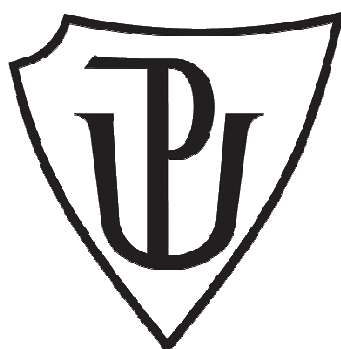


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOLOGIE



**Metody rozlišování silicitů z glacigenních
sedimentů severní Moravy**

Bakalářská práce

Daniela Ličmanová

Studijní obor: Environmentální geologie (B1201)

Prezenční studium

Vedoucí práce: Mgr. Martin Moník, Ph.D.

Olomouc 2017

Bibliografická identifikace:**Jméno a příjmení autora:** Daniela Ličmanová**Název práce:** Metody rozlišování silicitů z glacienních sedimentů severní Moravy**Typ práce:** Bakalářská práce**Pracoviště:** Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geologie**Vedoucí práce:** Mgr. Martin Moník, Ph.D.**Rok obhajoby práce:** 2017

Abstrakt: Předkládaná bakalářská práce se zabývá eratickými pazourky křídového a třetihorního (danského) stáří z lokality Závada u Opavy. V rešeršní části bakalářské práce je popsána geografie a geologie ložiska Závada u Opavy, stručně popsáno kontinentální zalednění na území severní Moravy a také charakteristika pazourků, transportovaných na území ČR kontinentálním ledovcem v glaciálech Elster a Saale, včetně v nich přítomných fosilií, především mechovek. V laboratorní části proběhlo měření pazourků pomocí rentgenové fluorescenční spektrometrie za účelem zjištění jejich chemického složení a spektrální fotometrie za účelem zjištění barevnosti. Tyto výsledky byly porovnány s mikropaleontologickým pozorováním pro řešení otázky možného rozdělení pazourků na dvě odlišné skupiny.

Klíčová slova: kvartér, pazourek, mechovky, spektrální fotometrie, rentgenová fluorescenční spektrometrie

Počet stran: 32**Počet příloh:** 4**Jazyk:** čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Daniela Ličmanová

Title: Methods of distinguishing erratic glacial sediments of northern Moravia

Type of thesis: Bachelor thesis

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

Supervisor: Mgr. Martin Moník, Ph.D.

The year of presentation: 2017

Abstract: This bachelor thesis deals with erratic flints of Cretaceous and Tertiary (Danian) age from Závada u Opavy. The review part of the thesis is concerned with the geography and geology of the deposit Závada u Opavy, continental glaciation of the area of northern Moravia and characteristics of the flints. Furthermore, the bachelor thesis examines the occurrence of fossils, especially of Bryozoans in flints, which were transported to the territory of today's Czech Republic by continental glaciers during the Elster and Saale glacial periods. As for the research part, measurements were conducted using X-ray Fluorescence spectroscopy in order to discover the chemical composition of the flints and spectrophotometry to discover their coloring. These results were compared with micropaleontological contents to answer the question, whether it is possible to divide the flints into two different groups.

Keywords: Quaternary, flint, Bryozoans, spectrophotometry, X-Ray fluorescence

Number of pages: 32

Number of appendices: 4

Language: Czech

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a ostatní prameny, z nichž jsem při psaní práce čerpala, řádně cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

Olomouc 2017

Souhlasím s veřejným půjčováním práce.

.....
Ličmanová Daniela

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Mgr. Martinu Moníkovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále chci poděkovat Mgr. Danielu Šimíčkovi, Ph.D. a doc. RNDr. Kamilu Zágoršekovi, Ph.D. za poskytnutí odborných konzultací. Mé díky také patří Ing. Hynku Hadrabovi, Ph.D. za pořízení fotografií mechovek na konfokálním mikroskopu. A na závěr bych ráda poděkovala mé rodině za podporu během celého studia.

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Geografie a geologie studovaného území.....	8
2.1 Stručná geografie území.....	8
2.2 Geologická charakteristika území.....	8
2.2.1 Geologická charakteristika ložiska Závada.....	10
3. Pazourky a jejich dělení.....	11
3.1 Pazourky svrchní křídy.....	12
3.2 Pazourky paleocénu.....	13
4. Fosilie v pazourcích.....	14
4.1 Bryozoa (mechovky).....	14
4.1.1 Systematické zařazení mechovek.....	14
4.1.2 Charakteristika mechovek.....	15
5. Princip metod výzkumu.....	17
5.1 Rentgenová fluorescenční spektrometrie.....	17
5.2 Spektrální fotometrie.....	18
5.2.1 Model CIE L*a*b*.....	18
6. Metody výzkumu.....	19
6.1 Rentgenová fluorescenční spektrometrie.....	19
6.2 Kolorimetrie.....	20
6.3 Mikropaleontologie.....	20
7. Výsledky.....	22
7.1 Chemické složení pazourků.....	22
7.2 Kolorimetrie.....	22
7.3 Mikropaleontologie.....	23
7.4 Statistika.....	23
8. Diskuze.....	26
9. Závěr.....	28
10. Použitá literatura.....	29
Seznam příloh:.....	33

1. Úvod

Dle různých autorů (Gába a Pek, 1999b; Přichystal, 2013) lze rozlišit křídové a paleocenní pazourky na základě barevnosti, kdy jsou křídové pazourky obvykle tmavých barev, zatímco třetihorní (danské) bývají světlejší. Oba typy byly transportovány na území dnešní ČR během kontinentálního zalednění v době Elsteru a Saale ze Skandinávie a Pobaltí. Tato bakalářská práce testuje hypotézu, zda lze tyto relativně objektivně (spektrofotometricky) rozdělené skupiny rozlišit na základě prvkového složení či obsahu přítomných fosilií, především mechovek.

Rešeršní část bakalářské práce stručně popisuje kontinentální zalednění na území severní Moravy, charakterizuje pazourky a v nich přítomné fosilie, hlavně mechovky. Ty jsou rozebrány v samostatné kapitole, která se zabývá jejich systematickým zařazením, stavbou těla a způsobem života. Poslední část rešerše seznamuje s principy měření chemického složení pazourků pomocí rentgenové fluorescenční spektrometrie a také s principy měření spektrální fotometrie v barevném modelu CIE $L^*a^*b^*$.

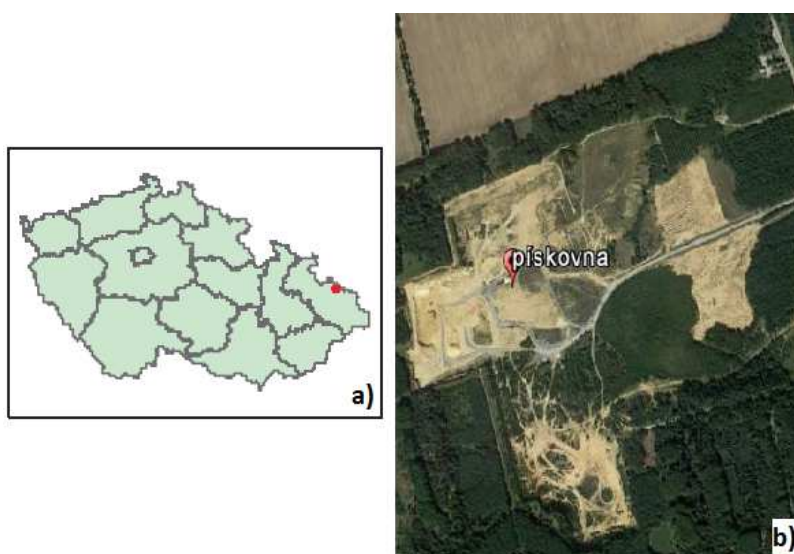
Praktická část bakalářské práce popisuje metodiku vlastního výzkumu, tj. popis terénní práce v přírodně v Závadě, laboratorní výzkum na katedře geologie v Olomouci a vyhodnocení výsledků.

2. Geografie a geologie studovaného území

2.1 Stručná geografie území

Vzorky studované v mé bakalářské práci pocházejí z lokality Závada u Opavy (obr. 1a). V roce 1960 se v Závadě otevřela pískovna, kde se dodnes těží kvalitní písek pro stavebnictví (www1; obr. 1b). Jde o pískovnu, která leží v Moravskoslezském kraji v okrese Opava na katastrech obcí Bohuslavice a Závada.

Pískovna má GPS souřadnice: N 49°56.34862', E 18°10.01862' dle souřadnicového systému WGS-84.



Obr. 1a – Červeným bodem vyznačena pískovna Závada na mapě ČR. Upraveno na geology.cz

Obr. 1b – Letecká lokalizace pískovny Závada u Opavy. Upraveno z Google Earth, 2017

2.2 Geologická charakteristika území

Na mnou studované lokalitě se nacházejí pouze sedimenty kvartérního stáří. Kvartér značí čtvrtou, nejmladší, nejkratší a taktéž poslední periodu v historii Země (Přichystal et al., 1996), pro kterou jsou typické opakující se klimatické výkyvy různé délky a intenzity a také přítomnost člověka (Musil, 2014).

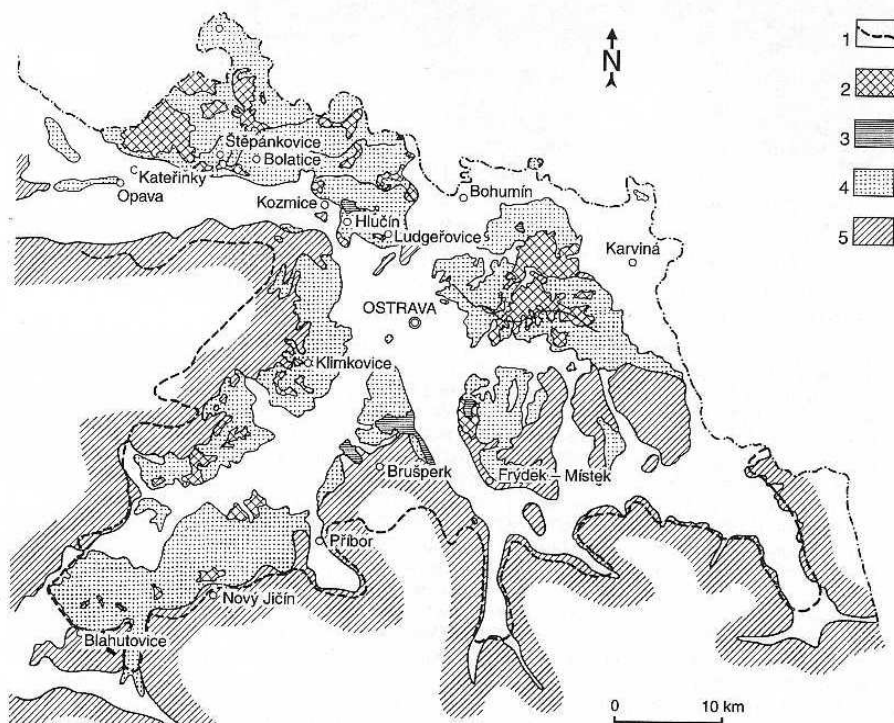
Ve střední Evropě je území Moravy významné svou polohou mezi kontinentálním zaledněním na severu a alpským vysokohorským zaledněním na jihu (Nývlt et al., 2011). K oblasti kontinentálního zalednění patří u nás, kromě severočeské oblasti, také moravskoslezská glaciální oblast (Czudek, 2005).

