



PROTOKOL

TECHNOLOGICKÁ LABORATOŘ

<i>Zadavatel:</i>	Ing. arch. Zdeněk Chudárek, NPÚ GnŘ
<i>Váš dopis č. j. / ze dne:</i>	- / 4. 6. 2018
<i>Naše č. j.:</i>	NPÚ - 310/66326/2018
<i>Vyřizuje / telefon:</i>	Ing. Petr Kuneš, Ph.D. /257 010 320
<i>Č. akce:</i>	55-18
<i>Evid. č. vzorku:</i>	210/55-18
<i>Odběr - lokalita:</i>	fasáda prelatury kláštera v Plasích, NKP
<i>Popis a množství vzorku:</i>	1 vzorek kamene
<i>Požadovaná stanovení:</i>	posouzení stavu kamenných částí fasády, petrografie, doporučení pro obnovu



Obrázek 1: Klášter Plasy, prelatura, část JZ fasády

1. Úvod a postup

Cílem průzkumu je určit typ kamene použitého na hlavních fasádách objektu Prelatury kláštera v Plasích, charakterizovat jeho stav, rámcově určit příčinu jeho poškození a na základě těchto zjištění posoudit vhodnost konzervačních metod plánované opravy respektive restaurování kamenných částí fasády.

Za tímto účelem byl zadavatelem průzkumu předán vzorek kamene odebraný z poškozené části parapetu okna jedné z fasád. Ze vzorku byl zhotoven leštěný výbrus, který byl studován pomocí polarizační mikroskopie petrografem RNDr. Zdeňkem Štaffenem. Zpráva z petrografického průzkumu je uvedena v příloze. Další informace o stavu, rozsahu a typologii poškození kamenných partií fasády byly získány v rámci vizuální prohlídky objektu za přítomnosti petrografa v červenci 2018.

2. Dokumentace, pozorování a výsledky průzkumu

Kámen byl na základě petrografického studia určen jako silicifikovaný hrubozrnný arkózovitý pískovec/arkóza permokarbonského stáří. Klastickou složku horninu tvoří kromě křemene a zejména draselných živců hojně zastoupené slídy (muskovit, biotit). Základní hmota sestává z uvedených minerálů v prachové formě, tmel dále obsahuje produkty degradace živců a slíd na jílové minerály (kaolinit, sericit) a je druhotně impregnován oxidy železa, které jsou zodpovědné za červené zbarvení kamene (hematitizaci).

Na základě in situ prohlídky lze konstatovat, že poškození kamenných prvků se soustředí na ty prvky a části prvků, které jsou výrazněji exponovány srážkové vodě. Jedná se zejména o horizontální části fasády jako parapety oken, římsy, vrchní hrany bloků vystupujících z fasády ad. Dle výskytu i charakteru poškození lze jako hlavní příčinu degradace kamene určit mrazové namáhání – opakovaná krystalizace ledu ve struktuře nevyschlých a snadno promrzajících do prostoru vystupujících partií vede k rozvolnění horniny s typickým projevem rozpadu. Ten se projevuje vznikem prasklin podélných s povrchem, lokálním nárůstem objemu horniny, odtrháváním až několik centimetrů mocných vrstev kamene se zachovalým (pevnějším) povrchem. Typologie poškození souvisí se specifickou stavbou horniny, která obsahuje jílové minerály (kaolinit) a velké množství světlé slídy (muskovitu). V místech, kde není výraznější lokální expozice vodě, vykazuje kámen na fasádě velmi dobré mechanické vlastnosti a pouze běžnou, velmi pomalu postupující povrchovou degradaci. Jeho stav lze v kontrastu k lokálním poškozením pokládat za dobrý.

Celkový výskyt i rozsah jednotlivých poškození je znatelně větší na severozápadní fasádě, což je v souladu s předpokládaným mechanismem mrazového poškození horniny (pozn. v případě degradace indukované teplotním namáháním bývá největší poškození naopak na slunci exponovaných fasádách). Pomalejší vysychání některých prvků souvisí zřejmě také s výskytem sádrovcových krust (viz Obrázek 5), které omezují odpar vlhkosti z kamene, prodlužují celkovou

dobu jeho zavlhčení během roku a zvyšují počet mrazových cyklů. Sádrovcové krusty se vyskytují nerovnoměrně v relativně celé ploše popisovaných fasád a soustředí se opět v blízkosti vystupujících prvků, zejména jejich vrchních částí, tedy v místech se zvýšeným zavlhčením, kde dochází k dlouhému a pomalému odsychání kamene. Přestože krusty dle prohlídky nedosahují větší síly, jejich podíl na probíhající degradaci kamene není zanedbatelný.



