

**Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geografie
Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Daniela Halžová

**GEOMORFOLOGICKÉ ASPEKTY VÝSKYTU VLTAVÍNŮV
V STŘEDNĚJ EURÓPĚ**

**GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE OCCURRENCE
OF MOLDAVITES IN THE CENTRAL EUROPE**

Diplomová práce

Vedúci práce, školitel: prof. RNDr. Jan Kalvoda, DrSc.

Praha, 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 2017

Podpis:

Pod'akovanie:

Ďakujem svojmu vedúcemu práce a školiteľovi prof. RNDr. Janovi Kalvodovi, DrSc. za cenné rady, námety, pripomienky a materiály, ktoré mi poskytol pri vypracovávaní tejto práce.

Zadanie diplomovej práce

Názov práce:

Geomorfologické aspekty výskytu vltavínov v strednej Európe

Ciele práce:

Zhodnotenie geomorfologických aspektov výskytu vltavínov v strednej Európe, popis ich vzniku a hlavných lokalít ich výskytu, so zameraním na štúdium povrchových tvarov vltavínov a na geomorfologické prostredie výskytu vltavínov.

Metódy:

rešerš literatúry, analýza povrchových tvarov vybraných vzorkov vltavínov, hodnotenie prírodného prostredia lokalít výskytu vltavínov, terénny prieskum

Záujmové územie:

lokality výskytu vltavínov v južných Čechách

Dátum zadania: 6.12.2014

Študent: Bc. Daniela Halžová

Podpis študenta:

Vedúci práce: prof. RNDr. Jan Kalvoda, DrSc.

Podpis vedúceho práce:

GEOMORFOLOGICKÉ ASPEKTY VÝSKYTU VLTAVÍNŮV V STŘEDNĚJ EURÓPE

ABSTRAKT:

V predloženej práci sú hodnotené geomorfologické aspekty výskytu vltavínov, je popísaný ich vznik v miocéne a hlavné lokality výskytu vltavínov v Čechách. K štúdiu a dokumentácie morfológie povrchu vltavínov bola využitá zbierka Prírodovedeckej fakulty Univerzity Karlovej. Hlavnú pozornosť pri terénnom geomorfologickom proeskume nálezísk vltavínov bola venovaná lokalite medzi obcami Ločenice, Nesměň a Chlum nad Malší. Boli identifikované hlavné rysy prírodného prostredia tejto lokality a recentné zmeny povrchových tvarov spôsobené nelegálnou i legálnou ťažbou vltavínov. Všetky významné lokality výskytu vltavínov v južných Čechách sú zasiahnuté týmito antropogénnymi zmenami krajinného prostredia.

V diskusii je uvedené, že neprítomnosť vltavínov v denudovaných častiach územia, kde sa vyskytujú, môže naznačovať rozsah exhumácie hornín od obdobia vrchného miocénu. Naopak je ukázané, že morfostratigrafický význam ojedinelých nálezov vltavínov desiatky kilometrov od ich primárnych nálezísk je podstatne limitovaný hlavne malou odolnosťou vltavínov voči zmenám ich tvaru a objemu pri fluviálnom transporte. Veľmi zaujímavé sú však možnosti výskumu mikromorfológie vltavínov v dostupných zbierkach, ktorým sa doposiaľ nevenovala pozornosť. Tieto geomorfologické štúdie je možné zamerať na 1) rozsah zachovania a typu povrchu vltavínov u vzorkov z pôvodných miest dopadu a nacharakteristické prejavy ich zvetrávania, 2) zmeny mikromorfológie vltavínov spôsobené transportom na krátku vzdialenosť, a to jak svahovými procesmi, tak fluviálnym transportom do lokalít ich súčasného uloženia.

KLÍČOVÉ SLOVÁ: geomorfológia, výskyt vltavínov, morfostratigrafia povrchových tvarov, impaktný kráter Ries, stredná Európa

GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE OCCURRENCE OF MOLDAVITES IN THE CENTRAL EUROPE

ABSTRACT:

In the presented paper, geomorphological aspects of the occurrence of moldavites are evaluated. The origin of moldavites in the Miocene and position of their main finding places in Czechia is described. For studies and documentation of morphology of the surface of moldavites was used the collection of the Faculty of Science at Charles University. Special attention during field geomorphic survey of finding places of moldavites was paid to the localities between settlements Ločnice, Nesměň and Chlum nad Malší. Main features of the natural environment were identified as well as recent changes of landforms caused by prohibited and legal extraction of moldavites. All notable finding places of moldavites in the southern Bohemia are affected by these anthropogenic changes of the landscape.

It is discussed that absence of moldavites in some denuded areas of the region where they are occurring can indicate a range of rocks exhumation since the upper Miocene. On the contrary, it is suggested that morphostratigraphical significance of sporadic findings of moldavites many kilometres from primary localities is limited by a low resistance of the shape and volume of moldavites in relation to fluvial transport. However, very promising are possibilities of micromorphological research of moldavites in accessible collections which are up to now omitted. These geomorphological studies can be above all concentrated on 1) the extent of preservation and types of surface of moldavites extracted at original sites of incidence and also on characteristic features of their weathering, 2) changes of micromorphology of moldavites caused by transport to a short distance both by slope processes and fluvial transport to sites of their present deposition.

KEYWORDS: Geomorphology, occurrence of moldavites, morphostratigraphy of landforms, impact crater Ries, central Europe

OBSAH

1. Úvod	8
1.1. Téma a ciele práce	8
1.2. Použité metódy a priebeh výskumu	11
2. Tektity a vltavíny	12
2.1. Tektity	12
2.2. Pádové polia tektitov	15
2.3. Vltavíny	20
2.3.1. Vlastnosti vltavínov	20
2.3.2. Lokality výskytu vltavínov v strednej Európe	26
3. Vznik vltavínov	40
3.1. Charakteristika impaktnej oblasti Nordlingen-Ries	40
3.2. Impaktná udalosť Ries	45
4. Vltavíny v zbierke Prírodovedeckej fakulty Univerzity Karlovej	48
4.1. Charakteristika vybraných vltavínov	50
4.2. Morfológické vlastnosti vybraných vltavínov	68
5. Geomorfologické prostredie vybraných lokalít nálezov vltavínov	74
6. Geomorfologická situácia a antropogénne tvary reliéfu spojené s ťažbou vltavínov v lokalite Ločenice	87
7. Diskusia antropogénnych vplyvov na krajinu v lokalitách výskytu vltavínov	99
8. Závery	104
Literatúra	106

1. Úvod

1.1. Téma a ciele práce

V období miocénu približne pred 15 miliónmi rokov došlo na území Bavorska k dopadu extraterestrického telesa na povrch Zeme. Následkom tohto dopadu je impaktný kráter Ries ležiaci asi 110 kilometrov severozápadne od Mníchova. Jedným z významných produktov tejto impaktnej udalosti sú vltavíny, ktorých hlavné lokality výskytu sa nachádzajú v južnej časti českých zemí. Vltavíny patria medzi tektity, sklovité telesá s rozmermi rádovo niekoľko centimetrov a hmotnosťou niekoľko gramov, ktoré vznikajú tavením horniny pri dopade telesa na Zem a solidifikáciou bez kontaktu s pevným prostredím. Z hľadiska vzdialenosti od miesta impaktu sa vltavíny zaraďujú do kategórie vzdialených vyvrženín, ktorá je tvorená najvzdialenejšími a najmenej spojitými vrstvami reuterských blokov, bentonitov a vltavínov. Zóny nálezov vltavínov sú od kráteru Ries vzdialené približne 200-450 kilometrov (Artemieva et al., 2002).