Na území Slezska a severní Moravy pronikl v pleistocénu kontinentální ledovec dvakrát. Zde zanechal velké množství glacienních sedimentů, k nimž se řadí tilly,

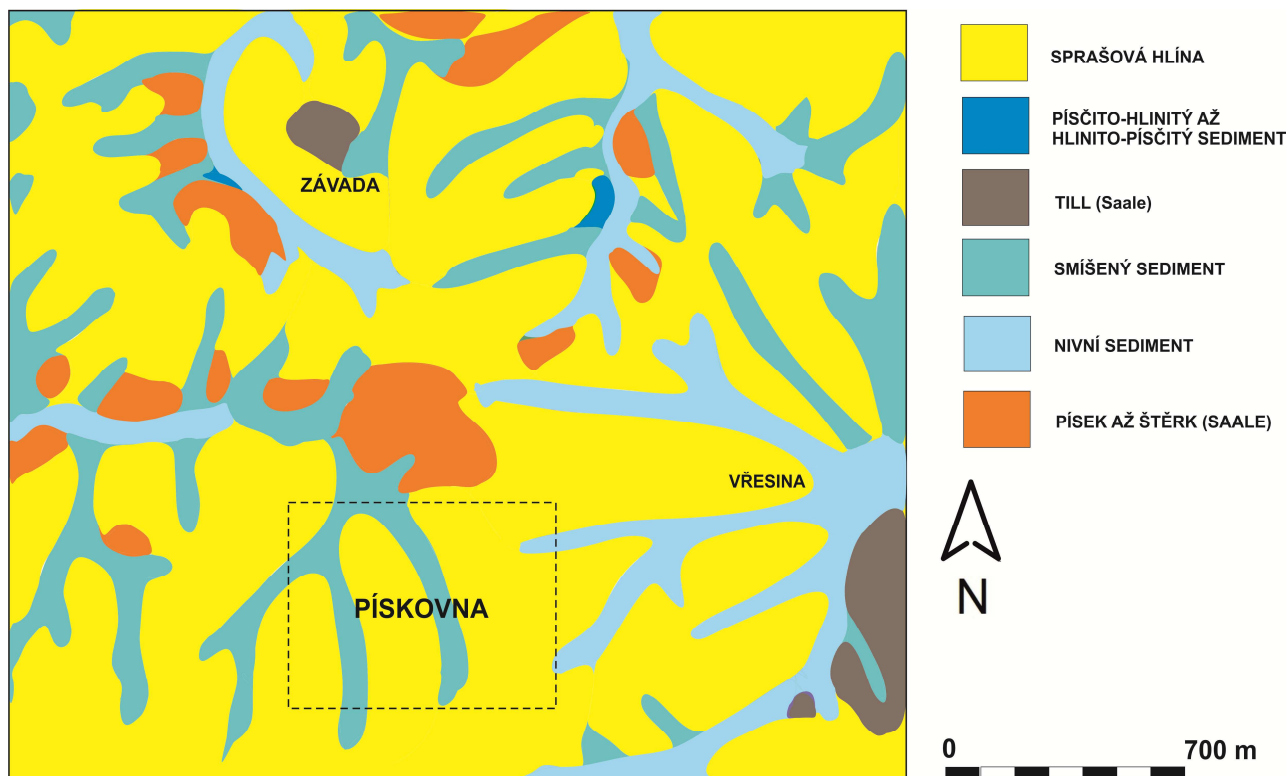
glacifluviální sedimenty a glacilakustrinní jezerní sedimenty. Jde především o písčito-hlinité či hlinito-písčité sedimenty, sprašové hlíny, písky a šterky (Czudek, 1997; Chlupáč et al., 2002, obr. 2). Geologická mapa, na které je znázorněna pískovna Závada a blízké okolí s příloženou legendou, je znázorněna níže na obr. 3.

Prvně ledovec pronikl na Moravu v době Elsteru a podruhé v době Saale přibližně před 450 tisíci a 300 tisíci roky (Bína a Demek, 2012). V eratickém materiálu jsou přítomny horniny ze Skandinávie a Pobaltí, k nimž patří i známé bludné balvany a taktéž pazourky (Czudek, 2005).

Ledovce staršího elsterského (taktéž halštrovského) zalednění i ledovce mladšího rozsáhlejšího sálského zalednění pokrývaly moravsko-polské pohraničí od Javorníku přes Krnov a Opavu k Moravské bráně. Tou pak ledovce pronikaly přes Odru u Suchdolu nad Odrou a do povodí Bečvy přes Nový Jičín (Mísař et al., 1983). Halštrovské sedimenty jsou většinou zvětralé a lokálně se zachovaly pouze jako pás eratických balvanů (Zeman a Demek, 1984). Rozsah kontinentálního ledovce na našem území dokládá výskyt pazourků podél tzv. *Feuersteinlinie* (Czudek, 2005). Studium jednotlivých ledovcových zalednění na území České republiky je ovšem stále předmětem diskuze, jelikož chybí korelace se zaledněním na území dnešního Polska (Nývlt et al., 2011).



Obr. 2 - Rozsah maximálního zalednění na severní Moravě a ve Slezsku. 1- hranice největšího rozsahu saalského zalednění; 2 – souvkové hlíny; 3 – glacilakustrinní jíly a varvity; 4 – glacilakustrinní písky; 5 – horniny skalního podkladu (Macoun et al., 1965 in Chlupáč et al., 2002)



Obr. 3 – Zjednodušená geologická mapa kvartérních sedimentů v okolí Závady a příslušná legenda. V oblasti písčkovny jsou již spraše a nivní sedimenty odtěženy na glacifluviální saalské písky. Upraveno dle mapy.geology.cz

2.2.1 Geologická charakteristika ložiska Závada

Ložisko je součástí glaciálních sedimentů kvartérního stáří (stupeň Riss). Jeho bezprostřední podloží tvoří kvartérní glacialakustrinní jíly, písčité jíly nebo souvkové hlíny, které odpovídají sálskému zalednění. Mocnost vlastního ložiska je v rozmezí 22 – 27 m. Z pohledu zrnitostního složení převládají na ložisku písky, které tvoří cca 80 % těžných sedimentů. V menším zastoupení se zde nachází jílovité písky a v nejmenší míře štěrkovité písky s rozdílným podílem jílovité složky (Zíma, 2016).

Písek má charakteristickou světle hnědou, hnědou, rezavou, žlutou i bělavě šedou barvu. Je středně zrnitý nebo jemnozrnitý. V hornině jsou obsahem cca 1-10 % nepravidelně rozmístěny valouny, jejichž koncentrace je vyšší při stropu a bázi ložiska. Petrografické složení valounů je velice pestré a odpovídá transportu materiálu ledovcem ze vzdálených oblastí severní Evropy. Přebývá křemen, méně vyvřeliny, pískovce a silicity (tj. eratické pazourky).

Nadloží ložiska je tvořeno sprašovými hlínami s orníci na povrchu. Spodní část nadloží tvoří světle šedohnědý jemnozrnitý písek, jílovitý písek a šedý jíl. Tektonické porušení na ložisku nebylo zjištěno (Zíma, 2016).

3. Pazourky a jejich dělení

Dle Tuckera (2001) či Přichystala (2013) se termín „pazourek“ (*flint*) užívá jen pro silicity z horniny křída křídového stáří. Pro ostatní (např. třetihorní) variety donesené ledovcem je lepší užívat termín „eratický pazourek“. Může tak být ale označen jakýkoliv tmavý nodulární (ale zřejmě i deskovitý) materiál z mikro- či kryptokrystalického křemene s velmi kompaktní stavbou a vysokou hustotou (Rapp, 2009).

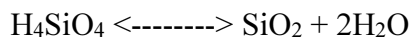
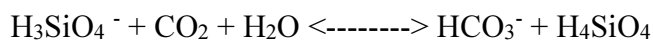
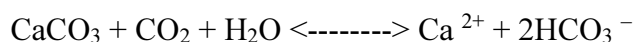
Podle Konty (1973) je silicity zpevněný i nezpevněný cementační sediment, v němž převládá cementační křemičitý materiál (tj. opál nebo cementační křemen, jeho vláknité odrůdy i skelety organismů). Vzniká chemickým nebo diagenetickým vysrážením krystalického či amorfního oxidu uhličitého (SiO_2) nebo také nahromaděním křemitých schránek různých organismů (např. spongií; Petránek, 1963). Silicity tvoří nejčastěji vrstvy nebo konkrece (hlízy, nodule) v mořských sedimentech (Kukal, 1986). Pokud silicity vznikají ve sladkovodním prostředí, například v jezerech, nazývají se limnosilicity (Přichystal, 1999). Silicity jsou stálou součástí souvkových společenstev díky své chemické i mechanické odolnosti. Za nejhojnější z nordických silicitů se dají na území dnešní ČR považovat baltské pazourky, které představují cca 8,4 % všech nordických souvků. Baltským pazourkům bylo kdysi přisuzováno křídové stáří, ale v současnosti se rozlišují pazourky svrchní křída a nejstaršího paleocénu (Gába a Pek, 1999b).

Pazourek byl jednou ze surovin nejvíce využívaných pro výrobu artefaktů v severní i střední Evropě během doby kamenné a jeho využívání pokračovalo v následujících obdobích (Hughes, 2012; Přichystal, 2013). Taktéž v Nizozemsku byly maastrichtské pazourky dobývány během neolitu na výrobu nástrojů a zbraní. V novověku se z něj vyráběla křesadla a kamínky do křesadlových zámků střelných zbraní (Gába a Pek, 1999b). Pazourkové hlízy byly mj. využívány pro litostratigrafickou korelaci od 18. století (Binkhorst van der Binkhorst, 1859; Felder, 1975a, b in Zijlstra, 1995).

K mechanickým vlastnostem pazourku patří vysoká tvrdost, dobrá štípatelnost a ostrost hran (Přichystal, 2013).

Dle Konty (1973) je pazourek konkrecionální odrůda silicitu, která vzniká ze slabě zpevněných, převážně vápencových sedimentů.

Vznik pazourkových konkrecí není kompletně objasněn, Zijlstra (1995) jej vyjádřil následovně:



Jde tedy o proces, kdy se během pozdní diagenese organická hmota okysličuje a kolísání teploty a tlaku působí změny tlaku karbonátu a rozpustnost uhličitanu i křemičitanu. Díky vyššímu parciálnímu tlaku CO_2 ($p\text{CO}_2$) ve větších hloubkách dochází k rozpouštění karbonátu (CaCO_3). Při reakci záporně nabitého komplexu (H_3SiO_4^-) společně s oxidem uhličitým (CO_2) a vodou (H_2O) vznikne hydrogenuhličitan (HCO_3^-) a kyselina křemičitá (H_4SiO_4 ; Zijlstra, 1995), ze které se vysrážením oxidu křemičitého (SiO_2) vytváří hlízy a vrstvy pazourků.

Pazourky jsou tvořeny z velké části chalcedonem, zčásti též mikrokrystalickým křemenem i opálem (Tucker, 2001). Názory na jejich konkrétní minerální složení ovšem nejsou jednotné. SiO_2 v konkrecích pochází pravděpodobně z rozpuštěných schránek mikroorganismů, hlavně mřížovců a rozsivek (Tucker, 2001 in Gába, 1977). Téměř ve všech pazourcích se dají nalézt nějaké fosilie (Gába a Pek, 1999b).

3.1 Pazourky svrchní křídý

Pazourky svrchní křídý (stupeň maastricht) tvoří často bizarní tvary o velikosti 10 – 40 cm. Jejich konkrece mají často tvrdý povrch s mnoha dutinami. Barva je tmavá, téměř černá. Na povrchu je velmi často k vidění bílá kůrka, což je málo zpevněná směs opálu a chalcedonu, obsahující velké množství mikrofosilií (Přichystal, 2013). Souvky maastrichtských pazourků se nacházejí od Nizozemska až po Polsko. V moravskoslezské oblasti se vyskytují celé hlízy i s pozůstatky bílé kůrky a také fragmenty hlíz v různém stupni opracování a navětrání v odstínech bílé a hnědé, také červené, oranžové, žluté i nazelenalé (Gába a Pek, 1999b).

Z makrofosilií lze v křídových pazourcích nalézt pozůstatky ježovek, zvláště kamenná jádra schránek. Nejhojnější jsou pozůstatky spongií, ale ty jsou obtížně rozpoznatelné a systematicky určitelné, jelikož se špatně zachovávají. K dalším častým fosiliím patří mlži a mechovky. Hojně se v nich také vyskytují živočišné stopy. Gába a Pek (1999b) zmiňují ichnorody *Thalassinoides* a *Zoophycos*. Téměř všechny křídové pazourky obsahují pozůstatky živočišných hub. Dále jsou běžná kamenná jádra a otisky misek mlžů rodu

Lima, *Lyropecten* a *Pinna*. Ke vzácnějším nálezům patří pozůstatky červů *Glomerula gordialis* (Schlotheim, 1820 in Gába a Pek, 1999b), korálů, brachiopodů a hvězdic.

Mikrofosilie lze studovat buď v preparátech naškrábaných z bílé kůry, nebo ve výbrusech (Gába a Pek, 1999b).

3.2 Pazourky paleocénu

Pazourky z paleocénu (stupeň dan) se nacházejí především ve více zpevněných karbonátových sedimentech. Vycházejí na dánských ostrovech a v přilehlé části Baltského moře. Tyto pazourky tvoří hlavně ploché konkrece světle šedé až hnědošedé barvy, zřídka jsou tmavší (viz též Gába a Pek, 1999b). Vlivem zvětrávání se jejich barva na povrchu mění na žlutavou či hnědočervenou (Přichystal, 2013).

Na území Moravy převládají pazourky z bryozoových vápenců, pro něž je nejtýpější masový výskyt zoárií mechovek, které jsou jak uvnitř pazourku, tak i na povrchu konkrecí (tvoří tzv. mechovkový trávník). Faunu bryozoového vápence tvoří, kromě dominujících mechovek, také množství ježovek – ostny rodu *Tylocidaris*. Co v nich ale málokdy nalezneme, jsou zbytky živočišných hub a ichnofosilie (Gába a Pek, 1999b).

Z mechovek byl určen druh *Coscinopleura angusta* (Berthelsen, 1962 in Gába a Pek, 1999b), dále rody *Spiropora* a *Steginopora* (viz tab. 11 v příloze). Velice často se v nich také nalézají otisky ostnů ježovek, především z rodu *Tylocidaris*. Gába a Pek (1999b) také často nachází samostatné články a části stonků lilijic, určeny jsou rody *Isselicrinus* a *Nielsenicrinus*. Za raritní nález se dá považovat šupina ryby.