Obrázek 2 a 3: Ukázka typického poškození kamenných prvků SZ a JZ fasády prelatury



Obrázek 4 a 5: Lomová plocha a líc části vzorku kamene fasády prelatury, povrch kamene (vpravo) nese černě zbarvenou sádrovcovou krustu s nečistotami, dílek měřítka odpovídá 1 cm

3. Závěr, doporučení pro obnovu

Degradace kamene fasády prelatury kláštera v Plasích má lokální charakter. V exponovaných místech již došlo k poměrně velkým ztrátám materiálu (zejména horizontální hrany, části římsy, parapetů atd.) a s dalšími ztrátami materiálu je třeba v těchto partiích počítat při obnově fasády. Narušené části kamenných prvků jsou na řadě míst ve stavu, který nedovoluje jejich

konzervaci, hloubkově dezintegrovaný kámen již není možné konvenčními postupy zpevnit (použití účinnějších metod konsolidace využívající pryskyřice (různé formy akrylátů, epoxidů apod.) nelze vzhledem k riziku v souvislosti s materiálovou nekompatibilitou doporučit).

Vzhledem k vyskytujícímu se poškození by se konzervační fáze zásahu měla soustředit na čištění/redukci sádrovcových krust a lokální strukturní zpevnění kamene v místech, která jsou narušena (po odstranění nesoudržných částí kamene). Konkrétní materiálové řešení zpevnění musí navrhnout restaurátor/projektant, z technologického hlediska lze doporučit prostředky na bázi kyseliny křemičité. Vzhledem k přítomnosti jílových minerálů je vhodné před jejich aplikací uvažovat o snížení botnavosti horniny vhodným prostředkem. Účinnost zpevnění, spotřebu a nutnou technologickou pauzu mezi zpevněním a doplňováním kamene je vhodné ověřit na základě předem provedených zkoušek.

Míra doplnění kamenných prvků fasády není technologicky podmíněna vyjma míst, kde chybějící materiál způsobuje zatékání nebo hromadění srážkové vody (praskliny, kaverny atd.). Za předpokladu, že v rámci obnovy fasády dojde ke tvarové obnově plastických prvků, rozsah nutného doplňování kamene bude značný. Možných materiálů pro doplnění kamenných prvků je obecně více, konkrétní řešení musí vzejít z koncepce obnovy. Z technologického hlediska je zásadní, aby se materiál doplňků svými fyzikálně-chemickými vlastnostmi blížil kameni, respektive, aby byla zaručena menší pevnost a větší nasákavost doplňků tak, aby v budoucnu docházelo k jejich přednostní degradaci. Daný litotyp lze hodnotit jako velmi náchylný k degradaci v kontaktu s nevhodnými materiály, které omezují jeho vysychání (viz mechanismus poškození popsany výše). Životnost doplňků je dána nejen vhodnou kompozicí jejich materiálu, ale také kvalitou jejich provedení, zpracováním jejich povrchu a zajištěním vhodných podmínek pro zrání tmelů.

Z hlediska preventivní ochrany kamenných prvků před dalším rozvojem degradace je vhodné minimalizovat zatížení fasády srážkami a zatékáním. Hydrofobní úprava fasády, která je obvyklým řešením, jak toto zatížení omezit, zároveň přináší řadu úskalí. Problematické je zejména hydrofobní ošetření omítkových partií fasády (nebezpečí zastavení procesu karbonatce omítek a následného odmrznutí, zhoršené možnosti provádění následných oprav, kontaminace historických materiálů ad., obecně je hydrofobizace omítek pokládána za nežádoucí), lokální hydrofobní úprava (např. kamenných prvků nebo jen jejich nejexponovanějších partií) vede k enormnímu zatížení zbylých, nasákových částí fasády. Vzhledem k popsanému mechanismu poškození kamene se však v tomto konkrétním případě přikláním k provedení závěrečné mírné hydrofobní úpravy v případě, že bude kámen prezentovaný bez dalších úprav. Pozitivní dopady hydrofobizace (výrazné snížení zatížení kamene srážkami) v tomto případě dle mého názoru převažují nad negativními dopady (horší možnosti údržby, riziko poškození v důsledku vzniku hydrofobní vrstvy atd.). Předpokladem funkčnosti hydrofobní úpravy je zabránění zatékání do nitra fasády (spárováním, prasklinami atd.).

