

**UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2010**

**Daniel Hvězda**

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování

Základní charakteristika pískovců  
z regionálních zdrojů používaných na  
kamenické a sochařské práce v  
Litomyšli

Daniel Hvězda

Bakalářská práce  
2010

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování  
Akademický rok: 2009/2010

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Daniel HVĚZDA**  
Osobní číslo: **R06002**  
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**  
Název tématu: **Základní charakteristika pískovců z regionálních zdrojů používaných na kamenické a sochařské práce v Litomyšli**  
Zadávající katedra: **Katedra chemické technologie FR**

Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

zpracování literární rešerše na zadané téma, shromáždění údajů o základních fyzikálních vlastnostech vybraných pískovců, odběr vzorků charakteristických typů pískovců a jejich petrologická charakteristika, shrnutí a interpretace získaných výsledků

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Rybařík V., Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České republiky, Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské v Hořicích, 1994  
Hanzl Z., Gába Z., Procházka L., Sedlická K., Sloupka J., Traxler J., Kámen v rukodělné výrobě českého venkova, Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 2003  
Sejkora J., Kouřimský J., Atlas minerálů České a Slovenské republiky, Academia, Praha, 2005  
Chlupáč I. a kolektiv, Geologická minulost České republiky, Academia, Praha, 2002

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Zdeněk Štaffen**  
Fakulta restaurování

Datum zadání bakalářské práce: **30. října 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. srpna 2010**

L.S.

Ing. Karol Bayer  
děkan

Ing. Alena Hurtová  
vedoucí katedry

dne

TProhlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (pobočka FR Litomyšl)

V Litomyšli dne .....

Daniel Hvězda

Poděkování:

*Můj dík patří všem lidem, kteří mi byly jakkoliv nápomocni při této práci. Za všechny jmenuji Mgr. Vladislavu Říhovou, Ph.D., za pomoc v otázkách historie. Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, jmenovitě TTM. Drdáckému Prof. Ing., DrSc., dr. h. c., Ing O. Válovi J.Hordrmentovi, za provedené testy na horninách. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce RNDr. Zdeněku Štaffenovi a katedře chemické technologie FR UPCE, především Ing. Blance Kolinkeové a p. Ing. Karolu Bayerovi nejen za cenné rady a připomínky ohledně mé práce.*

Katedra chemické technologie

**Vedoucí práce:** RNDr. Zdeněk Štaffen

**Název práce:** „Základní charakteristika pískovců z regionálních zdrojů používaných na kamenické a sochařské práce v Litomyšli“

**Anotace:**

Tato práce pojednává o kamenech používaných v minulosti pro sochařské a kamenické účely v Litomyšli se zaměřením na pískovce. Obsahuje popis jednotlivých kamenů, jejich vlastností a u vybraných kusů petrologický průzkum. Regionální horniny jsou porovnávány s celorepublikově nejpoužívanějšími pískovci jako hořický, maletínský a božanovský.

**Klíčová slova:**

Budislav, kamenosochařství, pískovec, restaurování, sedimentární horniny

Department of Chemical Technology

**Supervisor:** RNDr. Zdenek Štaffen

**Title:** "Basic characteristics of sandstones from regional sources used in stone and sculpture in Litomysl"

**Abstract:**

This paper discusses the stones used in the past for the purpose of Sculpture in Litomysl focusing on sandstone. For the sake of individual stones, their properties and selected pieces of petrological research. Regional rocks are compared with the most widely used nationwide as Hořice sandstone, and maletínský Božanovský.

**Keywords:**

Budislav, stone sculpture, sandstone, restoration, sedimentary rocks

## Obsah

UUTT1 .....	Úvod
4	
2 Teoretická část.....	5
2.1 Základní charakteristika, zařazení a názvosloví .....	5
2.1.1 Schématické rozdělení hornin podle vzniku .....	5
2.1.2 Hlavní horninotvorné nerosty .....	5
2.1.3 Vznik mechanických sedimentů .....	7
2.2 Metodika práce a její cíle .....	8
2.3 Archivní rešerše .....	8
3 Praktická část.....	10
3.1 Selektce hornin a odběr vzorků .....	10
3.2 Průzkum hornin .....	11
3.2.1 Petrologický průzkum .....	11
3.2.2 Rastrovací elektronová mikroskopie s energodisperzivním analýzátorem. (REM-EDS) .....	14
3.2.3 Stanovení nasákavosti materiálu-ponorem.....	21
3.2.4 Stanovení nasákavosti materiálu-kapilárním vztlínáním .....	22
3.2.5 Stanovení objemové hmotnosti.....	22
3.2.6 Pevnostní zkoušky .....	22
3.3 Vyhodnocení průzkumu hornin .....	23
4 Vyhodnocení získaných poznatků .....	25
4.1.1 Hořícký pískovec .....	25
4.1.2 Božanovský pískovec .....	26
4.1.3 Maletínský a pískovec .....	27
4.1.4 Zámělský pískovec .....	27
4.1.5 Budislavský pískovec .....	28
4.1.6 Středně až jemnozrnný křemičitý pískovec, glaukonitický – P3	28
4.1.7 Jemnozrnný křemičitý pískovec, glaukonitický – P5 .....	29
4.1.8 Středně až jemnozrnný křemičitý pískovec, glaukonitický – P7	29
5 Závěr .....	30
6 Přílohy.....	31
6.1 Příloha 1 .....	32
6.1.1 Hořícký pískovec .....	32
6.1.2 Maletínský pískovec.....	33
6.1.3 Božanovský pískovec .....	34
6.1.4 Budislavský pískovec .....	35
6.2 Příloha 2 .....	36
7 Seznam použitých zdrojů .....	52

# 1 Úvod

Poloha Litomyšle je z hlediska její geologické situace, velice zajímavá. Podloží magmatických hornin (Skutečsko, Zderaz, Proseč) se v ose české křídové pánve noří pod pánev sedimentů. Vlastní křídová pánev je tvořena sedimenty (vápenné prachovce-opuky, různé pískovce a slínovce) Všechny tyto materiály byly a jsou hojně využívány ve stavebnictví, kamenictví a kamenosochařství. Ukázky jejich použití můžeme spatřit doslova na každém kroku.

Máme teď na mysli především pískovce, které svou strukturou, barvou a opracovatelností dávají této krajině svůj specifický ráz. Křížky v polích, volně stojící sochy světců, či podezdívky budov, to vše je z nich vytvořeno. Samozřejmě se tu vyskytují i ostatní výše zmíněné druhy kamenů, jsou buď ukryty před našimi zraky v podobě zdí přikrytých omítkou (opuky) anebo je můžeme spatřit na dlažbách silnic a chodníků (žula), kterých je v Litomyšli dostatek. Většina „pohledových“ užití kamene je ale v materiálu pískovci, hojně využívaném po celé republice, a především ve východních Čechách.



## 2 Teoretická část

### 2.1 Základní charakteristika, zařazení a názvosloví

Pískovce můžeme zařadit mezi siliciklastické sedimenty. Tedy horniny vzniklé usazením (sedimentací) úlomků (klastů) v jejichž složení převládá křemen. Jsou mechanického původu a podle velikosti zrn je můžeme dále dělit na – psefity, psamity, aleurity a pelity. Jsou označovány jako tzv. písčité sedimenty. Díky svému snadnému opracování, na rozdíl od magmatických hornin, byly a jsou hojně využívány. Tak jako pro Itálii mramory, jsou typickým sochařským materiálem pro území České republiky pískovce. To je dáno jednak jejich kvalitou a také četností nalezišť.

#### 2.1.1 Schématické rozdělení hornin podle vzniku

Magmatické (vyvřelé)

- T<sub>H</sub>lubinné (plutonické)
- Výlevné (vulkanické, sopečné)
- Žilné (Intruzivní)

Sedimentární (usazené)

- Úlomkovité, mechanického původu (klastické)
  - Psefity (velikost zrn nad 2 mm – štěrky)
  - Psamity (0,063-2 mm – písky a pískovce)
  - Aleurity (0,004-0,063 mm) prachovce
  - Pelity (pod 0,004 mm – jíly a jílovce)
- Chemického původu
- Organického původu
- Kaustobiolity (hořlavé)

Metamorfované

Nejčastější rozdělení podle tepelné a tlakové přeměny:

- Migmatity
- Ruly
- Svory
- Fility

#### 2.1.2 Hlavní horninotvorné nerosty

Mezi hlavní horninotvorné nerosty klastických sedimentů, patří hlavně křemen, živce a slídy. Mimo tyto materiály se v pískovcích vyskytují další druhy minerálů. Můžeme nalézt například i těžké minerály a úlomky hornin. Definice minerálů podle J. Sejkory a J. Kouřimského : „*Minerály (nerosty) jsou chemicky i fyzikálně stejnorodé (homogenní) přírodniny většinou pevného skupenství, o určitém stálém chemickém složení.*“<sup>1</sup> Vlastností, které u nich sledujeme, jsou tvrdost (podle Mohsovi stupnice tvrdosti<sup>a</sup>), hustota (v g.cm<sup>-3</sup>), krystalická soustava (krychlová, čtverečná, kosočtverečná, šesterečná, jednoklonná, trojklonná a klencová), štěpnost<sup>b</sup>, odlučnost (dělitelnost) a optické vlastnosti jako barva a lesk.

<sup>1</sup> Sejkora J., Kouřimský J., *Atlas minerálů České a Slovenské republiky*, Academia, Praha, 2005

### Křemen, SiO<sub>2</sub>

Jeden z hlavních horninotvorných nerostů, vyskytuje se v samostatných úlomcích, nebo vázaný v horninách. Tvrdost 7, hustota 2,65 g.cm<sup>-3</sup>, krystalická soustava klencová. Názvy podle odrůd (křišťál-nejčistší, záhněda-hnědá, amethyst-světle fialový, růženín-růžový, citrýn-žlutý, silicit-pazourek). Česká republika je bohatá na naleziště písků a pískovců (např. Podkrkonoší, Královehradecko).

### Živce

Nerosty, které v případě písčitých sedimentů hrají důležitou roli. Podle jejich procentuálního zastoupení v hornině je dělíme na pískovce (do 20% obsahu živců) a arkózy (nad 20%). Kameníky brané jako pískovce, božanovský a žehrovický, díky tomu spadají do kategorie arkóz. Mezi hlavní živce patří světlý, draselný živec (zv. ortoklas KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), který se nachází jemně krystalický nebo zrnitý, někdy tvoří krystaly (pecky). Tvrdost 6 - 6,5, hustota 2,6 g.cm<sup>-3</sup> a krystalická soustava jednoklonná. Nalézají se v žulových regionech na Liberecku, Příbramsku. Jsou využívány na tvorbu glazur a přípravu sklářského kmenu.

Tmavé živce sodnovápenaté (zv. Plagioklas – izomorfní řada mezi albitem NaAl<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.2H<sub>2</sub>O a anortitem CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>.2H<sub>2</sub>O). Tvoří menší drobné krystaly. Tvrdost 6 - 6,5, hustota 2,6 - 2,8 g.cm<sup>-3</sup>, krystalická soustava trojklonná. Nalézají se například na Šumpersku a Sobotínku.

### Slídy

Slídy můžeme také rozdělit na světlé a tmavé. Světlá, muskovit – KAl<sub>2</sub>(Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)(OH), která se nachází volně i v horninách (v kyselých – žula, diorit). Je dobře štěpná (lístečky slídy) a žáruvzdorná. Tvrdost 2,5 - 4, hustota 2,8 - 2,9 g.cm<sup>-3</sup>, krystalická soustava jednoklonná. Velká naleziště jsou na Sibiři, v Indii, nebo v Rakousku. Díky svým výborným izolačním vlastnostem se používá ve vysokých pecích.

Oproti tomu biotit (tmavá slída), který je také dokonale štěpný, netvoří v takové velké míře tělesa jako muskovit (je drobný). Je součástí magmatů (žula, syenit, diorit a gabro). Tvrdost 2,5 - 3, hustota 2,7 - 3,4 g.cm<sup>-3</sup>, krystalická soustava jednoklonná. Nalézají se například ve dvouslídnych vyvřelých horninách. V minulosti byly velmi populární cementové omítky do kterých se přidávaly slídy.

Mezi ostatní minerály, o kterých je důležité se zmínit patří bezesporu glaukonit. Zelenavý jednoklonný nerost. Nalézají se v drobných zaoblených zrnkách v křídových sedimentech převážně mořského původu. Povětšinou sedimenty zbarvené do zelena (zámělský pískovec) indikují jeho přítomnost v matrix. Vytváří podmínky, jako zdroj železa, pro vznik druhotných minerálů v horninách. Pozvolna se přeměňuje (oxidací) na limonit, který tak nabývá na objemu, vznikají tlaky, trhliny v kameni a materiál tím ztrácí pevnost.

Illit a kaolinit jsou tzv. jílové minerály a jejich přítomnost v kameni je soustředěna povětšinou v tmelu. Pískovce s jílovitým, jílovito-vápenatým tmelem patří k nejméně kvalitním. Špatně odolávají působení povětrnostních podmínek. Kaolinit má schopnost zvětšit svůj objem a v důsledku toho zadržuje vodu, s tou jsou spjata poškození hornin.

### 2.1.3 Vznik mechanických sedimentů

Působením povětrnostních podmínek dochází k rozpadu hornin a jejich úlomky (klasty) různými cestami migrují (vodní toky) a usazují se (sedimentace). Buďto dojde ke zpevnění, tím vznikají klastické horniny zpevněné nebo nedojde, tím vznikají nezpevněné. Na způsobu transportu, sedimentace a stmelení (diageneze) závisí vlastnosti kamene. Čím delší je transport tím jsou klasty oválnější a pískovec je čistší z důvodu zániku nestabilních nebo měkkých klastů. Vznikají rozdílné druhy materiálů (droby,



Obr. 1 **Železitě žilkování zvýrazněné erozí**

arkózy, pískovce, opuky). Způsob stmelení (cementace) má vliv hlavně na pevnost a z toho vyplývající opracovatelnost kamene. Podle něho je většinou dělíme na pískovce s jílovito-vápenatým tmelem, jílovitým (většinou nejhorší vlastnosti), nebo křemičitým tmelem (nejpevnější). Barvu pískovce ovlivňují především příměsi v podobě oxidů kovů (nejčastěji) a jiné nečistoty. Čistě bílý (našedlý) pískovec je nejčistší, většinou s křemičitým tmelem (maletínský pískovec). Jílovitá příměs barví kámen do šedé, pískovce s tímto tmelem jsou většinou nekvalitní a pocházejí z prostředí, které je kalné, když sedimentují. Do červena jej zabarvují oxidy železa, především hematit, který se dostává do kamene, ve většině případů, z tlejících těl živočichů (původně pyrit), problémy nastávají ve chvíli, kdy se oxidací přemění na limonit a nabývá tak na objemu, tím narušuje strukturu kamene a jeho pevnost (broky v maletínském pískovci).

#### Rozdělení pískovců podle tmelu

Pískovce s jílovitým tmelem patří k nejměkčím, barva je povětšinou šedá. Kameny s tímto tmelem se nachází v okolí Labe (Miletice, Mšeno), na Mladoboleslavsku, nebo na severní Moravě (Jablůňkov), díla z nich vytvořená podléhají rychlé zkáze a zejména když se přičte nevhodné složení, jako například přítomnost glaukonitu v zápském pískovci, je trvanlivost na povětrnostních podmínkách minimální.

Kaolinický tmel mají povětšinou pískovce jemnozrnné, světlé, barvou od šedé po hnědou.

Křemičité tmelu jsou nejtvrďší, ve většině případů jsou světlé a pro sochařské účely nejvhodnější, vzhledem k jejich trvanlivosti. U nás je najdeme na Broumovsku (Božanov) a u Dvora Králové. Mohou být načervenalé (obsah železa), naleziště u Děčína, Liberce a Trutnova.



Obr. 2 **Ukázka degradace zápského pískovce**

Červený pískovec se železitým tmelem se nalézá v okolí Turnova, Úpice, Staré Paky. Kámen je většinou střednězrný a špatně vytříděný (nerovnoměrná struktura).

### Česká křídová pánev

Tento rozlehlý geologický útvar, vzniklý v mladších druhohorách (mezozoikum), se rozprostírá v severozápadní části Čech a jde o největší „zásobárnu“ pískovců pro kamenické a sochařské účely. Jižní a jihozápadní okraj výplně pánve je silně denudován<sup>c</sup> a odkrývá sochařsky a kamenicky atraktivní souvrství s pískovci (cenoman<sup>d</sup>) a opukami (spodní turon<sup>e</sup>). Od jihozápadu přilehá k české křídové páni kamenicky významný areál Slánsko-Kladensko. Jde o žehrovické, křemičité, arkózovité pískovce mladoprvohorní (tzv. žehrovákové živců a slíd). Jedná se o říční pískovce, které spadají do skupiny karbonských a materiál dejekčních kuželů. Na jihovýchodě zase tzv. Boskovická brázda, kde se nacházejí mladoprvohorní sedimenty, podobné těm z Kamenných Žehrovic. Nejvýznamnějším útvarem v české křídové páni je bezesporu oblast, která se zjednodušeně nazývá „Hořický hřbet“, pískovce z něho vytěžené patřily především v 19. století k nejkvalitnějším. Jde o tzv. cenomanské pískovce a bude o nich zmínka ve kapitole 4.