Tektity sú prírodné sklá, ich povrch nesie znaky tavenia. V minulosti sa objavilo množstvo hypotéz vysvetľujúcich ich vznik, ale v súčasnosti sa odborníci zhodujú v tom, že tektity pravdepodobne vznikli pri náraze veľkých telies na zemský povrch. Celosvetovo bolo objavených viac ako 10 nálezísk tektitov. Tieto náleziská sú úzko ohraničené a tektity z rôznych nálezísk sa líšia zložením v závislosti od horninového zloženia miesta dopadu meteoritu. Pomenovania jednotlivých druhov tektitov sú odvodené od miesta nálezu (napr. australity, indočínity). Pri dopade telesa na zemský povrch sa v krátkom čase uvoľní obrovské množstvo energie, ktorá sa mení na teplo a dochádza k metamorfným pochodom, ktoré vedú k premene pôvodných hornín na tektity. Z tvarov tektitov vyplýva, že podliehali taveniu a solidifikácii bez kontaktu v pevným prostredím, väčšinou majú guľové, diskové, kvapkovité alebo vajcovité tvary, vzácnejšie valčekovité, činkovité a hviezdicovité tvary, z čoho vyplýva, že solidifikácia prebehla pri nie príliš veľkej rotácii.

Vltavíny boli v 18. storočí po prvý krát popísané a predstavené profesorom Univerzity Karlovej, Josefom Mayerom, ktorý pri svojich výskumoch v Týne nad Vltavou objavil niekoľko prírodných skiel, domnieval sa však, že sa jedná o chryzolity sopečného pôvodu. V nasledujúcich obdobiach, prevažne až v 20. storočí, bolo

objavených niekoľko lokalít výskytu vltavínov, prevažne v oblastiach južných Čiech a Moravy, v menšej miere v Chebskej oblasti, v severnom Rakúsku a v oblasti Lužicka v Nemecku (Řanda et al., 2008). Vltavíny sú priehľadné a vyznačujú sa zelenou farbou rôznych odtieňov, väčšie kusy môžu mať čierno-zelenú až čiernu farbu, menšie kusy majú svetlejšie zelené farebné odtiene. Povrch vltavínov je matne lesklý, lesklejšie lomné plochy sú mladšie. V dôsledku vysokého veku, u vltavínov je to až 15 miliónov rokov, majú jedinečný skulptovaný povrch. Skulptácia povrchu vltavínov je spôsobená leptaním povrchu dlhodobým pôsobením pôdnych kyselín a jej intenzita závisí od typu sedimentu (Rost, 1972). Charakter povrchu vltavínov súvisí s určením spôsobu a miesta ich uloženia a transportu. Objav vltavínov už od počiatkov vyvolal veľký záujem o výskum týchto výnimočných tektitov. Ich vlastnosti a povrchové tvary podnietili vznik mnohých teórií týkajúcich sa vltavínov. V nasledujúcich obdobiach po objave vltavínov sa začalo s výskumom ich chemických i fyzikálnych vlastností, vznikali hypotézy o ich pôvode.

Riešenie otázky vzniku vltavínov, alebo všeobecne tektitov, trvalo vedcom z celého sveta niekoľko desaťročí. Významnou metou vo výskume vltavínov bolo priradenie ich vzniku k impaktnej udalosti obdobia miocénu, ktorej pozostatkom je kráter Ries. Po väčšinu času od objavu vltavínov boli výskumy zamerané hlavne na vlastnosti vltavínov ako takých, prípadne na otázku ich vzniku. Z hľadiska geomorfológie majú však vltavíny svoj morfostratigrafický význam, čo je doposiaľ len veľmi málo využívané. Od vzniku vltavínov dochádzalo k ich niekoľkonásobnému transportu z miesta dopadu a následnému uloženiu. Pretože vltavíny vznikli pri jedinej náhlejšej udalosti, výskum sedimentov s výskytom vltavínov je možné využívať pri rekonštrukciách geomorfologického vývoja územia. Pre geomorfologický výskum sú nálezy vltavínov v určitej vrstve a tiež ich povrchové opracovanie dôležitými indikátormi využitelnými pre sledovanie paleogeografických zmien prírodného prostredia danej oblasti.

Medzi významné publikácie zaoberajúce sa vltavínmi patrí kniha Rudolfa Rosta: *Vltavíny a tektity* (1972). Táto práca patrí medzi pomerne staršie zdroje, ale poskytuje množstvo komplexných informácií o vlastnostiach vltavínov aj tektitov celkovo, náleziskách tektitov aj súhrn hypotéz o vzniku tektitov. Mnoho dát tiež poskytuje dvojjazyčná monografia *Moldavites – Vltavíny* od autorov Boušky a Konty (1990). Postavenie tektitov a teda aj vltavínov medzi ostatnými prírodnými sklami popisuje kniha kolektívu autorov s názvom *Přírodní skla* (1987). Poskytuje podrobné údaje

nielen o tektitoch, ale aj o sklách impaktových kráterov, vulkanických sklách a ďalších typoch prírodných skiel. Výskumu predovšetkým moravských vltavínov sa venovali v niekoľkých prácach autori Houzar a Trnka (1991,2002). Tieto, vo výskume vltavínov, významné práce poskytujú množstvo informácií, venujú sa však prevažne vlastnostiam vltavínov, ich náleziskám alebo histórii výskumov. V publikáciách a prácach o vltavínoch podľa môjho názoru chýba hlbšie zameranie na geomorfologické aspekty výskytu vltavínov a prepojenie informácií o povrchových tvaroch vltavínov s ohľadom na miesta ich nálezov.

Cieľom diplomovej práce je zhodnotiť geomorfologické aspekty výskytu vltavínov v strednej Európe, popísať ich vznik a hlavné lokality výskytu vltavínov. K štúdiu morfológie bola využitá zbierka vltavínov Prírodovedeckej fakulty Univerzity Karlovej v Prahe. Prieskum geomorfologického prostredia výskytu vltavínov prebehol v oblasti lokality nálezov vltavínov medzi obcami Ločenice, Nesměň a Chlum nad Malší s dôrazom na preskúmanie antropologických zásahov do prírodného prostredia v dôsledku nelegálnej i legálnej ťažby vltavínov.

Predložená práca je členená do dvoch častí. Prvá časť práce je zameraná na rešerš dostupných informácií týkajúcich sa výskytu, charakteristiky, pôvodu a výskumu vltavínov, prípadne v širšom zábere tektitov. Informácie pochádzajú z rôznych zdrojov, odborných vedeckých článkov publikovaných v tematicky zameraných periodikách a monografiách. Druhá časť práce sa zaoberá prírodným prostredím impaktného krátera Nordlinger Ries a charakteristikou impaktnej udalosti, pri ktorej došlo k vytvoreniu tohto krátera. Nasledujúce kapitoly sa zaoberajú popisom vybraných vltavínov pochádzajúcich zo zbierky Prírodovedeckej fakulty UK v Prahe a hodnotením geomorfologického prostredia území, z ktorých tieto vltavíny pochádzajú. Získané údaje o vltavínoch a dielčie získané poznatky o lokalitách ich nálezov sú následne využité pri formulácii charakteristiky stavu výskumov vltavínov vo vzťahu k aktuálnym regionálne geomorfologickým témam.

1.2. Použité metody a priebeh výskumu

Základom predloženej práce bol použitý široký rešeršný záber na dostupnú literatúru zaoberajúcu sa problematikou vltavínov i tektitov ako takých. Podrobná rešerš tektitov, pádových polí tektitov na Zemi smerovala priamo k vltavínom – ich vlastnostiam, lokalitám ich výskytu, ako aj popisu ich vzniku. Z literatúry na tému vltavínov vyplýva, že v predošlých výskumoch vltavínov bol kladený dôraz prevažne na ich geochemické vltanosti. Práce zaoberajúce sa geomorfologickým významom vltavínov chýbajú.