Ochrana kamene vápenným nátěrem, která je dalším z možných preventivních opatření, se vzhledem k popsanému mechanismu degradace kamene nejeví jako příliš efektivní. Vápenný nátěr výrazněji nesníží nasákavost kamene, a proto nelze předpokládat ani výraznější zpomalení jeho

hloubkové degradace. Možná interakce vápna s arkózou (v důsledku zanesení vápenatých iontů do horniny) byla konzultována s petrografem, riziko vzniku poškození v důsledku opatření arkózy vápenným nátěrem je malé. Nátěry, které by vytvořily účinnější bariéru povětrnosti, jsou pravděpodobně nepřijatelné z důvodu ireverzibility zásahu (silikát) nebo materiálové kompatibility (silikon). Alternativou mohou být speciálně vyvinuté moderní nátěrové systémy určené na historický kámen (např. semilazurní nátěrové systémy na silikonové bázi, moderní nátěr separovaný vápenným nátěrem atd.). V těchto případech je třeba zdůraznit, že se jedná o z památkového hlediska dosud spíše málo ověřené technologie, které se obvykle navíc vizuálně výrazně vzdalují od charakteristik historických vápenných nátěrů.

Technologická laboratoř NPÚ je připravena konkrétní materiálové a technologické aspekty obnovy prelatury dále konzultovat.

V Praze dne 29. 8. 2018

Ing. Petr Kuneš, Ph.D.
zástupce vedoucí laboratoře

PhDr. BcA. Martin Pácal
vedoucí odboru péče o památkový fond

Přílohy:

1. protokol z petrografického průzkumu kamene, vypracoval RNDr. Z. Štaffen

Rozdělovník:

1. zadavatel

Plasy

Prelatura

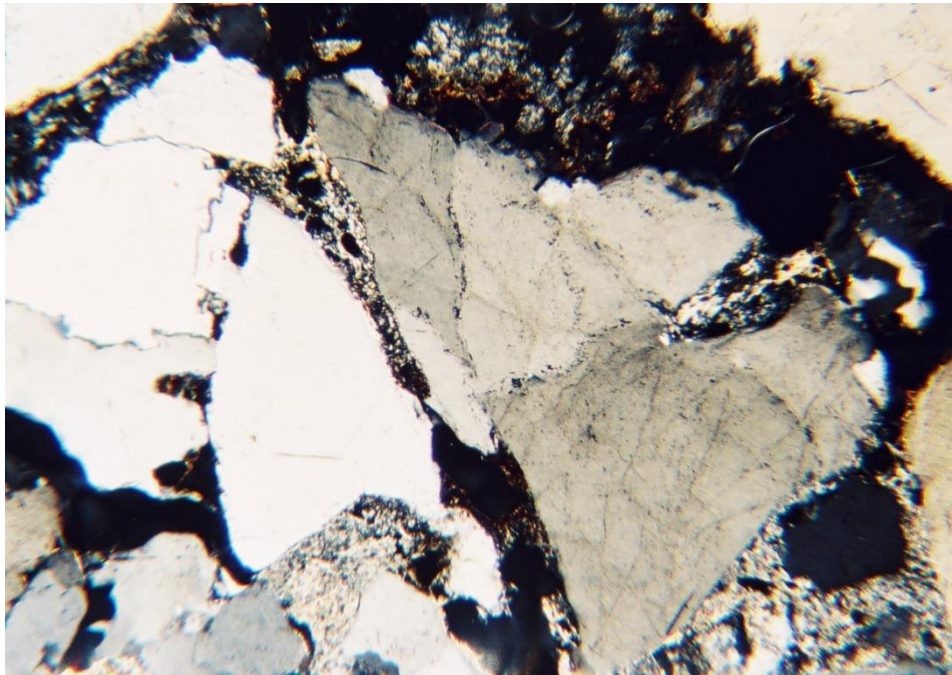
Petrologické vyhodnocení

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Štaffen', is positioned above the printed name and date.