### Arkózy

Vznikají intenzivním zvětráváním žuly a následným transportem, usazením a zpevněním váhou nadloží i tmelem. Obsahují kaolinit (přispívá k jejímu větrání). Naleziště na Kladensku, v Podkrkonoší, na Broumovsku, ve Středočeském kraji (Nučice – zámek Bečváry).

## **2.2 Metodika práce a její cíle**

Zkoumány byly předem vytipované materiály, které v minulosti byly, nebo stále jsou, používané pro sochařské nebo kamenické účely v Litomyšli. U těchto kamenů nás zajímaly, jak jejich historie použití, tak fyzikální vlastnosti a s tím související opracovatelnost. Zaměřili jsme se hlavně na regionální materiály tj. ty, které se těžili v blízkém okolí. Tyto byly posléze porovnávány s kameny používanými po celém území České republiky. Jako zástupci byly vybrány božanovský pískovec z Broumova, maletínský, který je charakteristický pro moravské sochařství a hořický, který se používá po celé republice.

## **2.3 Archivní rešerše**

Nejprve bylo důležité zjistit co nejvíce o historii použití jednotlivých kamenů v Litomyšli. Byla proto provedena rešerše ve školním a městském archivu, která nám poskytla cenné informace a přehled o výtvarných i řemeslných dílech, vytvořených z kamene. Dále jsme se pomocí digitalizovaných map na internetu<sup>2</sup> a soupisů lomů<sup>3</sup> snažily najít povětšinou již zaniklé lomy na pískovce v blízkém okolí.

---

<sup>2</sup> <http://archivnimapy.cuzk.cz/>

<sup>3</sup> Dr Milada Vavřínová, Dr Adolf Polák Dr. František Prokop, *Soupis Lomů ČSR*, Vědecko-technické nakladatelství, 1949, Praha

## Vysvětlivky:

---

<sup>a</sup> 1-mastek, 2-halit, 3-kalcit, 4-florit, 5-apatit, 6-živec, 7-křemen, 8-topaz, 9-korund, 10-diamant

<sup>b</sup> „*Krystalograficky orientované minimum soudržnosti, schopnost minerálu rozpadat se podle rovných ploch v krystalografických směrech*“ (**Sejkora J., Kouřimský J.**, *Atlas minerálů České a Slovenské republiky*, Academia, Praha, 2005)

<sup>c</sup> Denudace= obnažování podložných pevných hornin, nebo snižování zemského povrchu (**Ptáčková v., Kraus J. a kolektiv**, *Akademický slovník cizích slov a pojmů*, Academia, Praha, 2010)

<sup>d</sup> Cenoman=geochronologická jednotka svrchní křídy

<sup>e</sup> Turon= geochronologická jednotka svrchní křídy

## 3 Praktická část

### 3.1 Selekce hornin a odběr vzorků

Po vytipování jednotlivých lokalit a zúžení na nejběžnější materiály v Litomyšli jsme odebrali vzorky, které jsme poté dále zkoušeli a porovnávali mezi sebou. Postupně byly vybrány čtyři zástupné typy pískovců, u kterých byl proveden petrologický průzkum. Následně jsme u vybraného vzorku, ze kterého jsme získali dostatečný materiál pro laboratorní zkoušky, odebrali další vzorky na základní zkoušky fyzikálních a mechanických vlastností. Výsledky jsme konfrontovali s hodnotami u hornin používaných po celé republice.

Po porovnání výsledků petrologických průzkumů jednotlivých hornin, jsme se rozhodli odebrat u kamenů, kterých jsme měli dostatečné množství, materiál na další laboratorní zkoušky. Na zjištění základních fyzikálních vlastností. Jednotlivé typy horniny byly v rámci přehlednosti pracovníčně označeny jako P1-P8.

**Tab. 1 Přehled vybraných typů hornin pro podrobnější průzkum:**

hornina	místo odběru <sup>f</sup>	Popis <sup>g</sup>
P1	zrušený hrob	Světlý, hrubozrný
P2	zrušený hrob	Tmavý, hrubozrný
P3	zrušený hrob	hnědý s železitými žilkami, hrubozrný
P4	zed' městského hřbitova	světlý se silnými světle rezavými žilkami, hrubozrný, černé tečky
P5	zrušený hrob	sytě zelený, jemnozrný
P6	lom Záměl	nazelenalý, jemnozrný
P7	zrušené ostění	Zelený, středně zrnitý

Typ horniny P1 byl vybrán, protože se jedná o velmi rozšířený materiál v Litomyšli i v jejím okolí. Je používán především v sepulkrální architektuře a jeho povrch je pokryt šedou patinou.

Typ P2 jsme vybrali pro jeho mírně odlišnou zrnitost a také barvu od typu P1. Tento pískovec není tak často použit jako předchozí, avšak zajímalo nás zda se nejedná o pískovec stejného nebo podobného složení, popřípadě ze stejné lokality těžby.

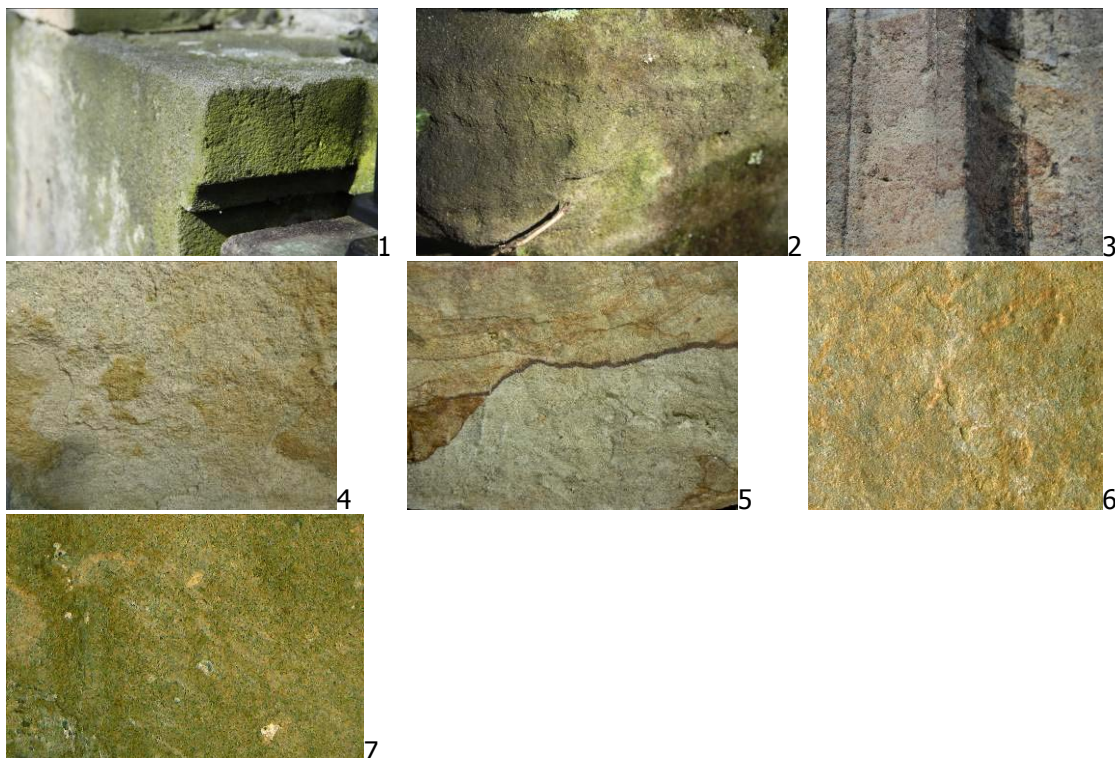
Typ P3 jsme vybrali pro jeho podobnou strukturu a žilkování, jaké má pískovec ze Záměle, avšak jeho barva jde více dohněda. Chtěli jsme jej proto porovnat s tímto typem kamene.

Typ P4 byl vybrán jelikož se jedná také o velmi rozšířený kámen v Litomyšli. Především nás zaujaly drobné černé tečky v jeho textuře.

Typ P5, jde o jemnozrný pískovec s výraznou zelenou barvou. Zřejmě díky své jemné zrnitosti a barvě byl používán i při ztvárňování dekorů a složitějších profilací. Chtěli jsme zjistit jeho strukturu, složení a případně vytipovat lokalitu těžby.

Typ P6 je pískovec těžený v Záměli u Potštejna, který se také používá pro kamenické práce v Litomyšli. Vzorky z něj odebrané byly použity na porovnání s horninami P3 a P6.

Typ P7 je nazelenalý pískovec, používaný v Litomyšli především na ostění a obklady. Má výrazné rezavé žíly a drobné černé tečky. Vzorky z něho byly odebrány na porovnání se vzorky z typu P4, zda nejde o kameny s přibližně stejné lokality těžby.



Obr. 3 Ukázky vybraných typů hornin; 1-P1; 2-P2; 3-P3; 4-P4; 5-P5; 6-P6, zámělský; 7-P7

### 3.2 Průzkum hornin

Veškeré zde zmíněné laboratorní zkoušky byly prováděny v laboratoři katedry Chemické-technologie, Fakulty restaurování v Litomyšli.

#### 3.2.1 Petrologický průzkum

Ve spolupráci s RNDr. Zdeňkem Štaffenem byly odebrány vzorky (Ltm1-5) z hornin a odeslány firmě Diatech s.r.o., která z nich zhotovila výbrusy. Ty byly vyhodnoceny opět RNDr. Zdeňkem Štaffenem a výsledky byly reflektovány v této práci.

Tab. 2 Seznam odebraných vzorků

Vzorek	Popis
Ltm 1	Kámen P1
Ltm 2	Kámen P2
Ltm 3	Kámen P3
Ltm 4	Kámen P4
Ltm 5	Kámen P5



## Výsledky

Po vyhodnocení výsledků, z odebraných vzorků, můžeme kameny rozdělit do dvou skupin, podle zastoupení glaukonitu v matrix. První skupina, tvořená vzorky Ltm 1, 2, 4, je glaukonit pouze akcesorický, tyto pískovce mají navíc společnou velikost zrn, jsou středně až hrubozrnné.

U vzorků Ltm 3 a Ltm 5 m byl glaukonit zastoupen ve větší míře, skoro by se dalo mluvit o glaukonitických pískovcích. Obě skupiny spojuje předpokládaná lokalita a tím je Litomyšlsko a Chrudimsko. Z hlediska litostratigrafického členění lze předpokládat, že se jedná o perucko-korycanské souvrství, jsou to tedy pískovce tzv. cenomanské.

### **Ltm1**

Pískovec křemičitý, středně až hrubozrnný, silicifikovaný. Hlavní složkou je křemen, který je v něm hojně zastoupen. Dále pak obsahuje živec, slídy a částičky glaukonitu (mírně nazelenalá barva kamene).

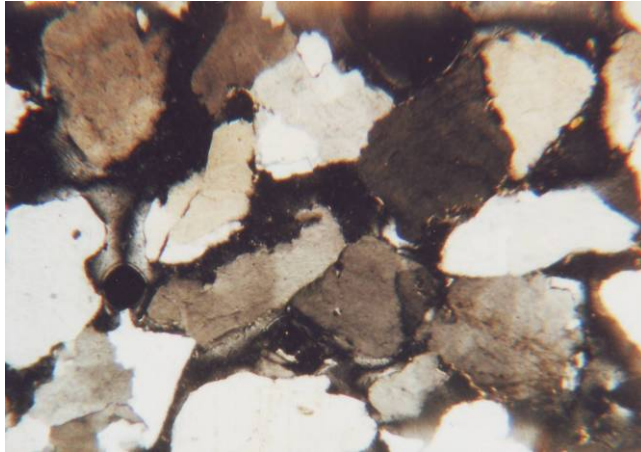


Obr. 4 **Křemičitý pískovec, středně až hrubozrnný**  
Vzorek Ltm – 1, zvětšeno 32x, nikoly X

### **Ltm2**

Křemičitý středně až hrubozrnný pískovec, silicifikovaný. Prakticky stejný jako Ltm 1, avšak má větší porositu, struktura klastů je více nerovnoměrná a ve vzorcích jsme našli glaukonit degradovaný na limonit.





Obr. 5 **Křemičitý pískovec, středně až hrubozrnný**  
Vzorek Ltm – 2, zvětšeno 32x, nikoly X

### **Ltm3**

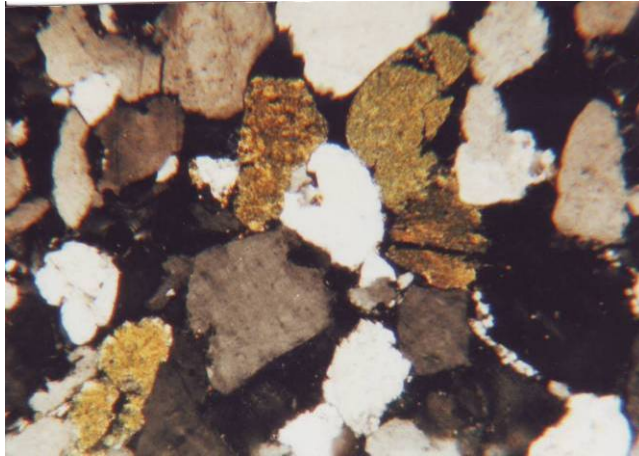
Pískovec je křemičitý, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný. Ve vzorcích je patrna častá přítomnost hrubozrnných horninových úlomků, což odkazuje na podmínky transportu klastů z pevniny do sedimentační pánve. Dále byla zjištěna hematitizace. Zvýšený objem glaukonitizované základní hmoty má za následek změny barvy do žlutozelené, sekundárním vznikem hematitu je pískovec v současné době zbarven dohněda.



Obr. 6 **Křemičitý pískovec, středně až jemnozrnný, glaukonitický**  
Vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X,

### **Ltm4**

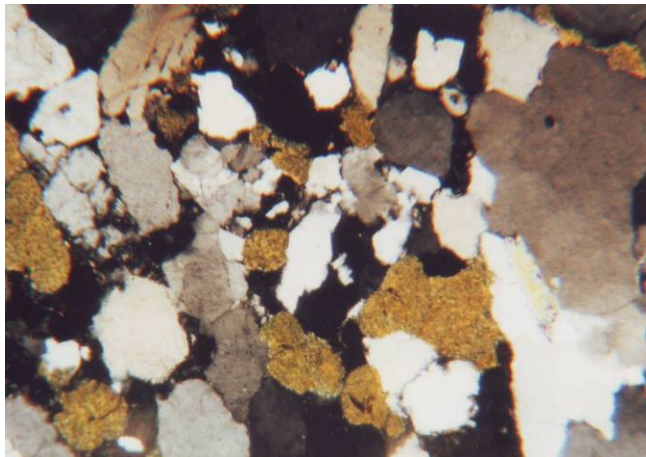
Stejně, jako v případě vzorku Ltm 1 a 2, jde o pískovec křemičitý, středně až hrubozrnný, silicifikovaný. Vykazuje větší podobnost s Ltm1 než s Ltm2, také je tu přítomný glaukonit a chlorit.



Obr. 7 Křemičitý pískovec, středně až hrubozrnný  
Vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly X

#### **Ltm5**

Pískovec, ze kterého byl odebrán tento vzorek, je křemičitý, jemnozrnný, glaukonitický a silicifikovaný. Míra skřemenění je větší než u Ltm3, a proto je materiál tvrdší. Matrix je tvořen, až prachovým křemenem, úlomky křemičitých hornin, slídou a glaukonitem.



Obr. 8 Křemičitý pískovec, středně až jemnozrnný, glaukonitický  
Vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X

### **3.2.2 Rastrovací elektronová mikroskopie s energodisperzivním analyzátozem. (REM-EDS)**

Metoda rastrovací elektronové mikroskopie s energodisperzivním analyzátozem umožňuje podrobné zkoumání morfologie různých typů materiálů při velkém zvětšení a současně při vysokém rozlišení. V kombinaci s energodisperzivní analýzou lze provádět kvalitativní resp. semikvantitativní prvkovou analýzu.

Metoda byla využita pro studium mikrostruktury vybraných typů pískovců (porozita, velikost a tvar zrn, základní hmota resp. typ tmelu). V případě části vzorků bylo stanoveno i celkové prvkové složení a byly analyzovány jednotlivé klastické součásti vybraných pískovců.

Tato metoda byla použita i při identifikaci lomů<sup>4</sup>. Byly odebrány vzorky z jednotlivých nalezišť a porovnány s nábrusy z kamenických výrobků.

Z odebraných vzorků z vybraných typů pískovců byly připraveny nábrusy. Vzorky byly zality do akrylátové pryskyřice Spofacryl (samopolymerizující adhesivní pryskyřice, typ 0 – bezbarvý), následně vybroušeny a vyleštěny. Před vlastní analýzou byla část vzorků napařena uhlíkem.

Mikroskop: REM Philips XL30 ESEM<sup>5</sup>.