Po podrobnej rešerši vzniku a vlastností vltavínov bol vykonaný výber, dokumentácia a popis vybraných vltavínov zo zbierky vltavínov Přf UK, zameraný na typické morfológické znaky vltavínov so vzťahom k ich vzniku a špecifickým prejavom následného zvetrávania a transportu. Hlavným postupom pri hodnotení vybraných vltavínov bolo pozorovanie mikroštruktúry ich povrchu, popis a následné vysvetlenie možných príčin vzniku a charakteru týchto mikrotvarov.

Ďalší postup práce bol popis prírodného prostredia lokalít, z ktorých pochádzajú vltavíny v zbierke Přf UK. Bol vykonaný rekognoskačný terénny prieskum týchto lokalít v južných Čechách, vrátane významnej a z geomorfologického hľadiska typickej lokality nálezov vltavínov v okolí obcí Ločenice, Nesměň, Chlum nad Malší. Terénny prieskum bol zameraný na zistenie zmien povrchových tvarov spojených s exploataciou oblastí výskytu vltavínov, teda s antropogénnou činnosťou.

V záverečnej etape prípravy diplomovej práce boli výsledky vyhodnotenia odbornej literatúry, štúdia vzorkov vltavínov zo zbierky Přf UK a terénnych prieskumov ich vybraných nálezísk v južných Čechách interpretované s ohľadom na možnosti využívania nálezov vltavínov v geomorfologickom výskume a na negatívne dopady ťažby vltavínov pre miestne krajinné prostredie.

2. Tektity a vltavíny

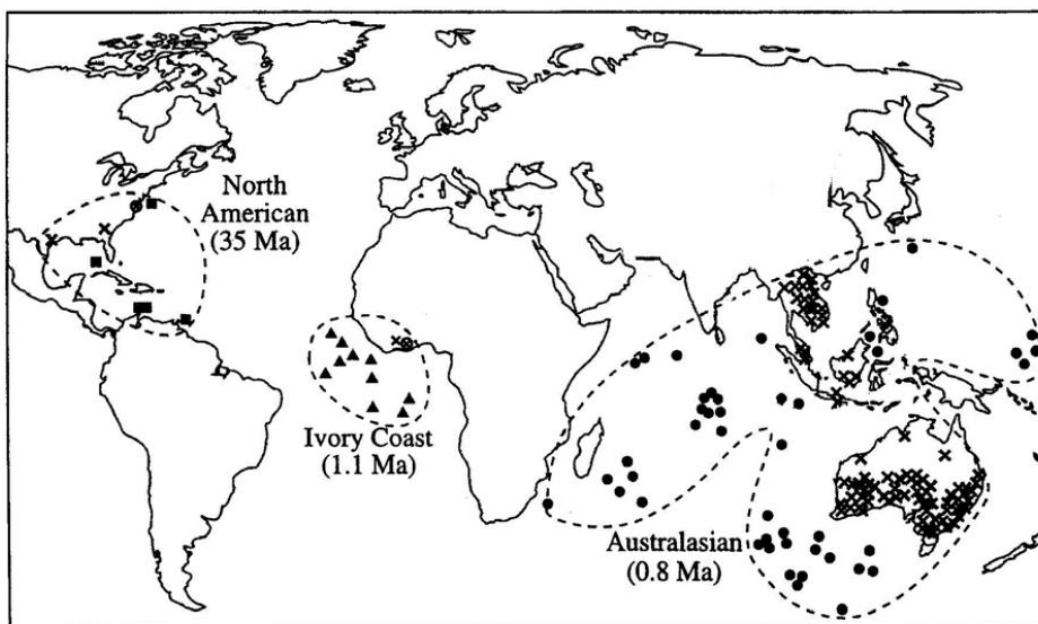
Vltavíny patria medzi tektity, zaoblené prírodné kyslé silikátové sklá s vysokým bodom tavenia. Tektity sa nachádzajú v niekoľkých oblastiach na Zemi – pádových poliach. Objavené boli na 5 hlavných pádových poliach: severoamerické (staré 34,5 milióna rokov), stredoeurópske (14,8 mil.), pádové pole Pobrežia Slonoviny (1,1 mil.), oblasť krátera Žamansin v Kazachstane (0,8-1 mil.), austrálsko-ázijské pádové pole (0,7 mil.). Tektity zo všetkých oblastí majú podobné chemické, fyzikálne aj morfológické vlastnosti (Bouška a kol., 1987). Aj napriek rozdielnemu veku od vzniku sú tektity nachádzané v povrchových sedimentoch malej mocnosti, maximálne 10 metrov pod zemským povrchom. V starších geologických útvaroch neboli tektity nikdy objavené. Ak existovali, pravdepodobne boli zničené transportom alebo úplne rozpustené (Bouška a kol., 1987). U vltavínov sa predpokladá, že z pôvodného tvaru bola odleptaná vrstva 2-7 mm počas doby ich uloženia v sedimentoch (Rost, 1969). Pri porovnaní australitov so staršími skupinami tektitov, náznaky aerodynamického tvaru a dvojitého tavenia bežné u australitov, sa len zriedka vyskytujú u starších tektitov.

2.1. Tektity

Najstaršia písomná zmienka o tektitoch pochádza z Číny z obdobia okolo roku 950 nášho letopočtu. Boli nazývané „čierne kamene“ a objavovali sa na poliach po prudkých dažďoch (Barnes, 1969). Neskôr boli podobné horniny objavené aj v ďalších častiach sveta a vzniklo pre nich súhrnné označenie tektit (Obr. 1). O vltavínoch sa vedecký svet dozvedel po tom, čo profesor prírodopisu na pražskej univerzite Josef Mayer ako prvý popísal vltavíny v roku 1787. Problematike tektitov bola venovaná značná pozornosť hlavne v súvislosti s ich vznikom, pre ktorý sa objavilo niekoľko hypotéz. Vznik tektitov bol po dlhú dobu predmetom diskusie, medzi možnými hypotézami pôvodu sa vyskytli napríklad terestrický impakt, meteorický pôvod tektitovej hmoty alebo lunárny vulkanizmus. Mineralogické, petrologické i geochemické dáta viedli k prijatiu impaktového pôvodu tektitov. Impaktový pôvod potvrdzujú hlavne prítomnosť lechatelieritu, vhodný pomer Ni/Co, prítomnosť kremeňa

a šokovo postihnutých reliktných kryštálov. U troch tektitových polí bolo spojenie s impaktovou štruktúrou preukázané nielen geograficky a radiometricky, ale aj geochemicky a na základe izotopových pomerov (Bouška a kol., 1987). Modelovanie vzniku veľkých impaktových štruktúr ukázalo, že stĺpec horúceho stúpajúceho vzduchu môže vyniesť tektitovú taveninu do vyšších sfér atmosféry za veľkých rýchlostí. Takýto mechanizmus vysvetľuje tiež priestorovo širokú geografickú distribúciu tektitov v rámci jedného pádového poľa (Bouška a kol., 1987). Podľa Dietza (1984) mohli ku vzniku tektitov viesť len veľké impaktné udalosti. U malých kráterov vznikajú len impaktové sklá. Tiež bazaltové horniny neprodukujú tektity, len impaktové sklá, čo je pravdepodobne záležitosť spojená s viskozitou. U impaktov, ktoré sa môžu odohrať v plytkých moriach, nepoznáme krátery ani impaktové sklá, tým pádom ani tektity odvodené z takýchto pádov. Vertikálne alebo takmer vertikálne impakty tiež pravdepodobne neprodukujú tektity, pretože tektity nie sú nikde symetricky rozložené v okolí krátera, ale vždy sú ich pádové polia orientované v jednom smere od krátera (Bouška a kol., 1987). Vznik tektitov je teda spojený s dopadom veľkých meteoritov, prípadne komét, produkujúcich veľké impaktové štruktúry, impakt sa odohrá na kontinente, kde sú na povrchu prítomné kyslejšie horniny v kryštalickom podloží a zvetraliny alebo sedimenty s pôdnym horizontom.