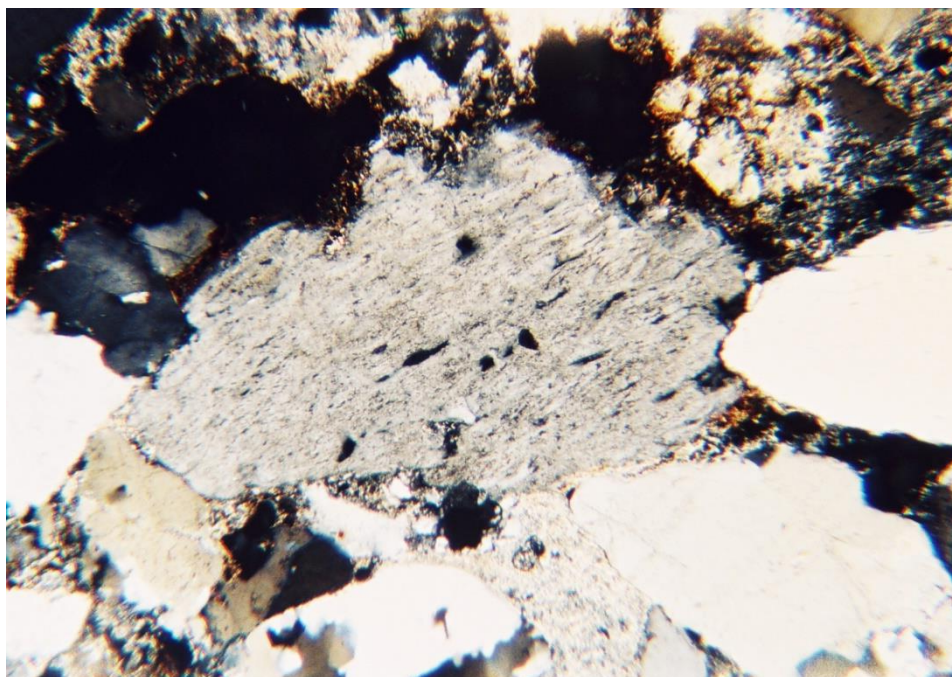
RNDr. Zdeněk Štaffen, 02.08.2018

Název lokality	: Plasy – prelatura
Místo odběru	: parapetní římsa
Označení vzorku	: VZ-5518
Makroskopický popis	: vzorek odeslán Diatech s.r.o. Praha
Metoda hodnocení	: mikroskopie
Způsob hodnocení	: vyhodnocení výbrusu polarizačním mikroskopem
Použité zvětšení	: standardní (32 – 63x) s fotodokumentací
Mikroskopický popis	: Na základě mikroskopického vyhodnocení vzorku 5518 NPÚ z parapetní římsy prelatury v Plasích, lze hodnocenou horninu označit jako <i>pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný</i> . Převažujícím materiálem klastiky jsou křemenné úlomky převážně angulárního opracování (krátký transport od zdroje). Klastický materiál je nedokonale vytríděný a lze zastihnout rozměry úlomků v celé škále zrnitosti od prachových částic (v základní hmotě) přes jemnozrnnou frakci po akcesorickou příměs psefitických úlomků (nad 2 mm). Spolu s <i>křemenem</i> se v nezjistitelném poměru (z výbrusu) vyskytují úlomky různě degradovaných <i>živců</i> (sericitizace, kaolinizace?). Většina z úlomků náleží draselným živcům (ortoklas?), jejich opracování je obdobné s klasty křemene. Spolu s výše uvedenými minerály jsou zastoupeny též <i>slídy – muskovit a biotit</i> . Různě zrnitá <i>základní hmota</i> je tvořena směsí úlomků výše uvedených minerálů. Lze se domnívat, že struktura základní hmoty je obohacena (pod rozlišitelností mikroskopu) kaolinitem. Struktura základní hmoty je zpravidla druhotně impregnována oxihydroxidy Fe (hematitem)
Závěr :	Hodnocený <i>pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný</i> je jednoznačně produktem sedimentace ve středočeských permokarbonských pánvích v mladším paleozoiku.

Plasy – prelatura
petrologické vyhodnocení

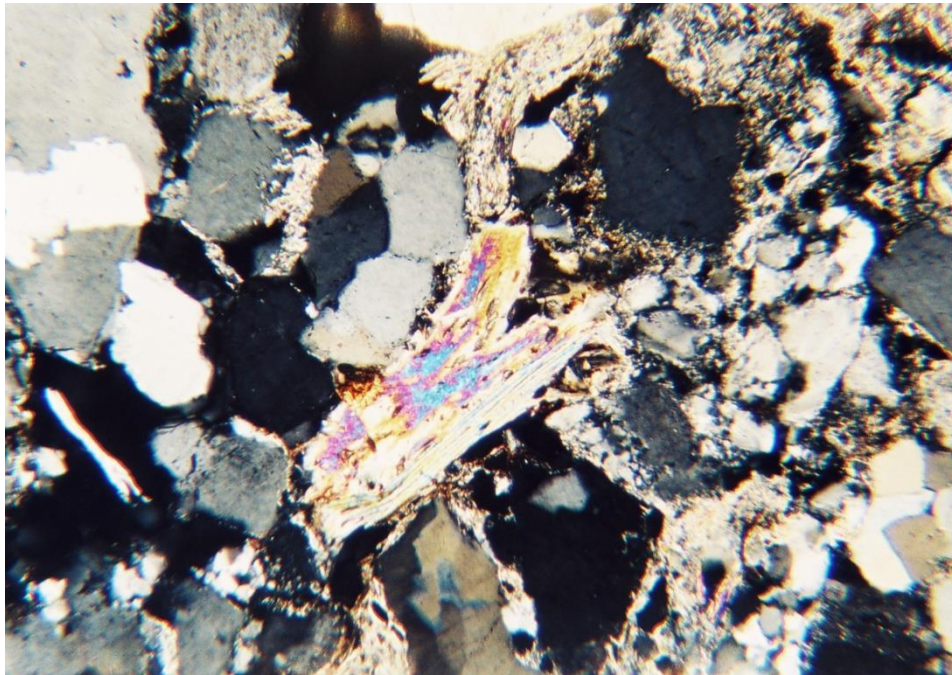


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II, $\varnothing$ Q 1,39x0,72 0,72x0,36
struktura angulárních křemenných klastů v arkózovitém pískovci