Obr. 9 Připravené vzorky na REM-EDS

Tab. 3 Seznam testovaných kamenů:

Název	Popis
V1	Kámen skupiny P4, z prostřed kamene po rozlomení
V2	Kámen skupiny P6, Zámělský pískovec
V3	Kámen skupiny P4, z povrchu exponovaném povětrnostním vlivům
V4	Kámen skupiny P7, nazelenalý pískovec
V5	lomová stěna před Budislaví od Proseče
V6	lomová stěna při cestě na jižním konci Budislavi
V7	lomová stěna u kostela Boží lásky v Budislavi

<sup>4</sup> Po rešerši v historických mapách – <http://archivnimapy.cuzk.cz/>, a následném průzkumu v terénu

<sup>5</sup> analýzy provedeny v spolupráci s ing. Karolem Bayerem, KCHT FR Univerzita Pardubice





Obr. 10 Vyznačení místa odběru vzorků na mapě



Obr. 11 Záběry z lomů na pískovce z Budislavi, lom ze kterého byl odebrán vzorek V6 (vlevo) a lom u kostela Boží milosti

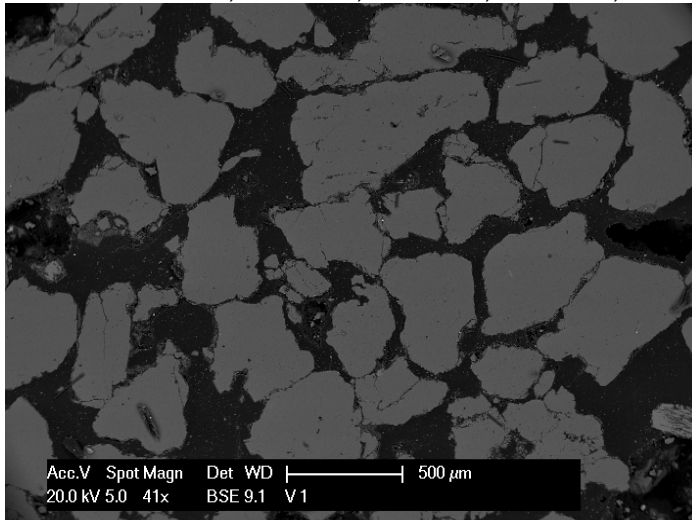
## Výsledky

### V1

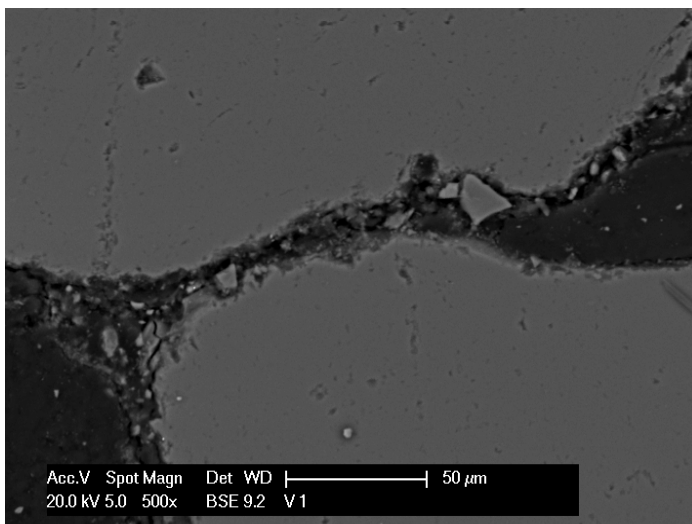
Středně až hrubozrný křemičitý pískovec, tmel je dotykový. Vyznačuje se vysokou porositou 30% (velikost pórů 250-300 $\mu$ m). Je zde zastoupen draselný živec (ortoklas, max 5%), muskovit

Prvkové zastoupení:

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO
%hm	96,3	1,2	0,5	0,1	0,9	0,4	0,5



**Obr. 12 Křemičitý, středně až hrubozrný**  
Vzorek V1, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 41x



**Obr. 13 Křemičitý, středně až hrubozrný**  
Vzorek V1, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 500x  
Detail dotyku jednotlivých křemenných zrn

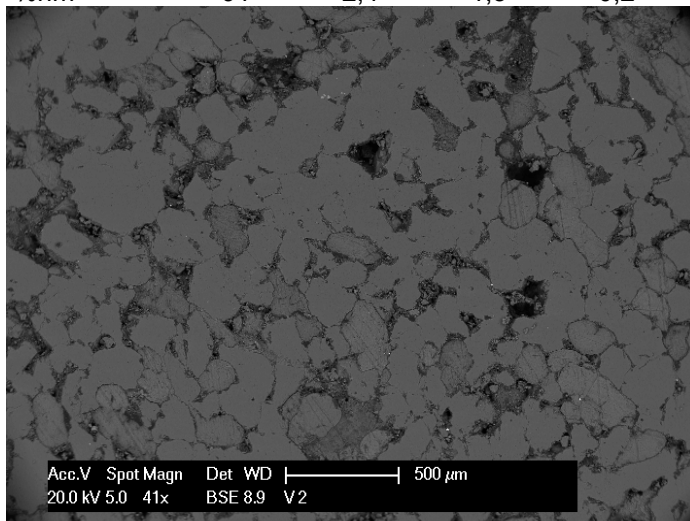
### V2

Křemičitý jemnozrný pískovec s dotykovo-výplňovým tmelem. S menší porositou než u vzorku V1. Největší prvkové zastoupení má zde křemen (SiO<sub>2</sub> 90%) a obsahuje také živce a

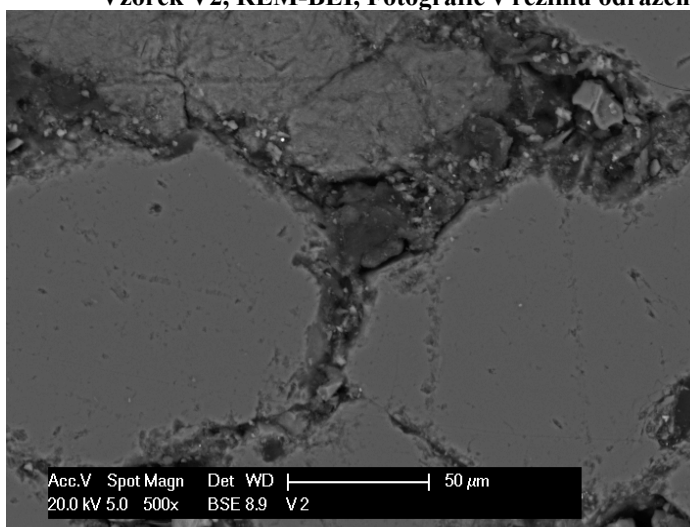
glaukonit (oválné částice). Je patrná silná silicifikace (srůst zrn). Byla nalezena zrna barytu a mědi.

Prvkové zastoupení:

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO
%hm	91	2,4	1,3	0,2	1,2	0,4	2,4



**Obr. 14 Křemičitý pískovec, středně až jemnozrný**  
Vzorek V2, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 41x



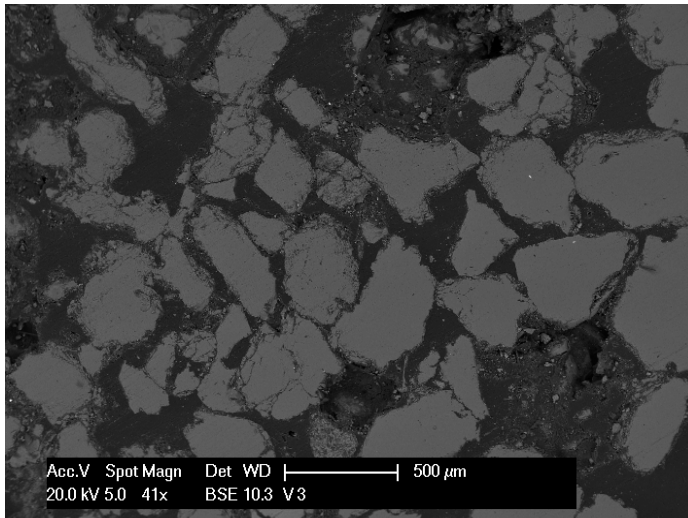
**Obr. 15 Křemičitý, středně až hrubozrný**  
Vzorek V1, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 500x  
Detail srůstu zrn (silicifikace)

V3

Tento vzorek je ze stejného kamene jako V1, avšak je odebrán z povrchu. Má tedy všechny výše popsané parametry a navíc je u něho znatelná koroze. Ta se projevuje zhoršeným kontaktem zrn křemene a jejich degradací.

Prvkové zastoupení:

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO
%hm	93,3	1,7	1,7	0,1	0,7	0,2	0,8



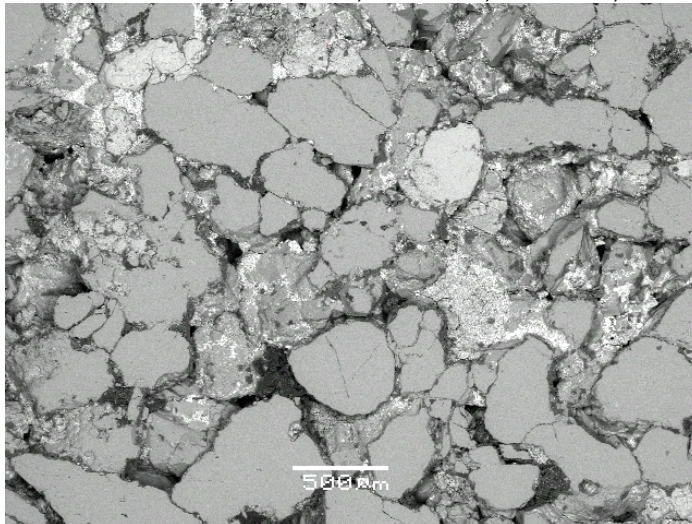
**Obr. 16 Křemičitý, středně až hrubozrnný  
Vzorek V3, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 41x  
Zhoršený kontakt mezi zrn**

V4

Křemičitý pískovec s dotykovo-výplňovým tmelem. S menší porozitou než V1 a V3. Vedle křemene, který je zastoupen ve většině, je zde i vyšší podíl silikoaluminátů (živce). Výplň tmelu je hliníkokřemičitanová hmota, s velkým obsahem železa. Dále byly nalezeny oxidy titanu a drobné částice pyritu. Vše nasvědčuje přítomnosti glaukonitu.

Prvkové zastoupení:

%hm	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO
	94,8	1,5	0,6	0,2	0,7	0,3	1,4

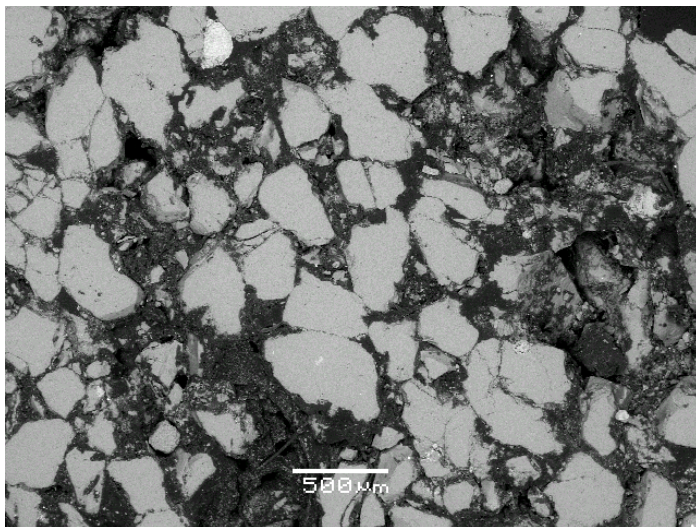


**Obr. 17 Křemičitý pískovec, středně zrnitý  
Vzorek V4, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 35x**



V5

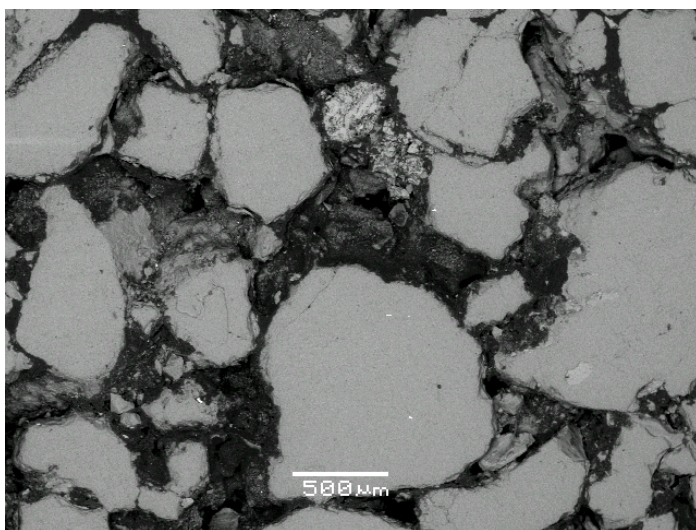
Složení a tmel je podobný jako u V1 a V3. Opět jsme našli akcesorické oxidy železa a titanu (rutil).



**Obr. 18 Křemičitý pískovec, středně až hrubozrnný  
Vzorek V5, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 35x**

V6

Složení a tmel u tohoto kamene je stejné jako u V1, V3 a V5. Rozdíl je pouze v tom, že je o trochu více hrubozrnný. Akcesorické zastoupení oxidů titanu (rutil) a železa.



**Obr. 19 Křemičitý pískovec, středně až hrubozrnný  
Vzorek V6, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 35x**

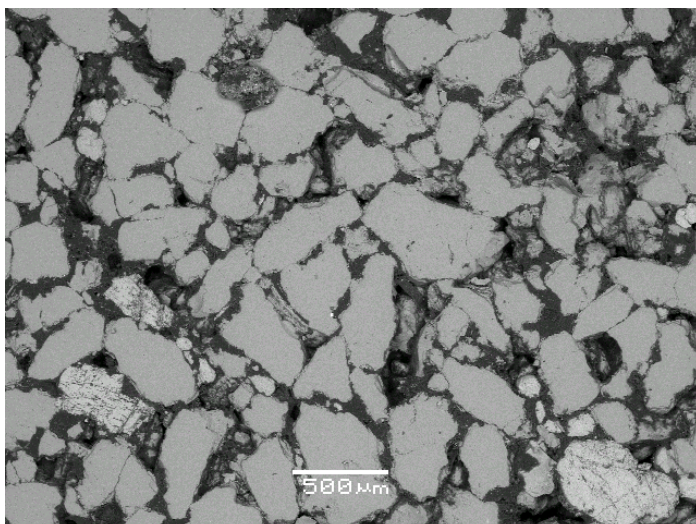
V7

Složení podobné jako u V1, V3., V5 a V6. Jde o křemičitý pískovec s kontaktním tmelem a převažující složkou křemene (kolem 90%). Jsou zde zastoupeny akcesorické oxidy titanu (rutil), železa a barytu.

Prvkové zastoupení:

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO
%hm	96,3	1,2	0,5	0,1	0,9	0,4	0,5





**Obr. 20 Křemičitý pískovec, středně až hrubozrný  
Vzorek V7, REM-BEI, Fotografie v režimu odražených elektronů, zvětšení 35x**

#### Závěr

Porovnávané vzorky můžeme rozdělit do dvou skupin. V té první je většina odebraných vzorků, V1, V3, V5, V6 a V7. Jde o pískovce křemenné, středně až hrubozrné. Tmel je dotykovo-výplňový a jsou velmi porézní (30%). Převládající složkou je křemen (kolem 90%). Dále obsahují živce, slídy (muskovit) a akcesorické oxidy železa, barytu a některé titanu (rutil). Koroze materiálu se projevuje dezintegrací pojiva i křemičitých zrn.

Ve druhé skupině jsou křemenné pískovce s vyšším podílem železa a dotykovo-výplňovým tmelem. Tato skupina je reprezentována vzorky V2 a V4. U kamene ze vzorku V2 se jedná o jemnozrný pískovec se silnou silicifikací (srůst zrn) a zvýšeným obsahem glaukonitu. V základní hmotě převažuje autigení křemen. Součástí je i kaolin a malý podíl kalcitu. Je nejméně ze všech vzorků porézní a velmi kompaktní. U vzorku V4 se jedná o středně až jemnozrný křemičitý pískovec s dotykovo-výplňovým tmelem. Železo v něm obsažené je převážně limonit, který tvoří na povrchu výrazné žilkování. Vyloučit nelze ani glaukonit, což by vysvětlovalo jeho zelenou barvu.

### 3.2.3 Stanovení nasákavosti materiálu-ponorem

Tato metoda se používá ke zjištění schopnosti materiálu přijímat kapaliny a závisí především na vlastnostech pórového systému. Jde o kvantitativní analýzu. My jsme měřily nasákavost ponorem vzorků do destilované vody na dobu 24h, před tím a po vyndání byly vzorky zváženy a z rozdílu hodnot byla vypočítána procentuální nasákavost kamene. Zkoušky probíhaly za laboratorních podmínek (teplota 20-22<sup>0</sup>C, relativní vlhkost 50-60%).

Byly vybrány 2 vzorky typu horniny P1, které byly upraveny řezáním do tvaru krychle o velikosti přibližně 5 x 5 x 5 cm. Následně byly vysušeny do konstantní vlhkosti, zváženy a ponořeny do kádinky s destilovanou vodou. Po 24h byly opět zváženy a vypočítána jejich nasákavost.