Poměr četností křídových a paleocenních pazourků v moravskoslezské oblasti je velice obtížné stanovit. Všude však jsou zastoupeny pazourky obojího stáří (Gába a Pek, 1999a).

4. Fosilie v pazourcích

4.1 Bryozoa (mechovky)

Pro účely této bakalářské práce jsem se rozhodla pracovat s mechovkami na základě starších prací, které se touto problematikou zabývaly (např. Kaše et al., 2010; Kedrová a Zágoršek, 2011).

4.1.1 Systematické zařazení mechovek

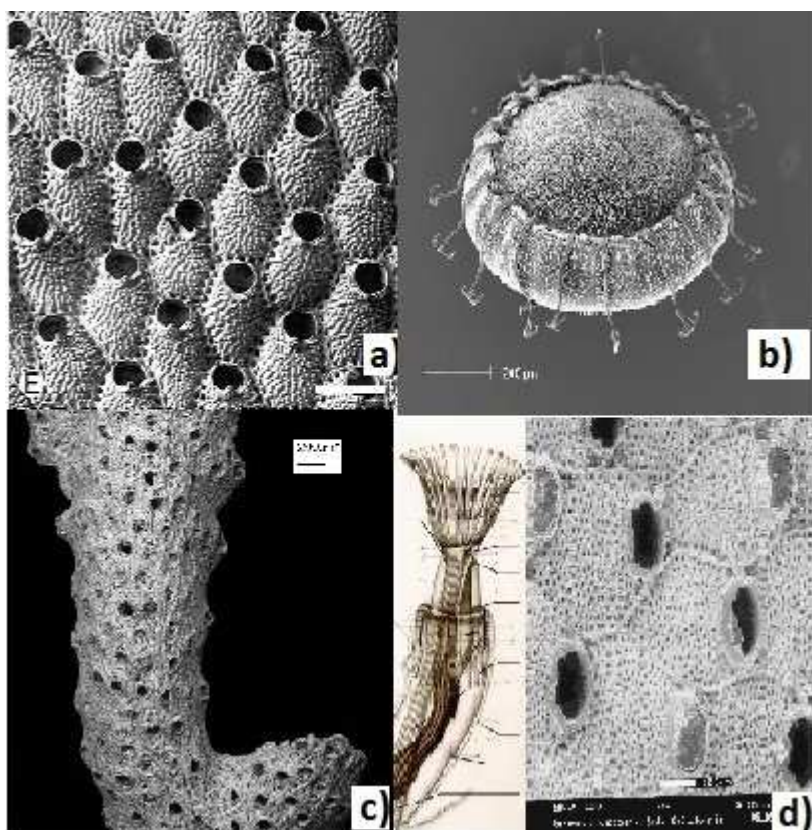
Kmen Bryozoa (mechovky) spadá do říše Animalia (živočichové) a dále do podříše Metazoa (mnohobuněční). Dále se mechovky řadí do oddělení Eumetazoa (vyšší mnohobuněční). Bryozoa patří do řady Protostomia (prvoústí), pro něž je typické, že ústa vznikají z blastoporu a anální otvor (pokud je vyvinut) vzniká na opačném konci zárodku (Ziegler, 2001).

Podle Špinara (1960) se kmen Bryozoa dělí na dva podkmeny – Entoprocta a Ectoprocta. Ale v novějších studiích byl podkmen Entoprocta (mechovnatci) vyčleněn jako samostatný kmen (Kvaček et al., 2007). Tyto podkmeny se odlišují tím, že do prvního zmíněného, tedy podkmene Entoprocta (recent), spadají mechovky, které mají řitní i ústní otvor obklopený kruhovitým lofoforem a nemají žádné pevné kostry. Proto se také jako fosilní nezachovaly. Kdežto druhý podkmen Ectoprocta (ordovik – recent) tvoří mechovky, u nichž kruhovitý nebo podkovovitý lofofor obklopuje pouze ústní otvor. Kostry jsou vápenité, někdy i chitinózní a někdy chybí. Patří sem sladkovodní i mořské formy. Mořské mechovky této skupiny mají četné fosilní zástupce stratigrafického významu (Špinar, 1960). Termín Ectoprocta se stal synonymem názvu Bryozoa.

Kmen Ectoprocta se dělí do tří tříd: Gymnolaemata (obr. 4a), Phylactolaemata (obr. 4b) a Stenolaemata (obr. 4c; Kvaček et al., 2007; tab. 1). Na obr. 4d je znázorněna stavba těla mechovky schematicky a také pod elektronovým mikroskopem.

Tab. 1 – Klasifikace kmene Bryozoa (podle Kvaček et al., 2007)

Třída	Znaky	Řády	Stáří
Stenolaemata	kruhový lofofor	<i>Cyclostomata</i> (mechovky kruhoústé)	ordovik - recent
	zooecia kalcifikována	<i>Trepostomata</i> (mechovky měnoústé)	ordovik - trias
	válcovitý, kuželovitý tvar	<i>Cryptostomida</i> (mechovky krytoústé)	ordovik - trias
	mořští	<i>Cystoporida</i>	ordovik - perm
		<i>Fenestrata</i>	ordovik - trias
		<i>Hederellida</i>	ordovik - karbon
Gymnolaemata (keřnatenky)	kruhový lofofor	<i>Ctenostomata</i> (mechovky hřebínkovité)	ordovik - recent
	zooecia chitinózní/želatinózní	<i>Cheilostomata</i> (mechovky oružnaté)	svrchní jura - recent
	válcovitý, krabičkovitý tvar		
	mořští i sladkovodní		
Phylactolaemata	podkovitý lofofor		křída - recent
	zooecia nekalcifikovaná		
	sladkovodní		



Obr. 4 – Mechovka třídy Gymnolaemata (a; Waaij, 2010); mechovka třídy Phylactolaemata (b; Martinovic-Vitanovic, 2009); mechovka třídy Stenolaemata (c; Taylor, 2017); mechovka schematicky a pod elektronovým mikroskopem (d; Waaij, 2007; Waggoner, 1995)

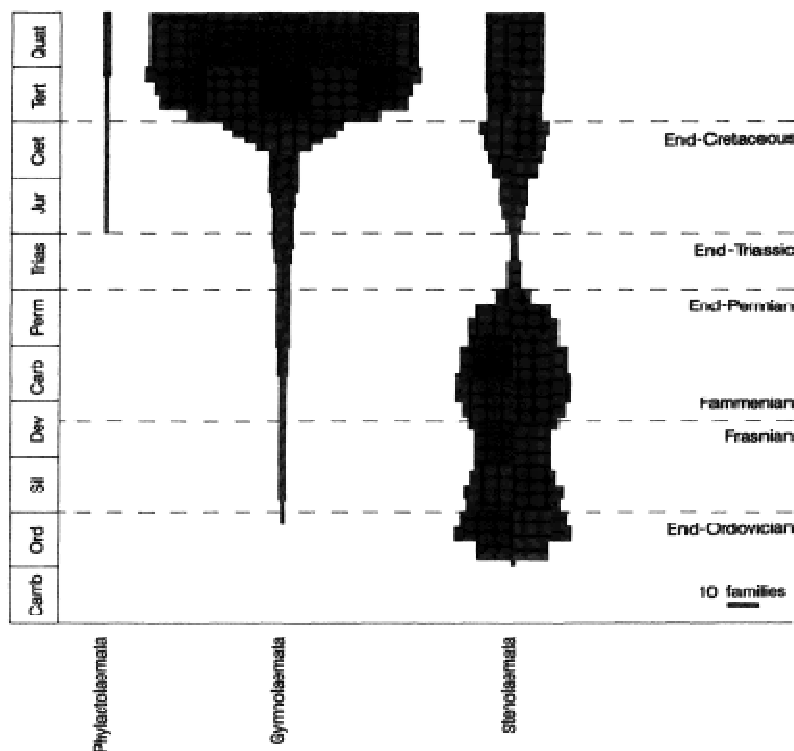
4.1.2 Charakteristika mechovek

Mechovky se vyskytují od ordoviku až po recent (Kvaček et al., 2007), ale jelikož je od ordoviku tato skupina již diverzifikovaná, dá se předpokládat, že její vývoj musel začít již

v kambriu (obr. 5). Dle Rylanda (1970) existuje asi 4 000 druhů mechovek, fosilních známe až 15 000. Mechovky jsou drobní koloniovní živočichové obývající moře i sladké vody (Švagrovský, 1976). Tvoří sesilní i vagilní bentos a následkem takového způsobu života mají mnohé orgány redukované. Jejich vědecké jméno vzniklo z řeckých slov bryon = mech a zoon = živočich. Každý jedinec v kolonii se nazývá zooid (Špinar, 1960). Zooid má kolem ústního otvoru vyvinutý kruhovitý nebo polokruhovitý útvar, zvaný lofofor a ten je osazen obrvenými chapadly. Řitní otvor se otevírá poblíž úst, ale nachází se vně lofoforu (Kvaček et al., 2007). Ziegler (2001) označuje pevný obal zooida jako zoecium. Zoecia mohou být různého tvaru, např. válcovitého, hruškovitého, hranolového, rourkovitého.

Podle Špinara (1960) se každý zooid skládá z dvouvrstevné schránky, která je želatinózní, chitinózní nebo vápenitá, a dále se skládá z měkkého masitého těla. Na těle rozeznáváme část přední, hlavovou (polypid) a část zadní, trupovou (cystid). Přední část těla vysunuje zooid ze zoecia včetně věnce chapadel, ale při podráždění se naopak umí celý zatáhnout zpět. Při spojení zoecií vzniká vnější kostra mechovkové kolonie – zoarium. Zoária mohou být keřovitá, nálevkovitá, povlékaná apod. (Kvaček et al., 2007).

Mechovky obývají především mělčí, čisté a dobře prokysličené vody. Mechovkové kolonie jsou velmi variabilní ve tvaru a formě a mnoho z hlavních skupin se mohlo vyvinout ze čtyř základních typů forem (masivní, volně žijící, vzpřímené či inkrustované). Většina kolonií se vyvinula zřejmě inkrustací, spojením s tvrdým skalnatým podkladem (Doyle, 1996). Mechovky nejčastěji pokrývají skály, kameny, lastury a podmořskou vegetaci. Často se také vyskytují na útesech, které samy tvoří, ale v mnohem menší míře než koráli. Většina recentních mechovek dává přednost mírnějším zeměpisným šířkám před tropickým pásmem (Špinar, 1960). Dle Špinara (1960) je každý zooid hermafrodit rozmnožující se pohlavně i nepohlavně. Larva po nějakou dobu plave volně po moři, po čase se připevní přísavkami k podkladu a vytvoří prvotní schránku, zvanou protoecium.



Obr. 5 - Výskyt mechovkových tříd v geologickém čase (Doyle, 1996)

5. Princip metod výzkumu

5.1 Rentgenová fluorescenční spektrometrie

Zkrácený název pro tuto metodu je XRF (z anglického X-Ray Fluorescence). V rentgenové fluorescenční spektrometrii je vzorek ozařován rentgenovými paprsky z konvenční rentgenové lampy (rentgenky) a nazpět emituje sekundární (fluorescenční) rentgenové vlny o vlnových délkách charakteristických prvků přítomných ve vzorku (Herz a Garrison, 1998). Sekundární záření pak vstupuje do monochromátoru. Jako disperzní vzorek se používá krystal vhodné látky (Klouada, 2003).

Je důležité před měřením vzorek upravit, aby po ozáření emitoval fluorescenční záření. U jemnozrnných až celistvých hornin lze vzorek měřit již na rovné řezné ploše, kdežto hrubozrnné horniny je třeba rozpráškovat a upravit lisováním do podoby tablety (Dolníček a Sulovský, 2013).

Podle způsobu detekce fluorescenčního záření můžeme rozlišit energiově-disperzní analýzu (zkráceně EDXRF). Tato detekce je založena na energii záření. Nebo rozlišujeme vlnově-disperzní analýzu (zkráceně WDXRF), která je založena na vlnové délce záření.

XRF se dá považovat za rychlou metodu určení chemického složení, hodí se pro analýzu makroprvků i stopových prvků (Dolníček a Sulovský, 2013). Mnoho druhů uměle vytvořených materiálů může být analyzováno pomocí XRF, včetně keramiky, skla, kovů či artefaktů kamenných nástrojů (Herz a Garrison, 1998).

5.2 Spektrální fotometrie

Spektrální fotometrie (zkráceně spektrofotometrie) je stanovování vlastností vzorku na základě pohlcování světla o různých vlnových délkách daného spektra. Pro měření se využívá viditelná i ultrafialová oblast spektra. Podstatou ultrafialové a viditelné spektrometrie je absorpce ultrafialového a viditelného záření o hodnotách 200 až 800 nm zředěnými roztoky molekul (Klouda, 2003).