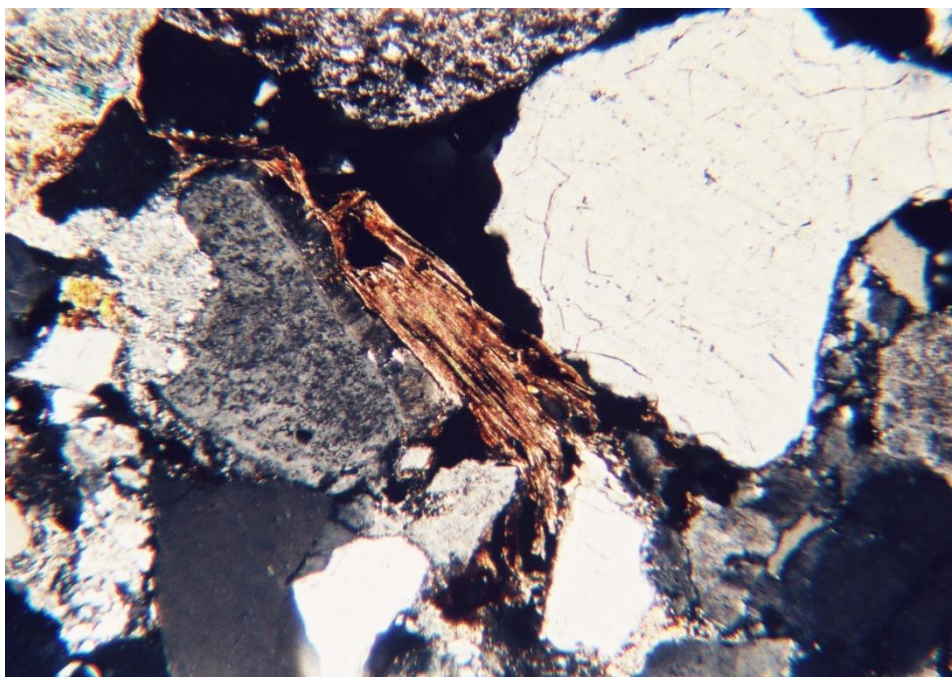


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II
struktura degradovaných živcových klastů v arkózovitém pískovci

Plasy – prelatura
petrologické vyhodnocení



Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II, $\varnothing M_m 0,72 \times 0,29$ mm
přítomnost mechanicky degradované slídy – muskovitu v arkózovitém pískovci

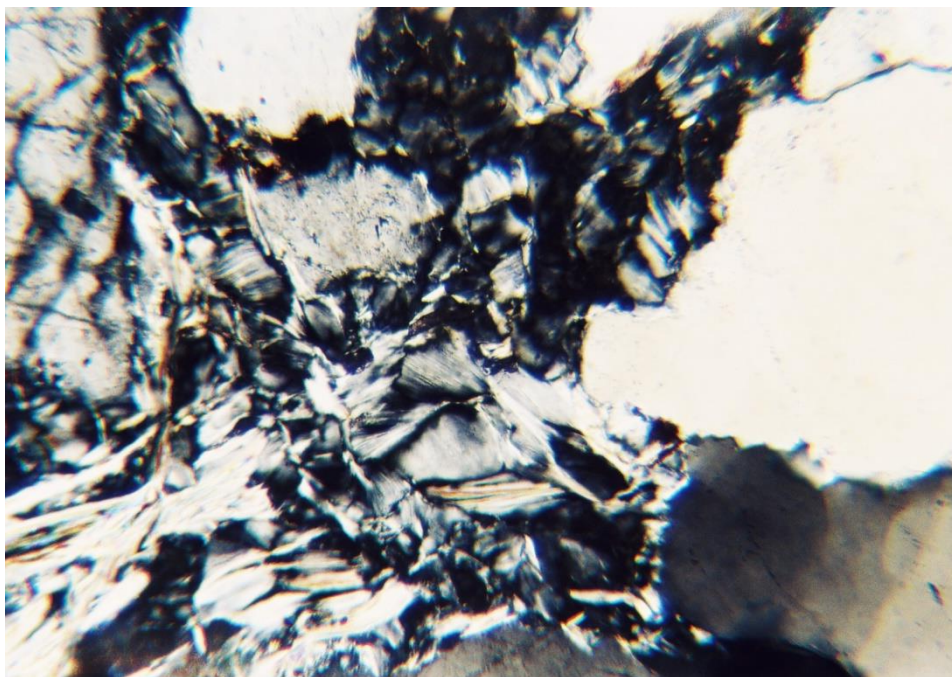


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II
přítomnost mechanicky degradované slídy – biotitu v arkózovitém pískovci