**Tab. 4 Nasákavost materiálu vodou**

Vzorek	Hmotnost (g)		Nasákavost%
	Počáteční	Po 24h	
N1	127,95	153,79	<b>11,71</b>
N2	137,37	142,94	<b>11,95</b>

### 3.2.4 Stanovení nasákavosti materiálu-kapilárním vztlínáním

Opět jde o kvantitativní analýzu schopnosti materiálu přijímat vodu, v tomto případě však kapilárním vztlínáním. Jde o zjištění kapilární aktivity pórů. Zkoušky probíhaly za laboratorních podmínek (teplota 21°C, relativní vlhkost 50-60%).

Byly vybrány 2 vzorky typu horniny P1, které byly upraveny řezáním do tvaru krychle o velikosti přibližně 5 x 5 x 5 cm. Následně vysušeny do konstantní vlhkosti. Poté jsme vzorky položily do misky s buničinou předvlhčenou destilovanou vodou, krytou filtračním papírem. Následně jsme vzorky v misce přikryly laboratorní kádinkou a měřili čas, za který se vzorek celý prosytí. Vlhkost stoupala přes vrstvy (sedimentační) horniny.

**Tab. 5 Rychlost kapilárního vztlínání**

Vzorek	Čas prosycení (sec)	Dosáhnutá výška (m)	Rychlost kapilárního vztlínání (m/s)
Vz1	510	0,054	<b>0,000105882</b>
Vz2	360	0,046	<b>0,000127778</b>

### 3.2.5 Stanovení objemové hmotnosti

Kvantitativní analýza zjišťující váhu materiálu v závislosti na jeho rozměrech. Zkoušky probíhaly za laboratorních podmínek (teplota 21°C, relativní vlhkost 50-60%).

Vybrali jsme 2 vzorky z typu horniny P1, které jsme upravili řezáním do tvaru krychle o velikosti 5 x 5 x 5 cm. Takto upravené vzorky byly vysušeny na konstantní vlhkost a zváženy, poté byly pokryty tenkou vrstvou silikonového kaučuku a ponořeny do odměrného válce s předem odměřenou hladinou destilované vody. Následně byly změřeny hodnoty hladiny znovu a od tohoto výsledku se odečetla původní hodnota (objem).

**Tab. 6 Objemová hmotnost**

vzorek	hmotnost (g)	objem (cm <sup>3</sup> )	objemová hmotnost (g/cm <sup>3</sup> )
V1	215,58	126	1,710
V2	250,84	148	1,694

### 3.2.6 Pevnostní zkoušky

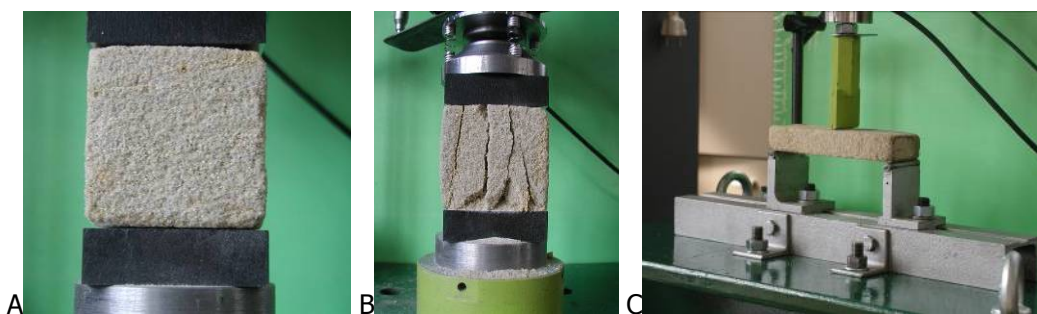
Jde o kvantitativní analýzu pevnosti daného materiálu. Byly připraveny vzorky kamene typu P1 o rozměrech 5 x 5 x 5 cm v počtu 10 kusů na zkoušky pevnosti v tlaku, a 2,5 X 4 X

15 cm v počtu 12 kusů na zkoušku pevnosti v tahu za ohybu. Vzorky byly zaslány do Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, kde na nich byly provedeny testy<sup>6</sup>.

Přístroj: Lucas 10kN

**Tab. 7 Pevnosti v tlaku a tlaku za ohybu**

	pevnost v tlaku (MPa)	pevnost v tlaku za ohybu (MPa)
nejvyšší	6,922	1,642
nejnižší	2,169	0,632
průměr	4,5455	1,137



**Obr. 21 Zkoušky pevnosti v tlaku (A, B) a tlaku v ohybu (C), foto: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR**

### 3.3 Vyhodnocení průzkumu hornin

Z výsledků jednotlivých metod průzkumu lze vyvodit následující. Zkoumané horniny můžeme rozdělit do dvou skupin. V první jsou pískovce křemičité silicifikované s vyšším obsahem glaukonitu. Jde o typy hornin P3, P5, P6 a P7. Jsou to pískovce středně až jemnozrné s dotykovým výplňovým tmelem a rozdílnou porositou, mírným odlišením opracování klastů v matrix. Nejde tedy jednoznačně říci, že se jedná o pískovce ze stejné lokality těžby. Souhrnně můžeme mluvit o pískovcích cenomanských z okolí Litomyšlska. Jedině v případě typu horniny P6, u které byly odebrány vzorky z materiálu, který je v současnosti těžen u obce Záměl, víme přesnou polohu lomu. Tento kámen je z nich asi nej kvalitnější, ale také nejhůře opracovatelný. Velkou nevýhodou je obsah glaukonitu, který je nejproblematičtější složkou všech těchto hornin.

Průzkum prokázal, že v případě hornin P1, P2 a P4 se jedná o stejný nebo podobný materiál, zjištěna byla i předpokládaná lokalita těžby. Ta byla díky porovnávání jednotlivých vzorků upřesněna na obec Budislav, která je od Litomyšle vzdálena 15 km jihozápadním směrem. Díky dostatku materiálu na různé laboratorní zkoušky, byly tyto horniny podrobeny zkouškám základních fyzikálních vlastností. Ty kolísají podle polohy lomu. Dá se říci, že ve směru od Proseče k Litomyšli klesá pórovitost a naopak stoupá pevnost a tím odolnost tohoto materiálu. Z hlediska barevnosti, převládá mezi těmito vzorky varianta světlého nažloutlého kamene, místy s lehce oranžovým žilkováním, avšak jsou známy i varianty hnědé

<sup>6</sup> Testy provedeny 16.9. 2010 s účastí Jaroslava Hodrmenta, Ing. Ondřeje Vály. Vyhodnocení Drdáců Miloš Prof. Ing., DrSc., dr. h. c.,

s výrazným červeným žilkováním. Společným prvkem jsou drobné pravidelně rozmístěné černé tečky.

Jde tedy o křemičité středně až hrubozrnné pískovce, silicifikované, tmelem dotykovo-výplňovým s následujícími fyzikálními vlastnostmi:

Pevnost v tlaku:	4,085 MPa
Pevnost v tahu za ohybu:	0,998 MPa
Objemová hmotnost:	1,703 g/cm <sup>3</sup>
Objemová nasákavost:	11,83%

### Vysvětlivky:

---

<sup>f</sup> Místo odběru udává zdroj, ze kterého se čerpaly poznatky

<sup>g</sup> V případě určení zrnitosti horniny rozhodoval vizuální průzkum a vyhodnocení na základě empirických zkušeností.

## 4 Vyhodnocení získaných poznatků

Výsledky jednotlivých analýz prováděných v rámci námi vybraných hornin v kapitole 3.2 PRAKTICKÉ ČÁSTI byly konfrontovány s poznatky získanými studiem a rešerší tří nejznámějších českých pískovců (hořický, maletínský a božanovský). Záměrem je tedy porovnání těchto regionálních kamenů s těmi, které se používaly, a vyjma Maletínského, stále používají po celé republice.

### 4.1.1 Hořický pískovec

O hořické pískovci toho bylo již napsáno spousty, je to náš v současnosti nejznámější a nejužívanější pískovec pro kamenické a především sochařské účely. Jedná se de-facto o velikou skupinu jemnozrnných sedimentů, těžených na Jičínsku v oblasti Hořic v Podkrkonoší,



Obr. 22 Ukázka tvarových možností kamene

z tohoto důvodu můžeme mluvit o pískovci „hořického typu“ nebo z „hořického hřbetu“ apod. Ač se jeho fyzikální vlastnosti mírně liší podle toho, kde se blok vytěží, jedno zůstává stejné, typická okrová barva. Známe i varianty světlé (šedo-bílé), narezavělé, zbarvené.

Poznávacím znamením tohoto pískovce je i lehké červenooranžové žilkování. Jak již bylo uvedeno, není hořický pískovec jako hořický pískovec, ten kvalitní, v exteriéru trvanlivý se těžil od Hořic (lom sv. Josefa) na východ (Boháňka, Skála) a v současnosti se již netěží. Jediný otevřený lom v této části je v Dubenci, kde se láme kámen s poměrně silicifikovaným tmelem, avšak obsahuje spousty železitých vrstev a „hnízd“, je proto prakticky nepoužitelný na sochařské účely. Od Hořic na západ pomalu klesá kvalita těženého materiálu, to je patrné především na pískovci z lomu v Podhorním Újezdě. Ten je největším, dnes otevřeným lomem na hořický pískovec. Bohužel se jeho kvalita s tím Boháneckým srovnat nedá.

Největší slávy a rozmachu se hořický pískovec těšil v 19. století, to mělo na svědomí nejen obrovský rozvoj kamenického řemesla, ale i jeho protěžování při stavbách či sochařských zakázkách. Je známo, že architekt a čelní představitel purismu Josef Mocker vlastnil některé lomy na Hořicku. Tento architekt vedl významné dostavby a přestavby v té době (dostavba chrámu sv. Víta v Praze, chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře) a zasloužil se tím o propagaci tohoto kamene.



Obr. 23 Ukázka zčernalých depositů na povrchu

Vlastnosti hořických pískovců kolísají s místem těžby. Jeho typickým projevem koroze je černání povrchu, vytvoření tzv. zčernalých depozitů. Vznikají usazením prachových a biologických částic na povrchu kamene, které následně vytvoří ve vlhkém prostředí lepkavý biofilm z řas, na nějž se přichytávají další částičky a tím uzavírají povrch. Nečistoty zbarví tento film dočerna, takto napadený povrch degraduje a po čase vlivem rozdílných mechanických vlastností od kamene odpadá. Známým projevem koroze je i „vymývání“ méně pevných míst, jenž je typické především pro méně kvalitní kámen z lomu Podhorní Újezd.

V Litomyšli nalezneme z tohoto kamene spoustu kamenosochařských i kamenických děl z minulosti i současnosti. Především se ale jedná o památky vzniklé v 19.století. Z věcí restaurovaných na FR UPce nebo institucí již ji předcházeli, to jsou například vrcholový kříž s Kristem z krucifixu v městské části Suchá, náhrobek K.Podhájského na městském hřbitově.

#### **4.1.2 Božanovský pískovec**

Tento hrubozrnný arkózovitý pískovec, těžící se u obce Božanov na Broumovsku, je převážně bělošedý s hnědými šmouhami. Převládající minerál je křemen (78%), dále pak obsahuje muskovit a biotit (celkem 2%) a především živce (přes 25%), díky čemuž o něm mluvíme z geologického hlediska jako o arkóze. Jeho objemová hmotnost (přes 2197 kg/m<sup>3</sup>) je jen mírně vyšší než u hořického, avšak pevnost v tlaku (62 MPa) je na poměry českých pískovců vysoká. To z něho činí velmi houževnatý těžkozpracovatelný materiál, vhodný především na dlažby, schody a jiné takto namáhané prvky. Své využití má i v reprodukčních pracích. Je z něho například kopie podstavce sochy sv.Luidgardy na Karlově mostě, nebo podstavce pod sochy sv. Anny tamtéž. Nevhodné se však jeví jeho použití na kopie soch andělů při soše sv. Floriána před jezuitskou kolejí v Kutné Hoře, které byly původně v tzv. mušlovém kutnohorském vápenci/pískovci. Nutno dodat, že problematika řešení kopií prací z tohoto druhu kamene je natolik složitá a v minulosti těžko řešitelná. Na tomto příkladě je vidět zřetelně devíza božanovského pískovce, který je bohužel „těžký“ a na zpracování takovýchto detailů a „vzdušných“ sochařských tvarů nepoužitelný.

Koroze tohoto kamene je typickým příkladem degradace většiny arkóz. Po čase vytvoří na povrchu tvrdou a fyzikálními vlastnostmi odlišnou „slupku“, za kterou následuje dezintegrováný materiál, a právě v tomto místě se po překročení pevnostního profilu dané oblasti povrch odloupne a tím dochází ke ztrátě tvarů. Bohužel se jedná o neustále se opakující jev, takže s přibývajícím časem mizí kámen po slupkách. Dalším takovým poznávacím znamením je jeho nazelenalá barva, kterou se zbarvuje sekundárně, pokud se vyskytuje v místech potenciálního biologického napadení, a jde odstranit jen mechanickou nebo chemickou (použití kyselin) cestou. Tyto jsou ovšem nejen v památkové, ale i v péči o kámen, jako takový zcela nevhodné.

V Litomyšli jsou z něho zhotoveny převážně schody a obklady domů a to především po úpravách z posledních dob. Vidět je například při stavbě piaristického kostela, kde jsou z něho obrubníky dlážděného stupně před severozápadním portálem.



### 4.1.3 Maletínský a pískovec

Velmi jemnozrnný (0,25-0,05 mm) sladkovodní pískovec bez vápenných složek těžený v okolí Maletína je typický především pro moravské sochařství. Používali jej umělci hlavně pro jeho jemnost díky které mohli do něho vysekat skoro až mramorové detaily. Vzhled je světlešedý, místy žlutohnědě až rudě zbarven. Typické jsou také tzv. broky, neboli železité konkrece, které vznikly přeměnou hematitu na limonit, tím nabývají na objemu a „vystřelují“ z kamene. Ze složení převládá křemen (83%) dále pak draselný živec (ortoklas, 7%), světlá slída muskovit (1%).

Maletínské lomy v minulosti vlastnila olomoucká diecéze a ta jej hojně využívala jak při stavebních pracích, tak především pro sochařské účely. Za všechny práce, které jsou z něho vytvořeny jmenujme Morový sloup na náměstí v Olomouci. Při nedávném restaurátorském zásahu na této památce bylo rozhodnuto o znovuotevření některých lomů v Maletíně za účelem získání materiálu na kopie a doplňky. Po skončení prací byl lom opět uzavřen, kvůli neshodám mezi majiteli lomu a investory těžby. Zároveň také pro technologicky obtížný způsob získávání. Lom se dostal na úroveň, kde již prosakovala spodní voda a tudíž bylo nutné ji odčerpávat. Dnes je lom zatopen a uzavřen.

Pískovec má jílovitý a převážně křemičitý tmel. Odlučnost je kvádrotvá a snadno se opracovává. Zčernalé depozity se u něho vyskytují podobně jako u hoříckého pískovce na „vrškách“ tvarů, v hloubkách zůstává světlý. Postupem času vlivem eroze získává „vyšumělý“ povrch. Je to zajímavé v souvislosti s tím, že se na některých památkách, na chráněném místě, zachoval povrch připomínající na první pohled mramorový a ten degraduje na dešti podobným způsobem. Geologicky jde samozřejmě o zcela odlišné typy kamenů. Podlesk na povrchu je u „maletína“ způsoben jeho jemnými, až prachovými frakcemi. Podobně jako například u opuk.



Obr. 24 Ukázka železité konkrece v maletínském pískovci

V Litomyšli jej můžeme pozorovat na piaristickém kostele, kde je z něho ostění severozápadního portálu, pomníku M.D. Röttigové na městském hřbitově restaurovaném FR UPce („mramorový“ vzhled povrchu ve spodní části náhrobku).

### 4.1.4 Zámělský pískovec

Zámělský pískovec je označení pro kámen těžený v Záměli u Potštejna (v rámci této práce je označen jako P6). Je známo, že se v minulosti těžil také u Rychnova nad Kněžnou nebo ve Vamberku. Je to středně zrnitý zpevněný sediment (3,3-1,0 mm), barvou od žlutozelené přes světle až k temně zelené s železitými žilami. Oproti hoříckému a maletínskému pískovci má i větší procento pórů (20%), tím je více přiblížen božanovskému pískovci, který má i podobnou zrnitost a pevnost v tlaku a výrazně jej převyšuje v pevnosti tahu za ohybu, což může být způsobeno menším podílem živců v jeho matrix.

Je vhodný na obklad, architektonické prvky s jednoduchým tvaroslovím a dlažby (interiér, pozor na glaukonit). Opracovatelnost je mírně lepší než u božanovského. V současnosti je lom otevřený, avšak není zaručeno vytěžení dostatečně velkých kvádrů bez prasklin a jiných vad (železité žíly). V Litomyšli je využit převážně na stavební prvky (portály, zdi, dlažba).

