukce kostela (obr. 9). Opravou prošla fasáda kostela včetně kamenných prvků, renovován byl i dolní sokl a v neposlední řadě byly osazeny dveře, na jejichž repasi se podílel umělecký kovář Jiří Běhal. Mimo vnějších plášťových úprav, byly rekonstruovány i vnitřní prostory jižní věže, kde vzniklo nové ocelové schodiště s plánovanou expozicí věnovanou historii kostela [2].



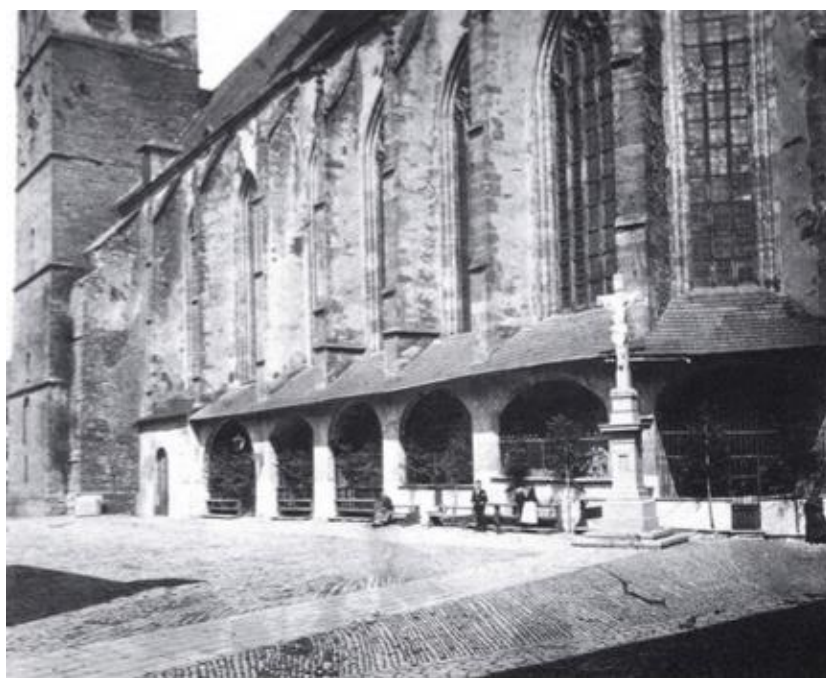
*Obr. 8: Kostel sv. Mořice v Olomouci.  
Zdroj: wikipedie.*



*Obr. 9: Kostel sv. Mořice během rekonstrukce. Vlastní fotografie.*



Obr. 10: Kostel sv. Mořice s Loretánskou kaplí před jejím zkrácením a neogotickou úpravou z roku 1878. Litografie Franze Xavera Sandmanna podle Felixe Phillipa Kanitze (Kryl, Papoušek a Juráš 2020).



Obr. 11: Kostel sv. Mořice s křížovou cestou před jejím odstraněním v letech 1874-1876. Foto: Sigmund Wasservogel (Zatloukal 2013).



Obr. 12: Nerealizované plány rekonstrukcí kostela sv. Mořice v Olomouci. **A** – Plán rekonstrukce od architekta Richarda Volkera z r. 1891, **B** – Návrh rekonstrukcí věží a západního průčelí od Gustava Meretty, **C** – Anonymní nerealizovaný plán rekonstrukce průčelí, věže jsou v barokním stylu, **D** – Nerealizovaný plán rekonstrukce od George von Hauberrissera, **E, F** – Melnitzkého návrhy se liší jen v drobnostech, jako jsou výška jižní věže a počet oken jejího vrcholového segmentu, snížení severní věže a profilace dostavěného mezivěžového štítu (Kryl, Papoušek a Juráš 2020).

## 7.2 Přehled dosavadních petrografických výzkumů vybraných olomouckých památek

Historický význam města Olomouce podtrhuje bezpočet kulturních a historických památek. Stavební materiál některých z nich byl podroben bližšímu petrografickému

popisu. Ve většině případů se však jednalo pouze o makropetrografické určení jednotlivých typů hornin.

Na stavbu **paláce biskupa Jindřicha Zdíka** v oblasti **Olomouckého hradu** bylo nejvíce využito spodnokarbonských drob, výrazně méně pak břidlic a prachovců (Procházka et al. 2002). Některá okna a portály paláce jsou zhotoveny z „foraminiferových“ spongilitů. Tyto spongility pocházejí od Služína (Michna a Pojsl 1988). Románské hradby v okolí paláce jsou podle Dvořáka (1996) vybudovány z lokálních drob a slepenců.

V **katedrále sv. Václava** se podle Michny a Pojsla (1988) zachovaly hlavice sloupů z tvrdého pískovce dovezeného pravděpodobně z Karpat. Podle Bláhové (2007) se ve zdivu katedrály nachází spongility od Služína. Některé klenby kostela jsou tvořeny stejným spongilitem a jemno- až hrubozrnnými pískovci moravskoberounského souvrství.

V **Arcibiskupském paláci** na Biskupském náměstí lze podle Michny a Pojsla (1988) pozorovat zdivo ze spongilitu a žlutohnědého hrubozrnného pískovce. Portál, který se nachází ve východní části paláce, je vytvořený ze stejného typu hrubozrnného pískovce. Tento pískovec by měl pocházet z lokality západně od Uničova.

V **Dominikánském klášteře** je armování opěráků, ostění i kružby oken kolem rajského dvora zhotoveno z tmavošedých hrubozrnných porézních pískovců moravskoberounského souvrství a řasových vápenců neogenního stáří (Dvořák 1996).

V **klášterním kostele sv. Kateřiny** je podle Dvořáka (1996) presbytář postavený ze žlutohnědých arkózových nevápnitých jemnozrnných pískovců, které náležejí solánskému souvrství flyšových Karpat.

V **budově radnice** se nachází arkýř kaple i žebra kleneb, které jsou zhotoveny z pískovce pocházejícího z Maletína (Dvořák 1996).

**Kostel sv. Mořice** je postaven z pestré horninové asociace. Dvořák (1996) popisuje skutečnost, že některé součásti kostela jsou postaveny z různých druhů vápenců, pískovců, drob a slepenců. V přízemí severní věže nachází kaple sv. Trojice, jejíž klenbová žebra byla vyrobena z řasového vápence neogenního stáří a pískovce moravskoberounského souvrství. Hrubé zdivo a architektonické články kostela jsou zhotoveny z jemnozrnných pískovců, které podle historických listin pochází z Maletína.

Jižní věž je dle Dvořáka (opus cit.) postavena z bloků drobnozrnných petromiktních slepenců moravického souvrství. Severní věž má sokl složený z menších kvádrů lokálních drob, řasových vápenců, pískovců a vápenců snad pocházejících z nedalekého Grygova. Dalšímu petrografickému výzkumu stavebního materiálu kostela sv. Mořice se blíže věnoval Zapletal, Bláhová a Dolníček (2012). Cílem jejich práce bylo zjištění provenience spodnokarbonských drob, které byly použity jako stavební materiál pro stavbu jižní věže. Podrobně studovali minerální strukturu těžké frakce a chemické složení detritických granátů a turmalínů. Získané výsledky ukázaly, že droby ze sv. Mořice jsou shodné s drobami z Přemyslovského paláce a lokálních paleozoických výchozů. To znamená, že původ materiálu je lokální, nebo vznikl recyklací hornin ze starších staveb.

Architektonické články s největší pravděpodobností pocházející z kostela sv. Mořice petrograficky popsal Čech (2012), který se ve své bakalářské práci věnoval petrografické charakteristice těchto stavebních článků, které byly nalezeny při archeologickém výzkumu okolo kostela. Cílem práce bylo určit jejich přibližnou provenienci. Z celkového počtu čtyř nalezených článků byly tři pískovce, přičemž jen u jednoho z nich bylo určeno jako místo původu Maletín. Čtvrtý z článků byl tvořený kulmským slepencem, jehož přesná provenience nebyla určena. Autor předpokládá, že je jeho původ z lokálního zdroje petromiktních slepenců moravického souvrství.



## **8 Petrografická charakteristika hornin zdiva kostela sv. Mořice**

### **8.1 Petrografický popis vzorků soklu severní věže**

Severní věž je trvale omítnutá, tudíž ani při celkové rekonstrukci kostela nebyla možnost odběru vzorků stavebního materiálu. Sokl této věže ale omítnut není (obr. 15 a 17). Horniny, které jej budují, mohly být makroskopicky (z části i mikroskopicky) popsány.

#### **8.1.1 Spodnokarbonský slepenec**

Slepence jsou drobné až střednozrné a na povrchu a na lomu mají šedou barvu (obr. 14 A). Struktura hornin je psefitická (konglomerátová) s psamiticko-aleuritickým pojivem. Textura slepenců je kompaktní. Slepence jsou polymiktní. Makroskopicky jsou patrné zejména až 1,5 cm velké úlomky jílových břidlic, granitoidů, drob a velmi dobře zaoblených valounů křemene. Velikost valounů je 0,5 cm až 1 cm. Hornina je za sucha soudržná.

#### **8.1.2 Spodnokarbonská droba**

Část soklu se skládá ze středno- i hrubozrnných drob. Barva jejich kvádrů a bloků se mění z šedé (obr. 14 B) až šedomodré do šedohnědé-hnědé. Některé bloky drob mají načervenalou barvu (obr. 14 C). Někdy lze pozorovat gradační zvrstvení (obr. 14 C). Struktura horniny je psamitická s aleuriticko-pelitickým pojivem a textura horniny masivní. Makroskopicky jsou patrné klasty bílošedého křemene, živců s viditelnou štěpností a šupinky muskovitu. Průměrná velikost minerálních zrn je 0,4 mm až 1,5 mm. Z litických úlomků jsou makroskopicky zřejmé úlomky černých jílových břidlic o průměrné velikosti 0,5 až 1 cm. V jednom stavebním bloku droby se nachází mléčně bílá nepravidelná křemen-karbonátová žilka.

#### **8.1.3 Hrubozrnný pískovec až slepenec (sv. devon – karbon)**

Pískovec je hrubozrnný, přechází až do slepence a je dobře zrnitostně vytříděný (obr. 14 D). Barva tohoto pískovce je světle oranžová až oranžovo-světle hnědá (takto zbarvený pískovec až slepenec má křemenné pojivo – ověřeno pomocí kyseliny octové). Sokl tvoří i šedě zbarvená varianta, která pravděpodobně pochází z jiné lokality než předešlý oranžovo-světle hnědě zbarvený typ. Hornina má psamitickou až psefitickou strukturu s masivní texturou. Velikost jednotlivých klastů je 1 až 15 mm. Makroskopicky je patrný bílošedý křemen a živce zbarvené do oranžova. Hornina je za sucha soudržná.

#### 8.1.4 Křídový pískovec

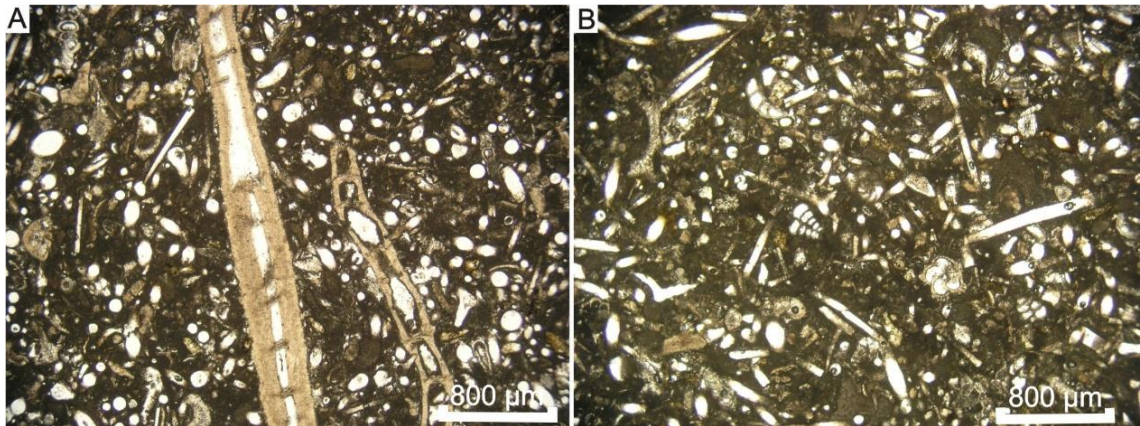
Křídový pískovec je jemnozrný (obr. 14 E). Pískovec je křemenný a dobře vytríděný. Barva je žlutá až světle okrová. Na některých blocích jsou patrné rezavé šmouhy způsobené přítomností oxy-hydroxidů železa a černé šmouhy způsobené oxy-hydroxidy manganu. Pískovec má psamitickou strukturu a masivní texturu. V hornině převládá frakce do 0,1 mm. Makroskopicky lze rozeznat šedobílý křemen. Klasy živců nejsou patrné a muskovitu je v pískovci velmi málo. Přítomnost litických klastů není makroskopicky zřejmá. Křemítý pískovec je za sucha soudržný.

#### 8.1.5 Terciérní pískovec

Terciérní pískovec je vápnitý (obr. 14 F), jemnozrný a špatně vytríděný. Barva pískovce je bílá až šedobílá. Má psamitickou strukturu a pórovitou texturu. Vápnitá hmota je složená z různých schránek mikroorganismů – živočišných hub, dírkonožců, mlžů aj. Minerální klasy nelze makroskopicky rozlišit. Hornina je za sucha soudržná a nedrolí se. Podle mikroskopického studia fauny lze určit stáří miocén – stupeň spodní baden.

##### 8.1.5.1 Mikroskopický popis terciérního pískovce

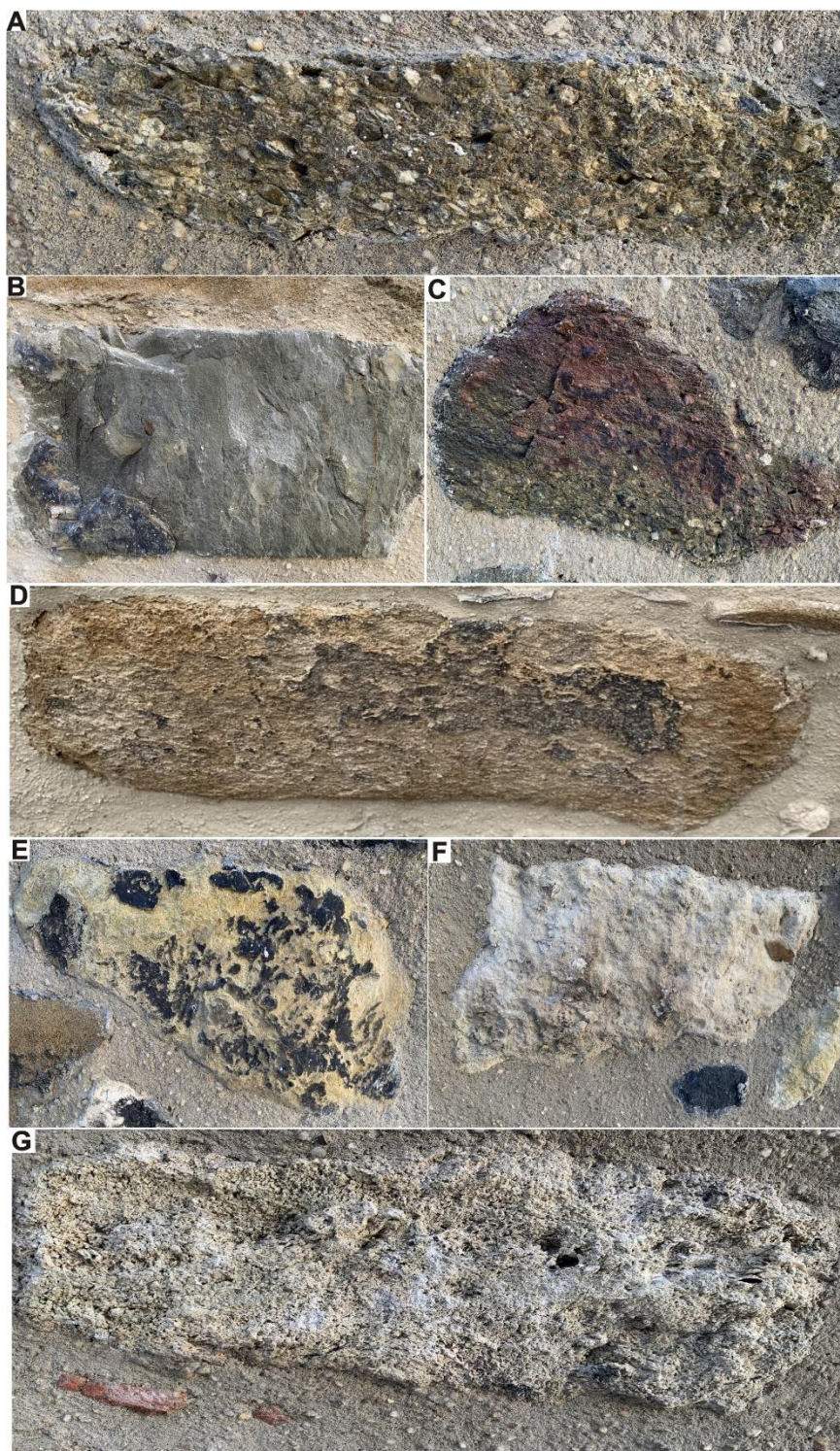
Vápnitý pískovec má psamitickou strukturu a pórovitou texturu. Jedná se o usazeninu mořského příbřežního příbojového pásma. Velkou část vzorku tvoří bioklasy. Z bioklastů se jedná hlavně o jehlice vápnitých živočišných hub o velikosti 50 až 140  $\mu\text{m}$ , jsou většinou jednoosé, ale ve výbruse se nacházejí i špatně zachovalé triaxony. Horninu tvoří i schránky různých druhů velkých foraminifer např. *Heterostegina costata* D'ORB. (i příčné průřezy o velikosti až 0,8 mm; obr. 13 A), dále biseriálních či spirálních foraminifer (obr. 13 B), dobře zachovalé ostny ježovek (50 až 140  $\mu\text{m}$ ) a špatně zachovalé fragmenty schránky mlžů a plžů. Z minerálních klastů tvoří horninu pouze křemen, který se vyskytuje relativně hojně a jeho klasy mají velikost v intervalu od 40 do 120  $\mu\text{m}$ . Křemeny ve výbruse zřídka převážně undulózně a ve většině případů jsou poloostrohranné, ale někdy i polozaoblené. V pojivu se vzácně nacházejí rezavě hnědé šmouhy limonitu. Mezi pojivem a klasy se vyskytují póry, které jsou buď okrouhlého tvaru (velikost až 50  $\mu\text{m}$ ) či jsou protažené jedním směrem (velikost až 200  $\mu\text{m}$ ). Pojivo je tvořeno jemně zrnitým karbonátem, který lemuje póry.



Obr. 13: Mikrofotografie vápenného pískovce. **A** – Příčný průřez foraminiferou (*Heterostegina costata* D'ORB.), **B** – spirální a biseriální foraminifery.

### 8.1.6 Terciární vápenec

Vápenec má bílou až bíložedou barvu (obr. 14 G). Hornina má organodetrítickou strukturu a pórovitou texturu. Vápenec je složen z kulovitých algolitů vápenných koralinních řas a z dalších vápenných schránek různých mikroorganismů, jako jsou mechovky či foraminifery. V hornině lze makroskopicky rozeznat rourky po červech a ostny ježovek. Velikost schránek mikroorganismů je od 0,1 do 2 cm. Opticky je možno identifikovat schránky ústřic systematicky náležejících nejspíše k rodu *Pycnodonte*. Stáří vápence je na základě fauny spodnobadenské.