Plasy – prelatura
petrologické vyhodnocení

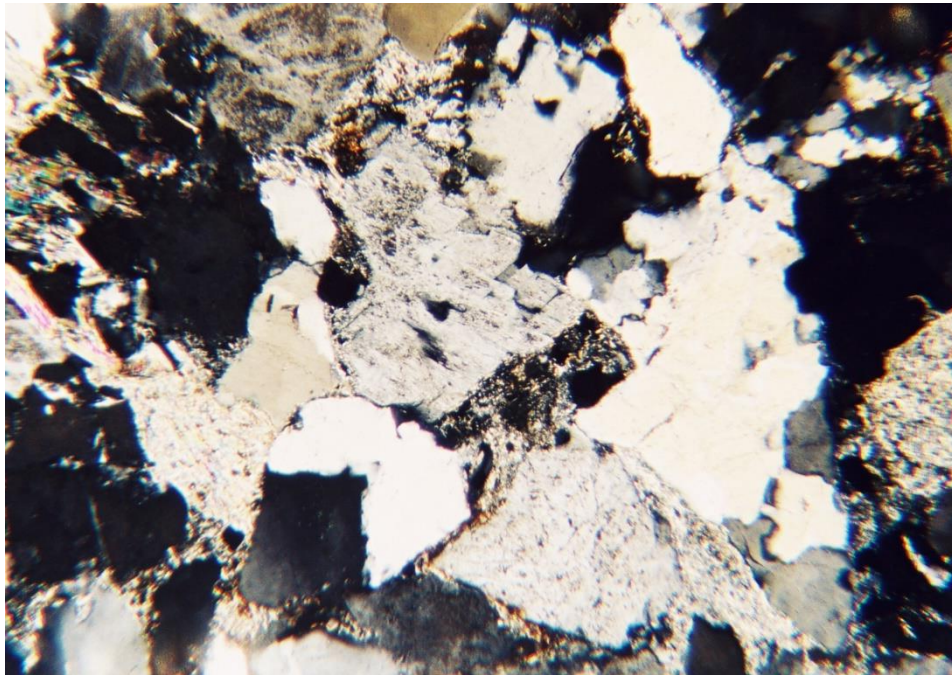


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II
struktura slídnato-křemenné (kaolinitické) základní hmoty v IKP

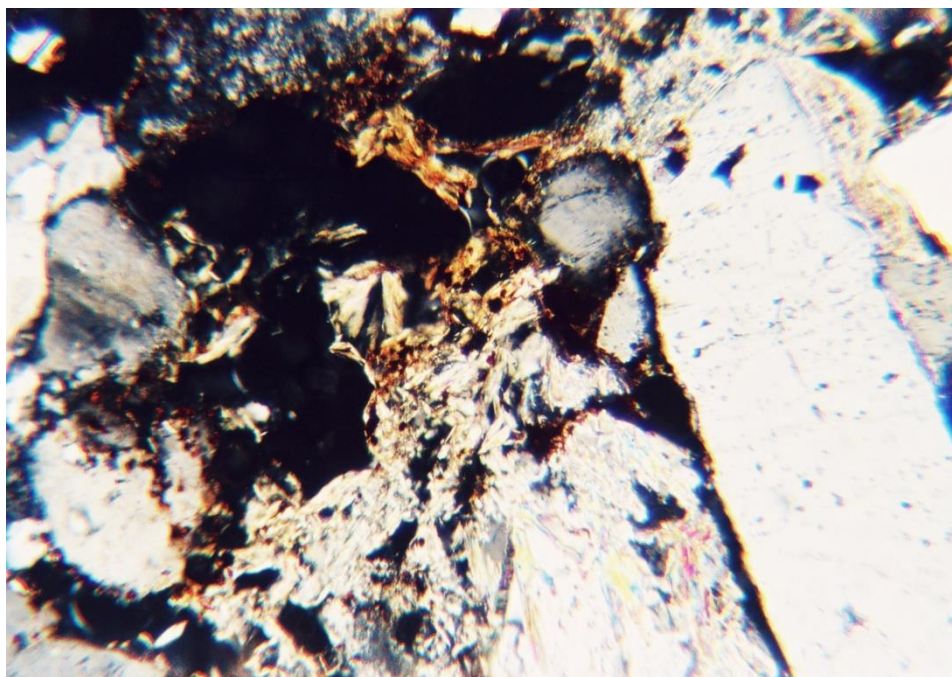


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 63x, nikoly II
struktura slídnato-křemenné (kaolinitické) základní hmoty v IKP