Obr.1: Oblasti nálezov tektitov (okrem stredoeurópskej a oblasti krátera Žamanšin)



Zdroj: Houzar, 2005

Obecne je možné vymedziť niekoľko rôznych typov foriem tektitov. Patria medzi ne vrstevnané tektity zvané Muong Nong, tvarové tektity, abladované tektity a mikrotektity (Bouška a kol, 1987). Z tomto poradí vzniká aj postupnosť týchto foriem v závislosti od vzdialenosti krátera, kde sa Muong Nong objavujú v menších vzdialenostiach a mikrotektity v najväčších vzdialenostiach od impaktnej štruktúry. Táto postupnosť bola nájdená v štyroch oblastiach pádových polí, severoamerickej, stredoeurópskej, oblasti Pobrežia Slonoviny a austrálskej oblasti (Heinen, 1998).

Tektity typu Muong Nong boli pomenované podľa miesta, kde boli objavené prvé nálezy týchto tektitov, v dedine Muong Nong v Laose. Neskôr boli ďalšie u nich nájdené v Kambodži, Thajsku, Číne a tiež Vietname. Sú nehomogénne, tvorené tenkými vrstvičkami, z toho názov vrstevnaté tektity. Vrstvy sa objavujú v tmavo- a svetlohnedých farebných odtieňoch a obsahujú veľké množstvo inklúzií. Od ďalších typov tektitov sa odlišujú hlavne výrazne väčšími hmotnosťami, najväčší kus mal 24 kg, veľkým množstvom bublín, ktoré sú tiež väčšie ako v ostatných typoch, a majú často eliptický tvar svedčiaci o tečení hmoty. Majú vyšší obsah vody a nemajú aerodynamické tvary (Rost, 1972). Tieto fakty indikujú vznik tohto typu tektitov až po dopade taveniny na zemský povrch, rozpukaním a rozlamaním veľkých kaluží hmoty pri pomalom chladnutí. Ich veľkosť, textúra lechatelieritov, vysoký tlak v bublinách naznačujú, že Muong Nong tektity sú z tektitov najmenej ovplyvnené vysokými teplotami a tlakmi pri impakte. Neležia vo veľkej vzdialenosti od krátera a sú dobrými indikátormi pri hľadaní oblasti, kde sa kráter môže nachádzať (Heinen, 1998).

Tvarové tektity sa objavujú vo všetkých oblastiach pádových polí, je možné ich považovať za najbežnejšie z typov tektitov (Heinen, 1998). Hmotnostne sa pohybujú v rádoch gramov a vyskytujú sa vo veľkom množstve rôznych tvarov, podľa stupňa izometrie sú to guľové, elipsovité, diskovité, kvapkovité alebo sploštené tvary. Narozdiel od Muong Nong tektitov, ktoré sú bez tvaré, bol tento typ tektitov tvarovaný rotáciou v atmosfére. Väčšina kusov letiacich atmosférou nepodľahla rotácii a utuhli do guľovitých tvarov, u iných získanie rotačného momentu viedlo k utuhnutiu do oválnych tvarov. Niektoré tvary, ako napríklad diskovité indikujú, že niektoré kusy týchto tektitov boli aj pri dopade na zemský povrch stále plastické.

Abladované tektity sú špecifickou formou tektitov. Sú aerodynamicky tvarované a boli nájdené len v oblasti jediného pádového poľa v Austrálii. Z dôvodu, že boli objavené na jedinom mieste, ich vznik a formácia pravdepodobne súvisia s veľmi unikátnymi podmienkami. Špecifické sú abladovaným lemom na okraji frontálnej časti,

vznik tohto tvaru je vysvetľovaný opakovaným preletom atmosférou, kedy sa dostali počas letu nad zemskú atmosféru a následne sa do nej pri páde na povrch dostali znova, čo viedlo k vzniku aerodynamickej ablácie (Heinen, 1998).

Posledným typom sú mikrotektity, najmenšie tektity s veľkosťou nepresahujúcou priemer 1 milimetra. Väčšina z nich bola nájdená na morskom dne, na pevnine sa objavujú veľmi zriedkavo, čo je najpravdepodobnejšie spojené s ich úplným zerodovaním z dôvodu veľmi malých rozmerov, alebo je zložité ich objaviť pre malé rozmery.

Vek najmladších tektitov odpovedá niekoľkým stovkám tisíc rokov, z toho dôvodu nie je pôvodný hladký skelný povrch zachovaný na žiadnych tvaroch, s výnimkou mikrotektitov vyskytujúcich sa v oceánskom prostredí, kde boli od svojho dopadu zakonzervované v morských sedimentoch. Na pevnine boli tektity ihneď zapojené do dynamických procesov zvetrávania a transportu, pričom došlo k opracovaniu a narušeniu pôvodne hladkého povrchu tektitu. Väčšina tektitov má tmavé hnedé až čierne sfarbenie, zelené svetlejšie tektity sú vzácnejšie.

2.2. Pádové polia tektitov

Približné množstvo všetkých tektitov v súkromných i verejných zbierkach bolo odhadnuté na zhruba 3-4 tony. Na náleziskách v prírode, hlavne vo väčších hĺbkach je tektitov omnoho viac. Množstvo ukrytých a neprístupných tektitov je veľmi ťažké odhadnúť, s istou určitosťou je možné uvažovať o množstve najmenej desaťnásobnom (Rost, 1972). K zisteniu celkového množstva tektitov nemáme prostriedky, aj napriek tomu, že poznáme približné plošné rozmery pádových polí. Obsah tektitov sa mení veľmi značne od miesta k miestu, nepoznáme presné mocnosti tektitonosných sedimentoch ani priemerný obsah tektitov v nich. Najväčšie pádové pole je jednoznačne austrálska oblasť. Tvorí ju prakticky celá južná polovica austrálskeho kontinentu a prilahlé časti morského dna do neznámej vzdialenosti. Ďalšia obrovská oblasť nálezov tektitov sa rozprestiera v priestore Filipín, Indočíny, Malajzie a Indonézie a prilahlých častí morského dna, z ktorých bolo vylovených niekoľko kusov indočínitov. Oproti týmto dvom plošne veľmi rozsiahlym oblastiam sú ďalšie výskyty tektitov, severoamerické, stredoeurópske a africké, takmer bodové. Africké nálezisko v Pobreží Slonoviny je doposiaľ považované za najmenšie. Toto sú v súčasnosti známe oblasti

výskytu tektitov (Heinen, 1998). Vďaka fyzikálnej a chemickej povahe sklenej hmoty tektitov je z geologického pohľadu ich výskyt na Zemi len krátkym okamžikom. Preto je možné predpokladať, že sa tektity objavujú s väčšinou veľkých impaktových udalostí, ale stopy po nich sú v priebehu času zmazané.