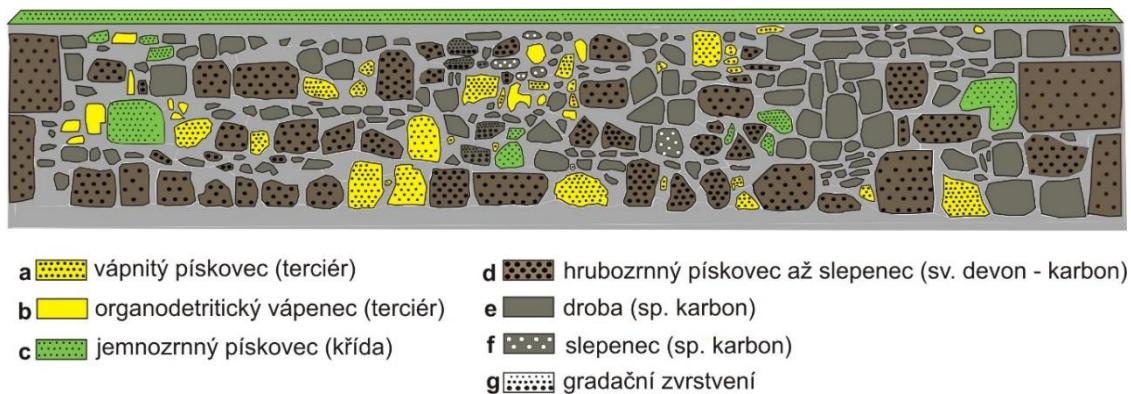
*Obr. 14: Fotografie stavebních bloků soklu severní věže kostela sv. Mořice: **A** – spodnokarbonský slepenec, **B** – spodnokarbonská droba, **C** – spodnokarbonská droba s gradačním zvrstvením a zbarvením do červena, **D** – hrubozrnný pískovec až slepenec (sv. devon – karbon), **E** – křídový jemnozrnný pískovec, **F** – terciární vápnný pískovec, **G** – terciární organodetritický vápenec.*

### 8.1.7 Horninové složení stavebního kamene v soklu severní věže

Z grafických nákresů soklu severní věže (obr. 16 a obr. 18) je patrné, že sokl je složen převážně z bloků spodnokarbonských hornin kulmské facie, jež zastupuje slepenec a droba a dále z hrubozrnných pískovců až slepenců moravskoberounského souvrství (sv. devon – karbon). Relativně hojně se v soklu nachází i terciérní pískovec. V menším množství sokl tvoří terciérní organodetritický vápenec a křídový pískovec. Severní část severního soklu se skládá z: spodnokarbonské droby (60,3 %), hrubozrnného pískovce až slepence (sv. devon – karbon) (20,4 %), terciérního pískovce (8,9 %), křídového pískovce (6,0 %), terciérního vápence (3,2 %) a spodnokarbonského slepence (1,2 %). Západní část severního soklu má podobné procentuální zastoupení hornin, které tvoří stavební bloky: spodnokarbonská droba (60,9 %), hrubozrnný pískovec až slepenec (sv. devon – karbon) (15,7 %), terciérní pískovec (9,4 %), křídový pískovec (7,9 %), terciérní vápenec (3,9 %) a spodnokarbonský slepenec (2,2 %).



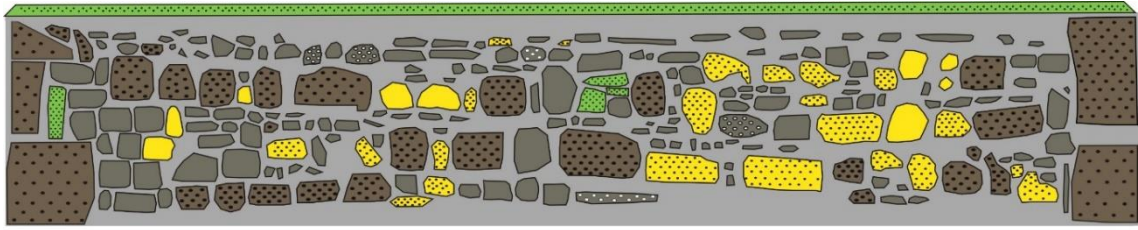
Obr. 15: Severní část soklu severní věže kostela sv. Mořice.



Obr. 16: Grafické znázornění horninového složení severní části soklu severní věže.



Obr. 17: Západní část soklu severní věže kostela sv. Mořice.

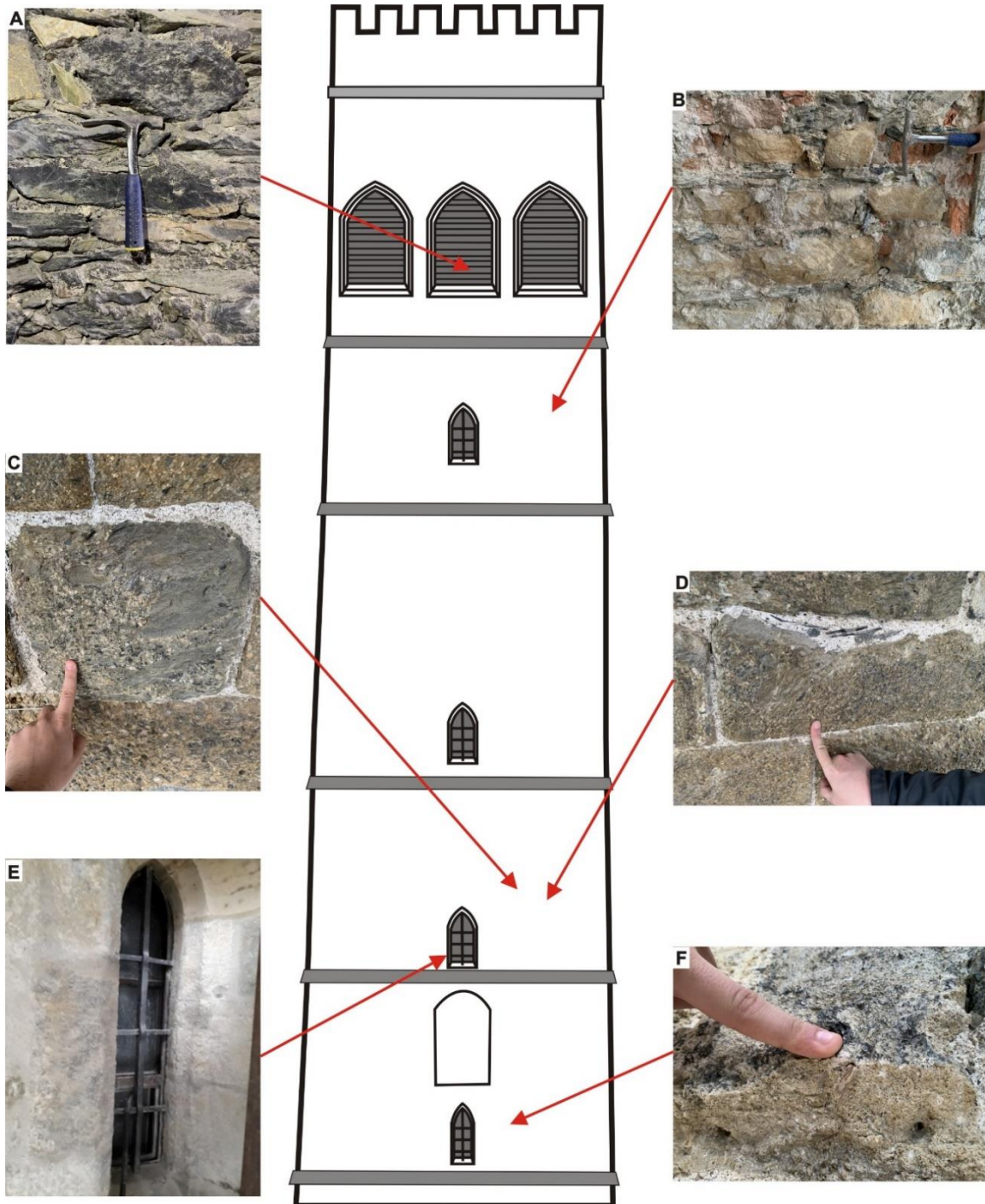


- |          |  |          |   |
|----------|--|----------|---|
| <b>a</b> |  vápnitý pískovec (terciér)         | <b>d</b> |  hrubozrný pískovec až slepenec (sv. devon - karbon) |
| <b>b</b> |  organodetritický vápenec (terciér) | <b>e</b> |  droba (sp. karbon)                                  |
| <b>c</b> |  jemnozrný pískovec (křída)         | <b>f</b> |  slepenec (sp. karbon)                               |

*Obr. 18: Grafické znázornění horninového složení západní části soklu severní věže.*

## 8.2 Makroskopický popis vzorků zdiva jižní věže

Jižní věž je postavená z vcelku pestré horninové asociace, kterou zastupují slepence, droby, pískovce a vápence (obr. 19).



Obr. 19: Fotodokumentace stavebních článků a jejich pozice na vnějším plášti jižní věže kostela sv. Mořice: **A** – zdivo vnitřní části jižní věže tvořené drobou, prachovcem a jílovou břidlicí, **B** – zdivo tvořené jemnozrnným pískovcem, **C** – blok slepence se závalky jílové břidlice, **D** – blok spodnokarbonského slepence, **E** – ostění gotického okénka tvořené terciérním vápencem, **F** – stavební blok terciérního vápence s fragmentem misky ústřice.

### **8.2.1 Spodnokarbonský slepenec**

Slepenec je drobnozrnný a na povrchu a na lomu má šedou barvu (obr. 20 A). Jedná se o slepenec s převahou valounů nad matrix. Struktura horniny je psefitická s psamiticko-aleuritickým pojivem. Textura slepence je masivní. Slepenec je polymiktní. Makroskopicky jsou patrné zejména až 1,5 cm velké valouny černé jílové břidlice, kvarcitu, šedomodré droby a klasty bílošedého křemene (až 0,6 cm). Velikost valounů je od 0,4 cm do 1 cm. Slepenec o této velikosti klastů se označují jako gravelity.

### **8.2.2 Spodnokarbonská droba**

Jedná se o střednozrnnou drobu (obr. 20 B). Část vzorku je navětralá a jeho barva přechází z šedé až šedomodré do šedohnědé-hnědé. Struktura horniny je psamitická s aleuriticko-pelitickým pojivem a textura horniny je masivní. Makroskopicky jsou patrné klasty bílošedého křemene a šupinky muskovitu. Velikost minerálních klastů je od 0,2 mm do 0,5 mm. Z litických úlomků jsou makroskopicky zřejmé pouze úlomky černé jílové břidlice o průměrné velikosti 0,4 cm.

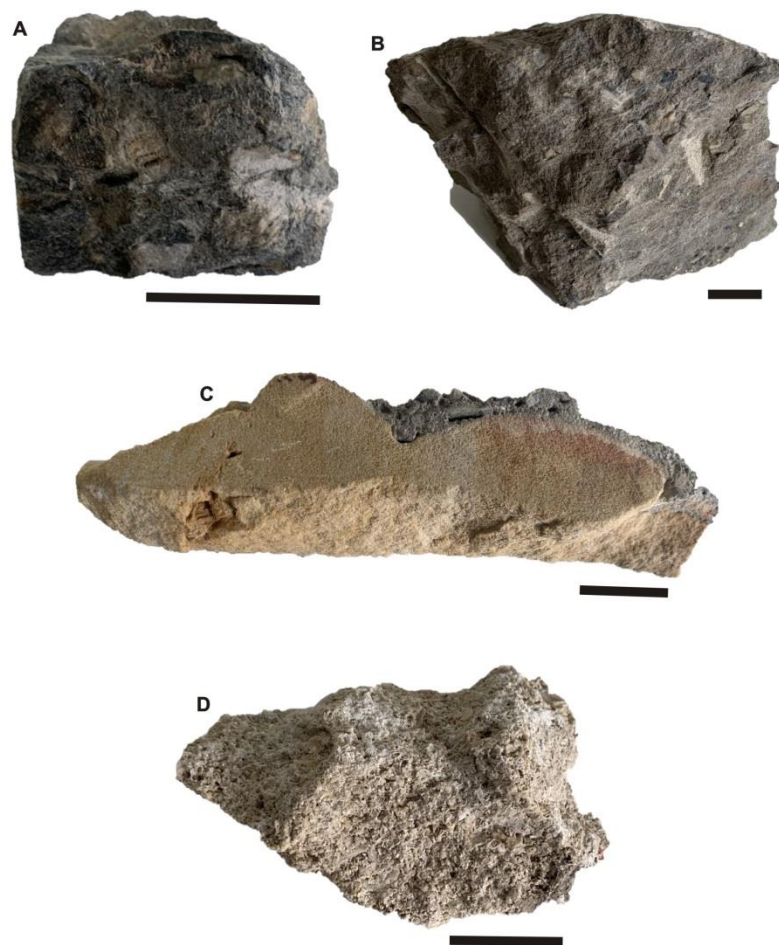
### **8.2.3 Křídový pískovec**

Jedná se křemenný pískovec křídového stáří (obr. 20 C). Tento pískovec je jemnozrnný, dobře vytríděný. Barva pískovce je na lomu nažloutlá až světle okrová. Na některých vzorcích jsou patrné rezavé šmouhy způsobené přítomností oxy-hydroxidů železa. Někdy se na pískovci nachází šmouhy červeného pigmentu (hematitu). Pískovec má psamitickou strukturu a masivní texturu. Velikost jednotlivých klastů je do 0,1 mm. Makroskopicky lze rozeznat šedobílý křemen. Makroskopicky nebyly pozorovány klasty živců a muskovitu je v pískovci málo. Ani litické úlomky nelze makroskopicky pozorovat. Tmel horniny je křemenný, karbonáty nejsou přítomny (ověřeno 5% HCl). Hornina je za sucha soudržná.

### **8.2.4 Terciérní vápenec**

Vápenec má bílou až bílošedou barvu (obr. 20 D). Hornina má organodetrinitickou strukturu a pórovitou texturu. Vápenec je složen z vápnitých schránek mikroorganismů např. mechovek, foraminifer a úlomků ústřic. Dále se ve vápenci nacházejí špatně zachované rourky po červech a dobře zachované ostny ježovek. Velikost bioklastů je od 0,2 do 2,3 cm.





Obr. 20: Vzorky hornin odebraných na jižní věži kostela sv. Mořice: **A** – spodnokarbonský slepenec, **B** – spodnokarbonská droba, **C** – křídový pískovec, **D** – terciární vápenec. Velikost měřítka: 2 cm.

### 8.3 Makroskopický popis odebraných malt

Celkově byly z pláště jižní věže odebrány 3 druhy malt. Každá z malt byla využívána při stavbě a rekonstrukci jižní věže kostela v různých historických obdobích.

#### 8.3.1 Malta typu „kufstein“ (románský cement)

První druh malty má tmavě šedou barvu a je z větší části tvořen pojivem (obr. 21 A). V plnivu nelze makroskopicky rozeznat zrna minerálů či litické úlomky. Malta má masivní texturu a aleuriticko-pelitickou strukturu, je za sucha soudržná a nedrolí se. Tento druh malty se označuje jako kufstein (románský cement) a byla využívána jako pojivo při rekonstrukci kostela v 19. století.

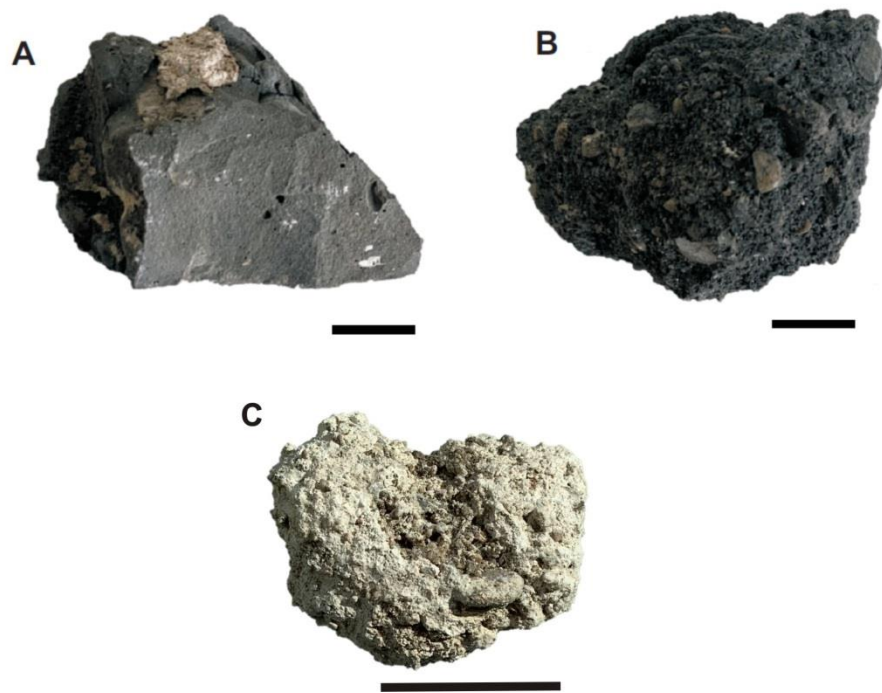
### 8.3.2 Černý typ malty

Druhý typ malty má černou barvu a je hrubozrnnější než první typ (obr. 21 B). V pojivu je makroskopicky viditelné různě zbarvené a dobře opracované kamenivo psefitické až psamitické frakce. Kamenivo je tvořeno bílošedým křemenem a litickými úlomky, které zastupuje droba, jílovec či prachovec. Průměrná velikost kameniva je od 0,5 do 7 mm. Dále jsou patrné červenooranžové dobře opracované úlomky cihel o průměrné velikosti 0,3 cm. Malta má masivní texturu, je za sucha křehká a drolí se. Tento typ pojiva byl využíván v předminulém století při vyspárování spár, puklin nebo doplnění chybějících částí použitých stavebních bloků hornin na jižní věži kostela sv. Mořice. Černou hrubozrnnou maltu tvoří 32,35 hm. % karbonátů. Celkově kamenivo zastupuje 8 zrnitostních frakcí (obr. 22). Kamenivo je přírodní a tvoří jej různé minerály a horniny (obr. 23). Plnivo malty je prakticky celé tvořeno drobným kamenivem do velikosti max. 4 mm (77,8 hm. %), hrubé kamenivo (nad 4 mm) zastupuje zbylých 22,2 hm. %. Malta je nejvíce tvořena frakcí 1-0,5 mm (22,2 hm. %). Další drobné kamenivo je zastoupeno pěti frakcemi: 4-2 mm (19,1 hm. %), 2-1 mm (16,5 hm. %), 0,5-0,250 mm (16,3 hm. %), 0,250-0,125 mm (3,1 hm. %) a 0,125-0,063 mm (0,6 hm. %). Hrubé kamenivo zastupují dvě frakce: 8-4 mm (14,5 hm. %) a frakce s velikostí kameniva nad 8 mm (7,7 hm. %). Tvoří jej převážně bílošedý až mléčně bílý křemen a různé druhy hornin, jako je kvarcitu či prachovec. Vzhledem k velmi dobrému opracování valounů je kamenivo fluviálního původu.

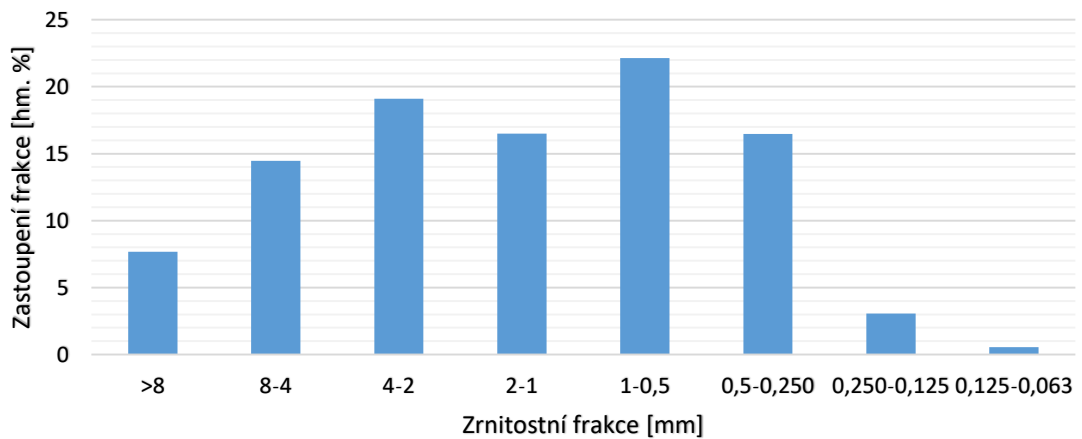
### 8.3.3 Bílý typ malty

Třetí typ malty má na lomu bílou barvu a porézní texturu (obr. 21 C). V pojivu lze makroskopicky rozeznat zaoblené kamenivo tvořené bílošedým křemenem a litickými úlomky kvarcitu. Průměrná velikost kameniva je od 1 do 5 mm. Malta je za sucha nesoudržná a v ruce se drolí. Obsah karbonátů u tohoto druhu malty (obr. 24) byl stanoven na 33,55 hm. %. Kamenivo malty je přírodní a tvoří jej různé druhy minerálů, hornin a je zastoupeno v 8 zrnitostních frakcích (obr. 25). V maltě mírně převažuje drobné kamenivo (50,7 hm. %) nad hrubým (49,3 hm. %). Z celkové hmoty kameniva je nejvíce zastoupená hrubá frakce nad 8 mm (32,5 hm. %) a 8-4 mm (16,8 hm. %). Drobné kamenivo je zastoupeno celkově šesti zrnitostními frakcemi: 4-2 mm (13,2 hm. %), 2-1 mm (12,8 hm. %) a 1-0,5 mm (14,8 hm. %), 0,5-0,250 mm (8,6 hm. %), 0,250-0,125 mm (0,9 hm. %) a 0,125-0,063 mm (0,4 hm. %). Všechny frakce jsou velmi dobře opracované a tvoří je

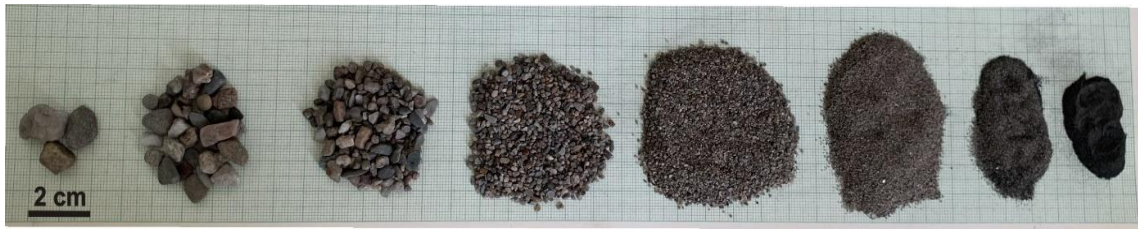
bílošedý křemen, kvarcit a spodnokarbonské horniny kulmské facie. Kamenivo pravděpodobně pochází z řeky Moravy a jejích přítoků.