Plasy – prelatura
petrologické vyhodnocení

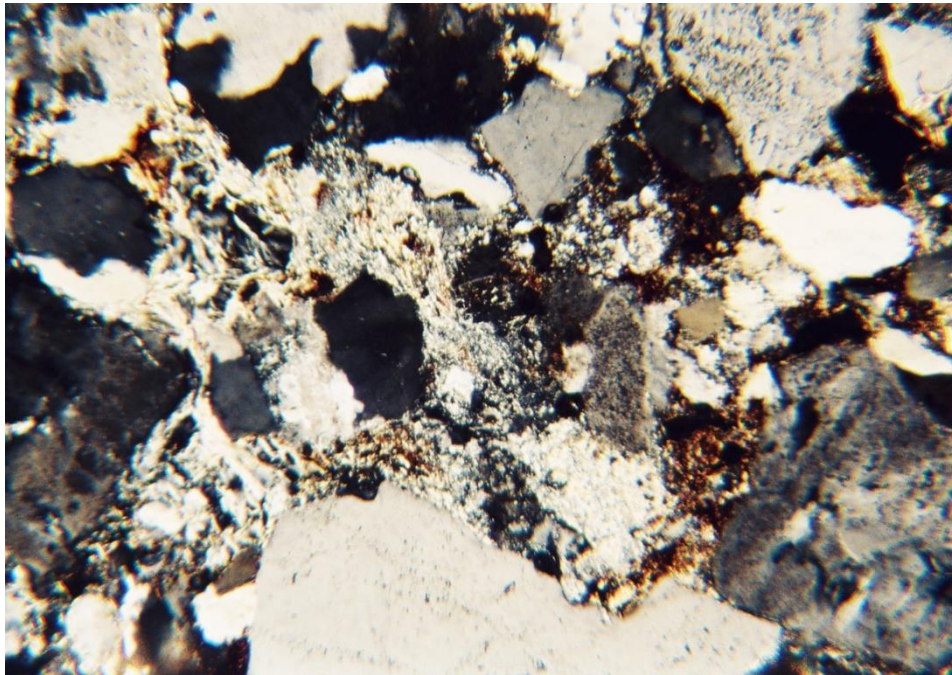


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II, $\varnothing$ Z_k 0,60x0,31 0,53x0,36
degradované úlomky draselných živců ve struktuře základní hmoty

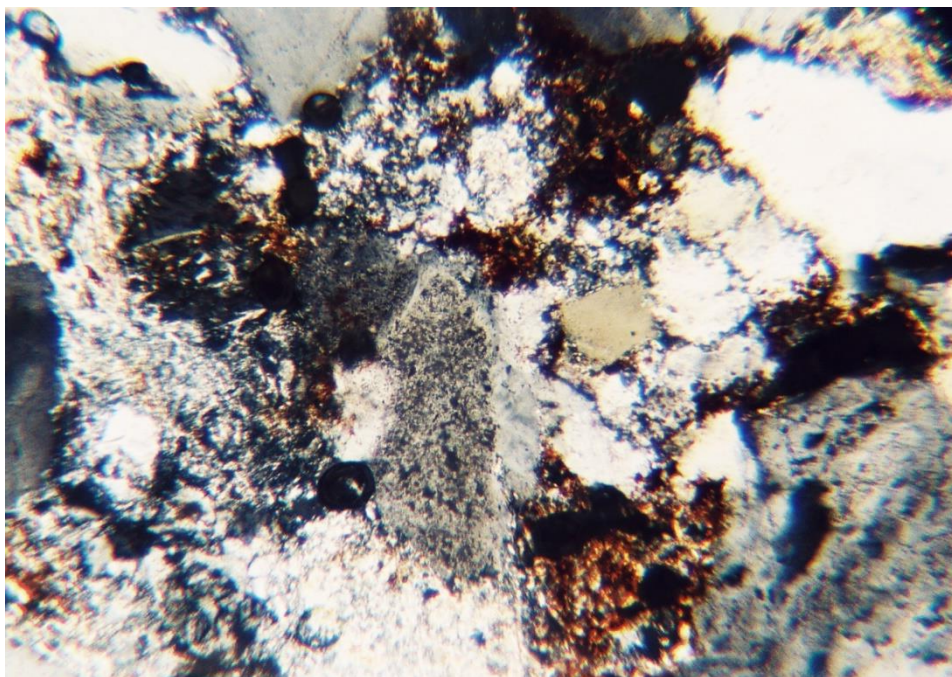


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 63x, nikoly II
hematitizace slídnaté základní hmoty