Přístroje, které umí libovolně nastavit vlnovou délku monochromatického světla, nebo měří část absorpčního spektra v určitém úseku vlnových délek, se nazývají spektrofotometry. Výsledkem měření spektrofotometrem je odraznostní spektrální křivka. Tato křivka vyjadřuje odrazné vlastnosti materiálu jako funkci vlnové délky. Vlnově-délková pásma se rozdělují na viditelné (400-700 nm), ultrafialové (~ 200-400 nm), blízké infračervené (700-2500 nm) a střední infračervené spektrum (2500-25000 nm; Jain, 1989; Bábek, 2013).

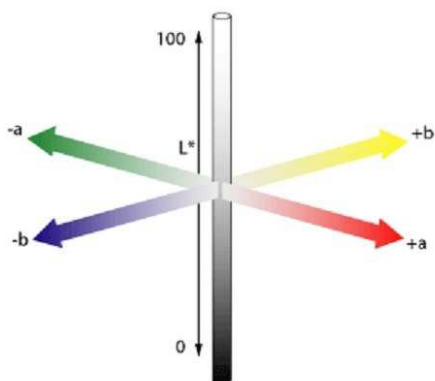
Spektrofotometr se skládá ze zdroje bílého světla (halogenová nebo wolframová žárovka). Za žárovkou následuje monochromátor (využívá se mřížky). Monochromátor má za úkol rozložit bílé světlo na jednotlivé složky a tím se oddělí konkrétní vlnová délka. Další složkou spektrofotometru je kyveta, ve které se nachází vzorek. Po průchodu vzorkem dopadne světlo na detektor, což je poslední část spektrofotometru.

Barva je v kvantitativním vyjádření reprezentována barevnými prostorovými modely. K vyhodnocování využíváme barevných modelů, např. systém RGB, modely CIE XYZ nebo CIE $L^*a^*b^*$. V mé práci jsem pracovala s posledním zmíněným modelem.

5.2.1 Model CIE $L^*a^*b^*$

V roce 1931 mezinárodní komise Commission Internationale de l'Eclairage standardizovala systém barev na základě definice světelného zdroje, pozorovatele a užití metodiky pro odvozování hodnot barev. V 70. letech 20. století komise definovala barevný model $L^*a^*b^*$. Ten je jedním ze systémů, který se čím dál více prosazuje a je využíván celou řadou kolorimetrů (Skala, 1993). Skládá se ze tří složek (obr. 6). První složkou je světlost (L^* - lightness), která nabývá hodnot v rozmezí 0 (černá barva) až 100 (barva

bílá). Další složkou je barevná složka a^* , která definuje barevnou osu od zeleno-modré (hodnoty záporné) po červeno-purpurovou (hodnoty kladné). Poslední složkou je barevná složka b^* , jež definuje barevnou osu od modro-purpurové (záporné hodnoty) po zeleno-žluto-červenou (kladné hodnoty). Tento systém má největší rozsah zaznamenanatelných barev v barevné paletě (Bábek, 2013).



Obr. 6 – Barevné složky modelu CIE $L^*a^*b^*$ (Kvidera, 2014)

6. Metody výzkumu

Během terénní etapy bylo z lokality pískovna Závada odebráno cca 200 ks pazourků. Z tohoto množství poté bylo vybráno 60 reprezentativních vzorků, které jsem využila na pozdější analýzy. Odběr vzorků jsem provedla v létě roku 2016.

Laboratorní práce jsem provedla na Katedře geologie Univerzity Palackého v Olomouci. Reprezentativní vzorky pazourků jsem rozřídila do igelitových sáčků a přiřadila jim číslo od 1 do 60. Následně byly vzorky rozřezány napůl pomocí laboratorní pily značky Struers s diamantovým kotoučem. Z povrchových jevů na pazourcích je nejnápadnější patinace. Jde o určitý typ zvětrávací kůry a projevuje se zbělením a snížením lesku povrchové vrstvičky (Gába, 1977). Z tohoto důvodu byly vzorky rozřezány, aby se předešlo problémům s patinací při měření barevnosti. Nakonec byly vzorky rozemleté na planetárním mlýnku pro další měření (pXRF) a srovnání výsledků chemického složení z řezné plochy a z práškových vzorků.

6.1 Rentgenová fluorescenční spektrometrie

V této práci byl používán příruční energiově-disperzní spektrometr za účelem zjištění prvkového složení v 60 vzorcích pazourků. Analýza proběhla pomocí přístroje Delta (Innov-X, Inc., USA; [www2](http://www2.innov-x.com)). Nejprve byly vzorky měřeny na řezné ploše po dobu 120 s a

pro srovnání chemického složení byly tytéž rozemleté vzorky znovu měřeny po dobu 120 s.

6.2 Kolorimetrie

Všechny vzorky byly podrobeny metodě spektrální fotometrie za účelem rozlišení pazourků na základě barevnosti. Měření probíhalo pomocí ručního spektrálního fotometru s kulovou geometrií SP 62 (X-Rite, USA) a příslušným kolorimetrickým softwarem X-Rite Color Master. Tento přístroj měří spektrální odraznost ve viditelném spektru (400 – 700 nm) a kvantitativně vyjadřuje barvu (horniny) v systému CIE L*a*b*; (www2). Poté byly vzorky rozděleny v softwaru MS Excel a Statistica (StatSoft, Inc.) na základě barevnosti do 2 skupin: 1. skupina – tmavé silicity a 2. skupina – světlé silicity. Použito bylo shlukové analýzy z proměnných L*, a*, b*, přičemž bylo programu (Statistica) zadáno vytvoření dvou shluků.

6.3 Mikropaleontologie

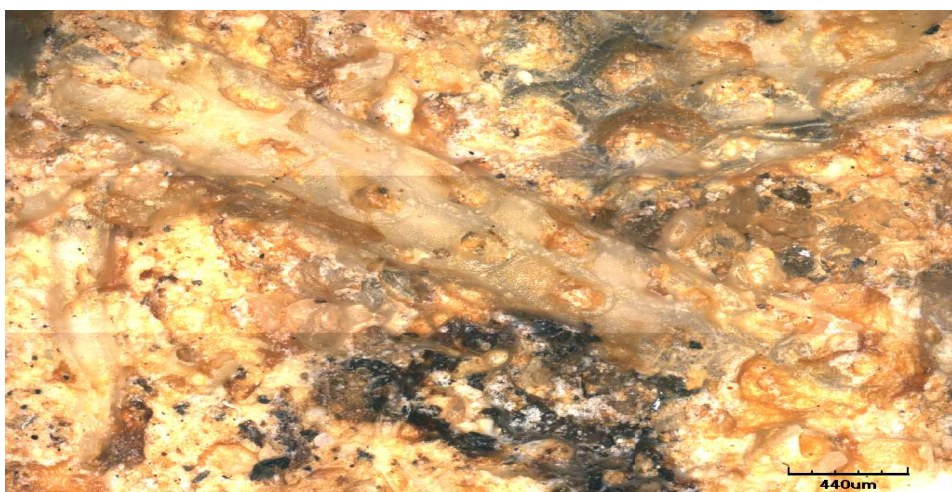
Vytipovaných 13 vzorků pazourků (vzorek č. 2, 6, 8, 13, 16, 21, 24, 26, 31, 37, 48, 50 a 59) bylo ponořeno do cca 80 ml 90 % kyseliny octové po dobu 1 týdne kvůli očištění jejich povrchu. Většina očištěných vzorků mechovky na povrchu neobsahovala, z toho důvodu bylo zkoumáno všech 60 vzorků pazourků pomocí binokulární lupy (stereomikroskopu) za účelem nalezení přítomných mechovek v pazourcích.

Podle okem viditelných fosilií v pazourcích jsem vytipovala 10 vzorků (vzorek č. 6, 8, 13, 19, 21, 26, 28, 34, 47 a 58), které byly nadrceny na malé kousky (od 5 mm do 1,5 cm) a ponořeny do 5 % kyseliny fluorovodíkové (HF) po dobu 1 měsíce (viz Kedrová a Zágoršek, 2011). Pravděpodobně z důvodu nízké koncentraci HF nebyly fosilie z křemité matrix extrahovány, a tudíž je nebylo možné v pazourcích pozorovat. Analýzu a rozlišení mechovek jsem provedla společně s konzultantem Kamilem Zágorškem na základě vnějších morfologických znaků, a to jak na řezu, tak z povrchu pazourků tam, kde to bylo možné. Mechovky poté byly vyfoceny laserovým skenovacím konfokálním mikroskopem Olympus LEXT OLS 3000 na Ústavu fyziky materiálů AV v Brně (obr. 7 a obr. 8).

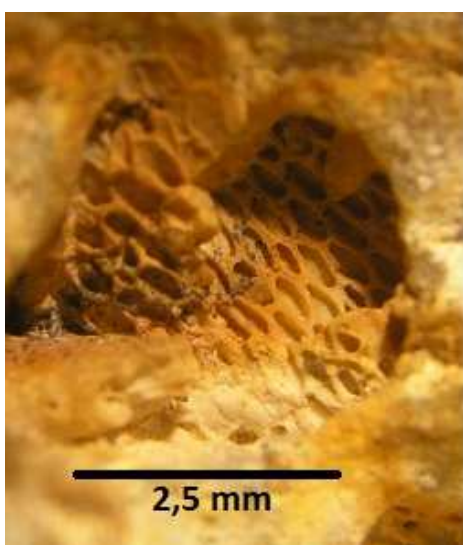
Pro řád Cheilostomata je typická masivní, robustní textura a tlustší stěna jedince. Tvar kolonie je krabicovitý se strukturami na povrchu (obr. 9). Řád Cyclostomata se vyznačuje drobnější kruhovitou strukturou. Tvar kolonie je válcovitý či trubičkovitý (obr. 10). Cheilostomátní mechovky se častěji vyskytují v danských pazourcích, kdežto cyklostomátní spíše v křídových pazourcích.



Obr. 7 – mechovka řádu ?Cheilostomata, vzorek č. 47, foto: H. Hadraba, 2017



Obr. 8 – mechovka řádu Cheilostomata, vzorek č. 6, foto: H. Hadraba, 2017



Obr. 9 – cheilostomátní mechovka, vzorek č. 47



Obr. 10 – cyklostomátní mechovka, vzorek č. 47

7. Výsledky

7.1 Chemické složení pazourků

Konkrétní hodnoty vybraných prvků měřených na řezné ploše pazourků jsou uvedeny v tabulce č. 7 – 10 v příloze níže.

Co se týče výsledků chemického složení nařezaných pazourků, z dat uvedených v tab. č. 7 a 8 je zřejmé, že kromě dominantního Si jsou v pazourcích vždy či většinou obsaženy Ti a Fe. S naměřenými hodnotami prvků se dále pracovalo při statistickém zpracování.

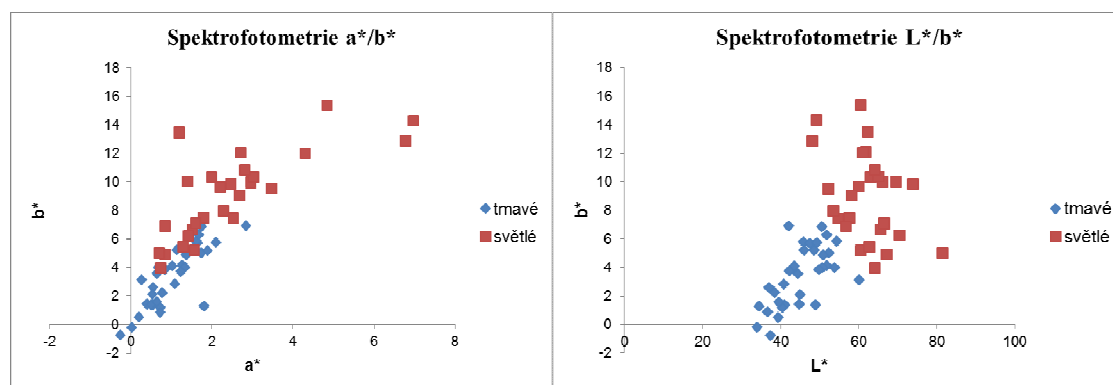
Při měření chemického složení práškových vzorků však byly výsledky odlišné. Některé prvky „přítomné“ na řezu se u práškových vzorků nevyskytovaly (např. Ti, Cr, Rb a Pb) a naopak.

Fe bylo stále přítomno ve všech vzorcích, ale Ti již v žádném.

7.2 Kolorimetrie

Kolorimetrický parametr pro tmavé pazourky (skupina 1) L^* nabývá hodnot od 33,97 do 67,01, parametr a^* nabývá hodnot od -0,26 do 2,84 a parametr b^* nabývá hodnot od -0,76 do 6,92. Pro světlé pazourky (skupina 2) parametr L^* nabývá hodnot od 47,91 do 81,39, parametr a^* nabývá hodnot od 0,69 do 6,97 a parametr b^* nabývá hodnot od 5,04 do 15,4 (výsledky jsou uvedeny v tab. č. 9 a 10).