Obr. 21: Vzorky malt odebraných na jižní věži: **A** – malta typu kufstein (románský cement), **B** – černý typ malty, **C** – bílý typ malty. Velikost měřítka: 2 cm.



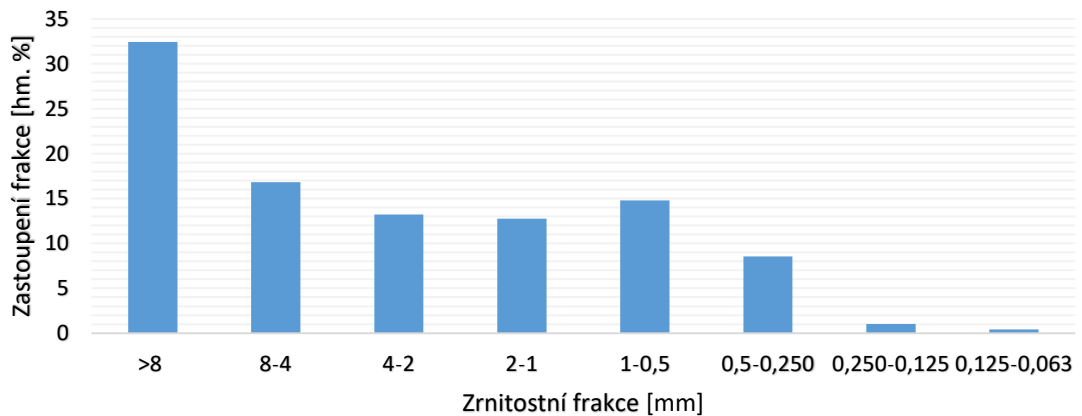
Obr. 22: Distribuce kameniva vzorku černého typu malty.



Obr. 23: Zrnitostní frakce kameniva vzorku černého typu malty.



Obr. 24: Zrnitostní frakce kameniva vzorku bílého typu malty.



Obr. 25: Distribuce kameniva vzorku bílého typu malty.

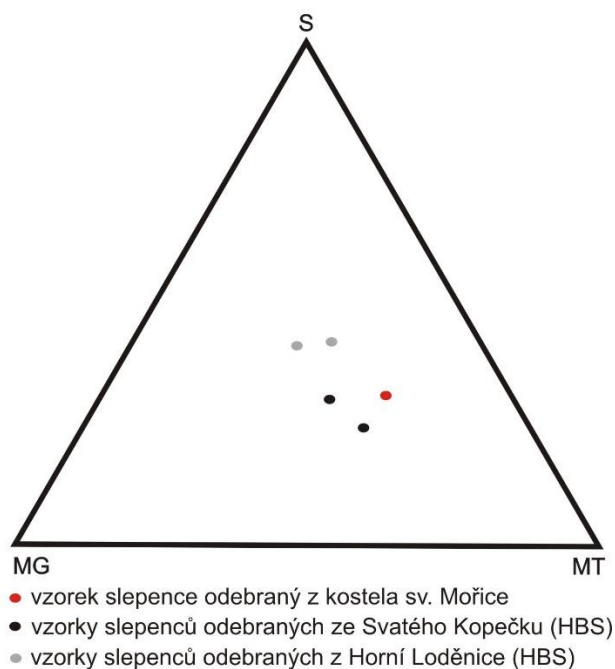
## 8.4 Mikroskopický popis stavebního kamene a malt jižní věže kostela

### 8.4.1 Spodnokarbonský slepenec

Struktura polymiktního drobnozrného slepence je psefitická s psamitickým pojivem. Textura horniny je masivní. V modálním složení slepence (Tab. 1) Výrazně převažují litické úlomky (59,2 obj. %) nad minerálními klasty (5,3 obj. %) a pojivem (34,7 obj. %). Z horninových úlomků tvoří horninu hlavně metamorfity (28,5 obj. %; obr. 26). Úlomky sedimentárních (19,2 obj. %) a magmatických (11,5 obj. %) hornin jsou ve slepenci zastoupeny v menší míře. Slepence je tedy polymiktní. Horninu také tvoří minerální klasty živců (3 obj. %) a křemene (2,3 obj. %). Porozita vzorku je 0,8 obj. %.

Tab. 1: Planimetrická analýza drobnozrnného polymiktního slepence odebraného z kostela sv. Mořice.

<b>složení</b>	<b>obj. %</b>
křemen	2,3
K-živec	1,8
plagioklas	1,2
minerální klasty ( $\Sigma$ )	5,3
diorit	6,4
andezit	5,1
kvarcit	19,1
fylit	5,1
sericitická břidlice	4,3
prachovec	11,6
jílovec	3,2
jílová břidlice	4,4
litické úlomky ( $\Sigma$ )	59,2
pojivo	34,7
póry	0,8
celkem	100



Obr. 26: Ternární diagram klasifikace slepenců na základě poměru klastů magmatických (MG), metamorfovaných (MT) a sedimentárních hornin (S). Analýzy slepenců ze Svatého Kopečku a Horní Loděnice převzaty ze Zapletala (1977).

Minerální klasty **křemene** jsou především poloostrohranné až polozaoblené. Velikost těchto klastů je od 30 do 90  $\mu\text{m}$ . V křemenu jsou často uzavírány fluidní inkluze. Ve výbruse zháší převážně undulózně.

Ze skupiny živců mírně převažuje K-živce (1,8 obj. %) nad plagioklasem (1,2 obj. %). Klasty **K-živce** jsou hlavně poloostrohranné až polozaoblené. Některé jeho klasty jsou zdvojitělé podle karlovarského zákona. Málokdy mají K-živce mikroklinové mřížkování a často uzavírají inkluze apatitu. Skoro každý jeho klast je postižen sericitizací, která se dá pozorovat ve štěpných trhlinách minerálu.

**Plagioklas** tvoří ve výbruse polozaoblené až poloostrohranné klasty. Velikost jeho klastů je od 60  $\mu\text{m}$  do 430  $\mu\text{m}$ . Všechny plagioklasy jsou polysynteticky zdvojitělé. Lamely jsou průběžné. Hojně se v plagioklasu vyskytují inkluze apatitu. Většina plagioklasů je postižena silnou sericitizací.

Úlomky **dioritu** (obr. 27 A, B) jsou poloostrohranné a dosahují velikosti až 10 mm. Struktura horniny je hypautomorfně zrnitá s všesměrně zrnitou texturou. Prakticky celou horninu tvoří minerální zrna plagioklasu s lištovitým tvarem a odlišnou tloušťkou.

Průměrná velikost zrn plagioklasu v úlomku je 120  $\mu\text{m}$ . Bazicita plagioklasu byla zjištěná pomocí metody symetrické zóny a odpovídá oligoklasu až andezinu s vysokou převahou andezinu. Některá zrna plagioklasu jsou karlovarsky zdvojitěná a většina i polysynteticky lamelována. Z dalších minerálů tvoří diorit šupinky chloritu, jejichž velikost dosahuje od 60 do 250  $\mu\text{m}$ . V XPL má chlorit anomální levandulově modré interferenční barvy. V PPL jsou jeho šupinky bezbarvé a mají dobře viditelnou štěpnost. Chlorit v hornině vznikl přeměnou biotitu. Nepřeměněný biotit v dioritu téměř chybí a jeho pozůstatky tvoří tabulky s roztrženými konci. Z mafických minerálů tvoří diorit pyroxeny či amfiboly. Jejich identifikace je obtížná, jelikož jsou všechna zrna prakticky celá přeměněna na karbonát.

Ve slepenci se nachází i valoun efuzního ekvivalentu dioritu – **andezitu**. Velikost úlomku je 8 mm. Struktura horniny je porfyrická se spilitickou základní hmotou a kompaktní texturou. Většinu valounu andezitu tvoří plagioklas, který tvoří vyrostlice a nachází se i v základní hmotě. Bazicita plagioklasu odpovídá podle metody symetrické zóny oligoklasu až andezinu, přičemž převažuje bazičtější z plagioklasů. Tvary oligoklasu až andezinu jsou lištovité a velikost jejich zrn je od 50 do 380  $\mu\text{m}$ . Některé plagioklasy jsou zdvojitěné podle karlovarského zákona a prakticky všechny jsou polysynteticky lamelovány. Také lze u plagioklasu pozorovat růstovou zonálnost. Hojně se v hornině nachází zrna v XPL levandulově modrého (anomální interferenční barvy) chloritu, který vznikl přeměnou tabulek biotitu. Dále andezit tvoří amfiboly či pyroxeny, které jsou postiženy silnou karbonatizací. Základní hmota je tvořená drobnými lištami plagioklasu, zrný opakních minerálů a devitifikovaným sklem.

Úlomky **jílové břidlice** (obr. 27 C, D) jsou semioválné až oválné. Jejich velikost se pohybuje od 2 do 8 mm. Struktura břidlice je pelitická a v některých úlomcích se vyskytuje příměs aleuritické frakce, kterou tvoří křemen. Opticky jsou rozeznatelné klasy křemene a šupinky sericitu, které jsou subparalelně uspořádány.

Úlomky **jílovců** mají oválný tvar a pelitickou strukturu. Pod mikroskopem lze rozlišit velmi malé klasy křemene, jílových minerálů a šupinky sericitu. Většina součástí horniny má velikost menší než 0,004 mm.

Úlomky **prachovců** mají aleuritickou strukturu a oválný až semioválný tvar. Jejich velikost je od 1 do 7 mm. Z minerálních klastů horninu tvoří křemen, muskovit a opakní minerály. Křemen je poloostrohranný až ostrohranný a jeho velikost je do 50  $\mu\text{m}$ .

Křemen se vyskytuje pouze v monokrystalické formě a u některých klastů lze pozorovat undulózni zhášení. Muskovit se nachází ve formě menších klastů s velikosti od 20 do 40  $\mu\text{m}$  (na koncích roztřepené šupiny) i drobnějších šupinek sericitu.

Litické úlomky **kvarcitu** jsou poloostrohranné až polozaoblené. Jejich struktura je granoblastická. Velikost úlomků je od 1,3 do 7 mm. Kvarcit tvoří hlavně křemen, který výrazně převažuje nad muskovitem. Křemen tvoří izometrická zrna, zháší undulózně a některé xenoblasty vykazují granulaci. Průměrná velikost krystaloblastů křemene je od 60 do 150  $\mu\text{m}$ . Muskovit v hornině tvoří tenké, protáhlé lupínky s roztřepenými okraji. Velikost jeho krystaloblastů je od 20 do 120  $\mu\text{m}$ . Některé kvarcity obsahují i menší množství K-živce. Ten tvoří xenoblasty, které často uzavírají inkluze apatitu. Krystaloblasty K-živce mají velikost od 80 do 200  $\mu\text{m}$ .

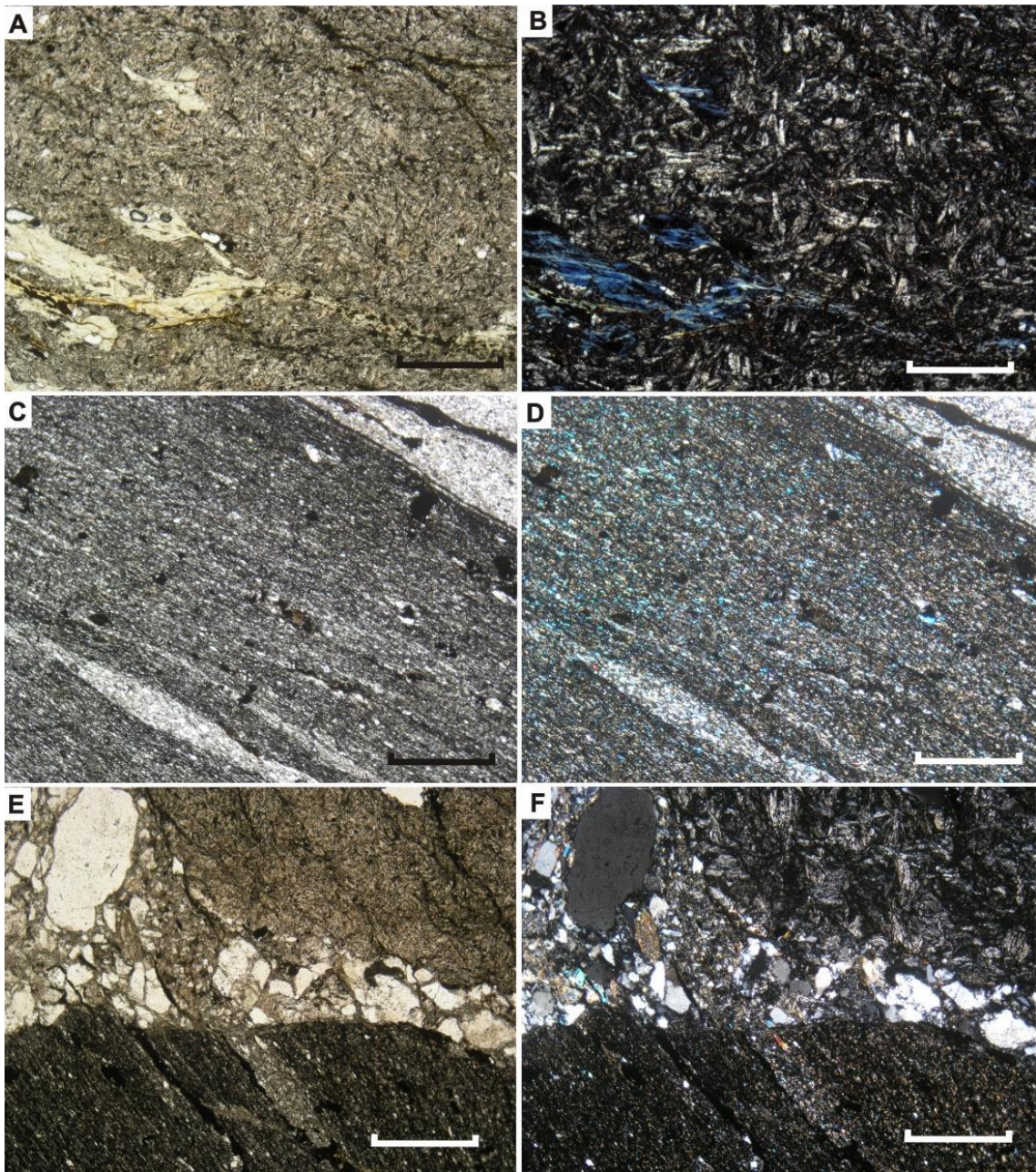
Nedokonale zaoblené litické úlomky **fylitu** dosahují velikosti až 4 mm. Jedná se o velmi jemnozrnnou horninu s velikosti minerálů menší než 0,1 mm. Z minerálů horninu tvoří křemen, muskovit (sericit), plagioklas a opakní minerály. Struktura fylitu je blastopelitická, některé úlomky mají i lepidoblastickou strukturu a plošně paralelní texturu.

Úlomky **sericitické břidlice** jsou semioválné a dosahují až 6 mm. Prakticky celou břidlici tvoří drobné šupinky sericitu a v menším množství i krystaloblasty křemene a živce (albit). Tyto krystaloblasty jsou subparalelně uspořádány. Sericitická břidlice má lepidoblastickou strukturu a plošně paralelní texturu s vysokým podílem částic menší než 0,004 mm.

Mezi jednotlivými valouny slepence se nachází **drobové pojivo** (obr. 27 E, F). Z minerálních klastů převažuje v pojivu křemen nad živci. Dále drobové pojivo tvoří klasty muskovitu. Křemenné klasty jsou poloostrohranné až polozaoblené a jejich velikost je od 80 do 600  $\mu\text{m}$ . Průměrná velikost minerálních klastů je 180  $\mu\text{m}$  (jedná se o střednozrnné drobové pojivo). Výrazně převažuje monokrystalický křemen nad polykrystalickým. Skoro všechny klasty křemene zháší undulózně a obsahují fluidní inkluze. Z živců převažuje K-živce nad plagioklasem. Minerální klasty K-živce jsou lehce zaoblené až poloostrohranné a jejich maximální velikost je 120  $\mu\text{m}$ . Mikroklinové mřížkování či jiné dvojčatění není u K-živce pozorováno. Občas je některý klast K-živce postižený sericitizací, která je viditelná v jeho štěpných trhlinách. Klasty plagioklasu jsou



poloostrohranné a dosahují velikosti až 180  $\mu\text{m}$ . Většina plagioklasů je polysynteticky lamelována. Všechny plagioklasy jsou postiženy sericitizací.

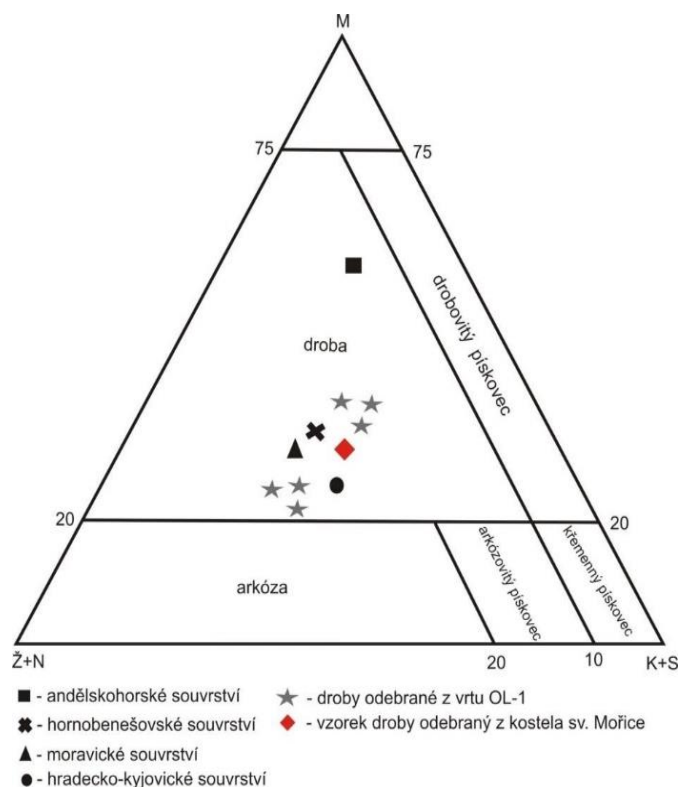


Obr. 27: Mikrofotografie výbrusu drobnozrnného polymiktního slepence: **A** – valoun dioritu tvořený především lištami oligoklasu až andezinu a bezbarvými dobře štěpnými šupinami chloritu (v PPL), **B** – levandulově modré anomální interferenční barvy chloritu v XPL; **C** – valoun jílové břidlice s pelitickou strukturou (v PPL), **D** – v XPL; **E** – drobové pojivo mezi valounem dioritu a jílové břidlice (v PPL), **F** – v XPL. Velikost měřítka je 800  $\mu\text{m}$ .

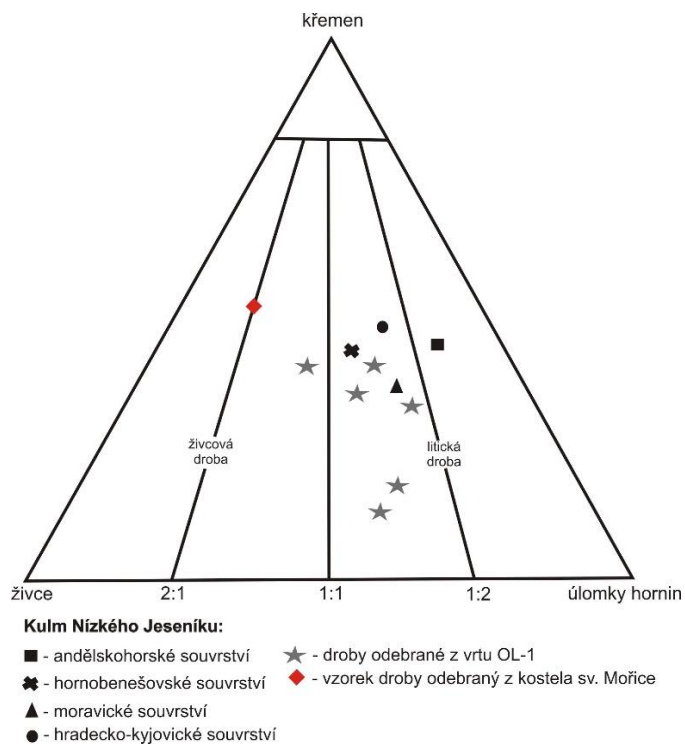
Střednozrnná živcová droba (obr. 28 a obr. 29) má psamitickou strukturu s aleuriticko-pelitickým pojivem (obr. 30 A, B). Průměrná velikost klastů je 200  $\mu\text{m}$ . V modálním složení horniny (Tab. 2) dominují minerální klasty (66,1 obj. %) nad pojivem (23,7 obj. %) a litickými úlomky (10,2 obj. %). Z minerálních klastů převažuje křemen (38,2 obj. %) nad živci (24,4 obj. %), dále horninu tvoří klasty muskovitu (3,5 obj. %). Z akcesorických minerálů se v drobě vyskytuje zirkon, apatit (inkluze v živcích) a opakní minerály. Pojivo tvoří aleuriticko-pelitická frakce a zaujímá 23,7 obj. % z celkové hmoty horniny. Droba je bez pórů a je polymiktní.