#### **4.1.5 Budislavský pískovec**

Do pojmu „budislavský pískovec“ zahrnujeme veškeré středně zrnité siliciklastické sedimenty těžené v obci Budislav (z Litomyšle směr Proseč, Zderaz). Tyto pískovce se vyznačují kvalitním křememičitým dotykovo-výplňovým tmelem, vysokou porositou, světlou barvou a drobnými tečkami patrné v textuře. Ze složení převažuje křemen (90%), klastická slída (muskovit) a za stoupen je také chemogení glaukonit. Ten se mění na limonit, avšak zde nevznikají tak silná pnutí, jelikož vysoká poróznost kamene skýtá dostatek prostoru pro pohlcení těchto tlaků. Místy se také vyskytuje žlutozelený chlorit.

Všechny lomy jsou dnes již uzavřené. Litostratigrafické začlenění do perucko korycanského souvrství (cenoman), předpokládáme mořský původ. Vlastnosti a složení mírně kolísá podle polohy lomu. Na začátku Budislavi, respektive ještě pod ní (ze směru od Zderaze), jsou horniny s menší pevností, v minulosti se zde těžily převážně na písek. Postupně k Litomyšli roste jejich pevnost, což je dáno mírou stmelení jednotlivých zrn a nižší porositou. Přímo za označením začátek obce je po levé straně z cesty patrna stěna, kde už se těžil kámen na kamenické práce. Pozná se podle barvy, jelikož je hnědý a má výrazné žilkování. Zhruba u prostřed vesnice se nachází asi nejkvalitnější materiál, který je zde možno vytěžit. Z lomové stěny u kostela Boží milosti, za místním hostincem se těžil kámen, který byl použit na stavbu brány Litomyšlského hřbitova nebo kostela v Poličce. S označením konec obce se mění i geologické podloží, dále na Litomyšli jsou u cesty lomy na opuku a pokud bychom se dali doprava přijeli bychom k žulovému lomu (resp. granodioritovému).

#### **4.1.6 Středně až jemnozrný křemičitý pískovec, glaukonitický – P3**

Tento křemičitý, středně až jemnozrný glaukonitický pískovec se silicifikovaným tmelem, je používán na architektonické díly a profilace. Pro volné sochy se nepoužíval. Má nahnědlou barvu, avšak ta není u něho původní, předpokládaná barva by měla být dozelená. Je více porézní než například pískovce hořické, což je dáno především rozmanitými složením základní hmoty. Klasy jsou ostrohranné a různě veliké, od prachových částic až po hrubozrné. Navíc skruktura je nerovnoměrná, tudíž vznikají oblasti s větší pevností a tím i spletitý pórový systém. Obsahuje především křemen, dále slídy a také glaukonit, který při vystavení povětrnostním podmínkám napomáhá degradaci kamene (koroze křemených zrn hematitem). Z pískovců prezentovaných v této práci je přirovnatelný k zámělskému. V Litomyšli je tento kámen použit například na hrobě č. 43/1. na místním hřbitově.



#### **4.1.7 Jemnozrnný křemičitý pískovec, glaukonitický – P5**

Tento pískovec se vyznačuje svoji sytou zelenou barvou a černými tečkami v textuře. Míra silicifikace je větší než u P3. tmel je dotykovo-výplňový a glaukonit se podílí jeho cementaci. Svou zrnitostí by jsme jej mohli přirovnat k hořickému pískovci, také z hlediska opracovatelnosti kamene se mu blíží. Výrazným rozdílem je však velký podíl glaukonitu, který mu dává charakteristickou zelenou barvu.

#### **4.1.8 Středně až jemnozrnný křemičitý pískovec, glaukonitický – P7**

Jde o kompaktní křemičitý pískovec s dotykovo výplňovým tmelem. Kromě křemene (převládá) a živců obsahuje chemogenní glaukonit (zelená barva), jenž je součástí tmelu. Dále byly nalezeny drobné částice pyritu a rutilu. Z prezentovaných glaukonitických pískovců má nejnižší porositu. Jeho využití je především na obklady, nebo kamenná ostění.

## 5 Závěr

Cílem této práce bylo zmapovat klastické sedimentární horniny-pískovce, používané na kamenické a sochařské práce v Litomyšli. Zaměřili jsme se především na tzv. regionální pískovce, tedy ty, které se do Litomyšle dováželi z nejbližšího okolí. Po rešerši v archivech (městský a archiv FR UPce) jsme vybrali zástupné horniny. Výběr jednotlivých typů závisel na četnosti dochovaných děl i na zajímavém vzhledu.

U odebraných vzorků P3 a P5 jsme zjistili, že se nejedná o tzv. zámělské pískovce. Průzkumem zbylých hornin, se došlo k závěru, že typy P1, P2, P4 vykazují shodné znaky, a proto, jsme se snažily vypátrat případnou lokalitu těžby. Byly odebrány vzorky z předem odhadnutých lomových stěn u Budislavi a pomocí rastrovací elektronové mikroskopie jsme vzorky porovnávali. Tyto vzorky měli podobné složení a struktury. U jednotlivých typů hornin jsme dále zjišťovali jejich základní fyzikální a mechanické vlastnosti a výsledky porovnávali se známými pískovci používanými po celé republice (hořický, božanovský, maletínský).

Z hlediska porovnání jednotlivých hornin lze říci, že se ty regionální používali především na hrubé kamenické výrobky s jednoduchým tvaroslovím. A na sochařská díla se používali materiály dovážené, převážně hořický (19. století) a maletínský.

## 6 Přílohy

## 6.1 Příloha 1

### Kartotéka

Bodové shrnutí a porovnání vybraných hornin používaných na kamenické a sochařské účely v Litomyšli.

#### 6.1.1 Hořický pískovec

<b>Lokalita:</b>	Hořický hřbet od Dubence po Podhorní Újezd
<b>Lomy:</b>	Skály, Boháňka, Dubenec, sv. Josef u Hořic, Podhorní Újezd
<b>Historické období použití:</b>	Především 19. století
<b>Zrnitost:</b>	0,25 - 0,05 mm
<b>Barva a vzhled:</b>	Okrová, světlá, slabé žilkování
<b>Tmel:</b>	Jílovito-vápennatý – pevně silicifikovaný
<b>Objemová hmotnost:</b>	2,059 (Podhorní Újezd) – 2,100 (Boháňka) g/cm <sup>3</sup>
<b>Objemová nasákavost:</b>	14,73%
<b>Pevnost v tahu za ohybu:</b>	4,3 MPa
<b>Pevnost v tlaku:</b>	43,5 MPa
<b>Pórovitost:</b>	22,4 %
<b>Složení minerálů:</b>	křemen (69%), živec (1), jílový minerál (26), limonit (3), těžké minerály (1)
<b>Ostatní vlastnosti:</b>	
<b>Koroze:</b>	Zčernalý povrch, vymývání povrchu
<b>Použití:</b>	Sochy i architektura, jemný dekor
<b>Příklad užití:</b>	Dostavba chrámu sv. Víta v Praze,

## 6.1.2 Maletínský pískovec

<b>Lokalita:</b>	Maletín, Mladějov na Moravě
<b>Lomy:</b>	Starý Maletín, Mladějov na Moravě
<b>Historické období použití:</b>	Především 16.-17. století
<b>Zrnitost:</b>	0,25 - 0,05 mm
<b>Barva a vzhled:</b>	Světlá, červené šmouhy, železité konkrce
<b>Tmel:</b>	
<b>Objemová hmotnost:</b>	2,068 g/cm <sup>3</sup>
<b>Objemová nasákavost:</b>	
<b>Pevnost v tahu za ohybu:</b>	55,2 MPa
<b>Pevnost v tlaku:</b>	65-85 MPa
<b>Pórovitost:</b>	13,9 %
<b>Složení minerálů:</b>	křemen (83%), ortoklas (7%), muskovit (1)
<b>Ostatní vlastnosti:</b>	
<b>Koroze:</b>	Vypršelý a omšelý povrch, konkrce
<b>Použití:</b>	Sochy i architektura, jemný dekor
<b>Příklad užití:</b>	Sv. Jan Nepomucký (Litomyšl-Lány), pomník M.D. Roettigové na městském hřbitově v Litomyšli

### 6.1.3 Božanovský pískovec

<b>Lokalita:</b>	Božanov (u Broumova)
<b>Lomy:</b>	Božanov
<b>Historické období použití:</b>	
<b>Zrnitost:</b>	2 - 0,5 mm
<b>Barva a vzhled:</b>	Světlý se rezavými šmouhami
<b>Tmel:</b>	
<b>Objemová hmotnost:</b>	2,197 g/cm <sup>3</sup>
<b>Objemová nasákavost:</b>	11,56%
<b>Pevnost v tahu za ohybu:</b>	2,9 MPa
<b>Pevnost v tlaku:</b>	62 MPa
<b>Pórovitost:</b>	
<b>Složení minerálů:</b>	křemen (78%), ortoklas (13%), plagioklas (13%), slídy (2%)
<b>Ostatní vlastnosti:</b>	
<b>Projevy koroze:</b>	
<b>Použití:</b>	Dlažby, obklad, drobná architektura (pomníky apod.)
<b>Příklad užití:</b>	Podstavec pod sousoším sv. Luidgardy

#### 6.1.4 Budislavský pískovec

<b>Lokalita:</b>	Budislav
<b>Lomy:</b>	U kostela
<b>Historické období použití:</b>	
<b>Zrnitost:</b>	Středně až hrubozrnný
<b>Barva a vzhled:</b>	Světlý s mírnými rezavými žílami
<b>Tmel:</b>	silicifikovaný
<b>Objemová hmotnost:</b>	1,703 g/cm <sup>3</sup>
<b>Objemová nasákavost:</b>	11,83%
<b>Pevnost v tahu za ohybu:</b>	0,998 MPa
<b>Pevnost v tlaku:</b>	4,085 MPa
<b>Pórovitost:</b>	
<b>Složení minerálů:</b>	křemen (90%), ortoklas (5), muskovit, baryt (akcesoricky), rutil (akcesoricky)
<b>Ostatní vlastnosti:</b>	
<b>Koroze:</b>	Dezintegrace křemenných zrn, „šednutí“ povrchu
<b>Použití:</b>	Obklady, dlažby, jednoduché profily říms
<b>Příklad užití:</b>	Kostel v Poličce, hlavní brána městského hřbitova v Litomyšli

## Příloha 2

### Petrologické vyhodnocení vzorků odebraných na hřbitově v Litomyšli

RNDr. Zdeněk Štaffen, 2010

V měsíci červnu 2010 byla s Danielem Hvězdou, studentem litomyšlské fakulty restaurování Pardubické univerzity, provedena prohlídka vybraných náhrobků. Z těchto objektů byly odebrány vzorky, ze kterých byly zhotoveny mikroskopické výbrusy s označením:

Ltm – 1 sokl náhrobku ve škole

Ltm – 2 hrob

Ltm – 3 hrob

Ltm – 4 zeď hřbitova vedle hlavní brány

Ltm – 5 ostění

Makroskopicky lze odebrané vzorky označit jednoznačně jako **pískovce** různé zrnitosti s kolísající mírou silicifikace a glaukonitické příměsi. Na základě porovnání mikroskopických výbrusů tvoří vzorky dvě litologicky odlišné skupiny pískovců.

První skupinu tvoří **křemenné pískovce středně až hrubě zrnité, silicifikované, s akcesorickým glaukonitem a proměnlivou mírou opracování klastů**. Tuto skupinu reprezentují vzorky Ltm – 1, 2, 4.

Druhou skupinu tvoří **křemenné pískovce středně až jemnozrné, se značnou příměsí glaukonitu (až glaukonitické) silicifikované s ostrohrannou klastikou zvýšenou přítomností horninových klastů**. Tuto druhou skupinu reprezentují vzorky Ltm – 3 a Ltm – 5.

Obě skupiny zastupují nejen strukturálně a mineralogicky příbuzné pískovce, ale rovněž obdobné podmínky jejich vzniku a charakter sedimentačního prostředí. Za lokality jejich výskytu a těžby lze s vysokou pravděpodobností považovat jižní okraj (kuestu) české křídové pánve na Litomyšlsku, případně Chrudimsku. Stratigraficky pochází tyto pískovce pravděpodobně z perucko-korycanského souvrství (cenoman). Přítomnost glaukonitu dokládá jejich mořský původ. Nízký stupeň opracování křemenných klastů a jejich nestejně zrnitá struktura pak dokládá jejich původ v mělké sedimentační pánvi nedaleko pobřeží.

#### ***Pískovce křemenné, středně až hrubozrné, silicifikované (1. skupina)***

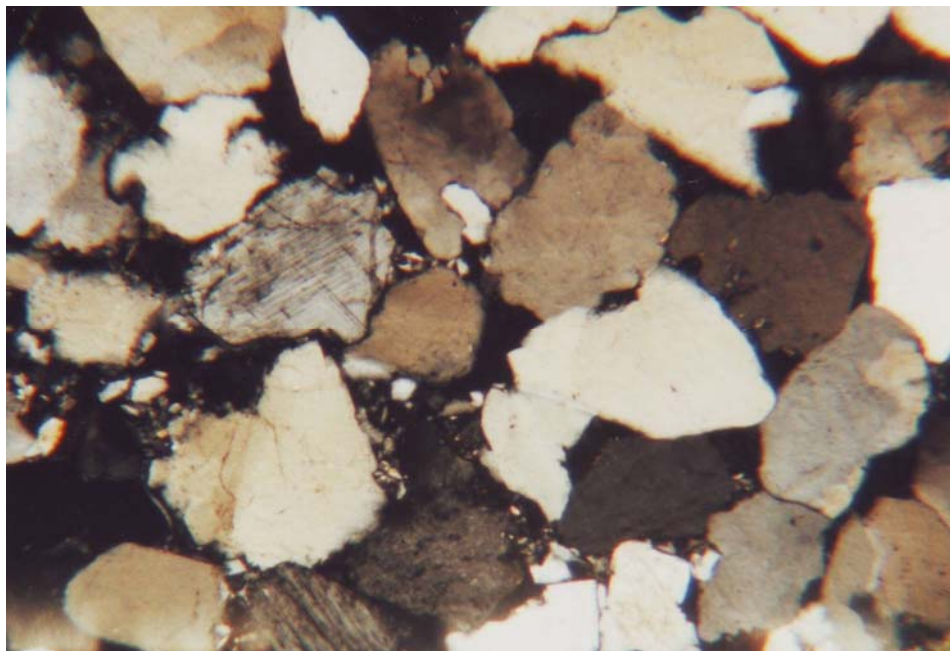
Převážnou část úlomkovitého (klastického) materiálu tvoří křemen. Jeho zrnitost se pohybuje od středně zrné frakce (0,25 – 0,50 mm) do hrubě zrnité (0,50 – 2,00 mm). Opracování povrch křemenných úlomků je různorodé od angulárního po suboválné. Struktura je nerovnoměrně zrnitá, primárně patrně pórová (tmel se účastnil pouze v místech dotyku klastů), nyní setřena tvorbou autigenního křemene, kdy jsou úlomky tmeleny novotvořeným křemenem. Z toho vyplývá vysoká porozita těchto pískovců. V otevřených pórech nebyly nalezeny sekundární depozity (např. sádrovec). Vedle křemene se v akcesorickém množství účastní struktury horniny ještě klastická slída (převážně muskovit), úlomky křemenných hornin a chemogenní glaukonit. Ten bývá často druhotně degradován limonitem. Spolu s glaukonitem byl identifikován žlutozelený chlorit (skupina slíd). Základní hmoty pískovců se vyskytuje sporadicky (relikty) a je tvořena směsí jemnozrného křemene a slíd.