Spojení parametrů L^* , a^* a b^* shlukovou analýzou do shluku nazvaného „Groupings“ rozdělilo pazourky na pazourky relativně *tmavé* (skupina 1) a relativně *světlé* (skupina 2), přičemž jsou ovšem kromě světlosti brány v potaz i barvy obou barevnostních škál a^* a b^* (viz kap. 5.2.1; graf č. 1). První zmíněnou skupinu, potenciálně křídové pazourky, tvoří 38 vzorků. Ve druhé skupině, potenciálně třetihorních pazourků, je 22 vzorků. S těmito dvěma skupinami se dále pracovalo při dalších statistických analýzách.



Graf č. 1 – Rozdělení pazourků na základě a^*/b^* a L^*/b^* na tmavé a světlé

7.3 Mikropaleontologie

Oproti tvrzení Kvačka et al. (2007) o vhodnosti řezů pro identifikaci mechovek bylo možné na základě znaků viditelných na řezu mechovky většinou rozdělit pouze na úrovni řádu, tj. na mechovky cheilostomátní (řád Cheilostomata) a cyklostomátní (řád Cyclostomata). Výjimku tvořily 3 vzorky, u kterých bylo možno mechovky identifikovat na úrovni rodu. Ve vzorku č. 10 byla nalezena mechovka rodu *?Steginoporela*, jež byla determinována na základě morfologického tvaru „hvězdičky“ na konci apertury. Tentýž morfologický znak byl nalezen ve vzorku pazourku č. 43. Ve vzorku č. 46 byla na základě viditelné apertury na svaly ve vzpřímené poloze determinována mechovka rodu *?Onychocella*.

Kromě přítomných mechovek se ve vzorcích pazourků hojně vyskytovaly částečně zachovalé jehlice nepravidelných ježovek.

Systematické zařazení a výsledky mnou nalezených mechovek jsou uvedeny v tab. č. 2.

Tab. 2 – Výčet fosilií nalezených v pazourcích

VZORKY	TMAVÉ	SVĚTLÉ	CHEILOSTOMATA	CYCLOSTOMATA	OSTNY JEŽOVEK	FORAMINIFERY	ŽIV. HOUBA	KRINOIDEA
č. 1	•			•				
č. 5		•			•			
č. 6	•		•					
č. 7	•		•					
č. 8	•		•					
č. 10	•		•					
č. 11		•	•					
č. 12	•						•	
č. 21		•						
č. 22		•		•				
č. 24	•				•			
č. 27	•			•				
č. 28	•				•			
č. 29		•				•		
č. 33	•							
č. 34		•						
č. 36		•						•
č. 37		•	•					
č. 41		•	•		•			
č. 43		•	•					
č. 44		•			•			
č. 46		•	•					
č. 47	•		•					
č. 48	•				•			
č. 55	•				•			
č. 57		•						
č. 58	•				•			
č. 59	•							

7.4 Statistika

V základní popisné statistice byly oba vytvořené shluky (*Groupings* = sloučené parametry L*a*b*, tj. tmavé a světlé pazourky; viz 6.2) porovnány z hlediska zastoupení chemických prvků, nejprve v případě pXRF dat získaných z řezů. Výsledky jsou znázorněny v krabicových grafech téměř pro všechny chemické prvky (viz grafy č. 2 – 4

v příloze). Prvky P, Cr, Ni, Mg a Rb byly vynechány z důvodu jejich malého nebo nepatrného množství ve vzorcích. Z grafů č. 2 – 4 je patrné, že se zastoupení jednotlivých prvků mezi oběma skupinami pazourků nijak výrazně neliší.

Použitím Shapiro-Wilkova W testu bylo dále testováno, zda jsou chemické prvky v pazourcích normálně rozdělené. Pouze u prvků Si, V, Cr a Ni vyšla p-hodnota větší než 0,05. Tyto prvky jsou normálně rozdělené a byly dále testovány pomocí t-testu (viz tab. 3). Z tabulky č. 3 je ovšem zřejmé, že se tmavé a světlé pazourky ve složení těchto prvků neliší na hladině významnosti 0,05.

Tab. 3 – T-test pro prvky Si, V, Cr a Ni

Variable	T-tests; Grouping: Groupings (Spreadsheet2.sta) Group 1: 1 Group 2: 2										
	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev 1	Std.Dev 2	F-ratio Variances	p Variances
Si	0,009345	-0,016142	0,094334	58	0,925169	38	22	1,069970	0,889945	1,445496	0,372692
V	0,096201	-0,141094	0,703686	35	0,486284	22	15	1,123277	0,801829	1,962501	0,197631
Cr	0,000000			2		4	0	1,000000		0,000000	1,000000
Ni	0,043632	-0,305421	0,304617	6	0,770947	7	1	1,071867	0,000000	0,000000	1,000000

Pro ostatní, nenormálně rozdělené prvky, byla použita neparametrická statistika Mann-Whitneyho U testu (viz tab. 4). Opět byly určité prvky (Mg, P, Cr, Ni, Mn, Cu, Rb, Pb a Th) vynechány z důvodu jejich zastoupení pouze v malém množství testovaných pazourků. Z tabulky č. 4 je zřejmé, že se chemické složení křídových a třetihorních (danských) pazourků neliší na hladině významnosti 0,05.

Tab. 4 – Mann-Whitneyho U Test pro vybrané prvky

variable	Mann-Whitney U Test (w/ continuity correction) (Spreadsheet2.sta) By variable Groupings 3 parametry Marked tests are significant at p <,05000									
	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-value	Z adjusted	p-value	Valid N Group 1	Valid N Group 2	2*1sided exact p
Ti	1074,000	466,0000	256,0000	1,63591	0,101860	1,63609	0,101823	35	20	0,102208
Fe	1069,500	760,5000	328,5000	-1,36525	0,172175	-1,36527	0,172169	38	22	0,171129
Zn	1039,000	392,0000	221,0000	1,75604	0,079082	1,76041	0,078339	35	18	0,078996
As	1164,000	606,0000	353,0000	0,83860	0,401693	0,90180	0,367165	37	22	0,404747
Sr	1258,500	571,5000	318,5000	1,51865	0,128852	1,52545	0,127149	38	22	0,127657
Y	712,000	464,0000	233,0000	1,03913	0,298744	1,05329	0,292208	27	21	0,301781
Zr	499,000	321,0000	174,0000	-0,36318	0,716468	-0,39060	0,696092	25	15	0,719689
Mo	722,000	503,0000	257,0000	-0,56429	0,572558	-0,61552	0,538211	30	19	0,575983

Tentýž postup statistického vyhodnocování byl aplikován na práškové vzorky. Byly vytvořeny krabicové grafy (grafy č. 5 – 7 v příloze níže) pro vybrané prvky a opět se z nich dalo vyčíst, že se zastoupení jednotlivých prvků nijak výrazně neliší. Výjimku tvoří yttrium, které je statisticky významné na hladině významnosti 0,05. Při testování normality dat pomocí Shapiro-Wilkova W testu vyšlo normální rozdělení pouze u prvků Si a Ni. Tyto prvky byly testovány pomocí t-testu a výsledkem je, že se prvky neliší na hladině významnosti 0,05 mezi *tmaými* a *světými* pazourky (viz tab. 5).

Tab. 5 – T-test pro prvky Si a Ni

Variable	T-tests; Grouping: Groupings 3 parametry (XRF práškové úprava.sta) Group 1: 1 Group 2: 2										
	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
Si	41,91626	42,13756	-1,17726	55	0,244162	30	27	0,773078	0,628990	1,510632	0,291133
Ni	0,00802	0,00754	0,51379	58	0,609354	33	27	0,003554	0,003766	1,122755	0,748299

Ostatní prvky byly testovány Mann-Whitneyho U testem (tab. 6). Opět byly některé prvky vynechány (V, Cu, Zn a Ag) z důvodu jejich zastoupení v malém počtu vzorků. Z tabulky č. 6 je patrné, že obsahy yttria jsou statisticky významné na hladině významnosti 0,05 a stejné významnosti téměř dosahují i W a Se.

Tab. 6 - Mann-Whitneyho U Test pro vybrané prvky

variable	Mann-Whitney U Test (w/ continuity correction) (XRF práškové úprava.sta) By variable Groupings 3 parametry Marked tests are significant at p <,05000									
	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-value	Z adjusted	p-value	Valid N Group 1	Valid N Group 2	2*1sided exact p
Mn	861,000	792,000	396,0000	-0,13585	0,891942	-0,17537	0,860787	30	27	0,892795
Fe	989,000	841,000	428,0000	-0,25260	0,800576	-0,25262	0,800566	33	27	0,802041
Ni	1111,000	719,000	341,0000	1,54533	0,122268	1,54541	0,122248	33	27	0,122866
As	1093,500	736,500	358,5000	1,28530	0,198690	1,28538	0,198659	33	27	0,197653
Se	1134,000	696,000	318,0000	1,88708	0,059150	1,88721	0,059133	33	27	0,058774
Sr	1048,000	782,000	404,0000	0,60922	0,542382	0,60927	0,542343	33	27	0,545106
Y	797,000	1033,000	236,0000	-3,10551	0,001900	-3,11070	0,001867	33	27	0,001558
Zr	952,000	878,000	391,0000	-0,80238	0,422333	-0,80244	0,422301	33	27	0,425147
Mo	1009,000	821,000	443,0000	0,02972	0,976292	0,02972	0,976289	33	27	0,976474
W	1136,000	694,000	316,0000	1,91680	0,055264	1,91691	0,055251	33	27	0,054830
Au	1127,000	703,000	325,0000	1,78307	0,074576	1,78317	0,074560	33	27	0,074438
Hg	1107,000	723,000	345,0000	1,48589	0,137309	1,48597	0,137287	33	27	0,138122
Th	968,000	862,000	407,0000	-0,56464	0,572320	-0,56469	0,572288	33	27	0,574961

8. Diskuze

Reprezentativní vzorek pazourků v počtu 60 ks z pískovny Závada u Opavy jsem podrobila metodě spektrální fotometrie. Na základě jejích výsledků jsem pazourky rozdělila do 2 skupin na *tmavé* (skupina 1; obr. 11) a *světlé* (skupina 2; obr. 12). Gába a Pek (1999b) i Přichystal (2013) uvádějí, že křídové pazourky mají tmavou až černou barvu, kdežto danské pazourky jsou světle šedé až hnědošedé. Můj výzkum rozlišení pazourků na základě barevnosti závěry zmíněných autorů potvrzuje za předpokladu, že dvě spektrofotometricky mnou rozdělené skupiny jsou skutečně odlišného stáří. Pak by většinu vzorků tvořily (tmavé) pazourky křídového stáří. Odlišná barva pazourků může být způsobena rozdílným obsahem organické hmoty a stupněm zvětrávání.



Obr. 11 – tmavý pazourek, vzorek č. 26



Obr. 12 – světlý pazourek, vzorek č. 15

Dále jsem pazourky podrobila metodě rentgenové fluorescenční spektrometrie ke zjištění, zda se křídové a danské pazourky liší na základě obsahu prvků. S výslednými hodnotami z pXRF jsem dále pracovala v programu Statistika. Napřed byly vyhodnoceny výsledky z měření na řezech. Po testování normality dat vyšlo pouze u čtyř prvků (Si, V, Cr a Ni) normální rozdělení, proto se tyto prvky dále testovaly pomocí t-testu. Výsledkem bylo zjištění, že se tmavé a světlé pazourky chemicky významně neliší na hladině významnosti 0,05. Rozlišení dalších prvků, které byly testovány neparametrickou statistikou, vyšlo velice obdobně. Obsahy daných prvků (Ti, V, Fe, Zn, As, Sr, Y, Zr a Mo) se mezi tmavými a světlými pazourky nelišily na hladině významnosti 0,05.

Hodnoty prvků z rozemletých vzorků byly od těch na řezu odlišné. Některé nebyly nyní změřeny vůbec (např. Ti, Cr, Rb a Pb) a naopak byly změřeny prvky nezaznamenané na řezech (např. W, Ag a Au). Důvodem by mohla být relativně větší správnost měření

práškových vzorků a též fakt, že v těchto vzorcích byl často rozemletý i navětralý povrch pazourků (tzv. morénová kůra; Přichystal, 2013).

Po testování normality dat vyšlo u dvou prvků (Si a Ni) normální rozdělení. Testování pomocí t-testu u těchto prvků opět potvrdilo, že se tmavé a světlé pazourky chemicky výrazně neliší na hladině významnosti 0,05. U testování pomocí Mann-Whitneyho U testu vyšlo statisticky významné pouze Y, a to na hladině významnosti 0,05, blízko významnosti však byly i W a Se. Yttrium je přechodný kov a v přírodě se vyskytuje vzácně, a když už, tak pouze ve formě sloučenin a v minerálech, které obsahují lanthanoidy. Uplatnění nalézá při výrobě barevných televizních obrazovek (www3).

Rozlišení křídových a danských pazourků na základě přítomných fosilií není dle mého výzkumu jednoznačné. Gába a Pek (1999b) nacházejí v křídových pazourcích pozůstatky ježovek, živočišných hub, mechovek a korálů. V danských pazourcích tyto autoři popisují dominantní výskyt mechovek a množství ježovek. Zágoršek (osobní sdělení 2017) konstatuje výskyt cyklostomátních mechovek spíše v křídových pazourcích, kdežto výskyt cheilostomátních mechovek je dle něj typičtější pro pazourky danské.