Tab. 2: Planimetrická analýza střednozrnné živcové droby odebrané z kostela sv. Mořice.

<b>složení</b>	<b>obj. %</b>
křemen	38,2
K-živec	17,1
plagioklas	7,3
živce ( $\Sigma$ )	24,4
muskovit	3,5
minerální klasty ( $\Sigma$ )	66,1
kvarcit	5,0
sericitická břidlice	0,8
prachovec	4,4
litické úlomky ( $\Sigma$ )	10,2
pojivo	23,7
celkem	100



Obr. 28: Klasifikační diagram zpevněných psamitů podle Petránka (1963). K+S – křemen a úlomky stabilních hornin, Ž+N – živce a úlomky nestabilních hornin a M – matrix. Upraveno podle Maštery (1997 a 1998)



Obr. 29: Členění drob na živcové a litičké podle Petránka (1963). Upraveno podle Maštery (1997 a 1998).

Klasy **křemene** jsou především poloostrohranné až polozaoblené. V hmotě horniny výrazně převažuje monokrystalická forma křemene nad polykrystalickou. Velikost klastů monokrystalického křemene se pohybuje v řádech desítek  $\mu\text{m}$  až po 640  $\mu\text{m}$ . Polykrystalický křemen dosahuje velikosti až 1 mm. Ve většině křemenných klastů se nachází fluidní inkluze. U křemene lze pozorovat převážně undulózni zhášení.

Z živců se v hornině vyskytují jak K-živce (17,1 obj. %), tak plagioklasy (7,3 obj. %). Klasy **K-živců** jsou nedokonale zaoblené. Jejich velikost se pohybuje v rozmezí desítek  $\mu\text{m}$  až 340  $\mu\text{m}$ . Některá zrna K-živce vykazují mikroklinové mřížkování. Ve výbruse se nachází i karlovarsky zdvojitý K-živce. Některé klasy K-živce uzavírají inkluze apatitu a zirkonu. Většina jeho klastů podléhá silné sericitizaci, kterou lze pozorovat podél štěpných trhlin minerálu. Ve výbruse se vyskytují i mikropertické K-živce.

**Plagioklas** je tvořen klasy, které jsou nedokonale zaoblené či poloostrohranné. Tvar klastů je většinou izometrický o velikosti od 40  $\mu\text{m}$  do 450  $\mu\text{m}$ . V některých plagioklasech se nachází malé inkluze automorfního apatitu a vzácně i inkluze zirkonu. Většina plagioklasů ve výbruse vyazuje polysyntetické lamelování. Polysyntetické lamely mají různou šířku a jsou průběžné. Prakticky každý klast plagioklasu je postižen silnou sericitizací. Tato přeměna je patrna hlavně na jeho okrajích a štěpných trhlinách. Ve výbruse se nevyskytují zonální plagioklasy.

**Muskovit** je v hornině zastoupen především ve formě jemnozrnného sericitu, který je součástí pojiva. Ve výbruse se ale nachází i klastický muskovit o velikosti 50 až 280  $\mu\text{m}$ . Klastický muskovit má tvar tenkých šupin, jejichž okraje jsou ve většině případů roztřepené.

**Zirkon, apatit a opakní minerály** se v hornině nachází v akcesorickém množství. První z nich vytváří drobná okrouhlá zrna s xenomorfním omezením. Některé zirkony vykazují zonálnost, která se projevuje různým indexem lomu v různých zónách minerálu. Velikost klastů zirkonu je od 20 do 60  $\mu\text{m}$ . Apatit se ve výbruse vyskytuje jako inkluze v živcích. Vytváří automorfní sloupečky a okrouhlá xenomorfní zrna. Velikost zrn apatitu se pohybuje od 35 do 50  $\mu\text{m}$ . Opakní minerály dosahují velikostí od 40 do 150  $\mu\text{m}$  a mají nepravidelné tvary.

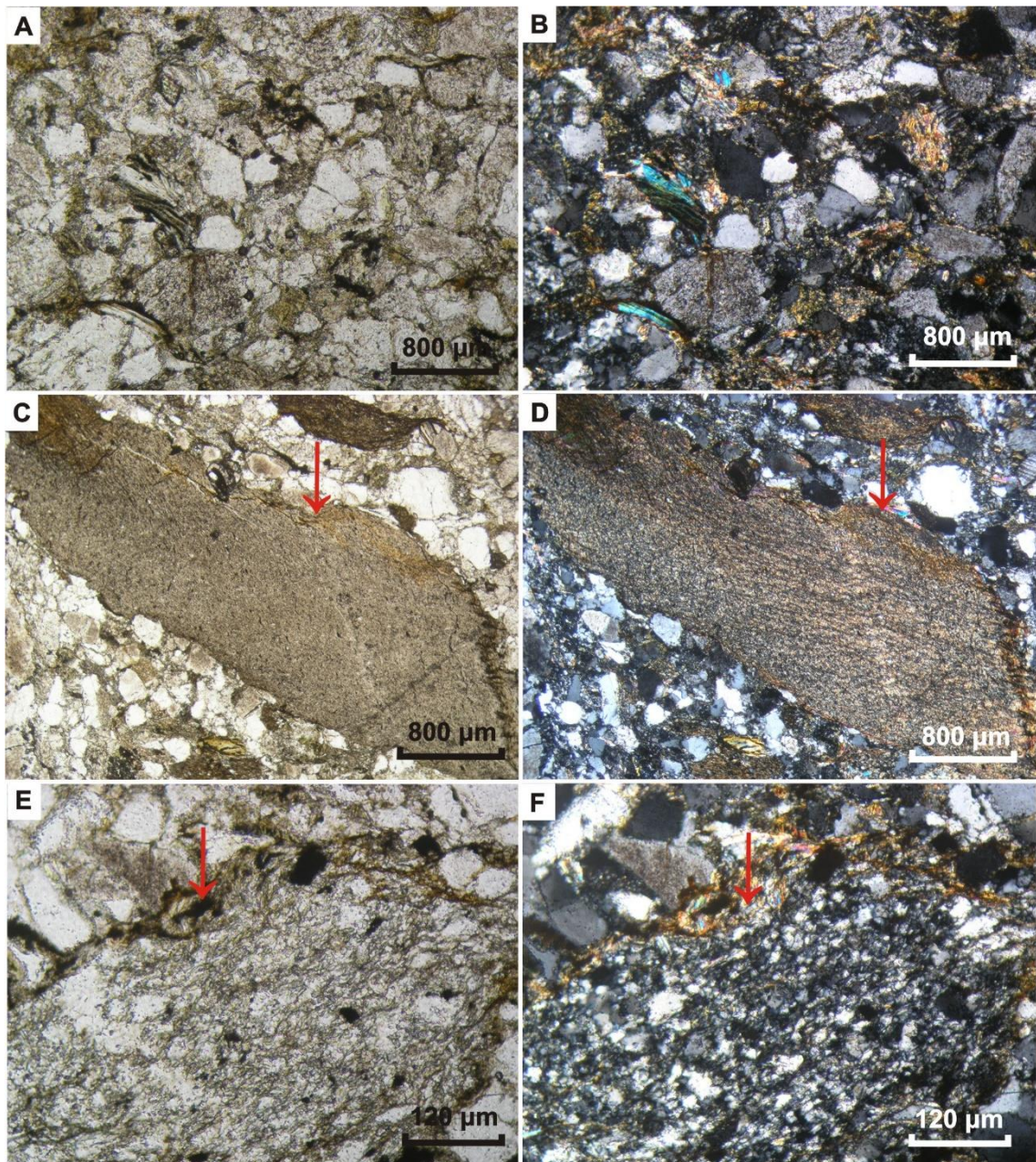
Z horninových úlomků je v drobě zastoupen prachovec, sericitická břidlice a kvarcit. Litické úlomky **kvarcitu** jsou polozaoblené až poloostrohranné. Velikost jeho

úlomků dosahuje až 3 mm. Jejich struktura je granoblastická. Úlomky kvarcitu tvoří téměř celé krystaloblasty křemene a v mnohem menší míře šupinky muskovitu s roztřepenými konci. Všechny křemeny v kvarcitu zháší undulózně.

Úlomky **sericitické břidlice** (obr. 30 C, D) jsou semioválné a dosahují velikosti až 6 mm. Břidlici tvoří prakticky celou drobné šupinky sericitu, krystaloblasty křemene a živce, které jsou subparalelně uspořádány. Sericitická břidlice má lepidoblastickou strukturu a plošně paralelní texturu s vysokým podílem krystaloblastů s velikostí pod 0,004 mm.

Úlomky **prachovce** (obr. 30 E, F) mají aleuritickou strukturu s masivní texturou a zaobleným tvarem. Velikost litických úlomků prachovce je až 5 mm. Horninu tvoří klasty křemene, muskovitu, živce a opakních minerálů. Průměrná velikost klastů je 50  $\mu\text{m}$ . V pojivu se nachází drobné šupinky sericitu a křemene.

**Pojivo** má charakter směsi tvořené křemenem a sericitem. Občas se v pojivu nachází polohy tmavě hnědého limonitu, ten výjimečně působí jako kontaktní a obalový tmel mezi klasty.



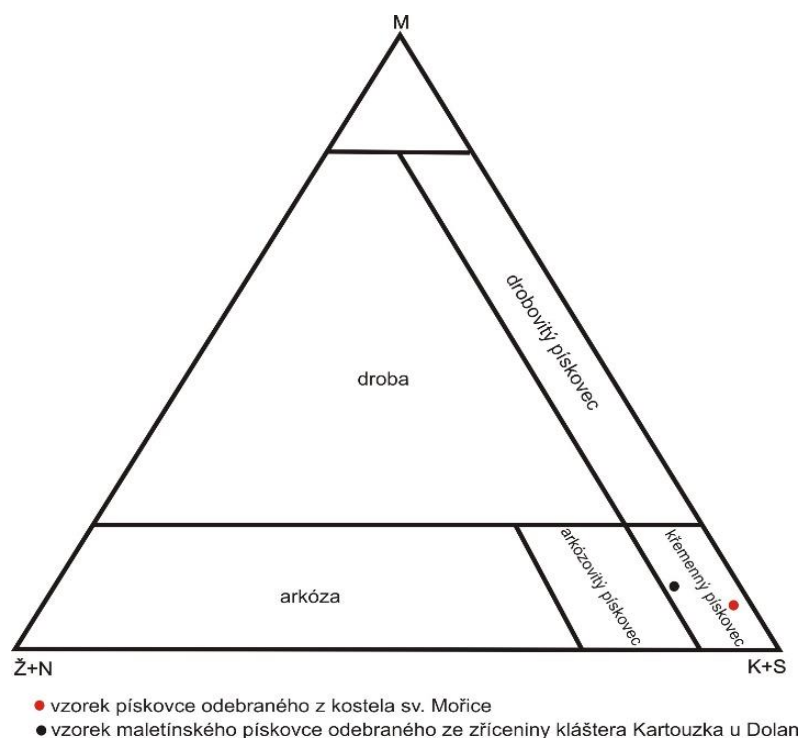
Obr. 30: Mikrofotografie výbrusu střednozrné živcové droby: **A** – psamitická struktura s aleuriticko-pelitickým pojivem droby, které tvoří křemen a sericit (v PPL), **B** – v XPL; **C** – litický úlomek sericitické břidlice s krystaloblasty sericitu, křemene a živců (v PPL), **D** – XPL; **E** – litický úlomek prachovce tvořený klasty křemene, živce a opakními minerály, v pojivu je sericit s křemenem (v PPL), **F** – v XPL.

#### 8.4.2 Křídový pískovec

Pískovec má psamitickou strukturu a masivní texturu s průměrnou velikostí klastů 75  $\mu\text{m}$ . Pískovec je tedy jemnozrný. Hlavní složkou horniny (Tab. 3) je křemen (86,1 obj. %), jedná se tedy o křemenný pískovec (obr. 31). Muskovit a K-živec jsou zastoupeny v minimálním množství, stejně jako ostatní akcesorické minerály (zirkon, glaukonit a opakní minerály). Pojivo ve vzorku zaujímá 9,1 obj. % a póry 0,7 obj. %.

Tab. 3: Planimetrická analýza jemnozrného křemenného pískovce odebraného z kostela sv. Mořice.

<b>složení</b>	<b>obj. %</b>
křemen	86,1
muskovit	1,6
K-živec	1,2
klasty ( $\Sigma$ )	88,9
opakní minerály	0,7
zirkon	0,4
glaukonit	0,3
akc. minerály	1,4
pojivo	9,1
póry	0,7
celkem	100



Obr. 31: Klasifikační diagram zpevněných psamitů podle Petránka (1963). K+S – křemen a úlomky stabilních hornin, Ž+N – živce a úlomky nestabilních hornin, K – křemen. Analýza pískovce ze zříceniny kláštera Kartouzka u Dolan převzata ze Záchy (2013).

V hornině výrazně převažuje monokrystalický **křemen** nad polykrystalickým křemenem. Klasy křemene jsou převážně poloostrohanné až polozaoblené. Velikost klastů monokrystalické formy křemene se pohybuje v intervalu od 50  $\mu\text{m}$  do 240  $\mu\text{m}$ . Polykrystalická forma dosahuje velikosti až 600  $\mu\text{m}$ . Ve výbruse jde pozorovat pouze undulózni zhášení křemene. Většinou každý jeho klast uzavírá fluidní inkluze malých velikostí. V křemeni se nachází i drobné inkluze opakních minerálů.

Klasy **K-živce** jsou poloostrohanné až polozaoblené. K-živce se v hornině vyskytuje velmi sporadicky. Velikost jeho klastů je od 40  $\mu\text{m}$  do 150  $\mu\text{m}$ . Všechny jeho klasy jsou v hornině postiženy kaolinizací.

**Muskovit** se vyskytuje ve formě klastů, ale i v pojivu s křemenem (jako sericit). Klastický muskovit má tvar tenkých, drobných šupin s roztřepenými okraji. Velikost klastů muskovitu je od 40 do 90  $\mu\text{m}$ .

**Zirkon** (obr. 32 C, D) se v hornině nachází v akcesorickém množství. Zirkon ve výbruse většinou vytváří drobná okrouhlá izometrická zrna, která mají xenomorfní

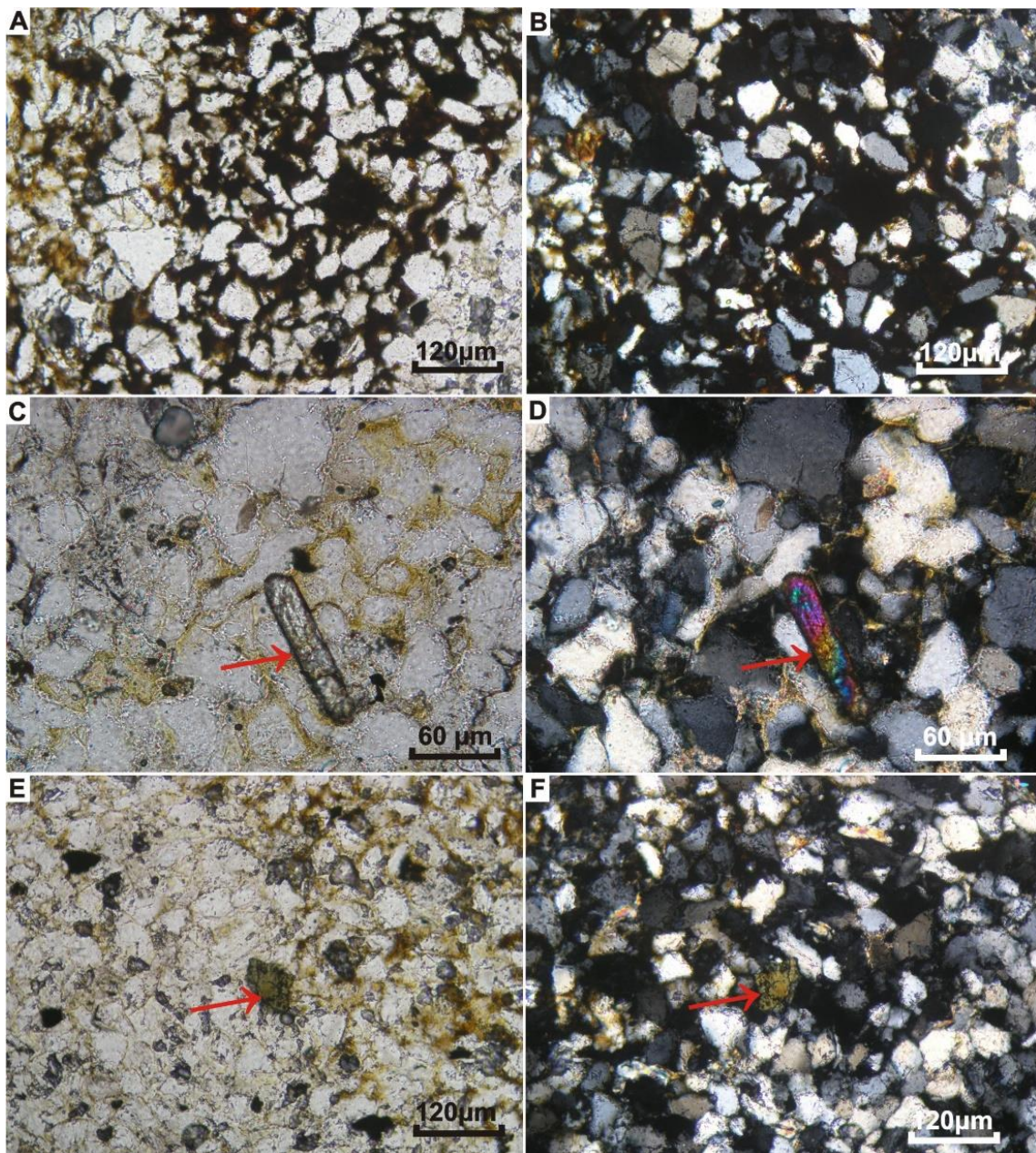


omezení. Jedno zrno zirkonu tvoří automorfní sloupeček, který je na obou koncích zaoblený. Některé zirkony jsou růstově zonální, což se projevuje různým dvojlomem v různých zónách minerálu. Průměrná velikost klastů zirkonu je 25  $\mu\text{m}$ .

**Opakní minerály** nepravidelných tvarů mají velikost od 20 do 120  $\mu\text{m}$ . Vyskytují se i jako drobné inkluze v křemeni a nachází se i v základní hmotě.

**Glaukonit** (obr. 32 E, F) vytváří okrouhlá zrna. V PPL má olivově zelenou barvu, někdy nahnědlou barvu, která překrývá jeho interferenční barvy v XPL. Průměrná velikost zrn glaukonitu je 40  $\mu\text{m}$ .

**Pojivo** horniny je tvořeno křemenem (aleuriticko-pelitická frakce) a šupinkami velmi jemnozrného sericitu. Bohatě se v pojivu vyskytuje tmavě hnědý limonit (obr. 32 A, B). Místy limonit působí jako kontaktní až obalový tmel. V pojivu se v menší míře vyskytují opakní minerály nepravidelného tvaru s průměrnou velikostí 20  $\mu\text{m}$ . Póry mají v hornině nepravidelný tvar a jsou většinou protaženy jedním směrem. Velikost pórů je 50 až 240  $\mu\text{m}$ . Ve většině pórů se objevují povlaky hnědého limonitu.



Obr. 32: Mikrofotografie výbrusu jemnozrnného křemenného pískovce: **A** – psamitická struktura pískovce s hnědým limonitovým tmelem (v PPL), **B** – v XPL; **C** – automorfní na obou koncích zaoblený sloupeček akcesorického zirkonu (v PPL), **D** – střední až vysoký index lomu zirkonu (v XPL), **E** – olivově zelené zrno glaukonitu (v PPL), **F** – vlastní barva glaukonitu překrývá jeho interferenční barvy (v XPL).

### 8.4.3 Terciární vápenec

Terciární vápenec má organodetrickou strukturu (obr. 33 A, B) s psamiticko-aleuritickou příměsí a pórovitou texturu. Vápenec je složen především z bioklastů (56,1 obj. %; Tab. 4). Jedná se například o vápnité schránky mechovek (obr. 33 A), dále mlžů, přičemž některé jejich schránky mají zachovanou prizmatickou vrstvu (obr. 33 B).

Terciární organodetrický vápenec je také tvořen schránkami různých druhů foraminifer: biseriálními (obr. 33 C), spirálními (obr. 33 D) a planktonními (obr. 33 E; pravděpodobně náležející nadčeledi *Globigerinoidea*). Ve vápenci se také nachází dobře zachovalé ostny ježovek (obr. 33. F) a špatně zachovalé rourky po červech.