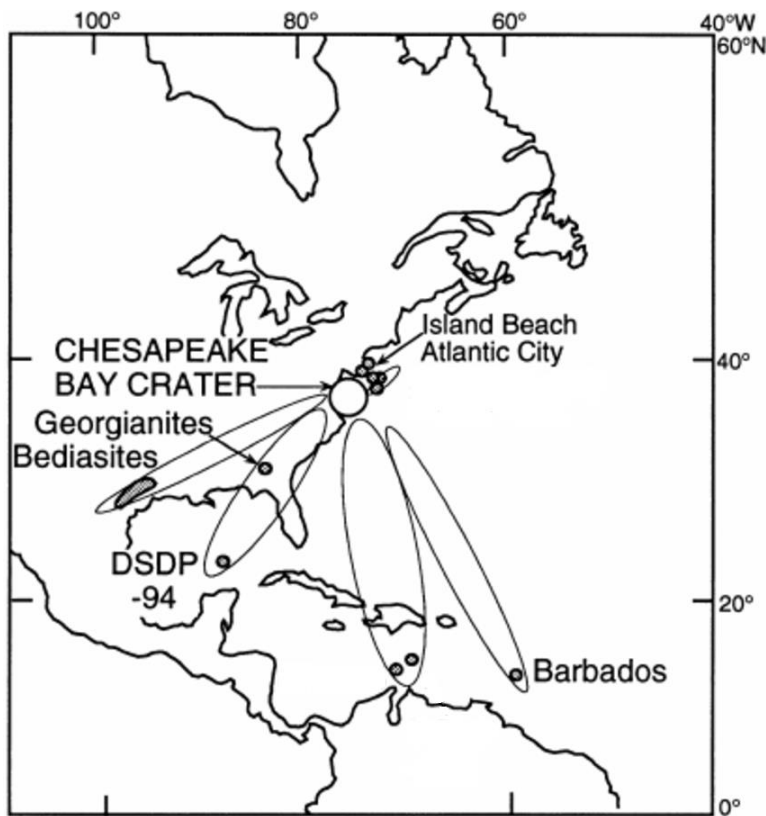
Severoamerická oblasť

Najstarším pádovým poľom je oblasť severoamerických tektitov pomenovaných georgianity, bediasity a tektity z Martha's Vineyard (Obr. 2). Rádiometricky bol ich vek určený na 34,5 milióna rokov (Bouška a kol., 1987). Lokality, v ktorých boli objavené pokrývajú oblasti Texasu, Georgie, Martha's Vineyard v štáte Massachusetts a príľahlé časti Atlantického oceánu. Impaktom spojeným so vznikom severoamerických tektitov je kráter v oblasti Chesapeake bay, ktorého stred leží na Delmavarskom polostrove. Tento kráter patrí medzi najväčšie známe impaktové štruktúry na Zemi. Ako prvé boli objavené tektity v oblasti Texasu v roku 1936. Tieto tektity dostali názov bediasity podľa miestneho indiánskeho kmeňa a z tejto oblasti pochádza najväčší počet nálezov severoamerických tektitov. Od oblasti impaktu je toto pádové pole vzdialené asi 2000 km. Náleziská v oblasti Texasu tvoria zhruba 10 km široký pruh rozprestierajúci sa v juhozápado-severovýchodnom smere, dlhý 230 km, pozdĺž výstupov eocénnych sedimentov Jacksonovej formácie. Túto sériu tvoria pieskovce a bridlice a bediasity sú nachádzané takmer výhradne v oblastiach výstupov formácie, čo svedčí o vyvetrávaní z týchto sedimentov (Rost, 1972). Bediasity sú čierne, nepriehľadne, podobajú sa austrálskym tektitom. Väčšinou majú matný lesk, najčastejšie skulptuácie sú jamky a ryhy. Väčšina nájdených bediasitov sú úlomky väčších kusov, najväčší kus má 91,3 gramov.

Ďalšou významnou oblasťou nálezov, ale s menším počtom nájdených kusov ako Texas je Georgia. Od impaktnej oblasti je vzdialená približne 800 km. Všetky georgianity boli nájdené na povrchu naplavenín 100 metrov mocnej, stredno až spondno miocénnej Hawthornovej formácie (Bouška a kol. 1987). Georgianity sa výrazne odlišujú od bediasitov, sú zelené, priesvitné a najviac podobné vltavínom.

Tretí typ severoamerických tektitov sú nálezy v oblasti Martha's Vineyard v Massachusetts v tesnej blízkosti kráteru. V tejto oblasti bolo objavených len niekoľko málo kusov a objavené boli aj mikrotektity v okolitých morských sedimentoch východného pobrežia USA.

Obr. 2: Oblasť pádového poľa severoamerických tektitov



Zdroj: Koeberl et al., 1988a

Stredoeurópska oblasť

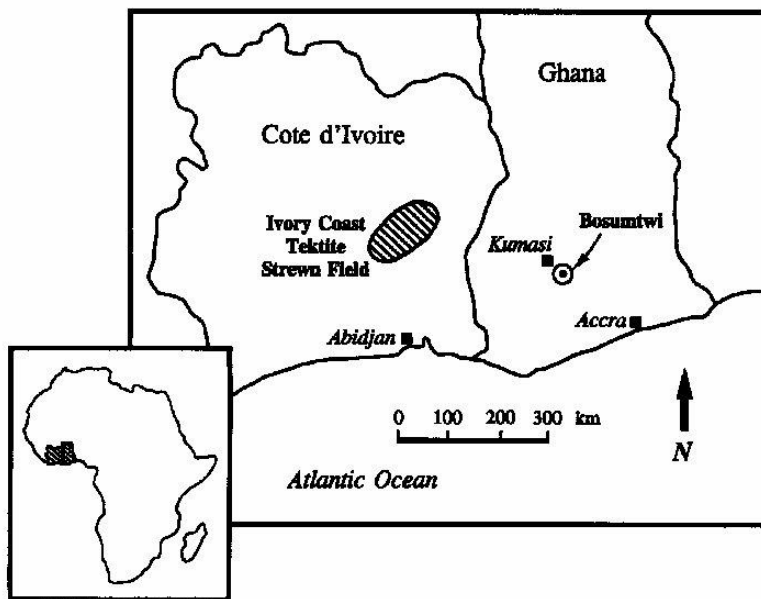
Druhou najstaršou oblasťou je stredoeurópska stará 14,8 milióna rokov. Územia výskytu vltavínov sú podrobnejšie popísané v ďalších častiach tejto práce, hlavne v kapitolách 2.3.2. a 3.

Oblasť Pobrežia Slonoviny

Tektity z Pobrežia Slonoviny sú staré 1,1 milióna rokov (Bouška a kol., 1987). Lokalita ich výskytu je obmedzená výlučne na Pobrežie Slonoviny a príslušnú časť sedimentov na dne Atlantického oceánu (Obr. 3). Ivority boli objavené v súvislosti s ryžovaním zlata na pomerne malom priestore. Náleziska tektitov sú v oblastiach bez známkov po mladom vulkanizme, podložie je tvorené kryštalickými bridlicami a žulami. Ivority sú riedko rozptýlené v zlatonosných štvrtohorných štrkoch, ktorých hrúbka nepresahuje 1 meter (Heinen, 1998). Po ukončení ryžovania zlata v oblasti už neboli učené žiadne nové objavy. Pádové pole je vzdialené od svojho materského krátera Bosumtwi v Ghane asi 300 km. Tvar ivoritov je najčastejšie guľovitý, objavujú sa aj kvapkovité, valcovité a činkovité kusy. Africké tektity sú sýte čierne, často lesklé, tenké

úlomky sú hnedo priehľadné. Na ich povrchu prevláda jamkovitá skulptúcia. Tektity typu Muong Nong ani ablodované tektity v tejto oblasti objavené neboli. V profiloch sedimentov na dne priľahlých častí Atlantického oceánu boli nájdené mikrotektity (Heinen, 1998).