**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení

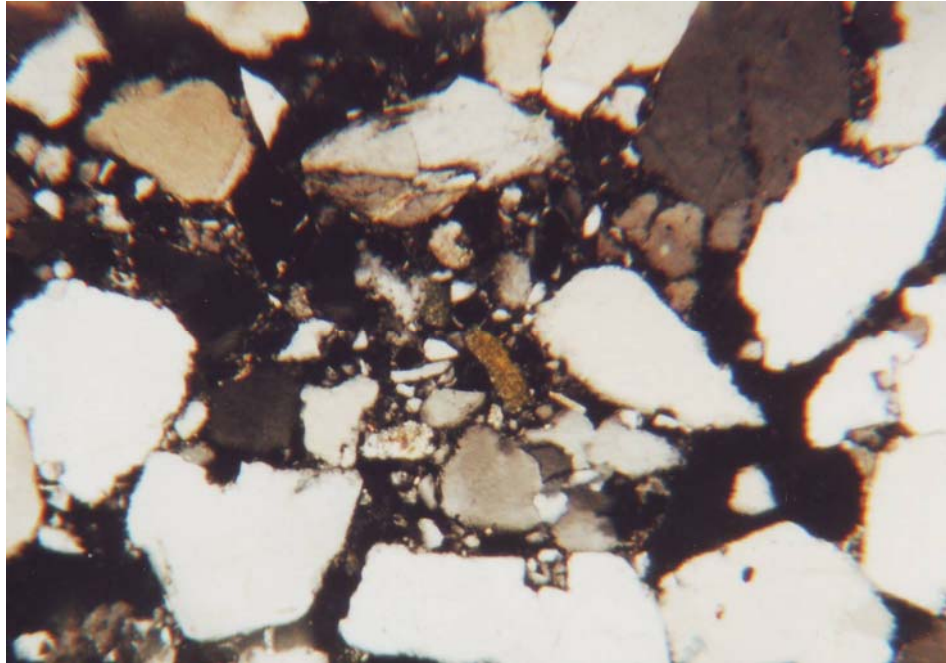


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 1, zvětšeno 32x, nikoly X  
struktura: srůsty křemenných klastů, opracování klastů, glaukonit, živce



**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 1, zvětšeno 32x, nikoly X  
struktura: akcesorická matrix, křemen, živce, srůsty klastů - silicifikace

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



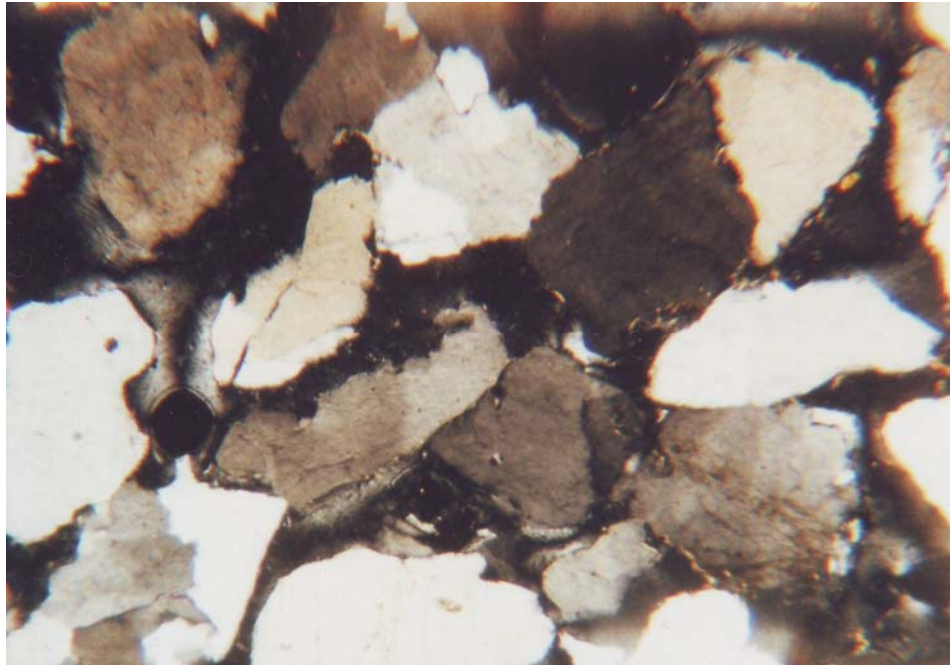
**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 1, zvětšeno 32x, nikoly X  
detail struktury reliktní základní hmoty, opracování klastů



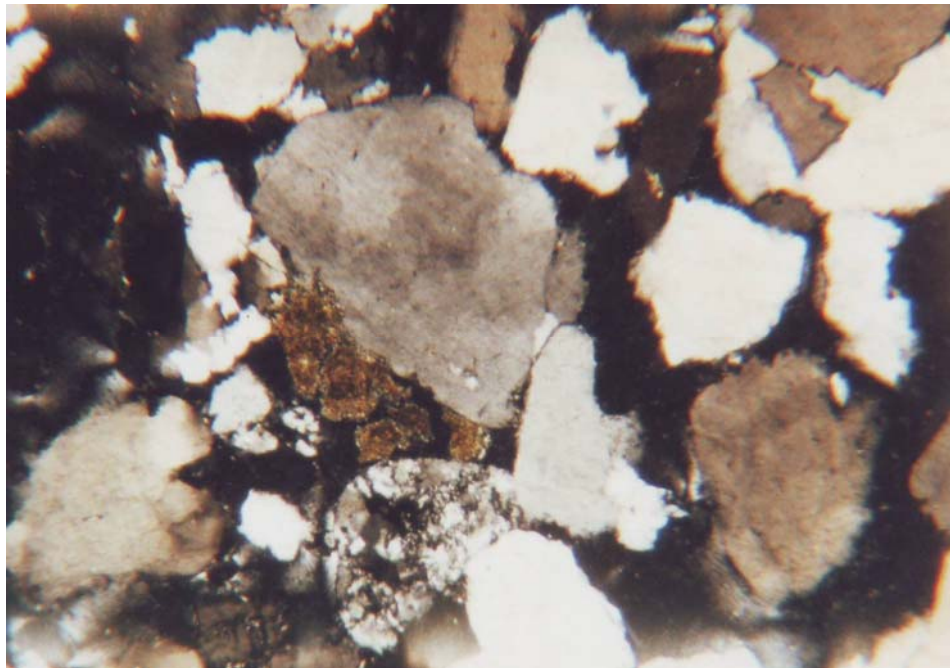
**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 1, zvětšeno 32x, nikoly X  
struktura: přítomnost mechanicky poškozeného muskovitu



**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení

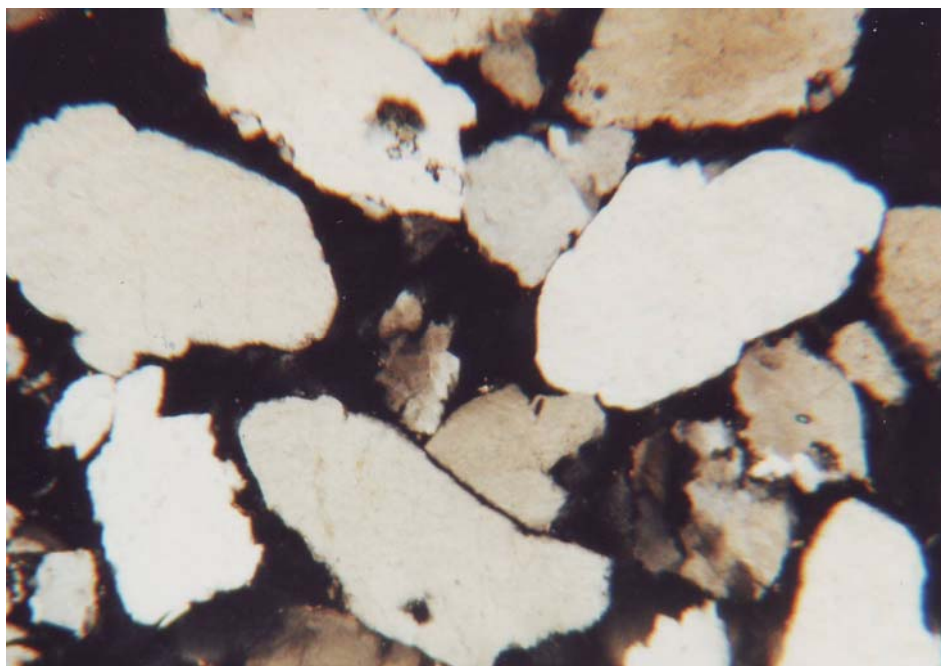


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 2, zvětšeno 32x, nikoly X  
struktura křemenných klastů, opracování, vysoká porozita (černá), srůsty Q

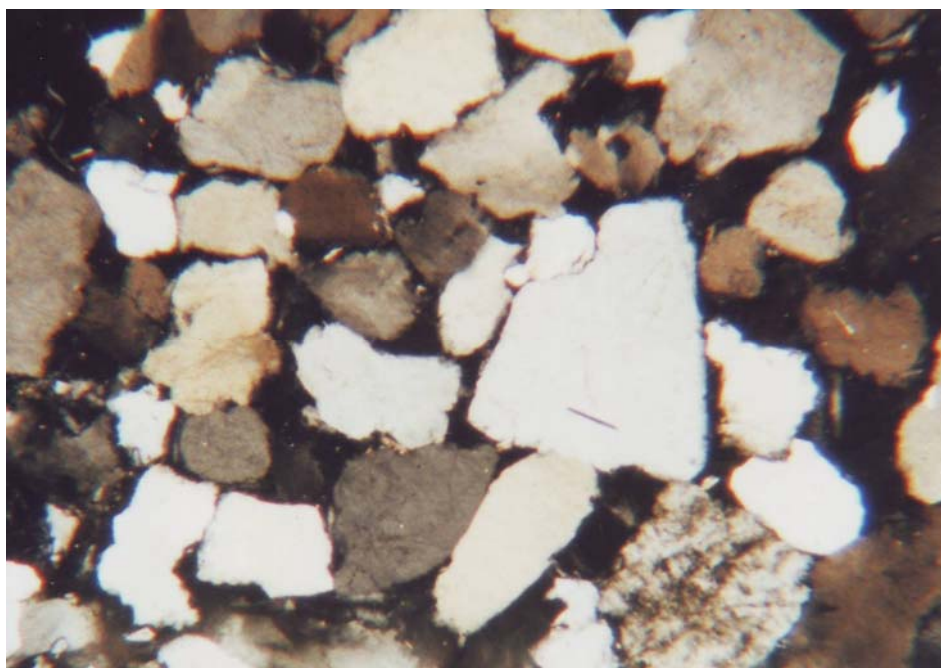


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 2, zvětšeno 32x, nikoly X  
křemenné klasty, opracování, vysoká porozita (černá), srůsty Q, glaukonit, živec

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



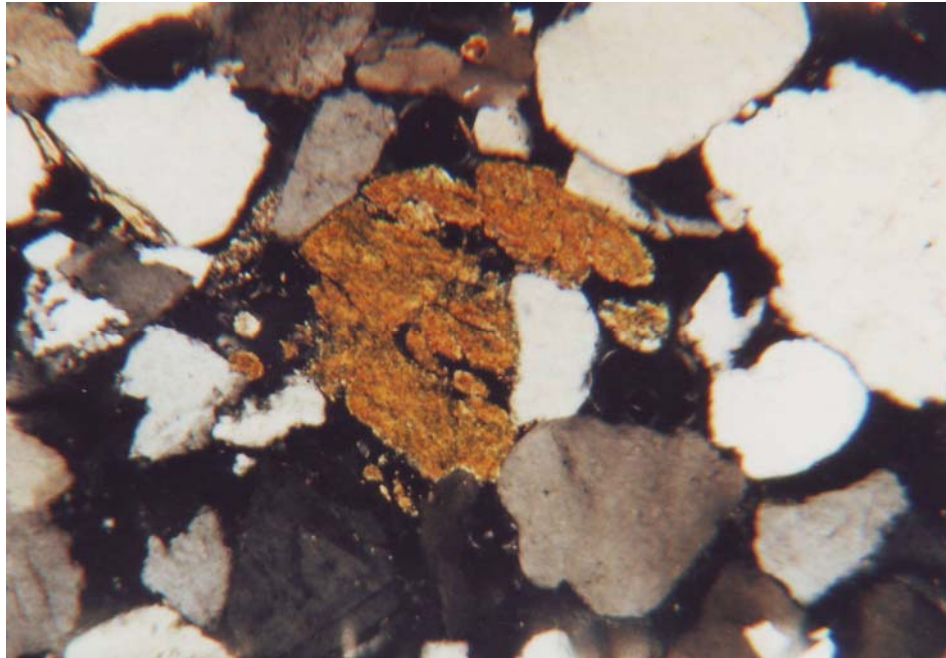
**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 2, zvětšeno 32x, nikoly X  
nerovnoměrně zrnitá struktura klastů, srůsty křemene – silicifikace



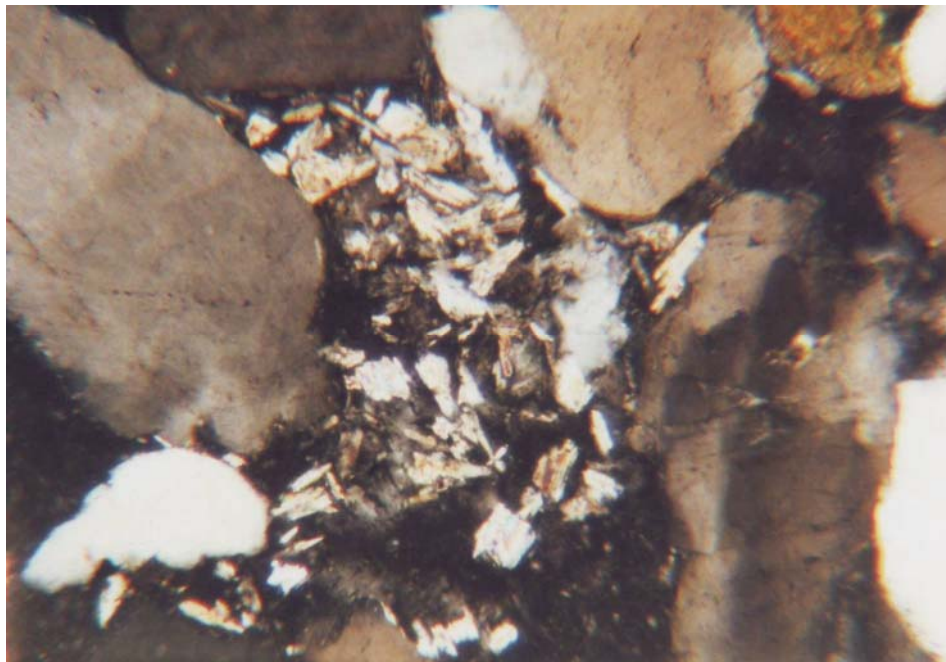
**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 2, zvětšeno 32x, nikoly X  
nerovnoměrně zrnitá struktura klastů, srůsty křemene – silicifikace



**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení

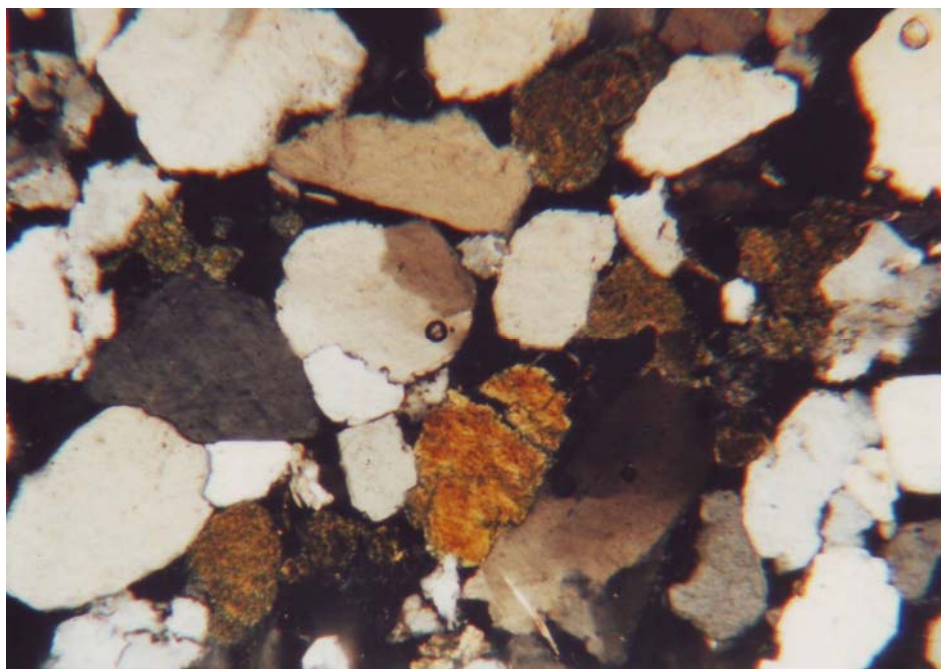


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 2, zvětšeno 32x, nikoly X  
glaukonit degradovaný limonitem mezi křemennými klasty

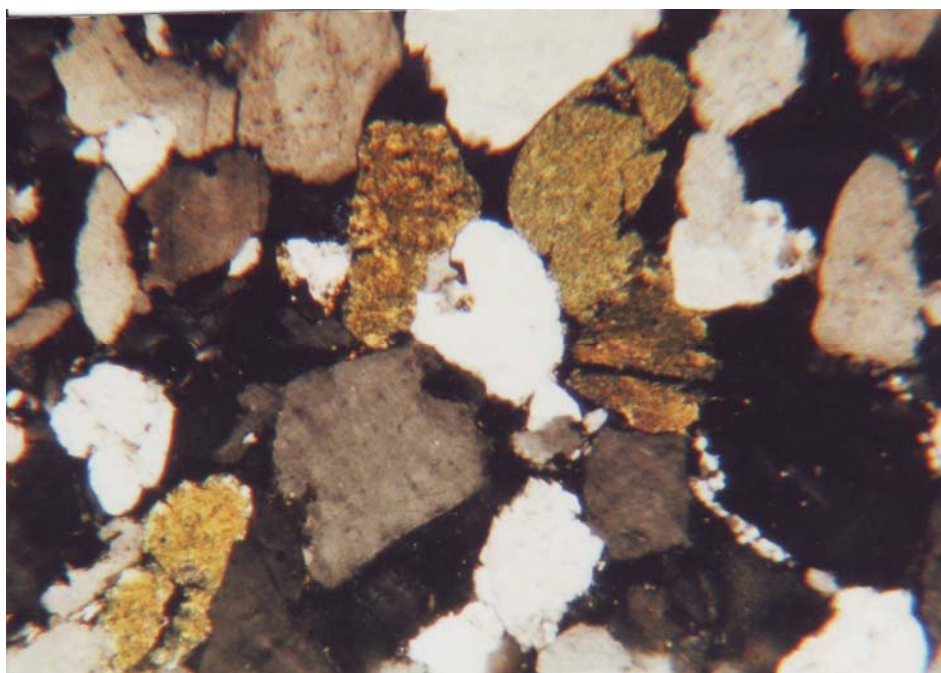


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 2, zvětšeno 63x, nikoly X  
struktura reliktní akcesorické základní hmoty (matrix)