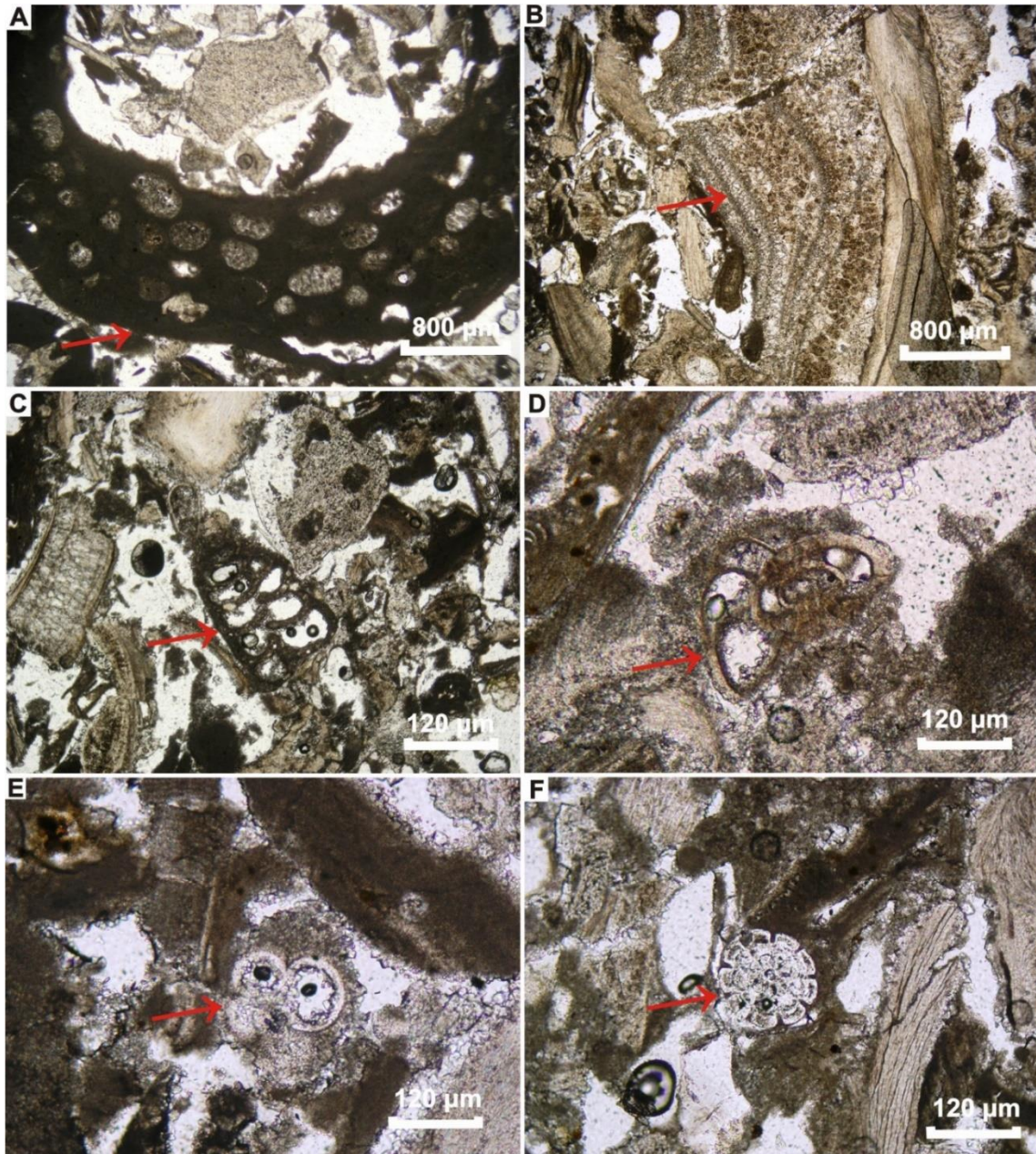
Velikost schránek fauny se pohybuje od 200  $\mu\text{m}$  do 14 mm. V některých bioklastech lze pozorovat vláknitou strukturu kalcitu. Mezi úlomky se nachází póry nepravidelného tvaru, které dosahují velikosti až 1,4 mm. Pojivo (17,8 obj. %) mezi bioklasty je karbonátové a působí jako dotykový, místy obalový tmel. Vápenec je porézní (24,2 obj. %) a tyto nepravidelné póry mají velikosti pohybující se od 80  $\mu\text{m}$  do 800  $\mu\text{m}$ . Póry lemuje karbonátové pojivo.

V pojivu se mimo bioklastů nachází velikostně psamitické až aleuritické klasty minerálů. Největší zastoupení má poloostrohranný až polozaoblený křemen (1,2 obj. %; obr. 34 C, D). Ve výbruse se nachází i zrna kalcitu (0,7 obj. %) s izometrickým tvarem a hypautomorfním, někdy s automorfním omezením (obr. 34 E, F).

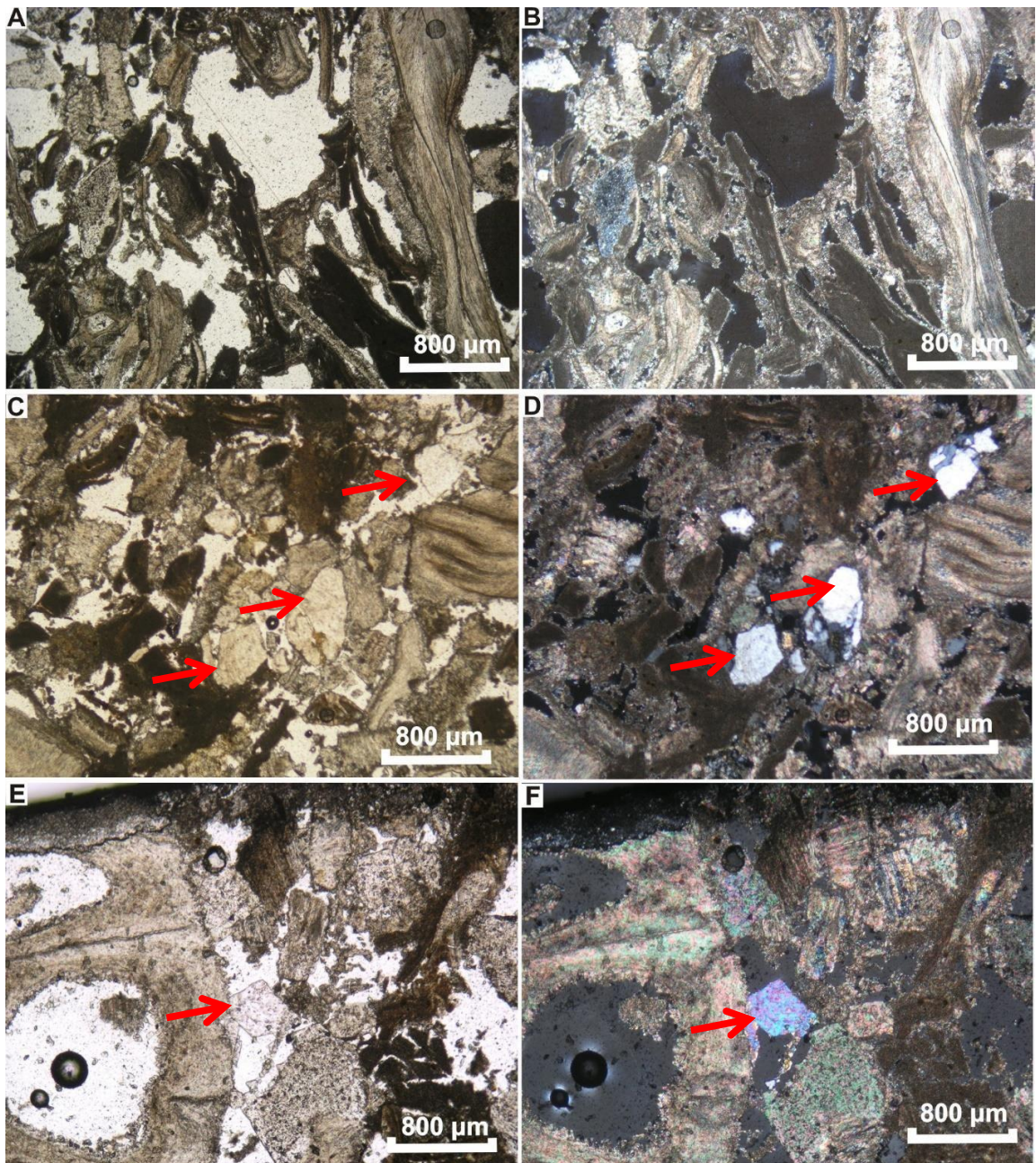
Podle Dunhama (1962) je tento organodetrický vápenec klasifikován jako bioklastický grainstone.

Tab. 4: Planimetrická analýza terciárního organodetrického vápence odebraného z kostela sv. Mořice.

složení	obj. %
bioklasty	56,1
kalcit	0,7
křemen	1,2
pojivo	17,8
póry	24,2
celkem	100



Obr. 33: Mikrofotografie mikrofosilií tvořící terciární organodetritický vápenec (v PPL): **A** – mechovka, **B** – prizmatická vrstva mlže, **C** – biseriální foraminifera, **D** – spirální foraminifera, **E** – planktonní foraminifera, **F** – osten ježovky.



Obr. 34: Mikrofotografie terciárního organodetrického vápence: **A** – organodetrická struktura vápence s pórovitou texturou (v PPL), **B** – v XPL; **C** – zrna křemene (v PPL), **D** – v XPL; **E** – automorfní zrno kalcitu (v PPL), **F** – v XPL.

#### 8.4.4 Malta typu „Kufstein“ (románský cement)

Malta má masivní texturu. Ve složení malty typu kufstein (Tab. 5) výrazně převažuje pojivo (84,6 obj. %) nad plnivem (7,3 obj. %) a póry (8,1 obj. %). Plnivo zastupují pouze minerální zrna, litické úlomky se v maltě nenachází. Z minerálních zrn tvoří maltu pouze kalcit (5,2 obj. %) a v menší míře také křemen (2,1 obj. %).

Tab. 5: Planimetrická analýza malty typu kufstein odebrané z kostela sv. Mořice.

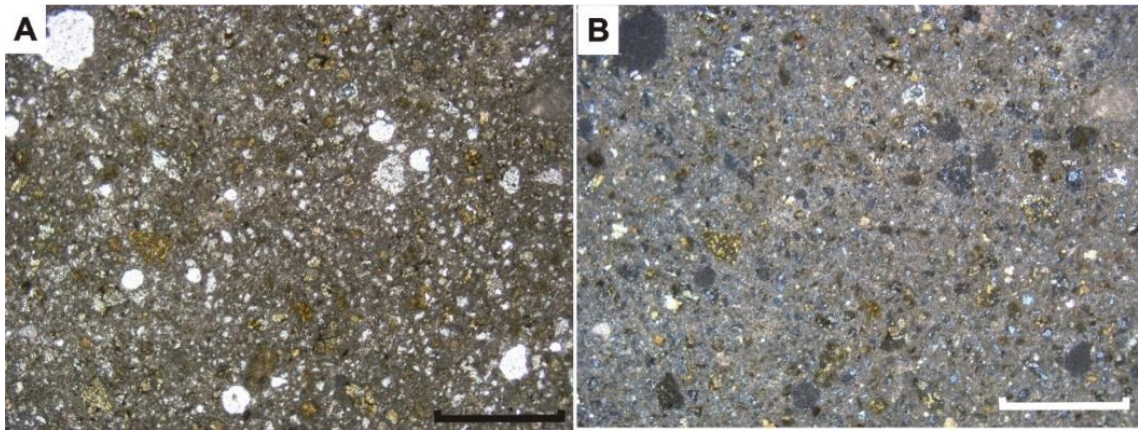
složení	obj. %
kalcit	5,2
křemen	2,1
plnivo ( $\Sigma$ )	7,3
póry	8,1
pojivo	84,6
celkem	100

Zrna **křemene** jsou v maltě polozaoblená až poloostrohranná. Velikost jeho zrn je od 40 do 250  $\mu\text{m}$ . Maltu tvoří pouze monokrystalická forma křemene. Ve většině zrn se nacházejí fluidní inkluze. Prakticky všechny křemeny ve výbruse zháší undulózně.

**Kalcit** tvoří poloostrohranná až polozaoblená zrna. Jejich velikost je od 80 do 300  $\mu\text{m}$ . V PPL je dobře viditelná štěpnost a v XPL je nápadný vysoký dvojlom.

**Póry** jsou ve výbruse dobře zaoblené. Tvoří většinou okrouhlé tvary, někdy se ve výbruse nachází póry, které jsou protaženy jedním směrem. Téměř každý pór je lemován kalcitem. Velikost pórů je od 20 do 800  $\mu\text{m}$ .

**Pojivo** (obr. 35 A, B) je tvořeno aleuriticko-pelitickou frakcí. Jemně zrnitý karbonát je zbarven do hnědooranžova oxy-hydroxidy železa. V pojivu se hojně vyskytuje rezavě hnědý limonit, který tvoří shluky s nepravidelným tvarem o velikosti až 100  $\mu\text{m}$ .



Obr. 35: Mikrofotografie malty typu kufstein: **A** – masivní textura malty s vápenným pojivem, okrouhlými až kulovitými póry a kamenivem zastupující křemen a kalcit (v PPL), **B** – v XPL. Měřítka je 800  $\mu\text{m}$ .

#### 8.4.5 Černý typ malty

Malta má masivní texturu. Pojivo (52,2 obj. %; Tab. 6.) převažuje nad plnivem (38,9 obj. %). V plnivě převažují zrna minerálů (26,5 obj. %) nad litickými úlomky (12,4 obj. %). Minerální zrna zastupuje křemen (17,4 obj. %), K-živec (6,8 obj. %) a plagioklas (2,3 obj. %). Z horninových úlomků maltu tvoří kvarcit (10,1 obj. %) a prachovec (2,3 obj. %). Póry zauímají 8,9 obj. % z celkové hmoty malty.

Tab. 6: Planimetrická analýza černého typu malty odebraného z kostela sv. Mořice.

složení	obj. %
křemen	17,4
K-živec	6,8
plagioklas	2,3
kvarcit	10,1
prachovec	2,3
plnivo ( $\Sigma$ )	38,9
póry	8,9
pojivo	52,2
celkem	100

Minerální zrna **křemene** jsou v maltě poloostrohranná až zaoblená. Velikost křemenných zrn je od 30 do 600  $\mu\text{m}$ . Převažuje monokrystalický křemen nad polykrystalickým. Často se v křemenech vyskytují fluidní inkluze. Ve výbruse lze pozorovat pouze undulózní zhášení křemene.

**Živce** jsou v maltě zastoupeny jak **K-živci** (6,8 obj. %), tak **plagioklasy** (2,3 obj. %), přičemž převažují poloostrohranná až polozaoblená zrna K-živce s velikostí od 150 do 400  $\mu\text{m}$ . Prakticky všechna jeho zrna jsou ve výbruse mikropertitická a některé K-živce jsou zdvojitě podle karlovarského zákona. K-živce většinou uzavírají inkluze okrouhlého xenomorfního apatitu, v jednom zrně K-živce se nachází i okrouhlé xenomorfní zrno zirkonu. Všechna zrna jsou postižena kaolinizací a některá i sericitizací. Tyto přeměny lze sledovat ve štěpných trhlinách minerálu. Plagioklasů je ve výbruse relativně méně a tvoří poloostrohranná až polozaoblená zrna s velikostí od 200 do 350  $\mu\text{m}$ . Všechny plagioklasy jsou polysynteticky lamelovány a sericitizovány. Některá zrna plagioklasu uzavírají inkluze apatitu.

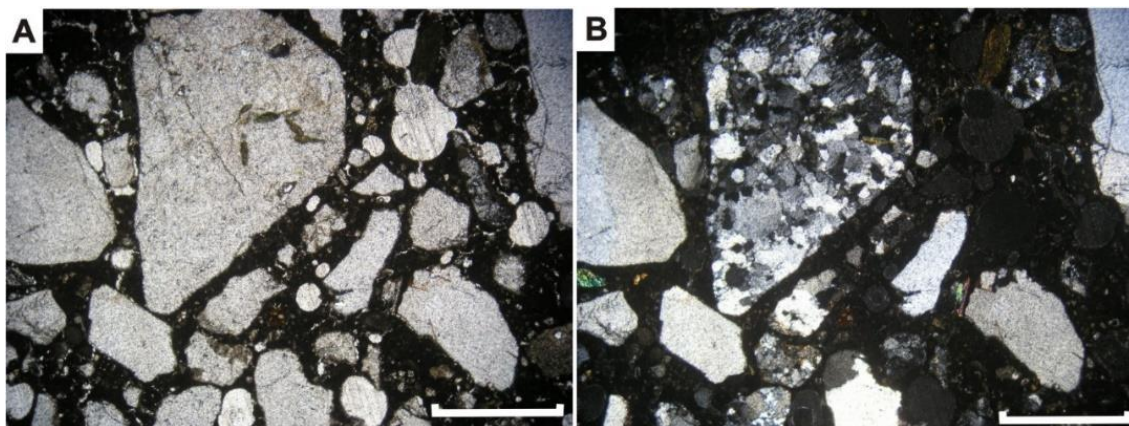
**Kvarcít** v maltě vytváří polozaoblené až poloostrohranné úlomky. Jejich velikost je od 0,5 do 4 mm. Struktura kvarcitu je granoblastická. Hlavní součástí horniny je polykrystalický křemen. Xenoblasty křemene zháší undulózně. Velikost jeho krystaloblastů je od 90 do 140  $\mu\text{m}$ . Prakticky všechny krystaloblasty křemene obsahují fluidní inkluze. Ve výbruse se nachází i kvarcity s krystaloblasty K-živce (časté jsou inkluze apatitu) a se šupinkami muskovitu.

**Prachovce** mají ve výbrusu aleuritickou strukturu. Jejich úlomky jsou polozaoblené až zaoblené. Velikost litických úlomků prachovce je od 1 do 5 mm. Prachovec tvoří především klasty křemene, muskovitu a živce. Průměrná velikost klastů je 45  $\mu\text{m}$ . Pojivo sedimentu tvoří klasty křemene a šupinky sericitu.

**Póry** mají v maltě většinou kulatý až okrouhlý tvar. Málokdy póry vytvářejí nepravidelné tvary. Velikost pórů je od 70 do 380  $\mu\text{m}$ . Některé póry jsou lemovány karbonátem, zřídka jsou jim i vyplněny.

**Vlastní pojivo** (obr. 36 A, B) malty je tvořeno jemnozrným karbonátem a drobnými šupinkami sericitu.





Obr. 36. Mikrofotografie černého typu malty: **A** – masivní struktura malty s jemnozrnným vápenným pojivem a plnivem tvořeným monokrystalickým a polykrystalickým křemenem (v PPL), **B** – v XPL. Měřítka je 800  $\mu\text{m}$ .

#### 8.4.6 Bílý typ malty

Malta má porézní texturu (obr. 37 A, B). Plnivo (28,3 obj. %; Tab. 7) mírně převažuje nad pojivem (26,7 obj. %). V plnivu vysoce převažují minerální zrna (19,7 obj. %) nad litickými úlomky (8 obj. %). Minerální zrna jsou zastoupená křemenem (14,7 obj. %), K-živcem (3,8 obj. %) a plagioklasem (1,2 obj. %). Akcesoricky je přítomen zirkon (pod 0,1 obj. %). Z horninových úlomků maltu tvoří kvarcit (4,6 obj. %), jílová břidlice (0,5 obj. %) a prachovec (1,6 obj. %). Póry v maltě zaujímají (38,7 obj. %).

Tab. 7: Planimetrická analýza bílého typu malty odebrané z kostela sv. Mořice.

složení	obj. %
křemen	14,7
K-živec	3,8
plagioklas	1,2
kvarcit	4,6
jílová břidlice	0,5
prachovec	1,6
plnivo ( $\Sigma$ )	26,4
pojivo	26,8
póry	38,7
celkem	100

Zrna **křemene** jsou v maltě poloostrohranná až polozaoblená (obr. 37 A, B). Mírně převažuje polykrystalická forma křemene nad monokrystalickou formou. Velikost křemenných zrn je od 50  $\mu\text{m}$  do 400  $\mu\text{m}$ . Všechna zrna křemene zháší undulózně. Velikost polykrystalické formy křemene dosahuje velikosti až 1,4 mm a některá jeho zrna uzavírají inkluze muskovitu. Muskovit v křemeni tvoří drobné a tenké šupiny s roztřepenými okraji.

Zrna **K-živce** jsou poloostrohranná až polozaoblená. Velikost zrn je od 80 do 700  $\mu\text{m}$ . Většina jeho zrn obsahuje mikropertity. Jako inkluze se v K-živci nachází apatit a zirkon. Oba dva minerály vytváří většinou okrouhlá zrna s xenomorfním omezením. K-živce ve výbruse podléhají kaolinizaci, která je pozorovatelná ve štěpných trhlinách minerálu.

**Plagioklasy** jsou v maltě poloostrohranné až polozaoblené. Velikost jeho zrn je od 150 do 560  $\mu\text{m}$ . Všechna jeho zrna jsou polysynteticky lamelována, přičemž lamely jsou průběžné v celém zrnu. Některá zrna jsou postižená slabou sericitizací. Plagioklasy často obsahují inkluze apatitu, který má okrouhlé tvary s xenomorfním omezením.