Nejednoznačnost předmětného rozlišení potvrzují tyto výsledky mého výzkumu. Ve vzorcích uvedených v tab. 2 by měly křídové (*tmavé*) pazourky obsahovat spíše mechovky cyklostomátní, v hojném počtu ježovky a také živočišné houby. Toho je dosaženo pouze u 10 vzorků, ve kterých byly nalezeny 3 cyklostomátní mechovky, ostny ježovek a jeden nález živočišné houby a lilijice. Danské (*světlé*) pazourky by měly obsahovat mechovky cheilostomátní i ostny ježovek. Z tab. 2 je patrné, že cheilostomátní mechovky se vyskytují u 5 vzorků světlých pazourků a u 5 vzorků tmavých pazourků.

Na základě přítomnosti mechovek nelze se stoprocentní jistotou rozlišit pazourky podle stáří, jelikož mnou (spektrofotometricky) rozdělené pazourky, jak ty tmavé, tak i ty světlé obsahují různé druhy mechovek.

Z nálezů ostatních fosilií se nedá tolik určit stáří pazourků, jako spíše paleoekologie. Z nálezů ježovek nelze vyloučit, že se původní prostředí vzniku pazourku nacházelo ve větších hloubkách (cca 100–150 m pod hladinou moře; K. Zágoršek – osobní sdělení 2017), ježovky však mohou být rovněž mělkovodní (Durham, 1966). V některých pazourcích byla přítomna drť fosilií, což může nasvědčovat aktivnímu a energetickému prostředí, např. plážím.

9. Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabývala glacigenními pazourky z pískovny Závada u Opavy. Bylo vytipováno 60 reprezentativních vzorků, které posloužily k následné analýze.

Vzorky byly podrobeny metodě zkoumání chemického složení pomocí pXRF. Měření probíhalo jak na řezu, tak na práškových vzorcích. I když se obsahy jednotlivých prvků lišily, tak při statistickém vyhodnocení jsem došla k závěru, že se křídové a danské pazourky neliší, co se týče chemického složení. Pro přesnější analýzu v navazující práci by bylo vhodné všechny vzorky změřit pomocí vlnově disperzní rentgenové fluorescenční spektrometrie (WDXRF).

Dále byly vzorky podrobeny metodě zkoumání barevnosti pomocí spektrální fotometrie. Pomocí Statistiku (StatSoft, Inc.) byly pazourky rozděleny na *tmavé* (skupina 1) a *světlé* (skupina 2). Jejich odlišnou barvu tedy mohou způsobovat různé obsahy organické hmoty a samozřejmě stupeň zvětrávání.

Nakonec byly vzorky analyzovány z hlediska přítomných fosilií. Na základě morfologických znaků byly determinovány mechovky řádu Cheilostomata a mechovky řádu Cyclostomata. Z odborné literatury vyplývá, že se mechovky hojně vyskytují především v danských pazourcích, ale v mém výzkumu převažovaly pazourky křídového stáří. V nich se vyskytovaly především jehlice ježovek. Co se týče přítomnosti mechovek v pazourcích, tak jsem došla k závěru, že nelze stoprocentně rozlišit pazourky křídového (stupeň maastricht) a pazourky paleocenního (stupeň dan) stáří na základě přítomných mechovek, jelikož se mechovky obou řádů (Cheilostomata i Cyclostomata) vyskytovaly v obou typech pazourků.

10. Použitá literatura

- Bábek, O. (2013): *Moderní metody stratigrafické analýzy*. – Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 69 pp.
- Bína, J., Demek, J. (2012): *Průvodce Z nížin do hor. Geomorfologické jednotky České republiky*. – Academia, Praha, 343 pp.
- Czudek, T. (1997): *Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru*. – Sursum, Tišnov, 213 pp.
- Czudek, T. (2005): *Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru*. – Moravské zemské muzeum, Brno, 238 pp.
- Dolníček, Z., Sulovský, P. (2013): *Laboratorní metody výzkumu*. – Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 81 pp.
- Doyle, P. (1996): *Understanding fossils: An introduction to invertebrate palaeontology*. – Wiley, England, 409 pp.
- Durham, J. W., Fell, H. B., Fischer, A. G., Kier, P. M., Melville, R. V., Pawson, D. L., Wagner, C. D. (1966): Echinoids. In: R. C. Moore (ed.): *Treatise on invertebrate paleontology, Part U: Echinodermata*. – The Geological society of America Inc. & The University of Kansas Press, 366 pp.
- Gába, Z. (1977): *Petrografie ledovcových souvků Jesenické oblasti ve Slezsku*. – Vlastivědný ústav Olomouc, Olomouc, 38 pp.
- Gába, Z., Pek, I. (1999a): *Ledovcové souvky moravskoslezské oblasti*. – Okresní vlastivědné muzeum v Šumperku, Šumperk, 111 pp.
- Gába, Z., Pek, I. (1999b): *Ledovcové souvky moravskoslezské oblasti kvartérního zalednění, 2. sedimentární souvky*. – Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium, Geologica 36, 13 – 37.
- Herz, N., Garrison, E. G. (1998): *Geological Methods for Archaeology*. – II. Title. Oxford University Press, New York, 343 pp.
- Hughes, R. E., Högberg A., Olausson D. (2012): *The chemical composition of some archaeologically significant flint from Denmark and Sweden*. – Archaeometry 54, 779–795.
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., Stráník, J. (2002): *Geologická minulost České republiky*. – Academia, Praha, 436 pp.
- Jain, A. (1989): *Fundamentals of digital image processing*. – Prentice Hall, pp. 68–73. Englewood Cliffs, USA.

- Kaše, J., Zágoršek, K., Pokorný, R. (2010): *Mechovková fauna pazourků v glacifluviálních sedimentech ve Fukovském výběžku (okres Děčín, severní Čechy)*. – Geoscience Research Reports for 2009, 139–142.
- Kedrová, L., Zágoršek, K. (2011): *Mechovky ze silicitů v glacifluviálních sedimentech severní Moravy, metody získávání i možnosti určení*. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 2011/2, 29–32.
- Klouda, P. (2003): *Moderní analytické metody*. – 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava, 132 pp.
- Konta, J. (1973): *Kvantitativní systém reziduálních hornin, sedimentů a vulkanoklastických uloženin*. – Universita Karlova, Praha, 375 pp.
- Kukul, Z (1986): *Základy sedimentologie*. – Academia, Praha, 466 pp.
- Kvaček, Z., a kol. (2007): *Základy systematické paleontologie I*. – Nakladatelství Karolinum, Praha, 228 pp.
- Martinovic-Vitanovic, V. M., Milankov V. M., Kalafatic V. I. (2009): *First record of freshwater bryozoans (Bryozoa: Phylactolaemata) in the aquatic invertebrate fauna of Serbia*. – Limnologica, 40, 73 – 81.
- Mísař, Z., Dudek, A., Havlena, V., Weiss, J. (1983): *Geologie ČSSR I. Český masív*. – Státní pedagogické nakladatelství Praha, Praha, 333 pp.
- Musil, R. (2014): *Morava v době ledové. Prostředí posledního glaciálu a metody jeho poznávání*. – Masarykova univerzita, Brno, 228 pp.
- Nývlt, D., Engel, Z., Tyráček, J. (2011): *Pleistocene Glaciations of Czechia*. – In: Ehlers, J., Gibbard, P. L., Hughes, P. D.; editors: *Developments in Quaternary Science*, pp. 37 – 46. Vol. 15, Amsterdam, The Netherlands.
- Petránek, J. (1963): *Usazené horniny. Jejich složení, vznik a ložiska*. – Československá akademie věd, Praha, 718 pp.
- Pokorný, R., Kaše, J., Kvaček, J., Zágoršek, K., Kočí, T., Žítt, J. (2012): *Fossils in Late Cretaceous to Early Palaeocene flint nodules embedded in Pleistocene glaciofluvial sediments near Fukov (Děčín district, northern Bohemia)*. – Sborník Národního muzea, Řada B – Přírodní vědy 68 (3–4), 119–131.
- Přichystal, A. (1999): *Zdroje kamenných surovin na území České republiky využívané na výrobu štípaných artefaktů v pravěku*. – Univerzitní noviny, VI, 3, pp. 25 – 32. MU, Brno.

- Přichystal, A. (2013): *Lithic raw materials in prehistoric times of eastern central Europe*. – Masaryk University, Brno, 351 pp.
- Přichystal, A., Hladilová, Š., Doláková, N., Brzobohatý, R., Musil, R. (1996): *Morava a Slezsko v geologické minulosti*. – Moravské zemské muzeum, Brno, 41 pp.
- Rapp, G. (2009): *Archaeomineralogy*. – Springer, 348 pp.
- Ryland, J. S. (1970): *Bryozoans*. – Hutchinson, London, 175 pp.
- Skala, V. (1993): *Světlo, barvy a barevné systémy v počítačové grafice*. – Academia, Praha, 132 pp.
- Špínar, Z. (1960): *Základy paleontologie bezobratlých*. – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 834 pp.
- Švagrovský, J. (1976): *Základy systematickej zoopaleontologie / Evertibrata (I)*. – Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 579 pp.
- Tucker, M. E. (2001): *Sedimentary petrology: An introduction to the origin of sedimentary rocks*. – 3rd edition, Blackwell Science, Oxford, 262 pp.
- Zeman, A., Demek, J. (1984): *Kvartér. Geologie a Geomorfologie*. – SPN, Praha, 192 pp.
- Ziegler, V. (2001): *Základy paleontologie*. – Karolinum, Praha, 186 pp.
- Zijlstra, H. (1995): *The sedimentology of chalk*. – Springer, Berlin, 194 pp.
- Zíma, J. (2016): *Geologická dokumentace pískovny Závada podle vyhl. 368/2004*. – Geologické služby Benešov s.r.o., Benešov.

Internetové zdroje

Mapový server Google Earth (2017)

www1: Závada – oficiální stránky obce. Dostupné z: <http://www.zavada.cz/>

(citováno 31. 1. 2017)

www2: Katedra geologie. Dostupné z: <http://geology.upol.cz/> (citováno 28. 2. 2017)

www3: Periodická tabulka. Dostupné z: <http://www.prvky.com/39.html#vyskyt>

(citováno 27. 4. 2017)

Kvidera, T. (2014): CIELAB. Dostupné z:

www.angelfire.com/ga/huntleyloft/CIELAB.html (citováno 18. 1. 2017)

Taylor, A. (2017): Neogene Bryozoa of Britain. Dostupné z:

<http://neogenebryozoans.myspecies.info/taxonomy/term/64/media?type=All&page=7>

(citováno 27. 4. 2017)

Waaij, M. (2007): The anatomy of a zooid. Dostupné z:

<http://www.bryozoans.nl/algemeen/en/anatomy.html> (citováno 21. 3. 2017)

Waaij, M. (2010): Bryozoans.nl. Dostupné z:

http://www.bryozoans.nl/red_sea/cheilostomata_vera.html (citováno 27. 4. 2017)

Waggoner, B. (1995): Bryozoa: More on Morphology. Dostupné z:

<http://www.ucmp.berkeley.edu/bryozoa/bryozoamm.html> (citováno 20. 3. 2017)

www.geology.cz

Seznam příloh:

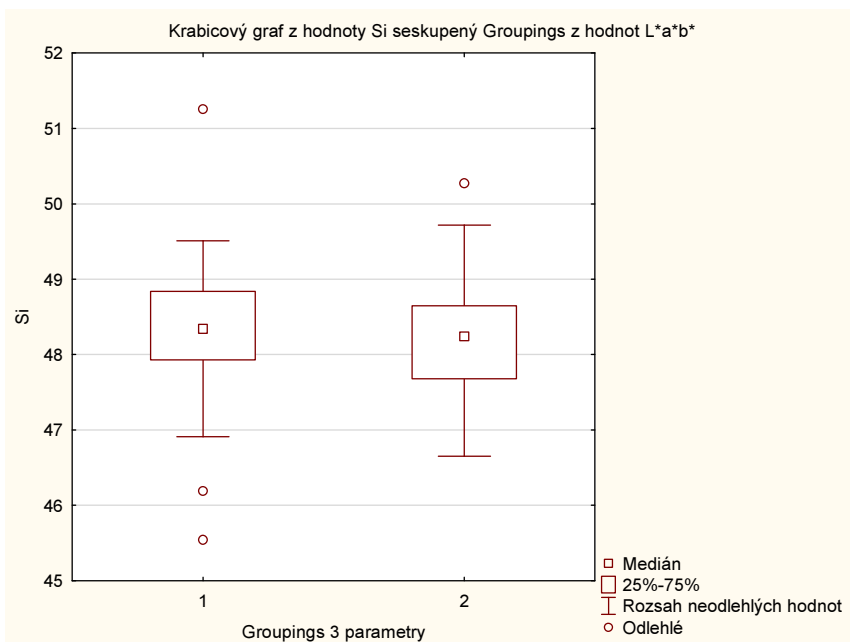
Příloha 1: Krabicové grafy pro vybrané chemické prvky a sluky (Groupings) – tj. tmavé (1) a světlé (2) pazourky; data z řezu