Obr. 3: Pádové pole Pobrežia Slonoviny



Zdroj: Koeberl et al., 2007

Oblasť krátera Žamanšin

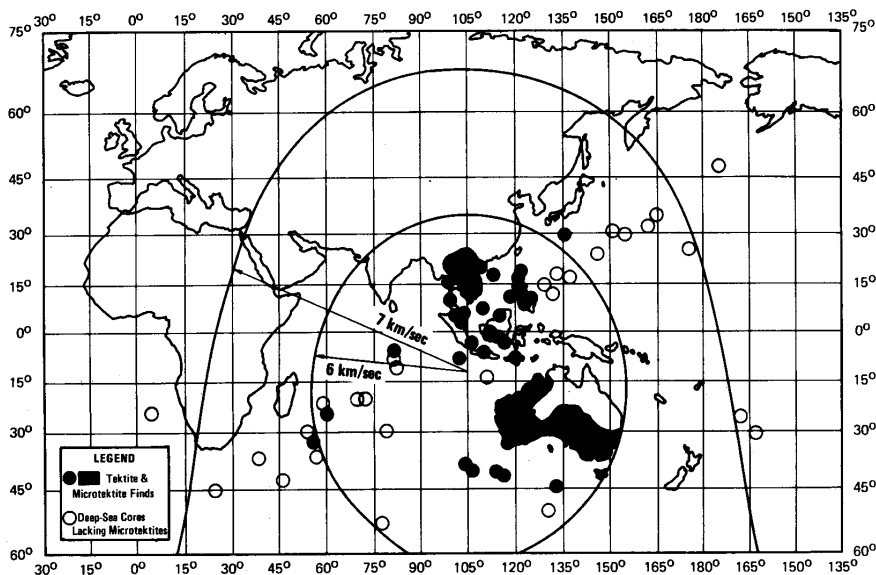
Tektity pomenované irgizity boli nájdené v oblasti krátera Žamanšin v Kazachstane. Impakt pochádza približne pred 0,8 milióna rokov. Tieto tektity boli nájdené v oblasti niekoľkých kilometrov od krátera alebo ležia priamo v ňom. Majú nepravidelné tvary, typické tektitové tvary sa u nich nevytvorili a ich štruktúra a chemické zloženie ukazujú na vznik za nižších teplôt. Irgizity sú svojím charakterom viac na pomedzí medzi tektitmi a impaktovými sklami (Heinen, 1998).

Austrálsko-ázijská oblasť

Táto oblasť je najväčšou a tiež najmladšou z oblastí nálezov tektitov. K ich vzniku došlo pred približne 800 000 rokmi (Bouška a kol., 1987). Vyskytuje sa tu veľké množstvo typov tektitov ako sú australity, indočinity, javanity, thailandity, filipinity, malajsiacity. Rozsiahle územie výskytu tektitov začína na severe v oblasti južnej Číny, pokračujúce cez celú juhovýchodnú Áziu až k Malajskému poloostrovu. Od ďalších oblastí nálezov na Indonézskych ostrovoch sa vyskytuje 300 km široký pruh bez

výskytu tektitov. V Indonézii sa objavujú na Borneu, Billitone, Bungurane, Jáve, Florese a oblasť nálezov ďalej pokračuje smerom na východ na Filipíny. Austrálske tektity sa objavujú na južnej časti kontinentu. V okolitých moriach a oceánoch sa nachádzajú sedimenty s výskytom mikrotektitov. Pádové pole v Indickom oceáne zasahuje až k Madagaskaru (Obr. 4). Vek týchto tektitov je odhadovaný na približne 700 000 rokov (Bouška a kol., 1987). Materský kráter tektitov tejto oblasti ale nebol doposiaľ identifikovaný. Podľa tvaru oblasti nálezov sa výskyt kráteru odhaduje na juhovýchodnú Áziu, napríklad pod sedimentmi delty rieky Mekong, prípadne na dne Juhočínskeho mora.

Obr. 4: Austrálsko-ázijské pádové pole



Zdroj: O'Keefe, 1969

V celej oblasti juhovýchodnej Ázie sa tektity vyskytujú na povrchu alebo v nepatrnej hĺbke do 1 metra. Väčšinou sa nachádzajú v štrkoch, niekde aj v lateritoch nad zvetralými pieskvcami, podložné horniny sú veľmi rozmanité. Tektity juhovýchodnej Ázie sú si značne podobné a majú približne rovnaké chemické zloženie. Pojmom indočínske sú označované tektity z oblasti južnej Číny, Vietnamu, Laosu, Thajska a Kambodže. V týchto oblastiach sa vyskytuje veľké množstvo vrstevnatých tektitov typu Muong Nong, ale objavujú sa aj tvarové tektity. Malajsijské, javánske a filipínske sú prevažne tvarové tektity, v oblasti Jávy boli nájdené aj abladované tektity poukazujúce na súvislosť s australitmi (Rost, 1972). Billitonity sa od ostatných tektitov týchto oblastí odlišujú špecifickými červovitými koróznymi ryhami. Tieto zvláštne

skulptuácie súvisia pravdepodobne s polohou uloženia tektitu v štrkoch a zeminách, horná polovica býva korodovaná silnejšie a tieto hlboké skulptuácie sú najpravdepodobnejšie dôsledkom pôsobenia tropického podnebia. Tektity juhovýchodnej Ázie sú čierne so skleným leskom rôznej intenzity. Vo výbrusoch alebo tenkých úlomkoch sú hnedo priehľadné. U tvarových tektitov prevládajú slzovité, hruškovité formy, disky, jadrá (Rost, 1972).

Australity sú nachádzané obvykle priamo na povrchu terénu, alebo v nepatrnej hĺbke 20-30 cm. Nachádzajú sa na vrcholoch vyvýšenín, na povrchu rozľahlých planín i v piesčitých dunách púštnych oblastí. Vo vzhľade a zachovalosti australitov sú značné rozdiely v závislosti na oblasti uloženia. V oblastiach, kde boli po dlhšiu dobu vystavené pôsobeniu jemného piesku viateho vetrom, alebo kusy ktoré prekonal vodný transport sú matné, značne opracované a bez ablačných lemov. Z tvarov prevládajú oválne a pretiahnuté tvary, šošovkovité, gombíkovité. Vzácné sú kvapky, činkovité i hruškovité tvary. Oproti všetkým ostatým tektitom majú dokonale zachované ablačné javy. Podľa odhadov tieto kusy stratili pri prelete atmosférou abláciou až 60-80 % svojej pôvodnej hmoty (Heinen, 1998). Povrchová farba australitov je čierna, lesk kolísá od úplne lesklých až po úplne matné kusy. Vo výbrusoch sú hnedozelené.

2.3. Vltavíny

2.3.1. Vlastnosti vltavínov

Veľkosť vltavínov

Bežné nálezy vltavínov majú veľkosť niekoľkých centrimetrov. Vltavíny menších rozmerov, pod 1 cm častú unikajú pozornosti zberateľov a vltavíny väčšie ako 10 cm sú veľmi vzácne. Značná časť vltavínov sa pri páde na zemský povrch rozbila a len malé množstvo z nich dopadlo v neporušenom stave. Najmenšie vltavíny sú črepiny do 2 mm, vyskytujú sa medzi nimi aj celotvary. V najstarších sedimentoch na primárnych náleziskách sa našlo mnoho malých vltavínov s rozmermi 2-3 mm (Bouška, 1992). U najväčších kusov nájdených v juhočeskej oblasti sa ich hmotnosť pohybuje od 100 do 140 gramov, moravské nálezy obsahujú väčšie kusy, najväčšie dosahujú 200-260 gramov. Na základe nálezov veľkých úlomkov vltavínov existujú názory, že niektoré celytvary mohli dosahovať až 500 gramov, aj keď takéto nálezy neboli nikdy objavené (Konta, Bouška, 1990).