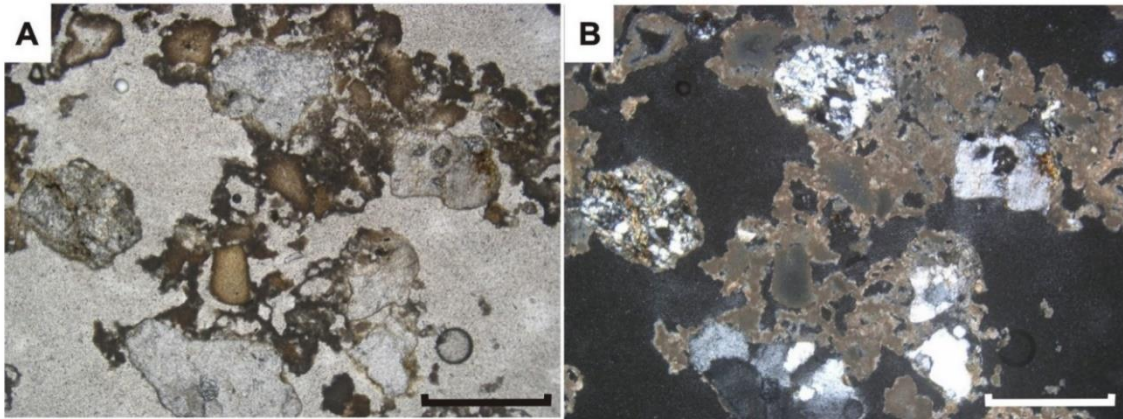
**Kvarcit** v maltě vytváří polozaoblené až poloostrohranné úlomky. Jejich velikost je od 0,8 do 7 mm. Struktura kvarcitu je granoblastická. Hlavní součástí horniny jsou krystaloblasty křemene, přičemž převažuje polykrystalický křemene nad monokrystalickým. Prakticky všechny krystaloblasty křemene zháší undulózně. Velikost krystaloblastů křemene je od 70 do 180  $\mu\text{m}$ . Některé litické úlomky kvarcitu obsahují také krystaloblasty K-živce a muskovitu. K-živce mají izometrický tvar a jsou sericitizované a muskovit tvoří drobné na koncích roztřepené šupinky.

Úlomky **jílové břidlice** jsou polozaoblené až zaoblené. Jejich velikost se pohybuje od 2 do 4,3 mm. Struktura břidlice je pelitická a tvoří ji subparalelně uspořádané klasty křemene a sericitu. Prakticky všechny klasty jílové břidlice mají velikost menší než 0,004 mm.

**Prachovce** mají v maltě aleuritickou strukturu. Jejich úlomky jsou polozaoblené až zaoblené. Velikost litických úlomků prachovce je od 1 do 4 mm. Horninu tvoří hlavně klasty křemene, muskovitu a živce. Průměrná velikost klastů je 35  $\mu\text{m}$ . Pojivo tvoří drobné šupinky sericitu a křemene.

**Póry** mají v maltě prakticky všechny nepravidelný tvar (obr. 37 A, B). Velikost pórů je od 0,2 mm do 6 mm. Některé póry jsou vyplněny karbonátem.

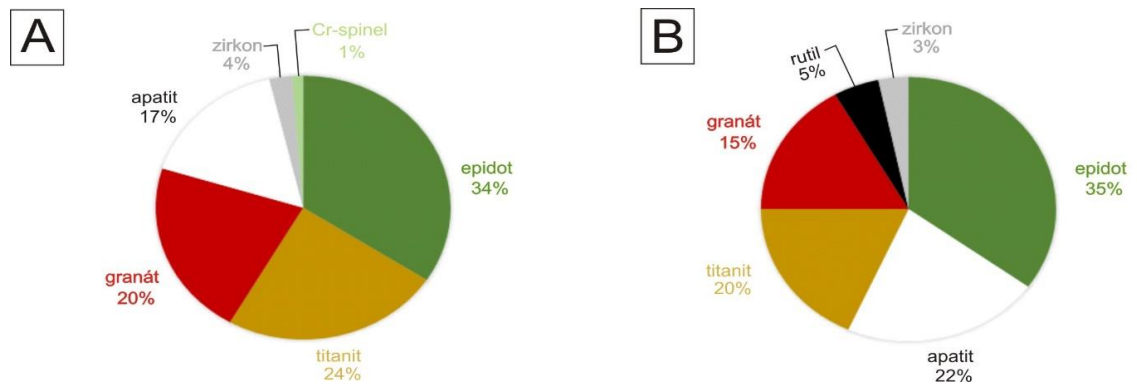
**Pojivo** je složeno jemnozrnným karbonátem (obr. 37 A, B) a někdy působí jako dotykový až obalový tmel. V některých částech pojiva se nachází červenohnědé nepravidelné shluky limonitu.



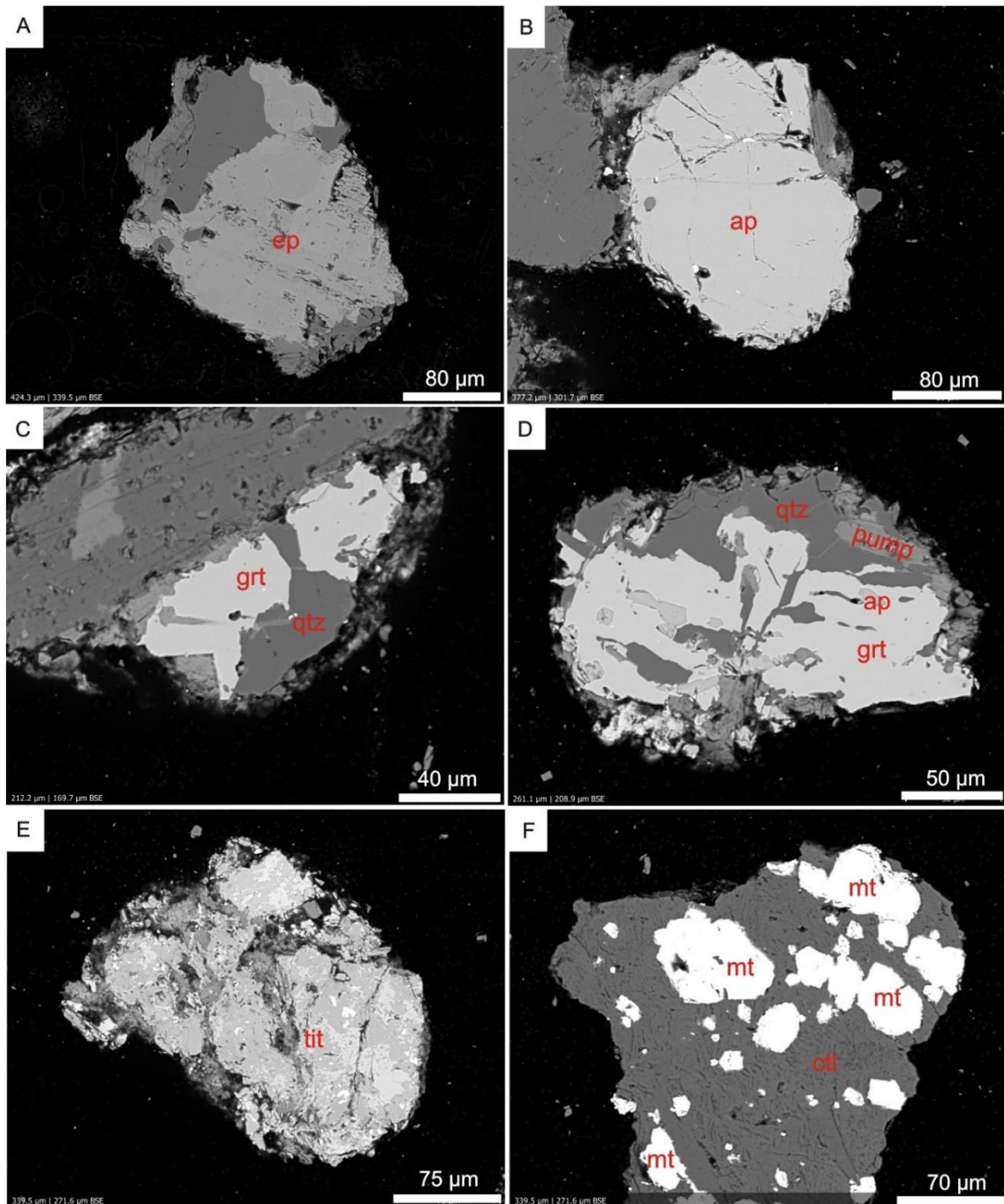
*Obr. 37: Mikrofotografie bílého typu malty: **A** – pórovitá textura malty s vápenným pojivem a plnivem tvořeným monokrystalickou i polykrystalickou formou křemene a litickými úlomky v PPL, **B** – v XPL. Měřítka je 800  $\mu\text{m}$ .*

## 8.5 Analýza těžké frakce

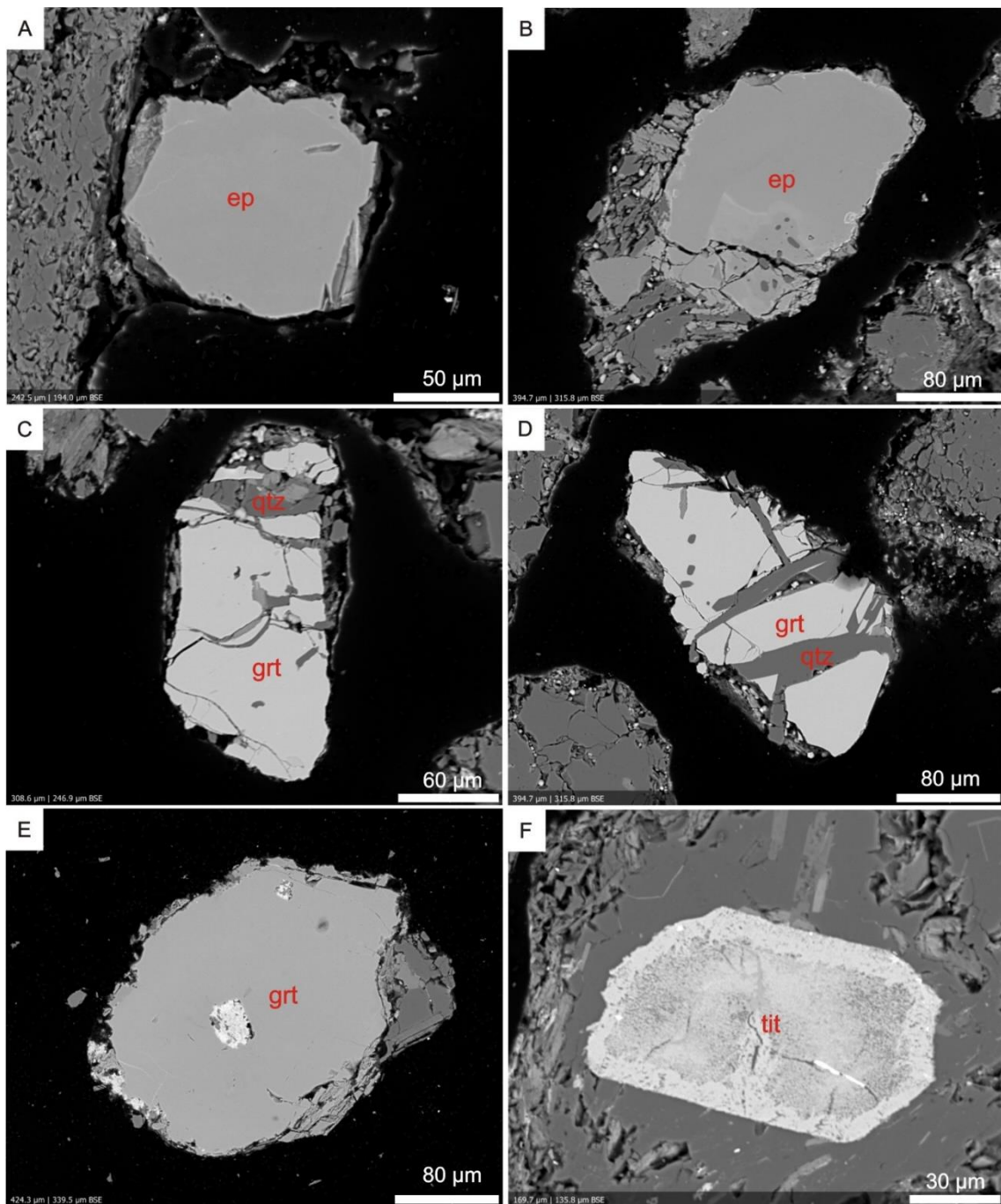
Analýza těžké frakce s důrazem na průsvitné těžké minerály byla provedená na vzorcích zdiva spodnokarbonské droby a spodnokarbonského slepence odebraných z jižní věže kostela sv. Mořice. Kvantitativní zastoupení jednotlivých minerálů těžké frakce je vyobrazeno na obr. 38 A, B. Jak vzorek slepence, tak vzorek droby odebraný z jižní věže kostela sv. Mořice se vyznačují velmi podobným složením těžkých minerálů. Z těžké frakce převládá epidot (obr. 39 A a obr. 40 A, B), titanit (obr. 39 E a obr. 40 F), granát (obr. 39 C, D a obr. 40 C, D, E) a apatit (obr. 39 B). Ve vedlejších množstvích se v asociaci nachází zirkon, rutil a Cr-spinel. Staurolit, amfibol, ilmenit či turmalín se v asociaci nevyskytovali.



Obr. 38: Asociace těžkých minerálů: **A** – ve vzorku droby, **B** – ve vzorku slepence.

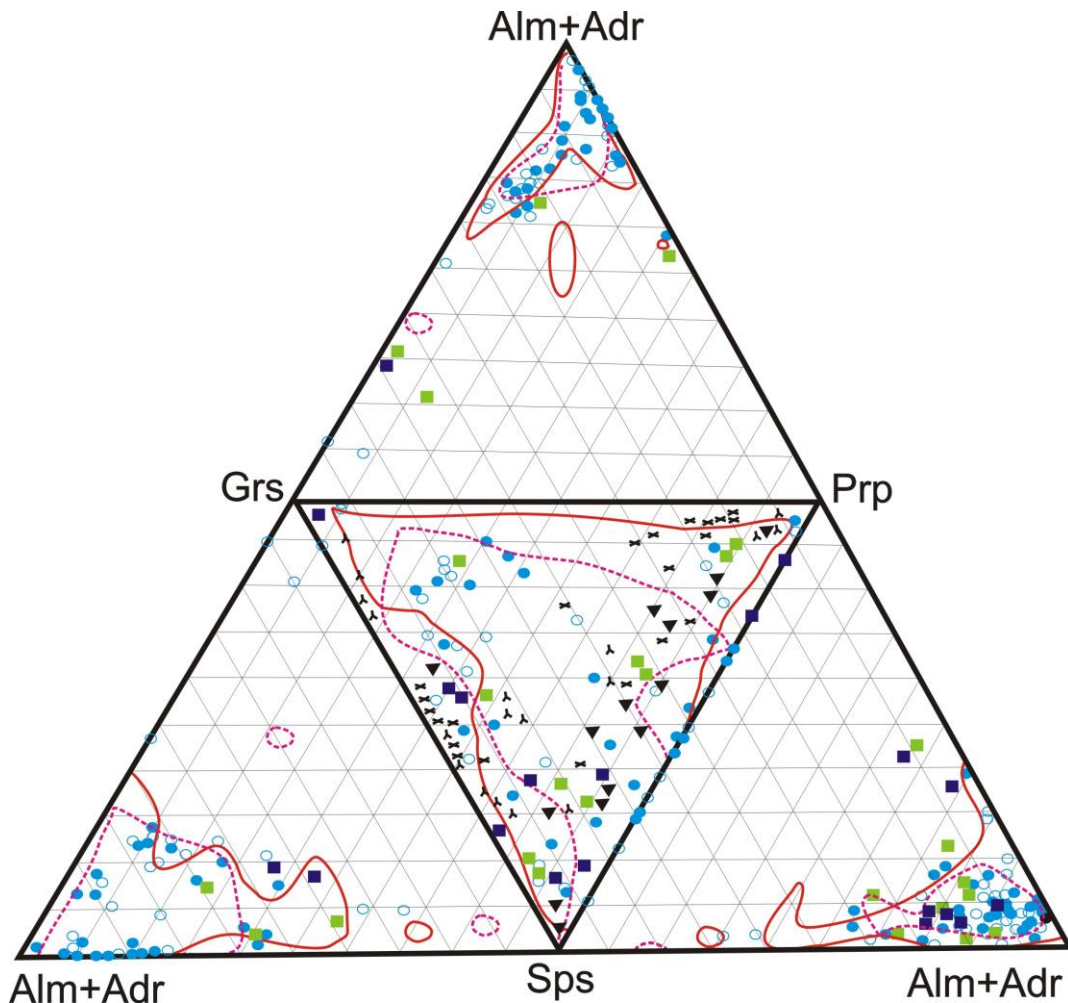


Obr. 39: Mikrofotografie těžké frakce ze spodnokarbonské droby odebrané z jižní věže kostela sv. Mořice (BSE), zkratky minerálů: ep – epidot, ap – apatit, qtz – křemen, pump – pumpellyit, tit – titanit, mt – magnetit, ctl - chryzotil. **A** – zrno epidotu bez chemické zonálnosti, **B** – homogenní zrno apatitu, **C**, **D** – granát s převahou almandinové molekuly  $Alm_{51-73}Sps_{18-36}Prp_{6-8}Grs_4And_{0-1}$ , **E** – titanit, **F** – chryzotil s inkluzemi magnetitu. Foto: J. Kapusta.



Obr. 40: Mikrofotografie těžké frakce ze spodnokarbonského slepence odebraného z jižní věže kostela sv. Mořice (BSE), zkratky minerálů: ep – epidot, ap – apatit, qtz – křemen, tit – titanit. **A** – homogenní zrno epidotu, **B** – zrno epidotu bez chemické zonálnosti, **C, D** – granáty prorůstající s křemenem s převahou almandinové molekuly  $Alm_{73-80}SpS_{9-18}Prp_{6-9}Grs_{1-4}And_{0,4-0,9}$ , **E** – granát s převahou almandinové molekuly  $Alm_{55}Prp_{37}And_{4}SpS_4$ , **F** – zatlačování titanitu. Foto: J. Kapusta.

Chemické složení detritických granátů je graficky znázorněno na obr. 41. Jak ve vzorku spodnokarbonské droby, tak ve vzorku spodnokarbonského slepence převažují granáty s převahou almandinové molekuly ( $\text{Alm}_{43-80}\text{Sps}_{4-39}\text{Prp}_{1-44}\text{Grs}_{1-25}$ ; Tab. 8 a 9). V mnohem menší míře byly zjištěny i granáty s převahou spessartinové ( $\text{Sps}_{43-58}\text{Alm}_{29-38}\text{Pyr}_{1-2}\text{Grs}_{10-18}$ ; Tab. 8 a 9) a grossularové molekuly ( $\text{Grs}_{67-69}\text{Alm}_{20-31}\text{Pyr}_{0-12}$ ; Tab. 8 a 9). Andraditová a uvarovitová komponenta se ve studovaných granátech vyskytuje pouze v nevýznamném množství.



- 1. vzorek droby odebraný Zapletalem et al. (2012) z kostela sv. Mořice
- 2. vzorek droby odebraný Zapletalem et al. (2012) z kostela sv. Mořice
- vzorek droby odebraný z jižní věže kostela sv. Mořice
- vzorek slepence odebraný z jižní věže kostela sv. Mořice
- stavební kámen - Přemyslovský palác (Čopjaková et al. 2007)
- - - výchozy - Olomoucký kopec (Čopjaková et al. 2007)
- ✕ hornobenešovské souvrství (Hartley a Otava 2001)
- ▲ hornobenešovské souvrství (Otava 1985)
- ▼ báze moravického souvrství (Otava 1985)

Obr. 41: Grafické znázornění chemismu detritických granátů.

Tab. 8: Výsledky části bodových analýz vybraných zrn granátů ze vzorku droby odebrané z jižní věže kostela sv. Mořice. Přepočteno na 12 atomů O.