Příloha 2: Krabicové grafy pro vybrané chemické prvky a sluky (Groupings) – tj. tmavé (1) a světlé (2) pazourky; data z práškových vzorků

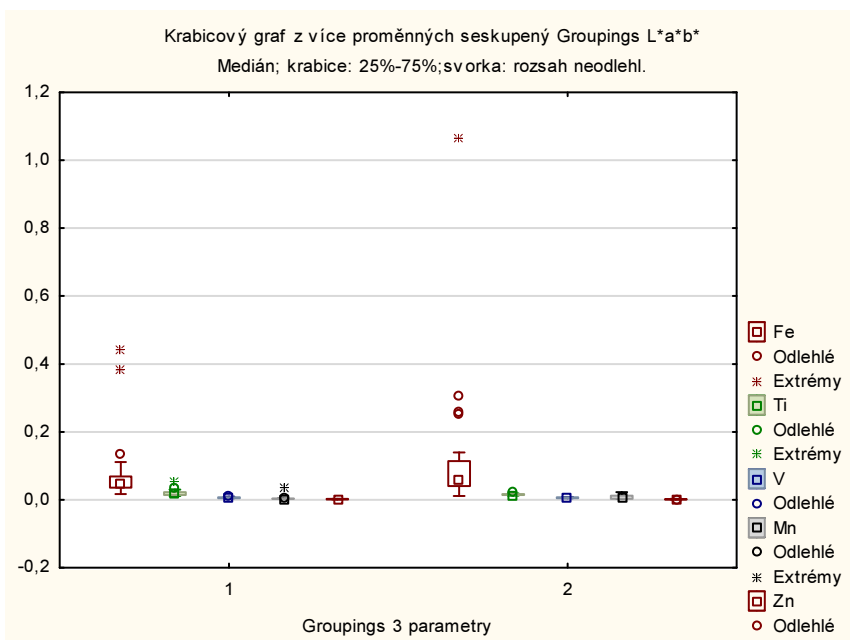
Příloha 3: Tabulky dat z ED-XRF měřených na řezu

Příloha 4: Tabulka s výčtem mechovek v pazourcích

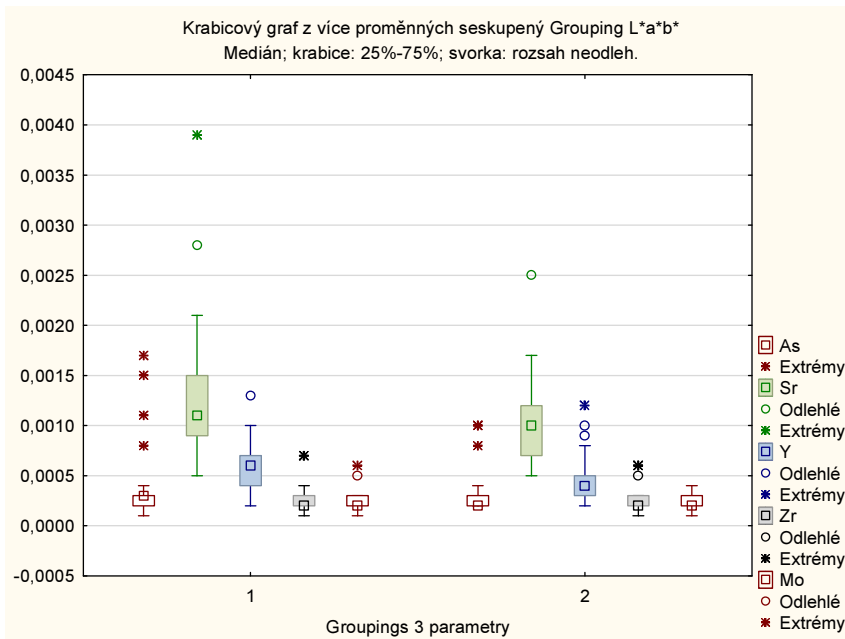
Příloha 1: Krabicové grafy pro vybrané chemické prvky a sluky (Groupings) – tj. tmavé (1) a světlé (2) pazourky; data z řezu



Graf č. 2 – Hodnoty prvku Si

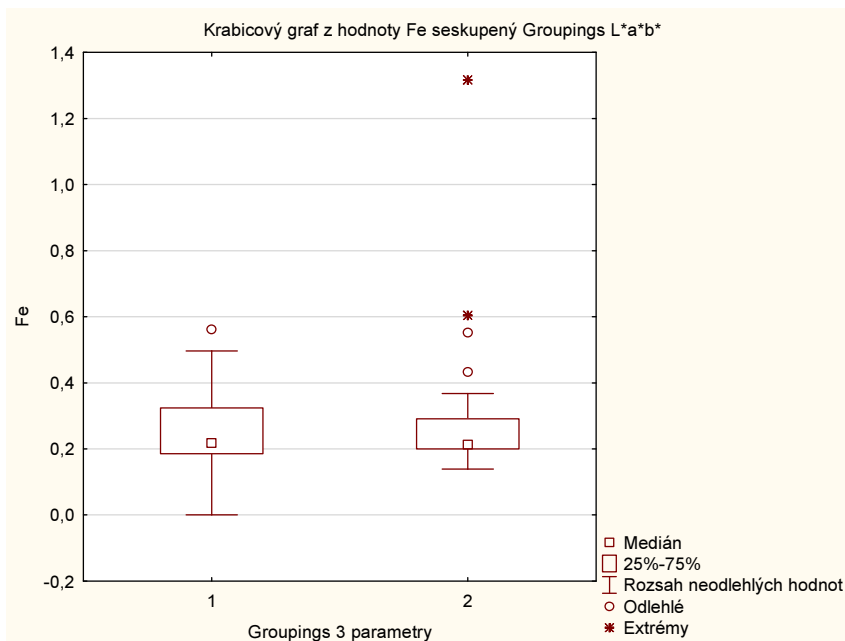


Graf č. 3 – Hodnoty prvků Fe, Ti, V, Mn a Zn

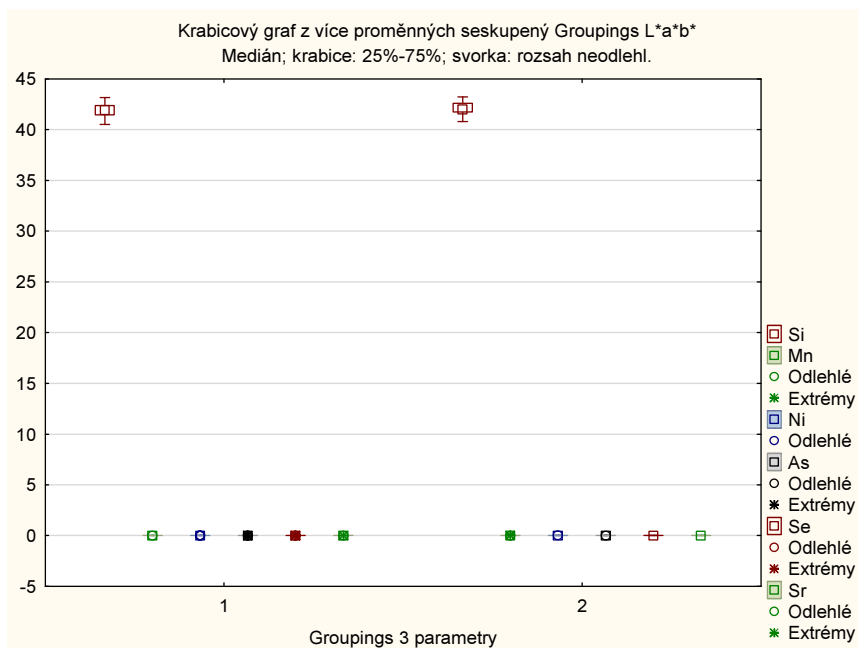


Graf č. 4 – Hodnoty prvků As, Sr, Y, Zr a Mo

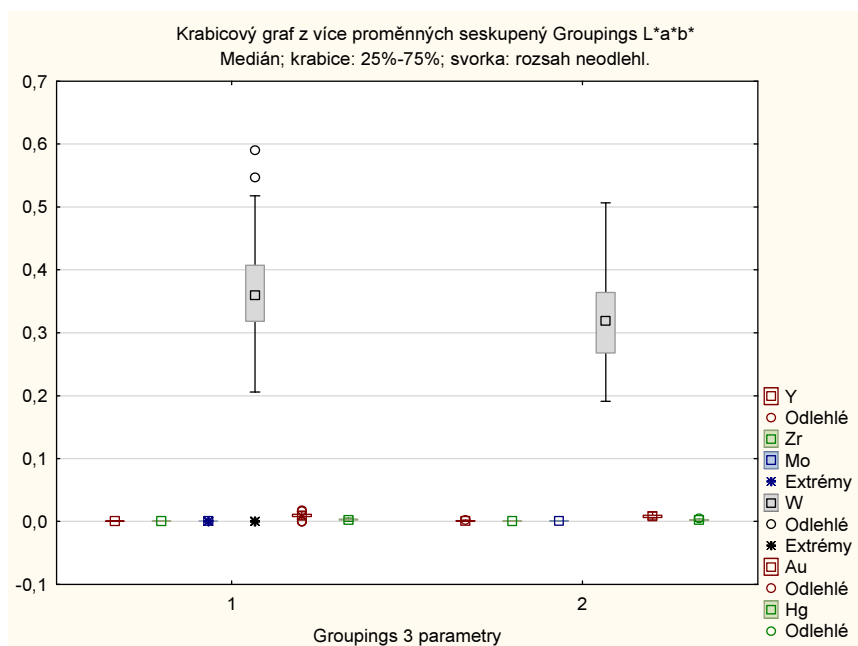
Příloha 2: Krabicové grafy pro vybrané chemické prvky a sluky (Groupings) – tj. tmavé (1) a světlé (2) pazourky; data z práškových vzorků



Graf č. 5 – Hodnoty prvku Fe



Graf č. 6 – Hodnoty prvků Si, Mn, Ni, As, Se a Sr



Graf č. 7 – Hodnoty prvků Y, Zr, Mo, W, Au a Hg

Příloha 3: Tabulky dat z ED-XRF měření na řezu

Tab. 7 – Hodnoty obsahů prvků Mg - As ve vzorcích pazourků č. 1-29, (wt %)

Č. vzorku	Název	Mg	Si	P	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
1	Zavada01	0	47,97	0	0,0174	0,0062	0	0	0,0502	0	0	0,0027	0,0003
2	Zavada02	0	48,91	0	0,0176	0,0041	0	0	0,0274	0	0,0006	0,0023	0,0002
3	Zavada03	0	47,93	0	0,019	0,0059	0	0	0,0331	0,0015	0	0,002	0,0002
4	Zavada04	0	47,83	0	0,0215	0,0048	0	0	0,0346	0	0,0008	0,0015	0,0003
5	Zavada05	0	48,21	0	0,0116	0,0062	0	0	0,051	0	0	0,0019	0,0003
6	Zavada06	0	48,04	0	0,0172	0	0	0	0,0204	0	0,0006	0,0023	0,0003
7	Zavada07	0	48,34	0	0,0157	0,0055	0	0,0033	0,1345	0	0	0,0022	0,0001
8	Zavada08	0	48,15	0	0,0135	0,0041	0	0	0,0531	0	0	0,0022	0,0002
9	Zavada09	0	48,65	0	0,0187	0,0044	0	0,0029	0,0162	0	0	0,0021	0,0002
10	Zavada10	0	48,06	0	0,011	0	0	0,0025	0,0219	0	0,0007	0,0018	0,0003
11	Zavada11	0	48,12	0	0,0141	0,007	0	0	0,0519	0	0	0,0011	0,0002
12	Zavada12	0	47,36	0	0,0192	0,0082	0	0	0,0396	0	0	0,0011	0,0003
13	Zavada13	0	48,14	0	0,0236	0,0068	0	0	0,0523	0	0	0,0021	0,0003
14	Zavada14	0	47,11	0	0,0252	0,0056	0	0	0,051	0	0	0,0011	0,0003
15	Zavada15	0	47,68	0	0,0159	0	0	0	0,0227	0	0	0,0007	0,0002
16	Zavada16	0	48,27	0	0,0148	0,0056	0	0,0022	0,0467	0	0	0,0008	0,0002
17	Zavada17	0	47,53	0	0,0142	0,0064	0	0	0,0107	0	0	0	0,0003
18	Zavada18	0	49,5	0	0,0238	0,0048	0	0	0,0557	0,0014	0	0,0007	0,0002
19	Zavada19	0	51,26	0	0,0273	0	0,0051	0,0024	0,0389	0,0024	0	0	0
20	Zavada20	0	49,2	0	0,0139	0	0	0	0,0367	0	0,0006	0,0012	0,001
21	Zavada21	0	47,38	0	0,014	0,0069	0	0	0,0971	0	0	0,0012	0,001
22	Zavada22	0	48,34	0	0,0148	0,0059	0	0	0,0361	0	0,0007	0,0012	0,0008
23	Zavada23	0	49,19	0	0,012	0	0	0	0,0477	0	0	0,0019	0,0017
24	Zavada24	0	49,18	0	0,0114	0	0,0039	0,003	0,0663	0,002	0	0,0022	0,0015
25	Zavada25	0	47,93	0	0,0139	0	0	0,0037	0,0585	0,0015	0,0008	0,0023	0,0011
26	Zavada26	0	48,7	0,155	0	0	0	0	0,0688	0	0	0,0009	0,0002
27	Zavada27	0	48,64	0	0,0298	0	0	0,0031	0,0989	0	0	0,0009	0,0002
28	Zavada28	0	48,84	0	0,0136	0	0	0	0,0399	0	0	0,0017	0,0003
29	Zavada29	0	48,95	0	0,0162	0,0048	0	0	0,0424	0	0	0,0008	0,0002