Plasy – prelatura
petrologické vyhodnocení

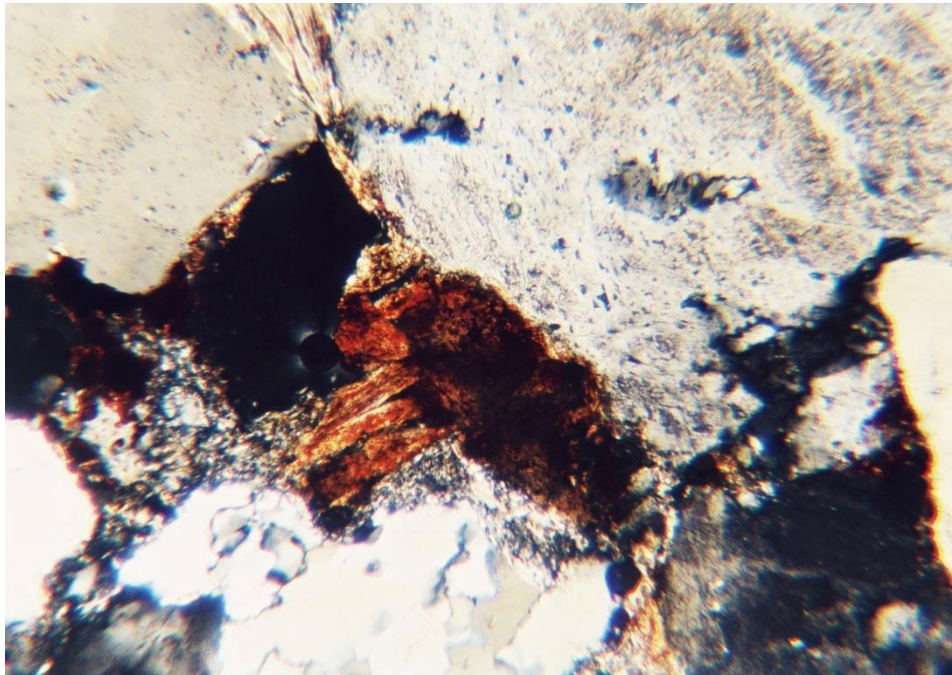


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 32x, nikoly II
struktura a hematitizace slídnaté základní hmoty v interklastickém prostoru

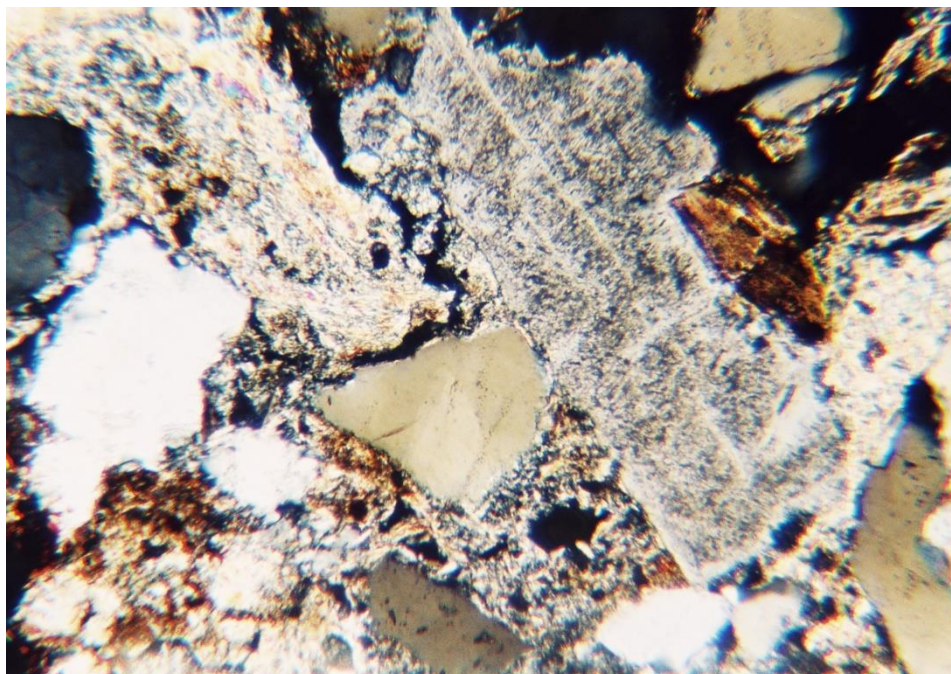


Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 63x, nikoly II
struktura a hematitizace slídnaté základní hmoty v interklastickém prostoru

Plasy – prelatura
petrologické vyhodnocení



Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 63x, nikoly II
struktura a hematitizace slídnaté základní hmoty v interklastickém prostoru



Pískovec křemenný, arkózovitý – arkóza, hrubozrnný, silicifikovaný
vzorek VZ-5518, parapetní římsa, zvětšení 63x, nikoly II
struktura základní hmoty s degradovaným (sericitizace) živcového klastu