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



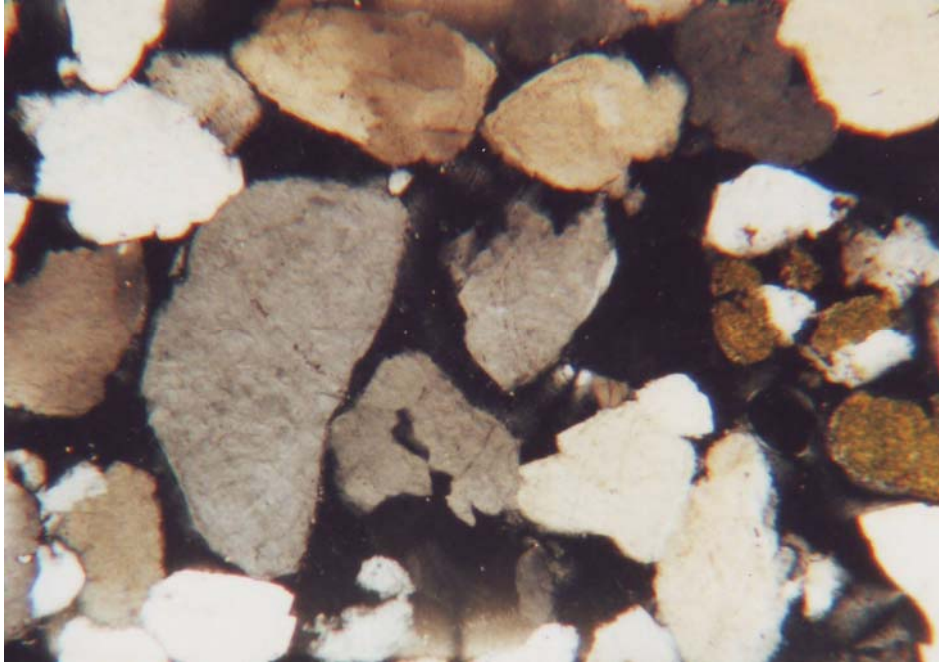
**Pískovec křemenný, středně až hrubozrný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly X  
srůsty středně zrnitých křemenných klastů, přítomnost glaukonitu a chloritu



**Pískovec křemenný, středně až hrubozrný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly X  
srůsty středně zrnitých křemenných klastů, přítomnost glaukonitu a chloritu



**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení

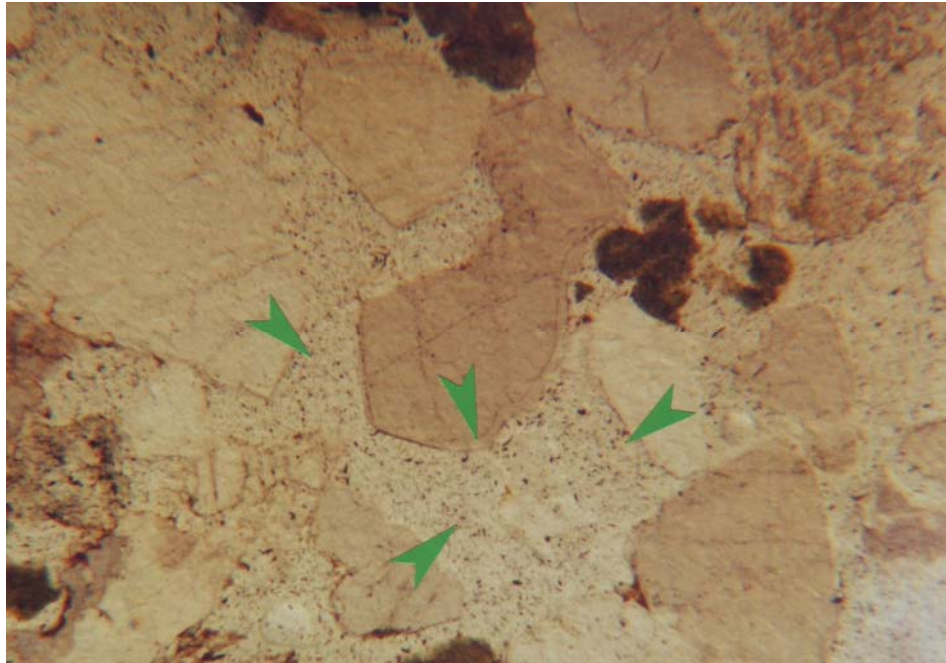


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly X  
nerovnoměrné zrnitá struktura, rozdílné opracování klastů. akcesorický glaukonit

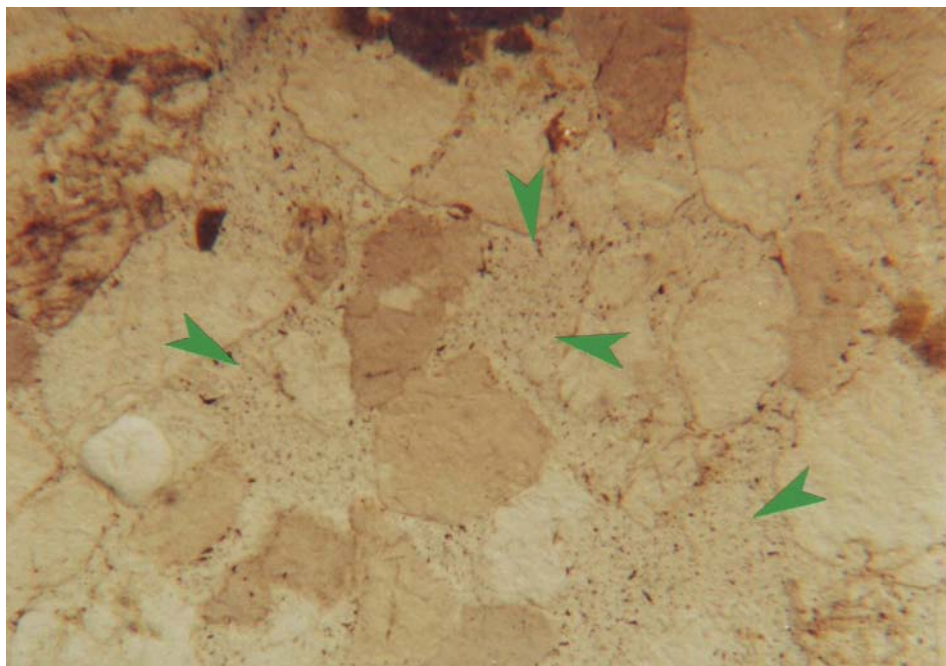


**Pískovec křemenný, středně až hrubozrný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly X  
přítomnost klastické slídy – muskovitu, křemen, glaukonit

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly II  
zvýšené hodnoty porozity



**Pískovec křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 4, zvětšeno 32x, nikoly II  
zvýšené hodnoty porozity



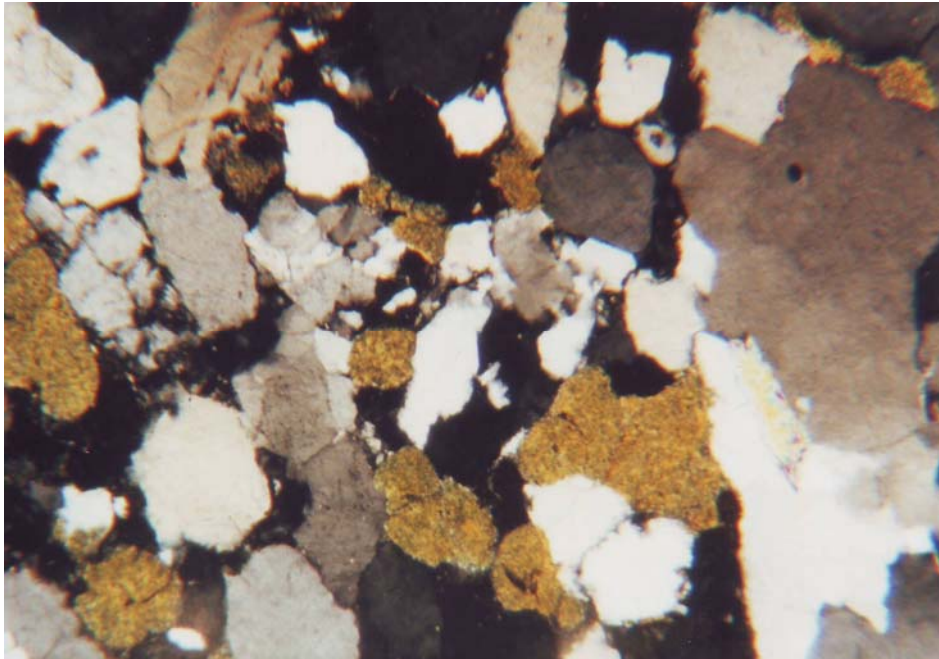
***Pískovce křemenné středně až jemnozrné, glaukonitické, silicifikované (2. skupina)***

Rovněž v této skupině je převažujícím úlomkovitým (klastickým) materiálem sedimentu křemen. Jeho úlomky tvoří nerovnoměrně úlomkovitou strukturu, jejich velikost výrazně kolísá od jemnozrné frakce (0,063mm) po velikost pšefitu (nad 2 mm). Rovněž kvalita opracování povrchu výrazně kolísá od angulární (jehlicovité úlomky v matrix) po suboválné u pšefitické příměsi. Stoupá podíl úlomků křemenem bohatých hornin. Objevuje se více polykrystalických křemenných úlomků a angulární zhášení křemene (tlakem namáhaný křemen). Zdrojem tohoto klastického materiálu musela být nedaleká pevnina. Rovněž nekvalitní opracování klastů nasvědčuje jeho krátkému transportu mezi pevninou a sedimentační pánví.

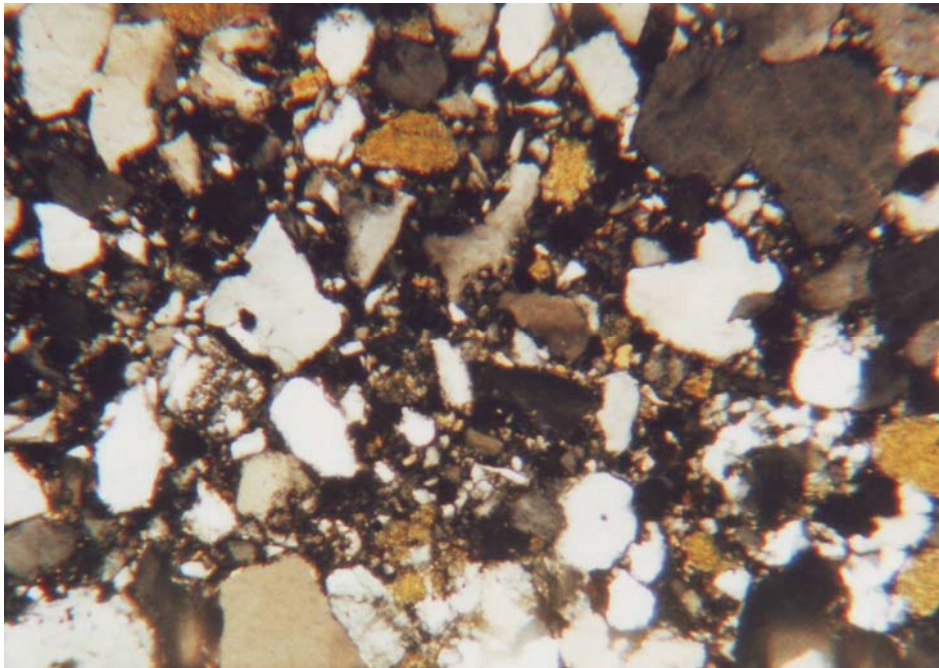
Ve struktuře horniny výrazně stoupá objem základní hmoty (matrix), jejíž množství lokálně stoupá natolik, že dochází ke vzniku tzv. bazální struktury křemenných klastů pískové velikosti, které „plavou“ v základní hmotě, aniž by se vzájemně dotýkaly. V těchto místech struktury dochází ke zřetelnému snížení intenzity silicifikace. Ta se omezuje na místa tvořená pouze písčitou frakcí, kde došlo k sedimentaci mineralogicky „čisté“ křemenné hmoty. Pevnost těchto pískovců v místech zvýšeného objemu základní hmoty tak logicky klesá a tvoří mechanicky problematické části kamene. Základní hmota (matrix) je tvořena mineralogicky minerály účastnicími se struktury horniny tj. jemnozrným až prachovým křemenem, úlomky křemenných hornin, slídou a glaukonitem.

Chemogenní glaukonit tvoří procentuálně výrazný podíl ve struktuře horniny (5 – 10 %), kde je nerovnoměrně rozptýlen mezi křemennou klastikou. Lokálně dochází k jeho nahromadění do takové míry, že lze glaukonit v tomto místě považovat za tmel křemenné klastiky. U vzorku Ltm – 3 (hrob 43/I) je glaukonit výrazně degradován limonitizací, kdy ztrácí svou charakteristickou zelenou barvu, která se mění ve žlutozelenou až žlutou. S přítomností glaukonitu souvisí v hornině přítomný sekundárně vznikající minerál železa hematit. Jeho zdrojem je pravděpodobně vysoký obsah Fe, který je charakteristický pro složení glaukonitu. Ve vzorku Ltm – 5 (hrob 13-14/XI) je glaukonit nepostížen sekundárními vlivy a má svou charakteristickou zelenou barvu. Pískovec tohoto vzorku je rovněž silněji silicifikovaný než předchozí Ltm – 3. Příčinou je snížený obsah základní hmoty (matrix), která se pro proces silicifikace jeví jako mineralogická „nečistota“, která brání rozvoji její intenzity.

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení

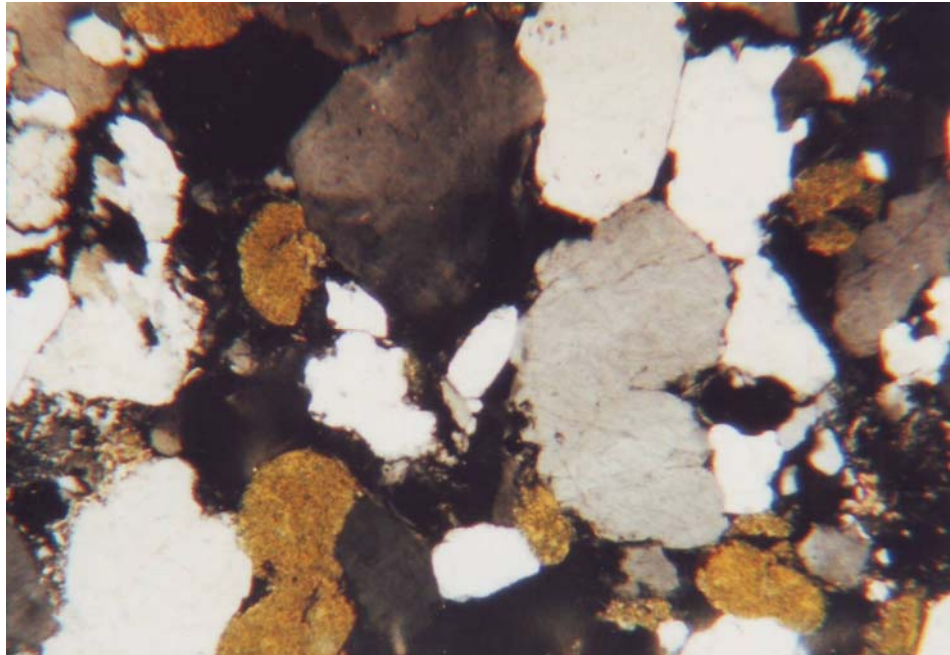


**Pískovec křemenný, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X  
struktura převážně křemenných klastů, srůsty Q klastů, jz. příměs, glaukonit

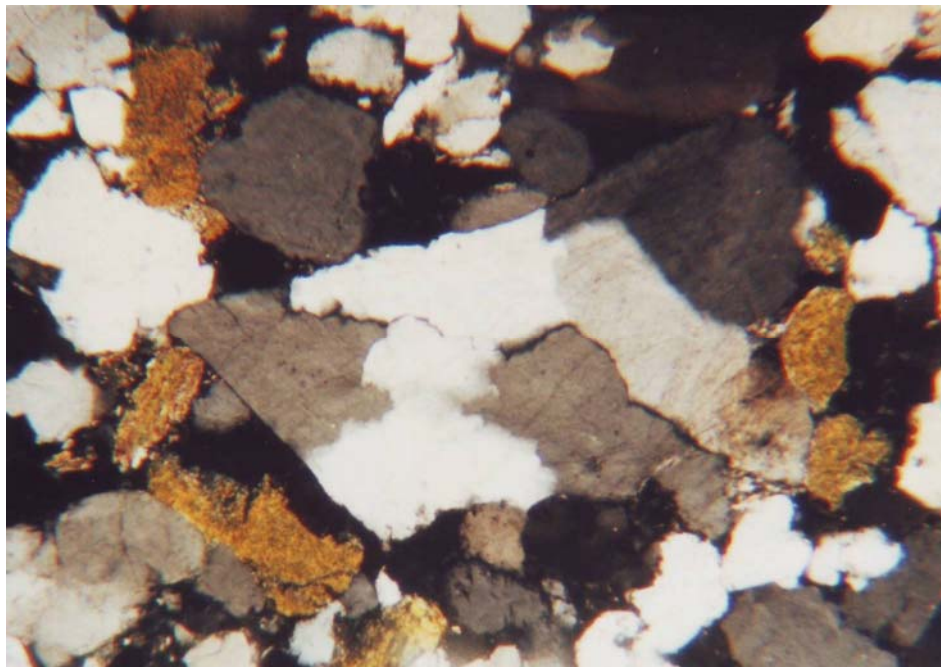


**Pískovec křemenný, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X  
zvýšený objem jemnozrnné základní hmoty, sz klasty „plavou“ v matrix, glaukonit