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>SiO<sub>2</sub></b>	36,90	36,64	37,05	37,20	37,19	36,07	36,18	35,80
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,02	0,08	0,00	0,00	0,04	0,09	0,12
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	20,87	21,03	20,59	23,25	25,74	20,33	20,54	20,24
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,10	0,06	0,31	0,00	0,00	0,34	0,07	0,48
<b>FeO</b>	30,89	33,48	22,79	11,68	2,94	24,15	12,92	20,94
<b>MnO</b>	6,01	6,14	15,57	0,07	0,11	15,64	24,89	16,59
<b>MgO</b>	3,03	1,41	1,89	0,06	2,84	0,73	0,49	0,68
<b>CaO</b>	1,48	1,58	1,79	23,02	22,32	1,71	3,52	3,50
<b>celkem</b>	99,32	100,36	100,07	95,32	91,14	99,01	98,74	98,35
<b>Si</b>	2,996	2,981	3,009	2,933	2,872	2,992	2,989	2,981
<b>Ti</b>	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,008
<b>Al</b>	1,997	2,016	1,971	2,160	2,343	1,988	2,000	1,986
<b>Cr</b>	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,000
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,007	0,003	0,022	0,000	0,000	0,026	0,005	0,036
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	2,090	2,275	1,526	0,934	0,559	1,650	0,887	1,422
<b>Mn</b>	0,413	0,423	1,071	0,005	0,007	1,099	1,741	1,170
<b>Mg</b>	0,367	0,171	0,229	0,007	0,327	0,090	0,060	0,084
<b>Ca</b>	0,129	0,138	0,156	1,944	1,847	0,152	0,312	0,312
<b>celkem</b>	8,002	8,009	7,989	7,986	7,956	7,999	8,002	8,001
koncové členy [%]								
<b>almandin</b>	69,70	75,50	51,20	32,3	20,40	55,20	29,40	47,60
<b>andradit</b>	0,30	0,20	0,90	0,00	0,00	1,10	0,20	1,50
<b>grossulár</b>	3,90	4,40	4,30	67,10	67,40	4,0	10,0	8,90
<b>pyrop</b>	12,20	5,70	7,70	0,20	11,90	36,70	2,0	2,80
<b>spessartin</b>	13,80	14,20	35,90	0,20	0,30	0,00	58,2	39,20
<b>uvarovit</b>	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00
<b>celkem</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0



*Pokračování Tab. 8: Výsledky části bodových analýz vybraných zrn granátů ze vzorku droby odebrané z jižní věže kostela sv. Mořice. Přepočteno na 12 atomů O.*

	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>SiO<sub>2</sub></b>	37,80	37,10	37,93	36,96	36,84	37,83	36,40	36,25
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,04	0,00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	24,56	23,35	23,05	22,76	24,16	19,97	20,46	20,53
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,14	0,02
<b>FeO</b>	27,69	23,86	22,52	25,43	24,61	27,57	33,86	28,83
<b>MnO</b>	4,30	8,73	2,91	1,86	2,38	6,37	4,67	9,81
<b>MgO</b>	2,80	1,90	11,24	2,49	9,48	1,45	1,59	1,47
<b>CaO</b>	1,30	2,10	1,43	8,70	1,67	5,63	1,66	1,58
<b>celkem</b>	98,45	97,09	99,08	98,20	99,27	99,13	98,82	98,49
<b>Si</b>	2,925	2,949	2,914	2,931	2,836	3,072	3,002	2,998
<b>Ti</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
<b>Al</b>	2,240	2,187	2,087	2,127	2,192	1,912	1,989	2,001
<b>Cr</b>	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,023	0,010	0,002
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	2,076	1,825	1,488	1,787	1,645	1,850	2,325	1,992
<b>Mn</b>	0,282	0,588	0,189	0,125	0,155	0,438	0,326	0,687
<b>Mg</b>	0,323	0,225	1,287	0,294	1,088	0,176	0,195	0,181
<b>Ca</b>	0,108	0,179	0,118	0,739	0,138	0,490	0,147	0,140
<b>celkem</b>	7,954	7,957	8,043	8,004	8,062	7,960	7,996	8,001
koncové členy [%]								
<b>almandin</b>	74,40	64,80	45,70	60,50	51,40	61,90	77,70	66,40
<b>andradit</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,40	0,10
<b>grossulár</b>	3,90	6,20	3,70	25,20	4,70	15,90	4,50	4,60
<b>pyrop</b>	11,60	8,00	44,20	10,00	38,30	6,10	6,50	6,00
<b>spessartin</b>	10,10	20,90	6,50	4,30	5,50	15,10	10,90	22,90
<b>uvarovit</b>	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
<b>celkem</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 9: Výsledky části bodových analýz vybraných zrn granátů ze vzorku slepence odebraného z jižní věže kostela sv. Mořice. Přepočteno na 12 atomů O.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>SiO<sub>2</sub></b>	36,21	38,08	36,39	36,62	37,49	35,74	36,87	36,92	36,82	36,07
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,05	0,07	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	20,60	27,39	20,60	20,48	20,63	21,87	20,93	21,93	20,85	21,34
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,19	0,00	0,11	0,22	0,00	0,00	2,06	0,00	2,28	0,00
<b>FeO</b>	16,63	6,84	35,04	20,61	31,28	29,52	21,79	26,78	26,88	30,46
<b>MnO</b>	18,47	0,00	3,84	11,24	7,54	9,21	4,31	9,32	1,56	7,95
<b>MgO</b>	0,19	0,04	2,29	0,30	1,43	1,73	10,23	1,87	9,23	1,57
<b>CaO</b>	6,27	23,75	0,52	8,75	1,23	1,38	1,87	1,22	1,52	1,87
<b>celkem</b>	98,61	96,17	98,79	98,28	99,64	99,45	98,07	98,09	99,14	99,26
<b>Si</b>	2,985	2,832	2,996	3,006	3,042	2,916	2,934	2,982	2,932	2,952
<b>Ti</b>	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000
<b>Al</b>	2,002	2,401	1,999	1,981	1,973	2,103	1,963	2,087	1,957	2,058
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,014	0,000	0,008	0,015	0,000	0,000	0,149	0,000	0,163	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	2,016	0,831	2,404	1,400	2,153	2,046	1,301	1,932	1,627	2,102
<b>Mn</b>	1,290	0,000	0,268	0,781	0,518	0,636	0,290	0,638	0,105	0,551
<b>Mg</b>	0,023	0,004	0,281	0,037	0,173	0,210	1,213	0,225	1,096	0,192
<b>Ca</b>	0,554	1,802	0,046	0,769	0,107	0,121	0,159	0,106	0,130	0,164
<b>celkem</b>	8,003	7,964	8,001	7,993	7,968	8,033	8,01	7,972	8,009	8,019
koncové členy [%]										
<b>almandin</b>	37,50	30,50	80,10	46,90	73,00	66,80	43,30	66,60	54,60	69,30
<b>andradit</b>	0,60	0,00	0,40	0,70	0,00	0,00	5,40	0,00	4,40	0,00
<b>grossulár</b>	17,90	69,40	1,20	25,00	3,60	4,10	0,00	3,60	0,00	5,60
<b>pyrop</b>	0,80	0,20	9,40	1,20	5,90	7,20	41,40	7,80	37,40	6,50
<b>spessartin</b>	43,20	0,00	8,90	26,10	17,60	21,80	9,90	22,00	3,60	18,70
<b>uvarovit</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>celkem</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

## 9 Diskuze

### 9.1 Petrografie vzorků stavebního materiálu jižní věže kostela sv. Mořice

Ve srovnání s údaji Maštery (1997), který udává průměrné modální složení spodnokarbonských **drob** pro jednotlivá souvrství nízkojesenického kulmu (viz obr. 28), je vzorek střednozrnné živcové droby odebraný z kostela sv. Mořice modálním složením nejvíce podobný drobám z hornobenešovského souvrství (dále HBS). Oproti drobám z HBS má však vzorek droby odebraný z kostela sv. Mořice vyšší obsah křemene a úlomků stabilních hornin a naopak nižší obsah matrix. Nepatrný rozdíl mezi modálním složením droby odebrané z kostela sv. Mořice a drob z HBS může být způsoben tím, že byl zkoumán pouze jediný výbrus, kdežto Maštera (1997) měl k dispozici mnohem více výbrusů drob. Podle údajů Maštery (1998; viz obr. 28) je podobnost v modálním složení drob odebraných z vrtu OL-1 (HBS) a droby odebrané z kostela sv. Mořice. Tři vzorky drob odebrané z vrtu OL-1 mají nepatrně nižší obsah křemene a naopak vyšší obsah matrix, ve srovnání s drobou odebranou z kostela sv. Mořice. Další tři vzorky drob odebrané z vrtu OL-1 mají oproti drobě z kostela sv. Mořice vyšší obsah živců a úlomků nestabilních hornin, ale zato nižší obsah matrix. Rozdíl ve složení mezi drobou odebranou z kostela sv. Mořice a drobami odebranými z vrtu OL-1 může být způsoben tím, že droby z příslušného vrtu byly odebírány z různých hloubek, a tudíž se liší i modální složení těchto hornin. Na základě výsledku planimetrické analýzy, byla droba klasifikována jako – živcová (viz obr. 29). Živcová droba odebraná z kostela sv. Mořice má svým modálním složením nejbližší drobám HBS, i když ty mají výrazně vyšší obsah litických úlomků a nižší obsah křemene (Maštera 1997). Tento rozdíl ve složení může být opět způsoben vyšším množstvím studovaných vzorků u Maštery (1997). Ze šesti vzorků drob odebraných z vrtu OL-1 je pouze jedna živcová a i ta má oproti drobě odebrané z kostela sv. Mořice vyšší obsah litických úlomků a nižší obsah křemene. Zbýlých 5 drob je litických a oproti drobě odebrané z kostela sv. Mořice se liší výrazně vyšším obsahem litických úlomků a nižším obsahem křemene (Maštera 1998).

Drobnozrnný polymiktní **slepenec** je tvořen především úlomky metamorfovaných hornin (viz obr. 26), méně pak sedimentárních hornin. Ve srovnání s údaji Zapletala (1977) se vzorek slepence odebraný z kostela sv. Mořice nejvíce podobá dvěma vzorkům slepenců odebraných ze Svatého Kopečku (HBS). Oproti nim má slepenec odebraný z kostela sv. Mořice ve svém složení nepatrně vyšší obsah klastů sedimentárních hornin a nižší obsah klastů magmatických hornin. Ve srovnání se slepenci odebranými z Horních

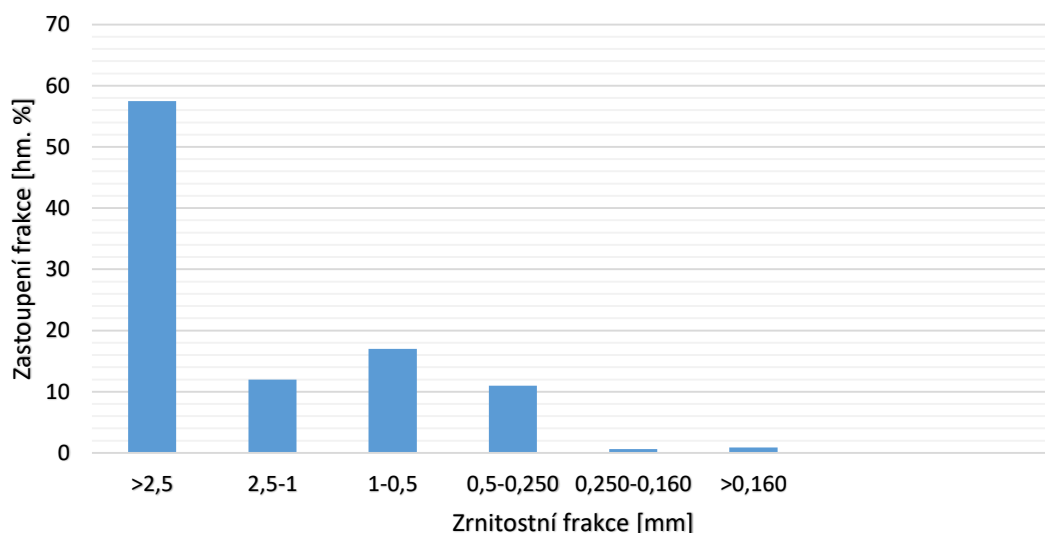
Loděnic (HBS) má slepenec odebraný z kostela sv. Mořice vyšší obsah klastů metamorfovaných hornin a nižší obsah klastů sedimentárních hornin. Drobnozrnný polymiktní slepenec odebraný z kostela sv. Mořice obsahuje vysoký podíl drobovitého pojiva. Podobné drobnozrnné polymiktní slepence s drobovitým pojivem popisuje ve vrtu OL-1 Maštera (1998). Další podobnost je v tom, že jak vzorek slepence odebraný z kostela sv. Mořice, tak vzorky slepenců odebraných z vrtu OL-1 mají největší podíl klastů metamorfovaných hornin (Maštera 1998). Téměř všechny klasy křemene ve vzorku slepence odebraného z kostela sv. Mořice zháší undulózně, to může souviset s deformací metagranitoidů, ze kterých byly přineseny.

Vzorek jemnozrnného křídového **pískovce** odebraný z kostela sv. Mořice lze klasifikovat podle Petránka (1963; obr. 31) jako křemenný pískovec. Podle údajů z planimetrické analýzy Záchy (2013; obr. 31) je modální složení křemenného jemnozrnného pískovce odebraného z kostela sv. Mořice podobné modálnímu složení jemnozrnného křemenného pískovce pocházejícího z Maletína a odebraného ze zříceniny kláštera Kartouzka u Dolan. Podobnost není jen v modálním složení. Jak vzorek odebraný ze sv. Mořice, tak vzorek odebraný ze zříceniny kláštera Kartouzka u Dolan obsahuje alterované K-živce a limonitové pojivo. Nepatrný rozdíl je v tom, že vzorek pískovce odebraný z kostela sv. Mořice má vyšší obsah křemene a obsahuje glaukonit, což poukazuje na marinní vývoj horniny (Gába 1994). Glaukonitu je ale ve vzorku velmi málo a mohl být zcela přeměněn na limonit.

Na základě obsahu fosilií nalezených Zaplětalem, Hladilovou a Dolákovou (2001) ve vápencích na Horním náměstí bylo stáří organodetrického **vápence** odebraného z jižní věže kostela sv. Mořice stanoveno na spodnobadenské.

Všechny tři typy **malt** ukazují na malty s vápenným pojivem. Jediná malta typu kufstein neobsahuje žádné litické úlomky a je tvořená především pojivem a dobře vytríděným kamenivem aleuriticko-pelitické frakce. Kamenivo tvořící zbylé malty je nejspíše lokální – spodnokarbonské horniny (droba, prachovec, jílová břidlice) a dobře opracovaná zrna minerálů (křemen, živce) a hornin (kvarcit) nejspíše pocházejících z řeky Moravy. Podobné složení bílého typu malty, které jsem zjistil, potvrzuje i Kuneš (2018). Jim studovaný vzorek bílého typu zdicí malty obsahoval 31,50 hm. % pojiva, můj vzorek stejného typu malty 33,55 % hm. %. Další shoda je v distribuci kameniva v maltě. Jediný rozdíl je v tom, že v mém případě bylo použito více sít a některá i s odlišným

průměrem ok (viz obr. 25). Podle Kuneše (2018) převažuje kamenivo nad 2,5 mm (58 hm. %), dále jsou rovnoměrně zastoupeny 3 frakce (2,5-1 mm; 1-0,5 mm a 0,5-0,250 mm). Frakce pod 0,250 mm představují méně než 2 % z hmotnosti (obr. 42).



Obr. 42: Distribuce kameniva bílého typu malty.

## 9.2 Asociace těžkých minerálů

Charakter těžkých minerálů vyseparovaných ze vzorku spodnokarbonské **droby** (obr. 38 A) a spodnokarbonského **slépence** (obr. 38 B) použitých při stavbě jižní věže kostela sv. Mořice lze srovnat s údaji pro droby použité při stavbě románského Přemyslovského paláce i pro droby odebrané z přirozených výchozů spodnokarbonských hornin v blízkém okolí obou staveb v oblasti tzv. Olomouckého kopce (Čopjaková et al. 2007; Tab. 10). Stavební kámen kostela sv. Mořice i Přemyslovského paláce i kulmských hornin z přirozených výchozů vykazují velmi podobné rysy ve složení těžké frakce: převaha granátu, apatitu, epidotu a titanitu, ve vedlejším množství rutil a zirkon, akcesorický Cr-spinel. Rozdíly v zastoupení jednotlivých minerálů jsou vysvětlovány hydraulickým tříděním minerálů při sedimentaci, diagenetickým rozpouštěním některých fází (epidot, Ca-bohaté granáty) nebo přednostním rozkladem některých fází při zvětrávání (Čopjaková et al. 2007). Z pohledu minerálního složení těžké frakce lze tedy konstatovat velmi dobrou shodu jak mezi vzorky stavebních kamenů odebraných z kostela sv. Mořice, tak mezi vzorky hornin odebraných z Přemyslovského paláce a blízkých výchozů spodnokarbonských hornin. Velmi podobnou asociaci těžkých

minerálů zjistili u vzorků drob odebraných z jižní věže kostela sv. Mořice také Zapletal, Bláhová a Dolníček (2012). Svou pestrostí asociace těžkých minerálů jsou vzorky spodnokarbonských hornin odebraných z jižní věže kostela sv. Mořice nejvíce podobné spodnokarbonským horninám HBS.

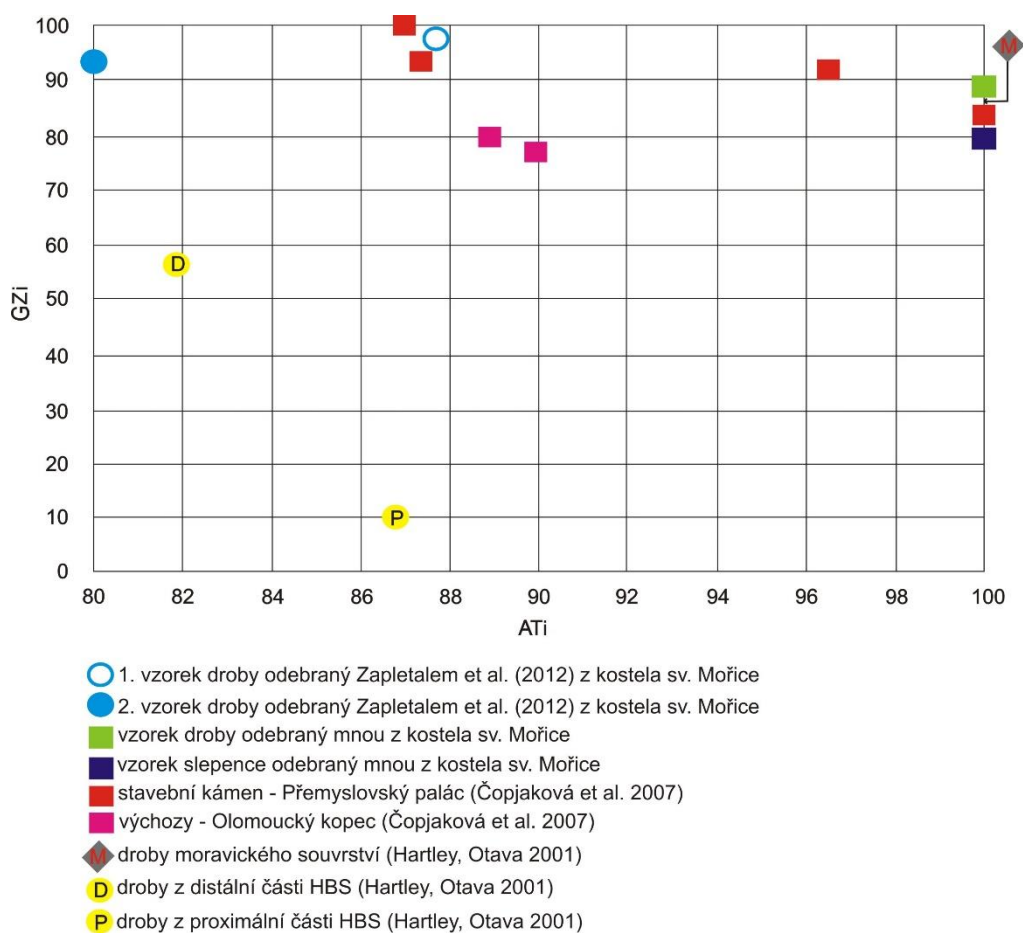
Porovnáme-li vzájemně chemická složení detritických granátů v daných vzorcích (obr. 41) dojdeme ke stejnému zjištění, a to že chemické složení granátů ze stavebního kamene odebraného z kostela sv. Mořice je podobné s chemickým složením granátů vyskytujících se ve vzorcích hornin odebraných z románského Přemyslovského paláce a z přirozených výchozů Olomouckého kopce. Ze složeného fázového diagramu je patrné, že granáty ze vzorků hornin odebraných z kostela sv. Mořice jeví podobnost s chemismem granátů moravického i hornobenešovského souvrství.

Tab. 10: Procentuální zastoupení jednotlivých těžkých minerálů.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
granát	4,3	27,6	20,5	29,0	24,5	9,6	31,0	27,0	6,7	29,1	79,5
apatit	35,0	22,0	23,8	13,1	25,9	19,2	7,0	20,0	18,7	7,7	5,8
titanit	42,7	14,2	33,6	18,7	11,5	29,6	22,0	26,0	6,5	9	0,0
rutil	14,5	5,5	11,5	4,7	10,1	4,0	2,0	4,0	0,0	0,0	0,0
ilmenit	0,0	1,6	2,5	2,8	2,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
epidot	0,0	25,2	3,3	26,2	14,4	28,0	36,0	16,0	1,1	18	0,0
zirkon	0,9	2,4	0,0	1,9	7,2	2,4	1,0	2,0	59,2	23,1	10,2
Cr-spinel	2,6	0,8	1,6	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
turmalín	0,0	0,8	3,3	1,9	2,9	2,4	1,0	5,0	2,8	1,7	0,0
amfibol	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
monazit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

- stavební kámen - Přemyslovský palác (Čopjaková et al. 2007)
- výchozy - Olomoucký kopec (Čopjaková et al. 2007)
- vzorky drob odebraných Zapletaem et al. (2012) z kostela sv. Mořice
- droby HBS (Hartley, Otava 2001)
- droby moravického souvrství (Hartley, Otava 2001)

Vzorky **droby** a **slepence** odebrané z jižní věže kostela sv. Mořice mají podobné hodnoty ATi a GZi (obr. 43) jako droby moravického souvrství (Hartley a Otava 2001) i jako jeden vzorek stavebního kamene odebraný z Přemyslovského paláce. Rozdíly v hodnotách indexů mezi HBS a stavebními kameny odebranými z jižní věže kostela sv. Mořice by mohly být vysvětleny tím, že jsem studoval celkově méně zrn těžké frakce, tudíž se v asociaci nenalezl turmalín. Mnou odebrané vzorky drob a slepence mají velmi podobné hodnoty GZi jako vzorky drob odebrané Zapletalem, Bláhovou a Dolníčkem (2012) a Čopjakovou et al. (2007).