Tvar vltavínov

Prvotný tvar vltavínov vznikol rotáciou viskózne taveniny v atmosfére. V prírode sa ale drvivá väčšina vltavínov nachádza len v podobe fragmentov. Celotvary sú pomerne vzácne, predstavujú približne 1 % počtu nálezov vltavínov (Konta, Bouška, 1990). Najčastejšie tvary sú gule, disky, šošovky, elipsoidy, kvapky, valčeky, tyčinky, tvary činkovité, cylindrické, kotúčovité, vajcovité, hviezdicovité a ďalšie. Všetky bežné tvary tektitov je možné aj umelo vytvoriť v aerodynamických tuneloch. Tvary vltavínov vzniknuté rotáciou v atmosfére môžu byť vzácne zachované len na primárnych náleziskách, charakteristické znaky sa strácajú v dôsledku prírodnej korózie, kde dochádza k úbytku 2-7 mm z povrchu vltavínu (Rost, 1972). U mnohých vltavínov došlo pri dopade na zemský povrch k roztriešteniu a preto veľké množstvo nálezov tvoria úlomky.

Z morfológického hľadiska rozlišujeme celkový tvar tektitu a jeho zvláštne utváraný povrch – skulptáciu povrchu (Rost, 1972). Po dopade vltavínov na zemský povrch boli od počiatku okamžite zapojené do dynamických procesov transportu a zvetrávania, pričom dochádzalo k opracovávaniu a narušovaniu pôvodne hladkého povrchu. Povrch vltavínov je veľmi rozmanitý. Najčastejšie sa na povrchu tektitov objavujú jamky, priehlbinky, ryhy, otvorené vnútorné bublinky, kanáliky, výčnelky a niekedy i ostré hroty. Tieto povrchové prvky majú rôzne hĺbky, pohybujú sa od plytších po hlboké, niekedy sú po povrchu rozmiestnené riedko, niekedy sú husto rozprestreté a vyskytujú sa v rôznych kombináciách na jednom kuse. Ryhy môžu byť aj krátke aj dlhé, často sa pozoruje radiálne, pozdĺžne, súmerné i nesúmerné usporiadanie celej skulptácie. Často sa objavujú aj tektity, u ktorých je pôvodná skulptácia odstránená a zreteľne je vidieť len jej zbytky, prípadne sú tektity tak obrúsené, že sú matné, bez skulptácií. Tieto rozdiely sú závislé od toho, či konkrétny kus prekonal vodný transport, za akých podmienok a po akú dlhú dobu bol uložený v povrchových častiach Zeme a záleží, či sa jedná o celotvar alebo úlomok (Rost, 1972). Pôvod skulptúr tektitov bol dlho veľkou neznámou, pôvodne bol vznik skulptácií vysvetľovaný ako dôsledok aerodynamických vplyvov počas preletu tektitu atmosférou. Na základe porovnávania najmladších tektitov – australitov, so staršími ale došlo k zmene týchto záverov a v súčasnosti prevláda názor, že skulptácie povrchu tektitov majú terestrický pôvod, sú výsledkom dlhodobého leptania v nespevnených sedimentoch pôsobením prírodných vodných roztokov (Konta, Bouška, 1990). Vltavíny nie sú na svojich náleziskách nikdy nachádzané v hĺbke väčšej ako 10 metrov. Do tejto hĺbky preniká zrážková voda.

Väčšina vltavínov je uložená v štrkopieskoch, časť z nich v ornici a ojedinele v íloch. Vltavíny pochádzajúce z pieskov a štrkopieskov sú výrazne skulptované. V závislosti od druhu sedimentu uloženia vltavínu vznikajú dva typy mikroskulptácií. V piesčitých, pre vodu dobre prestupných sedimentoch vzniká jamkovitý typ skulptácií, pyramídálny sa tvorí na povrchu vltavínov uložených v ílovitých sedimentoch s horšou drenážou. Podľa celkového tvaru, veľkosti, farby, lesku a tiež podľa skulptácie povrchu je možné s určitou pravdepodobnosťou zistiť, z ktorého náleziska vltavín pochádza (Rost, 1972). Hĺbka skulptácií je závislá aj na presnej polohe uloženia konkrétneho kusu. Vrchná strana, ktorá bola vystavená pôsobeniu vody, býva zreteľne viac skulptovaná ako strana spodná. Ďalšou skutočnosťou podporujúcou vznik skulptácií povrchu chemickou koróziou je výskyt ostrých hrán výčnelkov a zárezov, čo odporuje názoru v možnosti opracovania a pretaveniu pri prelete atmosférou. Charakteristický tektitový povrch bolo možné vytvoriť aj v laboratórnych podmienkach umelým leptaním a toto zistenie prispelo k zisteniam, že skulptácie sú výsledkom chemickej korózie. Stupeň zaoblenia vltavínov v dôsledku transportu riečnou sieťou, alebo v pliocénnych jazerných panvách je rôzny, závisí od dĺžky transportu a veľkosti jednotlivých kusov.

Fyzikálne vlastnosti

Fyzikálne vlastnosti sú dôležitým diagnostickým znakom, ktorý pomáha pri odlišovaní vltavínov od iných, prírodných či umelých skiel a pomáhajú pri ich rozpoznávaní. Vltavíny sú pomerne homogénne sklá a vyznačujú sa izotropiou a preto je u nich pomerne jednoduché určovať jednotlivé veličiny. Problémovým môže byť určovanie hustoty. Vltavínové sklo môže obsahovať určitý počet bublín, v jednotlivých kusoch môže byť rôzny počet a rôzne rozmery bublín. Hustota vltavínov závisí na množstve prítomných bublín uzavretých vo vzorku a preto sa pohybuje v rozsahu 2,27 až 2,46 g.cm⁻³. Priemerná hustota je 2,349 g.cm⁻³ (Bouška, 1992). Medzi hustotou vltavínov a obsahom SiO₂ existuje nepriama úmera. Bledo zelené majú najnižšie hodnoty hustoty a hnedo sfarbené najvyššie.

Vltavíny majú vysokú schopnosť odolávať vonkajšiemu silovému pôsobeniu. Pokiaľ ide o tvrdosť, na Mohsovej stupnici tvrdosti sa vltavíny pohybujú medzi 6,5-6,9, medzi ortoklasom a kremeňom, vždy bližšie ku kremeňu. Tvrdosť kremeňa ale nedosahujú nikdy. Podľa meraní Boušku (1992) kyslejšie vltavíny, s vyšším obsahom SiO₂, so zeleným zafarbením majú tvrdosť vyššiu ako hnedo sfarbené vltavíny s relatívne nižším obsahom SiO₂. Tektity všeobecne sa vyznačujú aj silným vnútorným

pnutím, ktoré vzniklo v dôsledku rýchleho tuhnutia taveniny. Vnútorne pnutie zvyšuje pevnosť tektitov ale spôsobuje tiež, že tektity majú schopnosť samovoľného roztriedenia v mieste uloženia.

Ďalšou významnou vlastnosťou je tavitelnosť tektitov. Tak ako aj u všetkých ostatných skelných hmôt tekutosť rastie s teplotou a nedochádza k náhlemu roztaveniu po prekročení určitej teploty. Vltavíny, ako silne kremité sklo, majú vysoký bod topenia. Presné hodnoty bodu topenia značne kolísajú v závislosti na chemickom zložení. Kyslejšie tektity s vyšším obsahom oxidu kremičitého, majú body topenia vyššie ako tektity tmavšie. Z rôznych pokusov vyplnilo, že pri teplotách nad 1200 °C začalo dochádzať k strate tvaru vltavínu a pri teplotách pohybujúcich sa okolo 1400 °C došlo k úplnému roztaveniu a rozliatiu vltavínu (Konta, Bouška, 1990).

Index lomu svetla je pre tektity dôležitou fyzikálnou veličinou. Pomáha pri určovaní tektitu a aj pri vzájomnom porovnávaní tektitov. Nepriamo pomáha určovať aj základné chemické zloženie, pretože index lomu svetla je závislý na obsahu oxidu kremičitého nepriamo a na obsahu oxidu železnatého priamo. Jednotlivé skupiny tektitov majú celkovo zhodný index lomu, ktorý sa pohybuje okolo určitej hodnoty. Hodnota celkového indexu lomu svetla pre vltavíny sa pohybuje okolo 1,492 (Rost, 1972).