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



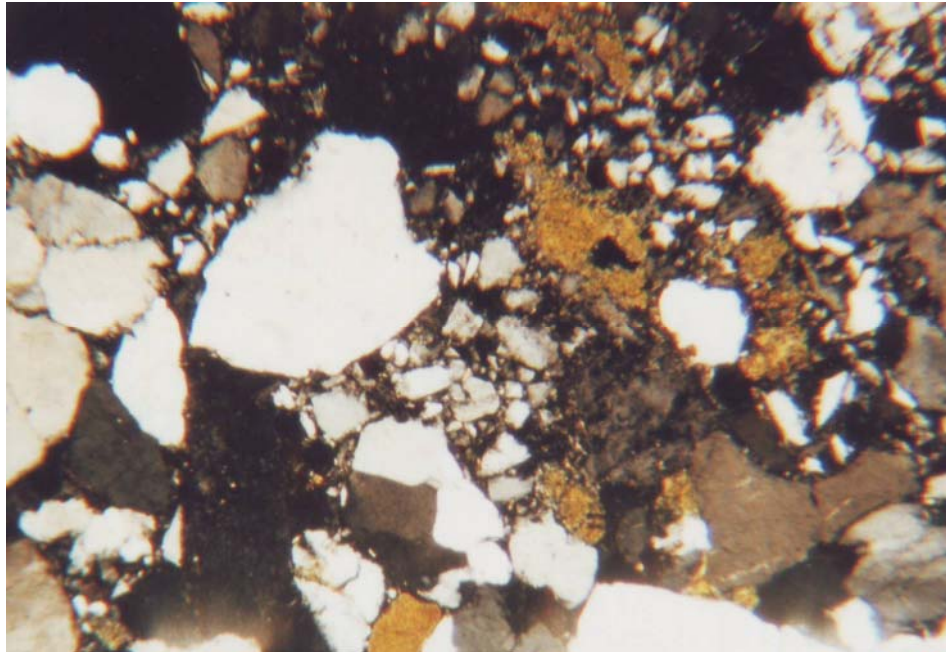
**Pískovec křemenný, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X  
hrubozrnná křemenná příměs, srůsty Q klastů – silicifikace, glaukonit



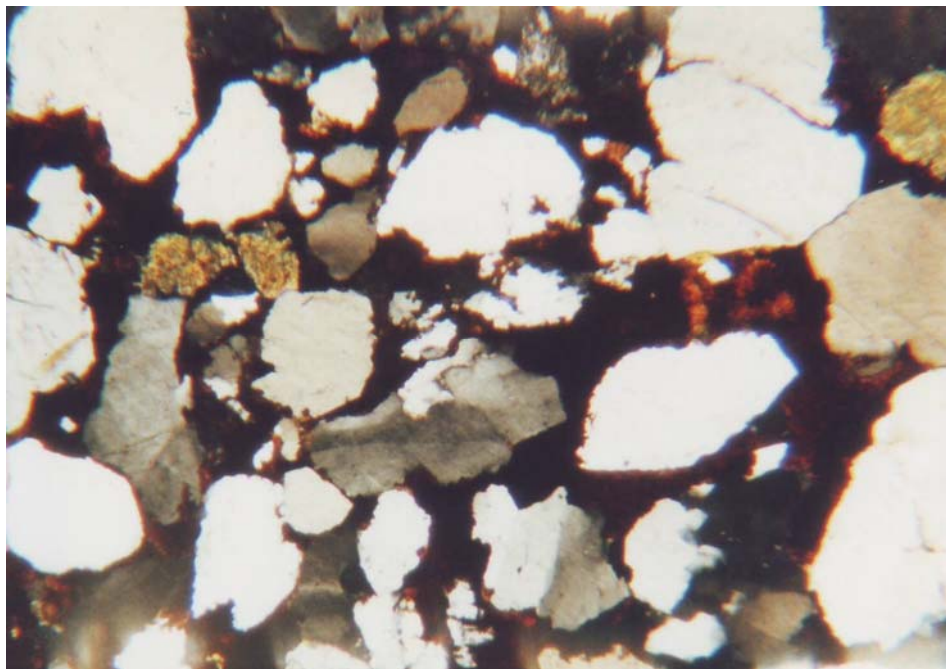
**Pískovec křemenný, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X  
častá přítomnost hrubozrnných horninových úlomků



**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení

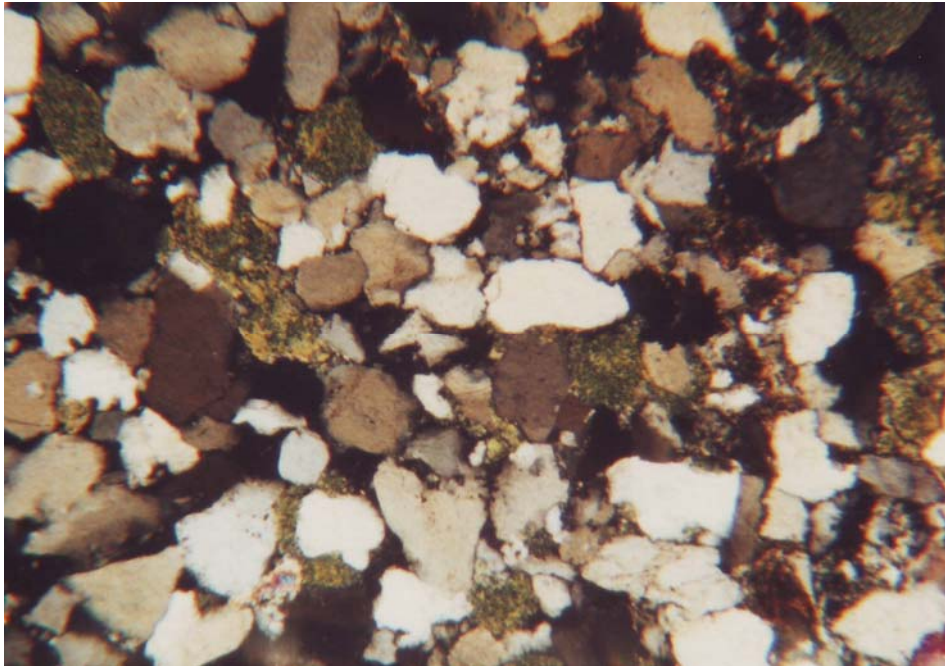


**Pískovec křemenný, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X  
zvýšený objem glaukonitizované základní hmoty (matrix)

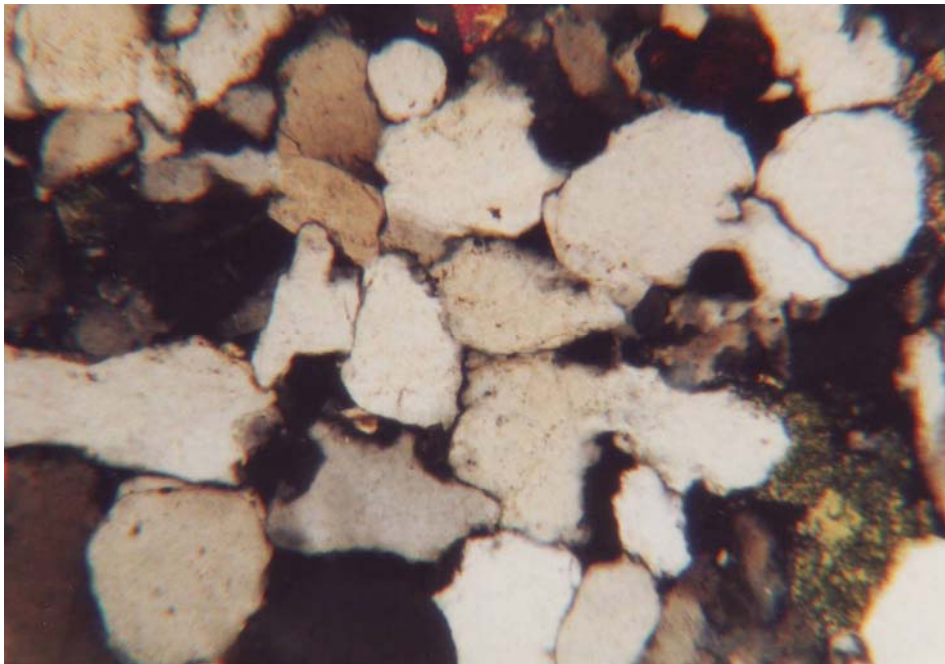


**Pískovec křemenný, středně až jemnozrnný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 3, zvětšeno 32x, nikoly X  
hematitizace pórového systému, koroze křemenných klastů hematitem

**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



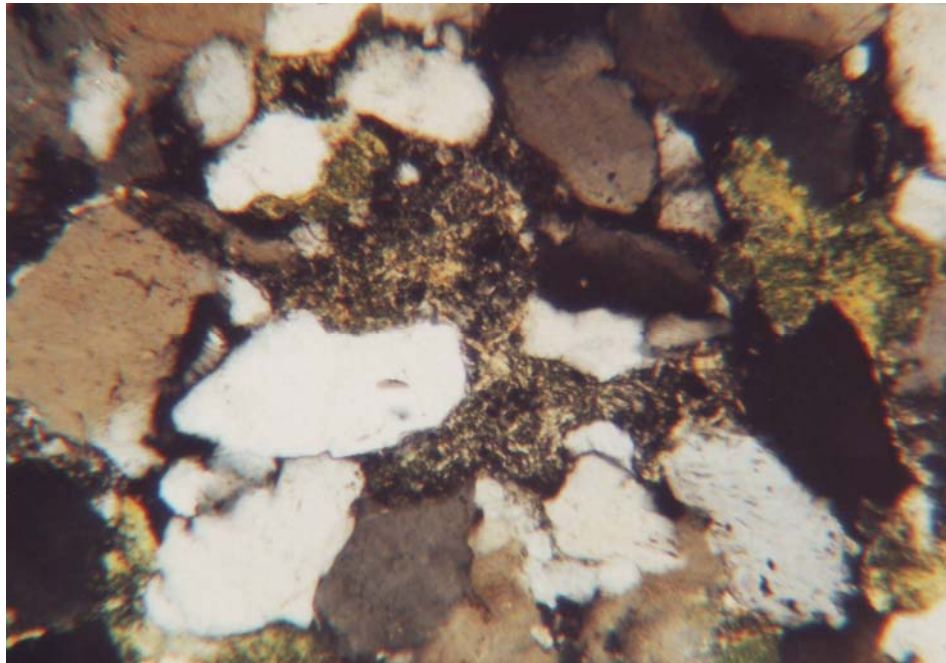
**Pískovec křemenný, středně až jemnozrný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 5, zvětšeno 32x, nikoly X  
nerovnoměrně zrnitá struktura křemenných klastů, srůsty Q kl., glaukonit - tmel



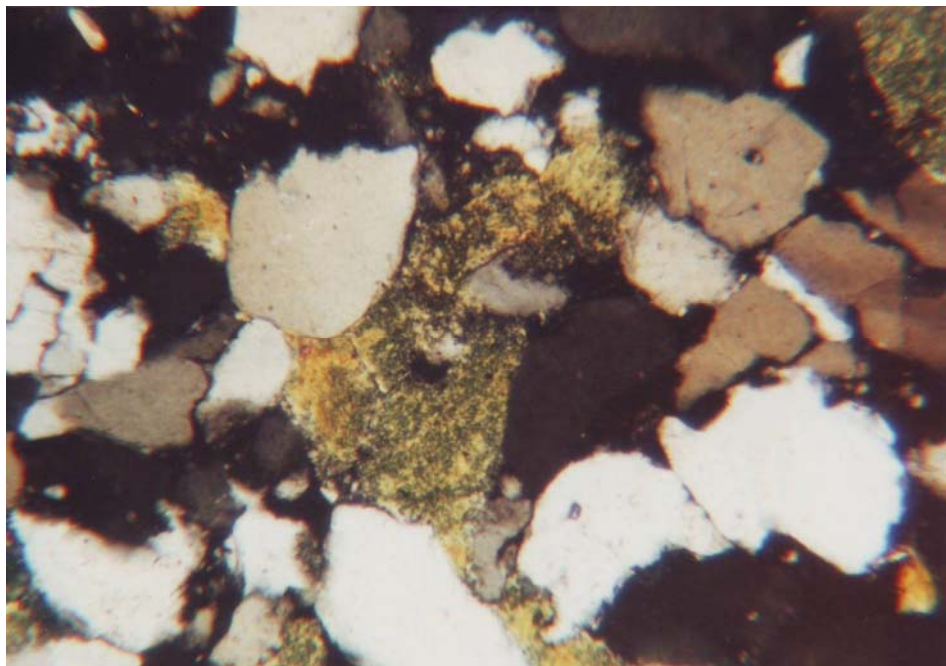
**Pískovec křemenný, středně až jemnozrný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 5, zvětšeno 32x, nikoly X  
detail silicifikace (srůsty křemene) v mineralogicky „čistém“ pískovci (pouze Q)



**Litomyšl – Hřbitov**  
petrologické vyhodnocení



**Pískovec křemenný, středně až jemnozrný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 5, zvětšeno 32x, nikoly X  
uplatnění glaukonitu jako dílčího tmelu pískovce



**Pískovec křemenný, středně až jemnozrný, glaukonitický, silicifikovaný**  
vzorek Ltm – 5, zvětšeno 32x, nikoly X  
uplatnění glaukonitu jako dílčího tmelu pískovce

## **Závěr**

Skupinu hodnocených vzorků lze označit jako **křemenné pískovce**. O jejich kvalitě rozhoduje intenzita a průběh **silicifikace** převažujícího křemenného klastického substrátu. Čím vyšší je jeho mineralogická „čistota“ (nepřítomnost matrix), tím vyšší je intenzita proběhlé diagenese (silicifikace). Za **kvalitní pískovce** lze považovat vzorky skupiny číslo 1. **Křemenné pískovce glaukonitické** jsou problematické svým zvýšeným objemem jemnozrnné základní hmoty (matrix) ve své struktuře. Mimo opticky identifikovatelných minerálů lze v této hmotě předpokládat rovněž přítomnost jílových minerálů, které bývají zastoupeny především kaolinitem. Přítomnost matrix výše uvedeného složení tak lokálně omezuje ve struktuře pískovce intenzitu silicifikace, snižuje jeho pevnost a vytváří složitější pórový systém s dispozicí tvorby sekundárních minerálů. Těchto podmínek využívá přítomný limonit a hematit, jejichž zdrojem Fe je ve zvýšené míře účastníci se glaukonit.

## 7 Seznam použitých zdrojů

**Hanzl Z., Gába Z., Procházka L., Sedlická K., Sloupka J., Traxler J.:** *Kámen v rukodělné výrobě českého venkova*, Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 2003

**Hvězda D.:** Restaurátorská dokumentace, *Restaurování kamenného krucifixu z Litomyšle, městská část Suchá*, FR Univerzity Pardubice, Ateliér restaurování a konzervace kamene a sou. materiálů, 2008

**Chlupáč I. a kolektiv:** *Geologická minulost České republiky*, Academia, Praha, 2002

**Jilemnický A.,** *Kámen jako událost*, Panorama, Praha, 1984

**Polák A. Dr.:** *Soupis lomů ČSR, List Pardubice-Hradec Králové (3955)*, Vědecko-technické nakladatelství, 1951, Praha

**Prokop F., Dr.:** *Soupis Lomů ČSR, Okres Chrudim a Hlinecko*, Vědecko-technické nakladatelství, 1949, Praha

**Rybařík V.:** *Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České republiky*, Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské v Hořicích, 1994

**Sejkora J., Kouřimský J.:** *Atlas minerálů České a Slovenské republiky*, Academia, Praha, 2005

**Vavřinová M. Dr.:** *Soupis Lomů ČSR, Okres Vysoké Mýto*, Vědecko-technické nakladatelství, 1949, Praha

[http://www.piskovce.cz/data/atest\\_h.htm](http://www.piskovce.cz/data/atest_h.htm) [20.5. 2010]

<http://archivnimapy.cuzk.cz/> [2010]

<http://www.granit-lipnice.cz/index.php?sec=2&odd=6&ite=22> [20.5. 2010]

<http://www.geology.cz/> [2010]