Obr. 43. Srovnání asociací průsvitných těžkých minerálů droby a slepence metodou Mortona a Hallswortha (1999).

## 9.3 Provenience stavebního kamene

### 9.3.1 Jižní věž kostela

Studium planimetrických analýz spodnokarbonské **droby** a spodnokarbonského **slepence** ukazuje při srovnání s údaji Maštery (1997) na původ horninového materiálu z

hornobenešovského souvrství (obr. 26, 28 a 29). Studium minerálního složení asociací těžkých minerálů a chemismu detritických granátů nasvědčuje podobnému složení jak spodnokarbonských hornin využitých při stavbě historických staveb – kostel sv. Mořice a románský Přemyslovský palác (Bláhová et al. 2007 a Zapletal, Bláhová a Dolníček 2012), tak spodnokarbonských hornin vyskytujících se v blízkém okolí staveb v areálu tzv. Olomouckého kopce. Zjištěná asociace těžkých minerálů ze vzorků droby a slepence (obr. 38 A, B) je velmi podobná asociaci těžkých minerálů hornobenešovského souvrství (Tab. 10). Získané údaje potvrzují lokální původ stavebního kamene obou památek či možné recyklaci stavebního materiálu ze starších objektů při budování nových staveb. Detritické granáty (obr. 41) vyskytující se ve spodnokarbonských horninách odebraných z jižní věže kostela sv. Mořice jeví podobnost v chemismu s granáty hornobenešovského souvrství i moravického souvrství. Metoda Mortona a Hallswortha (1999; obr. 43) ukazuje na původ vzorků droby a slepence využitých při stavbě jižní věže kostela sv. Mořice z moravického souvrství. Nelze tedy se stoprocentní jistotou říci, zda má droba a slepenec z jižní věže kostela sv. Mořice původ z hornobenešovského či moravického souvrství. Jisté ale je, že tyto dvě horniny jsou z lokálního zdroje – z přirozených výchozů spodnokarbonských hornin Olomouckého kopce nebo jeho velmi blízkého okolí. Planimetrická analýza jemnozrnného křemenného **pískovce** odebraného z kostela sv. Mořice jeví úzkou podobnost v modálním složení se vzorkem maletínského pískovce (obr. 31) odebraným Záchou (2012). Podobné pískovce původem z Maletína popisují i Gába (1994) a Šrámek (2004). Provenienci terciérního organodetritického **vápence** se nepodařilo zjistit. Předpokládá se, že daná lokalita byla již zcela vytěžena. Kalabis (1935 a 1939) popisuje na lokalitě u ptenského hřbitova a mezi obcemi Ptení a Holubice podobné vápence s faunou mechovek, foraminifer a mlžů. Nicméně drobné výskyty terciérních organodetritických vápenců jsou dokomunetovány i přímo z centra města Olomouce (Zapletal, Hladilová a Doláková 2001).

### 9.3.2 Sokl severní věže kostela

Podobné **hrubo-zrnné pískovce až slepence** (sv. devon-karbon) moravskoberounského souvrství vystupují na dvou plošně malých územích: v okolí kóty Bradlec (Vrabec) na k. ú. Králová a Stavenice, četné výchozy jsou na kótě 393 m na k. ú. Bezděkov u Úsova (Koverdinský 1970; Zimák 2005). Rezivě porézní pískovce moravskoberounského souvrství se nacházejí i 1 km jv. od Stavenic poblíž modré turistické značky (Otava 1997). V jižní části sledu vrbenské skupiny jsou v západním



okolí Uničova vyvinutá šedě zbarvená vrabecká klastika (původně vápnité pískovce) v odvápněném stavu, typu moravskoberounských slepenců. Podobné horniny vrbenské skupiny se podle Koverdinského (1970) nacházejí i ve vrcholových částech pahorků Skalky u Medlova a Troubelic (vrch Vystříbro).

Ke stavbě soklu severní věže kostela byl využit i jemnozrný **křídový pískovec**. Tento pískovec se strukturními a texturními znaky nejvíce podobá pískovcům z Maletína (Gába 1994 a Šrámek 2004).

Stejně jako jižní věž i část soklu severní věže se skládá ze spodnobadenských **organodetrítických vápenců**, jejichž lokalita byla již s největší pravděpodobností vytěžena. Jak je zmíněno výše obdobné vápence popisuje ve svých pracích Kalabis (1935 a 1939) a Zapletal, Hladilová a Doláková (2001).

Podobné terciérní **vápnité pískovce** bohaté na jehlice živočišných hub a foraminiferovou faunu popisují ve svých pracích Kalabis (1937) a Vysloužil (1981). Na základě foraminiferové fauny je stáří horniny spodnobadenské. Tato hornina pochází z lokality Brus u Služína a v současnosti je zaniklá.

## 10 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo stanovení provenience hornin použitých při stavbě jižní věže kostela sv. Mořice v Olomouci. V první fázi jsem analyzoval dostupné informační zdroje, které se této problematice věnovaly. Stěžejní částí mé práce byl vlastní výzkum spočívající v terénní a laboratorní etapě.

Z pláště jižní věže kostela jsem odebral vzorky spodnokarbonské droby a slepence, křídového pískovce, terciárního vápence a také tři typy malt. Tento stavební materiál jsem podrobil důkladné makropetrografické a mikropetrografické charakteristice a stanovil rovněž modální složení. Pro analýzu složení jednotlivých vzorků malty jsem navíc využil zrnitostní rozbor, který prokázal jednotlivé zastoupení frakcí kameniva a podíl karbonátového pojiva. Na základě petrografických poznatků jsem horniny klasifikoval jako střednozrnnou živcovou drobu, drobnozrnný polymiktní slepenec, jemnozrnný křemenný pískovec a spodnobadenský organodetritický vápenec. Organodetritický vápenec byl podle Dunhama (1962) klasifikován jako bioklastický grainstone. Spodnokarbonské horniny odebrané na jižní věži kostela jsou svým modálním složením nejvíce podobné spodnokarbonským horninám Hornobenešovského souvrství. Jemnozrnný křemenný pískovec, nejspíše křídového stáří, je svým modálním složením a strukturními znaky nejvíce podobný křídovým pískovcům pocházejícím z Maletína. S vysokou pravděpodobností předpokládám, že zdroj spodnobadenského organodetritického vápence byl již zcela vytěžen.

Dále jsem stanovil složení asociace průsvitných těžkých minerálů ze vzorků spodnokarbonské droby a slepence s důrazem na chemismus detritických granátů. Zastoupení asociace těžkých minerálů v těchto spodnokarbonských horninách potvrzuje původ z Hornobenešovského souvrství. Chemismus detritických granátů ukazuje podobnost s Hornobenešovským i s moravickým souvrstvím. Podobné granáty byly zjištěny Zapletalem, Bláhovou a Dolníčkem (2012) ve vzorcích drob odebraných na jižní věži kostela sv. Mořice, Čopjakovou et al. (2007) ve vzorcích stavebního kamene Přemyslovského paláce a z přirozených výchozů kulmských hornin Olomouckého kopce. Je tedy zcela jisté, že spodnokarbonská droba a slepenec odebrané z jižní věže kostela sv. Mořice mají lokální původ, tedy z přirozených výchozů spodnokarbonských hornin Olomouckého kopce nebo jeho bezprostředního okolí.

Rovněž jsem petrograficky popsal sokl severní věže kostela. Tvoří jej všechny čtyři výše zmíněné typy hornin a mimo ně hrubozrnný pískovec až slepenec (sv. devon-karbon) a spodnobadenský vápnitý pískovec. Hrubozrnný pískovec až slepenec má místo původu patrně v okolí vrchu Bradlec a Vystříbro. Spodnobadenský vápnitý pískovec má svými strukturními znaky a mikrofosiliemi nejbližší vápnitým pískovcům pocházejícím od Služína.

## 11 Seznam použité literatury

**Barth, V. (1960):** Z dějin hydrogeologických poměrů města Olomouce v 19. století. – Sbor. Vlas. Úst. Olomouc, A, IV/1956-1958, 15-25 s., Olomouc.

**Barth, V., Kopečný, V., Panoš, V., Pek, I., Zapletal, J. (1971):** Geologické exkurze do Hornomoravského úvalu a okolí. – Univerzita Palackého Olomouc. 7-10 s. Olomouc.

**Bábek, O., Sedlák, P. (2000):** Konodontová biostratigrafie hádsko-řlčských vápenců u Grygova – Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1999, 78-81.

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

**Bubík, M. Dvořák, J. (1996):** O nálezu karpatu (miocen) a dalších výsledcích vrtu Slatinky MH-10. Zpr.geol. Výzk. v r. 1995, 2021. Praha.

**Čech, M. (2012):** Petrografická charakteristika stavebních článků nalezených kolem kostela sv. Mořice v Olomouci roku 2012. – Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geologie. Olomouc.

**Čopjaková, R., Zapletal, J., Zatloukal, R. (2007):** Výzkum asociací těžkých minerálů ve stavebních kamenech zdiva areálu Olomouckého hradu. – Ve službách archeologie, 1/2007, 124-126, Brno.

**Čížek, P., Tomek, Č. (1991):** Large-Scale Thin-Skinned Tectonics in the Eastern Boundary of the Bohemian Massif. – Tectonics 10, 273-286 s.

**Demek, J., Mackovčín, P. eds. a kol. (2006):** Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. – Brno. AOPK ČR, 582 s.

**Dudek, A. (1980):** The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Bruno-Vistulicum. – Rozpr. Čs. Akademie Věd., Ř. mat. přír. Věd, 90, 8, 1–85 s.

**Dunham, R. J. (1962):** Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. – In: Ham, W. E., Ed., Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 108-121 s.

**Dvořák, J. (1994):** Variský flyšový vývoj v Nížkém Jeseníku na Moravě a ve Slezsku. – Práce Českého geologického ústavu, 3, 1-77 s. Praha.

- Dvořák, J. (1996):** Horninový materiál středověkých staveb v Olomouci. – Ročenka ÚPP v Olomouci za rok 1955, 71–78 s. Olomouc.
- Dvořák, J., Friáková, O., Hladil, J., Kalvoda, J., Kukul, Z. (1987):** Geology of the Paleozoic rocks in the vicinity of the Mokrá Cement Factory quarries (Moravian Karst). – Sborník Geologických Věd, 42, 41-58 s. Praha.
- Gába, Z. (1994):** Maletínský pískovec. – Kámen, 1 (2), 105-110
- Gilíková, H., Maštera, L., Otava, J. (2003):** Charakteristika spodnokarbonských klastických sedimentů na listu 25-123 Hranice. – Česká geologická služba, 44–47 s. Brno.
- Gračka, V. (1980):** Předběžná zpráva o nálezů románských architektonických článků ve zdivu domu sv. Václava v Olomouci. – Zprávy Krajského vlastivědného muzea v Olomouci. č. 206, 21–33 s.
- Gregerová, M., Fojt, B., Vávra, V. (2002):** Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů. – Moravské zemské muzeum a Přírodovědecká fakulta MU Brno.
- Hartley, A. J., Otava, J. (2001):** Sediment provenance and dispersal in a deep marine foreland basin: the Lower Carboniferous Culm Basin, Czech Republic. - J. Geol. Soc. 158, 137-150.
- Horowitz S. A., Potter E. P. (1971):** Introductory petrography of fossils. – Berlin, New York, Springer-Verlag. 1971.
- Hladilová, Š., Zdražilová, N. (1989):** Paleontologické lokality karpatské předhlubně na Moravě. – Skripta, PřF UJEP, 107 str., Brno.
- Hlobil, I., Bláha, J., Togner, M. (1992):** Olomouc: Proboštský farní chrám sv. Mořice. – Velehrad: Historická společnost Starý Velehrad, 32 s.
- Kalabis, V. (1935):** Příspěvek k seznání miocénu u Ptení a Ždetína. – Věstník klubu přírodovědeckého v Prostějově za roky 1934–1935, 24, 24–26. Prostějov.
- Kalabis, V. (1937):** O pobřežní facii tortonského moře u Služína nedaleko Prostějova. – Časopis Vlasteneckého spolku musejního v Olomouci, 40, 107–111.
- Kalabis, V. (1939):** Nový nález litavského vápence u Ptení. – Příroda, 32, 10, 339–340. Brno.

- Knobloch, E. (1969):** Fosilní nálezy rodu *Menyanthes* z Bystrovan u Olomouce a jejich stratigrafický význam. – Zpr. geol. výzk. v Roce 1968. 260–263 s.
- Koverdinský, B. (1970):** Geologické poměry a problematika devonu v jižní části desenské klenby. - Kandidátská disertační práce MS ČGU Praha.
- Kryl, T., Papoušek, M., Juráš, I. (2020):** Historický atlas Olomoucka. – Statutární město Olomouc. ISBN 978-80-87602-80-5.
- Kumpera, O. (1983):** Geologie spodního karbonu jesenického bloku. – Knihovna Ústředního ústavu geologického, 59, Praha, 172 s.
- Kuneš, P. (2018):** PROTOKOL. Popis a rozbor malty kostela sv. Mořice v Olomouci. – Národní památkový ústav. Praha.
- Kuthan, J. (1994):** Česká architektura v době posledních Přemyslovců. – Města, hrady, kláštery, kostely. Praha, 582 s. ISBN 80-85618-14-1.
- Lehotský T. (2007):** Ophiomorpha isp. – první nález fosilní stopy ze Služína (karpatská předhlubeň). – Přír. Stud. Muz. Prostěj. 9, 141-142.
- Locock, A. (2008):** An excel spreadsheet to recast analyses of garnet into end-member components, and a synopsis of the crystal chemistry of natural silicate garnets. – Comput. Geosci. 34, 1769-1780.
- Morton A. C., Hallsworth C. (1999):** Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. – Sedimentary geology, 124, 3-29 s.
- Mrázek, J. (2007):** Přehled geologie Kosíře. – MS bakalářská práce. 40s., MU Brno.
- Musil, J., V., Nerychel, B. (1990):** Chrám sv. Mořice v Olomouci. Olomouc: Proboštský farní úřad u sv. Mořice v Olomouci, 28 s.
- Michna, P., Pojzl, M. (1988):** Románský palác na Olomouckém hradě. – Muzejní a vlastivědná společnost. Brno, 280 s.
- Mísař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J. (1983):** Geologie ČSSR I, Český masív. — Státní pedagogické nakladatelství. Praha.
- Novotný, A., Čopjaková, R. (2015):** Alterace detritického titanitu v kulmu Dražanské vrchoviny. – Ústav geologických věd PřF MU, 24-21 Úsobno, 19-24 s. Brno.

**Otava, J. (1985):** Granáty kulmu severní Moravy a jejich provenience. – Sbor. Konf. Akcesorické minerály. Domaša 1985 VŠT Košice.

**Otava J., 1997:** Geologie paleozoika CHKO Litovelské Pomoraví, střední Morava. Acta Mus. Moraviae, Sei. geo!., 82(1997):93-103.

**Otava, J. (2020):** Revize stratigrafického zařazení některých drob kulmské facie moravskoslezského paleozoika. – Paleozoikum 2020. Brno, 17 s.

**Pluskalová, J. (2005):** Badenská foraminiferová fauna z lokality Olomouc-Neředín. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci. č. 283: 61–67, říjen 2005.

**Pojsl, M., Londin, V. (2003):** Dvanáct století naší architektury. Olomouc, 203 s. ISBN 80-7182-163-2.

**Procházka, R., Kováčik, P., Zúbek, A. (2002):** Nové poznatky k vývoji opevnění olomouckého hradu v raném a vrcholném středověku. – Archaeologia historica 27, 197–213 s.

**Přichystal, A. (2009):** Geologie Velkého Kosíře a jeho nejbližšího okolí. Přírodovědné studie Muzea Prostějovska. 2009, č. 10-11, s. 105-130.

**Růžička, M. (1968):** Zpráva o mapování a výzkumu kvartéru na území listu Olomouc. – Zpráva o geologických výzkumech, 1960. 257–258 s.

**Šrámek J. (2004):** Maletínské a mladějovské pískovce na čestném sloupu Nejsvětější Trojice v Olomouci. – Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003, 158–161

**Vysloužil, O. (1981):** Fauna spodního badenu na lokalitě Služín v karpatské předhlubni na Moravě. – MS, diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. Brno.

**Wolf, H. (1863):** Die Stadt und Umgebung von Olmütz. Eine geol. Skize zur Erläuterung der Verhältnisse ihrer Wasserquellen. – Jahrb. D. k. k. geol. RA., XIII, 574–588 s. Wien.

**Zácha, M. (2013):** Petrografická charakteristika stavebního kamene zříceniny kláštera Kartouzka u Dolan. Olomouc, 2013. bakalářská práce (Bc.). – Univerzita Palackého Olomouc. Přírodovědecká fakulta.

- Zapletal, J. (1977):** Příspěvek k litologické korelaci kulmu na východním okraji šternbersko-hornobenešovského pruhu. – Acta Univ. Palack. Olom., Fac. Rer. Nat., T. 54, Geologie-Geografie XVI, 193-217 s. Praha.
- Zapletal, J. (1985):** Příspěvek ke geologii drobných výskytů kulmu v okolí Olomouce. – Acta UPO, Fac. r. nat. 83, Geogr. – geol. XXIV, 81-100 s.
- Zapletal, J. (1999):** Geologický výzkum paleozoika a pliocénu na listu Olomouc. – Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. 41-43, Olomouc.
- Zapletal, J. (2001):** K tektonické stavbě paleozoika na listu Olomouc. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2000. 103–106 s. Brno, 2001.
- Zapletal, J. (2004):** Příspěvek k paleogeografickému vývoji sedimentace spodního badenu na střední Moravě. Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brunnensis, Geology, Vol. 31–32 (2001–2002). 87–98. Brno.
- Zapletal, J. (2005a):** Poznámky ke geologickému vývoji severozápadní části Hornomoravského úvalu. – Geol. Výzk. Mor. Slez. V r. 2004, 69–71 s. Brno.
- Zapletal, J. (2005b):** Geologie historické části města Olomouce. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, č. 283: 10-18, říjen 2005.
- Zapletal, J., Bábek, O. (2005):** Tence laminární násunová tektonika brunovistulika a paleozoika na Střední Moravě. – Moravskoslezské paleozoikum. Sborník abstraktů. 19-20 s. 2005. Olomouc.
- Zapletal, J. (2009):** Geologie území a vývoj. Prehistorie a protohistorie. – In Schulz, J. ed. Dějiny Olomouce 1. 16-86 s. Olomouc.
- Zapletal, J., Lehotský T. (2013):** Projevy mladé tektoniky v pliocenních sedimentech na Tabulovém vrchu v Olomouci. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci. č. 305: 164–169 s., 2013.
- Zapletal, J., Bláhová, Z., Dolníček, Z. (2012):** K provenienci spodnokarbonských drob použitých jako stavební kámen jižní věže kostela sv. Mořice v Olomouci. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 303, 59–66 s. Olomouc.



**Zapletal, J., Hladilová, Š., Doláková, N. (2001):** Mořské sedimenty okrajové facie spodního badenu v Olomouci. – Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., Vol 30, Geology. Brno, 75–82 s.

**Zapletal, J., Kumpera, O., Dvořák, J. (1989):** Stratigrafická klasifikace kulmu Nízkého Jeseníku. – Věstník Ústředního ústavu geologického. 64, 4, 243–250. Praha.

**Zapletal, J., Večeřa, J. eds. (2007):** Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25000. List 24-224 Olomouc. – Česká geologická služba. Praha.

**Zimák, J. (2015):** Přirozená radioaktivita metamorfitů, magmatitů a předkenozoických sedimentů na mapovém listu 14-43 Mohelnice. Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., 100, 1, 75–80

**Zatloukal, P. (2013):** Olomouc. Zmizelá Morava. – Litomyšl 2013. 231 s. ISBN 978-80-7432-309-6.

**Zlámal, B. (1939):** Dějiny kostela svatého Mořice v Olomouci. – Olomouc, 108 s.

#### **Internetové zdroje:**

[1] [www.čgs.cz](http://www.čgs.cz)

[2] <https://www.olomouc.cz/zpravy/clanek/Jiri-Behal-Jednotlivym-prvkum-na-kostele-sv-Morice-se-snazim-znovu-vdechnout-zivot-32577>