Tab. 8 – Hodnoty obsahů prvků Mg - As ve vzorcích pazourků č. 30-60, (wt %)

Č. vzorku	Název	Mg	Si	P	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
30	Zavada30	0	45,54	0	0,0176	0,0049	0	0	0,0333	0	0	0,0019	0,0003
31	Zavada31	0	48,6	0	0,0116	0	0	0	0,0358	0	0	0,0013	0,0002
32	Zavada32	0	48,02	0	0,0156	0,0067	0	0	0,0533	0	0	0,0016	0,0003
33	Zavada33	0	49,19	0	0,0161	0,0064	0	0	0,0792	0	0,0006	0,0013	0,0002
34	Zavada34	0	48,65	0	0,0184	0	0	0	0,0856	0	0	0,0019	0,0003
35	Zavada35	0	48,62	0	0,0134	0,008	0	0,0022	0,041	0	0	0,0018	0,0003
36	Zavada36	0	50,27	0	0,0227	0	0	0,0023	0,087	0	0	0,0006	0,0003
37	Zavada37	0	48,41	0	0,0168	0,0054	0	0	0,0645	0	0,0009	0,0019	0,0008
38	Zavada38	0	48,36	0	0	0	0	0	0,0296	0	0	0	0,0002
39	Zavada39	0	48,87	0	0,0219	0,0048	0	0,0022	0,0748	0	0	0,0007	0,0003
40	Zavada40	0	49,07	0	0,0211	0,0079	0	0,0033	0,0492	0	0	0,0007	0,0002
41	Zavada41	0	46,65	0	0	0,005	0	0	0,2601	0	0,0007	0,0006	0,0002
42	Zavada42	0	47,8	0	0,0131	0,0049	0	0	0,04	0	0	0	0,0002
43	Zavada43	0	48,16	0,0501	0,0178	0,0082	0	0,0024	0,1099	0	0,0006	0,0005	0,0003
44	Zavada44	0	47,46	0	0,014	0,0077	0	0	0,2555	0	0	0,0006	0,0002
45	Zavada45	0	46,91	0	0	0	0	0	0,0606	0	0	0	0,0003
46	Zavada46	0	47,42	0	0,0113	0	0	0,0113	0,3071	0	0	0,0008	0,0002
47	Zavada47	0	48,33	0	0,0123	0,0066	0	0,0034	0,0731	0	0,0006	0,0006	0,0002
48	Zavada48	0	47,5	0	0,0125	0	0	0	0,0295	0	0	0,0008	0,0003
49	Zavada49	0	47,87	0	0,0158	0,0049	0	0,0037	0,0446	0	0	0,0006	0,0003
50	Zavada50	0	48,11	0	0,0129	0,0059	0	0	0,0485	0	0	0,0009	0,0002
51	Zavada51	0	49,51	0	0	0	0	0	0,0211	0	0	0	0,0001
52	Zavada52	0	48,65	0	0,0181	0	0	0,0034	0,0225	0	0,0006	0,0004	0,0002
53	Zavada53	0	48,54	0	0,0167	0,0042	0	0,0224	1,0669	0,0017	0,0006	0,0012	0,0002
54	Zavada54	0	48,53	0	0,0252	0,0105	0	0	0,111	0,0026	0,0008	0,0008	0,0002
55	Zavada55	0	48,61	0	0,0137	0	0	0,0031	0,0821	0	0	0,0009	0,0003
56	Zavada56	0	49,15	0	0,0144	0,0049	0,0023	0,0021	0,0501	0	0,0006	0,0006	0,0003
57	Zavada57	0	48,4	0	0,0115	0	0	0	0,1389	0	0	0	0,0002
58	Zavada58	2,88	47,28	0	0,0345	0	0	0,0048	0,3823	0	0	0,0024	0,0004
59	Zavada59	0	46,19	0	0,055	0,0096	0,0025	0,0342	0,4438	0,0016	0	0,0013	0,0003
60	Zavada60	0	49,72	0	0,0171	0,006	0	0,0055	0,1132	0	0	0,001	0,0004

Tab. 9 - Hodnoty obsahů prvků Rb - Th ve vzorcích pazourků č. 1-29, (wt %); kolorimetrické parametry systému CIE L*a*b* a shluky dle proměnných L*a*b*

Č. vzorku	Název	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Pb	Th	LE	L*	a*	b*	Groupings
1	Zavada01	0,0001	0,001	0	0,0003	0,0003	0	0	51,95	45,72	1,62	5,79	1
2	Zavada02	0	0,0008	0,0004	0,0003	0,0002	0	0	51,03	54,62	2,53	7,45	2
3	Zavada03	0,0001	0,0016	0,0003	0,0002	0,0001	0	0	52,01	33,97	0,03	-0,19	1
4	Zavada04	0	0,0018	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0004	52,1	37,37	-0,26	-0,76	1
5	Zavada05	0	0,0025	0,0005	0,0005	0,0002	0	0,0004	51,72	52,14	3,46	9,54	2
6	Zavada06	0	0,0009	0	0,0002	0,0003	0	0	51,92	50,41	1,74	6,86	1
7	Zavada07	0	0,0008	0,0006	0	0,0001	0	0	51,5	48,92	0,55	1,4	1
8	Zavada08	0,0001	0,0013	0,0004	0	0,0003	0	0	51,77	47,36	1,64	5,7	1
9	Zavada09	0,0001	0,001	0,0008	0,0001	0,0002	0	0	51,31	67,01	0,85	4,94	1
10	Zavada10	0	0,0008	0,0006	0,0002	0,0002	0	0	51,9	51,79	1,26	4,16	1
11	Zavada11	0,0001	0,0017	0,0005	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	51,81	65,97	2,96	10	2
12	Zavada12	0,0001	0,0028	0,0004	0,0004	0,0003	0	0	52,57	44,76	0,4	1,43	1
13	Zavada13	0,0001	0,0018	0	0,0002	0,0002	0	0	51,77	48,46	1,14	5,22	1
14	Zavada14	0	0,0008	0,0004	0	0,0002	0	0	52,81	50,6	1,33	4,01	1
15	Zavada15	0	0,0008	0,0009	0,0002	0,0004	0	0,0003	52,28	65,45	1,52	6,67	2
16	Zavada16	0,0001	0,001	0,0004	0	0,0001	0	0	51,66	59,83	2,2	9,66	2
17	Zavada17	0	0,0016	0,0004	0,0003	0,0003	0	0	52,44	70,32	1,41	6,27	2
18	Zavada18	0	0,001	0,0009	0	0	0	0	50,41	60,11	0,27	3,14	1
19	Zavada19	0	0,0006	0	0	0	0	0	48,66	39,33	0,2	0,52	1
20	Zavada20	0	0,0007	0,0012	0	0,0003	0,0002	0,0003	50,74	53,37	2,29	7,98	2
21	Zavada21	0	0,0013	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0	52,5	61,74	2,71	12,09	2
22	Zavada22	0,0001	0,0014	0,0007	0,0002	0,0002	0,0003	0	51,59	52,38	1,75	5,03	1
23	Zavada23	0	0,0011	0,001	0,0001	0,0002	0	0	50,74	60,42	1,56	5,22	1
24	Zavada24	0,0001	0,0015	0	0	0	0,0002	0	50,73	50,79	1,36	4,88	1
25	Zavada25	0	0,0009	0	0	0,0003	0,0002	0	51,99	34,52	1,81	1,28	1
26	Zavada26	0,0001	0,0013	0,0003	0,0002	0,0002	0	0	51,08	44,42	0,64	3,56	1
27	Zavada27	0	0,0008	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0	51,23	49,82	0,85	3,86	1
28	Zavada28	0,0001	0,0005	0	0	0,0002	0	0	51,1	40,93	0,5	1,39	1
29	Zavada29	0	0,0011	0,0004	0,0001	0,0002	0	0	50,99	62,95	3,02	10,36	2

Tab. 10 - Hodnoty obsahů prvků Rb - Th ve vzorcích pazourků č. 30-60, (wt %); kolorimetrické parametry systému CIE L*a*b* a shluky dle proměnných L*a*b*

Č. vzorku	Název	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Pb	Th	LE	L*	a*	b*	Groupings
30	Zavada30	0	0,0014	0,0005	0,0002	0,0006	0	0,0006	54,39	45,92	1,89	5,2	1
31	Zavada31	0	0,0011	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002	0	51,35	43,54	1,02	4,1	1
32	Zavada32	0,0001	0,0016	0,0006	0,0003	0,0003	0	0	51,9	37,03	0,55	2,6	1
33	Zavada33	0,0001	0,0039	0,0007	0,0003	0,0002	0	0	50,7	54,28	1,62	5,84	1
34	Zavada34	0	0,0007	0,0008	0,0002	0	0	0,0003	51,24	60,97	4,3	12,04	2
35	Zavada35	0	0,0011	0,0004	0	0,0002	0	0	51,31	42	2,84	6,91	1
36	Zavada36	0,0001	0,0011	0,0003	0	0,0002	0	0	49,62	64,97	1,99	10,39	2
37	Zavada37	0	0,0011	0,0004	0	0,0002	0	0	51,5	58,07	2,67	9,06	2
38	Zavada38	0	0,0005	0,0002	0,0002	0,0004	0	0	51,61	81,39	0,69	5,04	2
39	Zavada39	0	0,0006	0	0	0,0003	0	0	51,02	42,25	1,24	3,74	1
40	Zavada40	0	0,001	0,0003	0,0003	0,0002	0	0	50,85	51,83	1,67	6,3	1
41	Zavada41	0	0,0006	0,0004	0	0,0003	0,0002	0	53,09	57,44	1,79	7,52	2
42	Zavada42	0	0,001	0,0003	0,0006	0,0003	0	0	52,14	69,43	1,4	10,04	2
43	Zavada43	0	0,0011	0	0	0,0002	0	0	51,65	62,15	1,18	13,5	2
44	Zavada44	0	0,0009	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0	52,26	47,91	6,77	12,9	2
45	Zavada45	0	0,0017	0,001	0,0002	0,0005	0	0,0005	53,03	44,84	0,53	2,11	1
46	Zavada46	0	0,0008	0,0008	0,0002	0,0002	0	0	52,25	60,47	4,84	15,4	2
47	Zavada47	0,0001	0,0015	0,0006	0,0003	0,0003	0,0002	0	51,57	40,34	0,73	1,18	1
48	Zavada48	0,0001	0,0013	0,0002	0,0007	0,0003	0	0	52,46	38,48	0,77	2,23	1
49	Zavada49	0	0,0008	0,0004	0,0001	0,0002	0	0,0003	52,06	64,02	0,73	3,99	1
50	Zavada50	0,0001	0,0012	0,0005	0,0001	0,0002	0	0	51,82	64,04	2,8	10,87	2
51	Zavada51	0	0,0006	0,0013	0	0	0	0	50,47	62,55	1,29	5,46	1
52	Zavada52	0	0,001	0,0003	0,0001	0,0001	0	0	51,3	36,67	0,72	0,88	1
53	Zavada53	0	0,0006	0,0002	0,0002	0	0	0	50,34	49,07	6,97	14,33	2
54	Zavada54	0	0,0021	0	0	0	0	0	51,31	40,76	1,08	2,86	1
55	Zavada55	0,0001	0,0018	0,0006	0,0002	0,0002	0	0	51,28	56,63	0,84	6,92	1
56	Zavada56	0	0,001	0	0,0001	0	0	0	50,78	39,49	0,65	1,58	1
57	Zavada57	0	0,0006	0,001	0	0	0	0	51,45	73,65	2,46	9,89	2
58	Zavada58	0,0002	0,0014	0	0	0	0	0	49,42	49,26	2,1	5,75	1
59	Zavada59	0,0002	0,0011	0,0006	0,0007	0	0,0005	0	53,26	53,82	0,68	4,01	1
60	Zavada60	0,0001	0,0015	0,0003	0,0002	0,0002	0	0	50,13	66,28	1,6	7,12	2