Farba vltavínov

Jednou z najoceňovanejších vlastností vltavínov je ich výnimočná farba, s ktorou súvisí aj priehľadnosť. Väčšina tektitov má na dennom svetle čiernu farbu, vzhľadom pripomínajú obsidiány. Väčšina vltavínov (a tiež tektity zo štátu Georgia v USA) má však zelenú farbu v rôznych odtieňoch. Zelená farba je výrazná hlavne u menších kusov, väčšie kusy sú čierozelené až čierne. Z hľadiska priehľadnosti sú veľké kusy v prechádzajúcom svetle nepriehľadné, tenké úlomky sú priehľadné v hnedastých a zelenavých tónoch. Určovanie farby vltavínov obsahuje veľkú mieru subjektivity. Farba vltavínu sa posudzuje v priehľade.

Farba českých a moravských vltavínov kolísa v rôznych odtieňoch zelenej a hnedej, Bouška a Povondra (1964) určili na základe fyzikálnych metód 6 farebných odtieňov vltavínov. Farebná škála postupuje v poradí od bledej zelenej, svetlo zelenej, flaškovo zelenej cez olivovo zelenú po hnedú a jedovato zelenú. Všeobecne prevláda názor, že juhočeské vltavíny sú prevažne zelené a moravské hnedozelené, ale existuje mnoho prípadov, keď boli na Morave nájdené kusy svetlo až bledo zelenej farby

a v južných Čechách hnedavé a hnedo zelené kusy. Na základe hodnotení množstva kusov vltavínov sa došlo k záverom, že pre niektoré oblasti sú charakteristické niektoré farby, ale na väčšine nálezísk je možné nájsť vltavíny všetkých existujúcich farebných odtieňov. Niektorí autori uvádzajú, že základná zelená farba je daná obsahom dvojmocného železa a hnedá až čierna farba je ovplyvnené hlavne prítomnosťou trojmocného železa. Farba vltavínu je ovplyvnená aj pomerom Fe(II) a Fe(III). U vltavínov všeobecne od bledo zelených odtieňov do hnedých odtieňov stúpa nielen obsah celkového železa, ale aj pomer Fe(III)/Fe(II), zvyšuje sa index lomu, narastá hustota a klesá tvrdosť (Bouška, 1992). Jedovato zelené vltavíny tvoria špecifickú skupinu, majú vysoký obsah vápniku a horčíku, nevyskytujú sa na Morave, pretože moravské vltavíny sú charakteristické práve nízkym obsahom týchto prvkov. Oxid vápenatý a oxid horečnatý prispievajú k vyjasneniu farebných tónov, vyčisťujú sklovinu a znižujú zákal kremičitanových skiel. Ako doplnkové farbiace zložky sa môžu uplatniť aj nikel, chróm a kobalt, ale ich nízke obsahy neprekonávajú pôsobenie Fe(II) (Bouška, 1992). Hnedo sfarbené moravské vltavíny majú vyššie obsahy železa. S rastom obsahu železa klesá u vltavínov obsah SiO₂, preto majú vltavíny hnedých farieb nižšie obsahy oxidu kremičitého ako svetlo a bledo zelené kusy. Svojím spôsobom je možné podľa farby vltavínu odhadnúť jeho chemické zloženie.

U lesku vltavínov rozlišujeme medzi leskom na čerstvom lome, ktorý je vždy skelný, a leskom pôvodného skulptovaného povrchu. Lesk pôvodného povrchu závisí na prostredí, v ktorom bol vltavín uložený. Vltavíny z miocénnych ílov majú matnejší lesk, z pliocénnych piesčitých štrkov majú vltavíny silný sklený až lakový lesk (Bouška, 1992). Výnimočným javom sú dvojfarebné vltavíny. Tie sa skladajú z dvoch pevne pritavených častí odlišnej farby s obvyčajne výrazne ostrým rozhraním. K spojeniu pravdepodobne došlo pri kolízii počas letu, keď oba, prípadne jeden z kusov bol ešte v plastickom stave. Dvojfarebné vltavíny potvrdzujú nehomogenitu zdrojového materiálu v mieste vzniku vltavínov. Tieto vltavíny sa najčastejšie vyskytujú v juhočeskej oblasti a farbou i skulptuáciou povrchu preto najviac odpovedajú práve juhočeským vltavínom.

Chemické vlastnosti

Obečným rysom tektitov, bez ohľadu na ich miesto vzniku i výskytu, je ich špecifické chemické zloženie. Tektity, a teda aj vltavíny, sú kremičitanové sklá, s obsahom SiO_2 väčším ako 65 % hmotnosti a s vysokým obsahom Al_2O_3 , CaO , MgO , prípadne FeO v porovnaní s kyslými vyvrelinami. Týmto sa odlišujú od iných prírodných i umelých skiel. Od bežného umelého skla sa líšia aj nedostatkom alkálií, preto sú tak obtiažne tavitel'né (Bouška, 1992). Chemicky sú tektity najbližšie obsidiánom, od ktorých sa odlišujú hlavne výrazne nízkym obsahom vody. Obsah vody v obsidiánoch tvorí približne 2 %, tektity vodu takmer neobsahujú (pod 0,02 %). Minimálny obsah vody súvisí pravdepodobne s vysokou teplotou pri ich vzniku (aspoň 2000 °C), kedy dochádza k dokonalému vysušeniu hmoty. Zloženie tektitov odpovedá sedimentom ako zdrojovým materiálom. Priemerné chemické zloženie tektitov je najviac podobné zloženiu povrchových hornín a produktov ich zvetrávania – ílovým sedimentom, drobám, pieskovcom, zmesi ílu a kremeňa, ornici, spraši (Bouška a kol., 1987). Z chemického hľadiska nie sú medzi všetkými svetovými tektitmi takmer žiadne rozdiely. Zistené bolo určité kolísanie zloženia a to aj u jednotlivých skupín tektitov. Vltavíny majú z tektitov najvyšší obsah SiO_2 (Rost, 1972). Charakteristický pre tektity aj mimoriadne nízky pomer dvojmocného a trojmocného železa, čo tiež nasvedčuje vysokej teplote pri ich vzniku v prostredí, kde bol obsah kyslíku aspoň o jeden rád nižší než na povrchu Zeme (Rost, 1972).

Tektity majú vyššie obsahy Cr, Ni a Co oproti pozemským vyvrelým horninám s podobným obsahom SiO_2 , a nižšie obsahy Cu, Pb, Sn. Nižšie obsahy Cu a Pb než sa priemerne vyskytujú vo vrchnej zemskej kôre sa vysvetľujú volatilizáciou za vysokých teplôt alebo odnosom behom eróznym procesov (Bouška, 1987). Zastúpenie hlavných i stopových prvkov vo vltavínoch pomohlo priradiť vltavíny nájdené v Nemecku k juhočeskej skupine a vltavíny z Rakúska k moravským (Konta, Bouška, 1990). V tektitoch sa vyskytujú aj bubliny s obsahom rôznych plynov. Hlavné zložky týchto plynov sú CO_2 , CO , H_2 , N_2 , v niektorých prípadoch aj H_2O , CH_4 , SO_2 , H_2S a O_2 a vyskytujú sa aj vzácne plyny He, Ne, Ar, Kr a Xe (Bouška a kol., 1987). Zloženie plynov vo vnútri tektitov sa zhoduje so zemskou atmosférou a prvky vzácnych plynov tiež odpovedajú zemskej atmosfére.

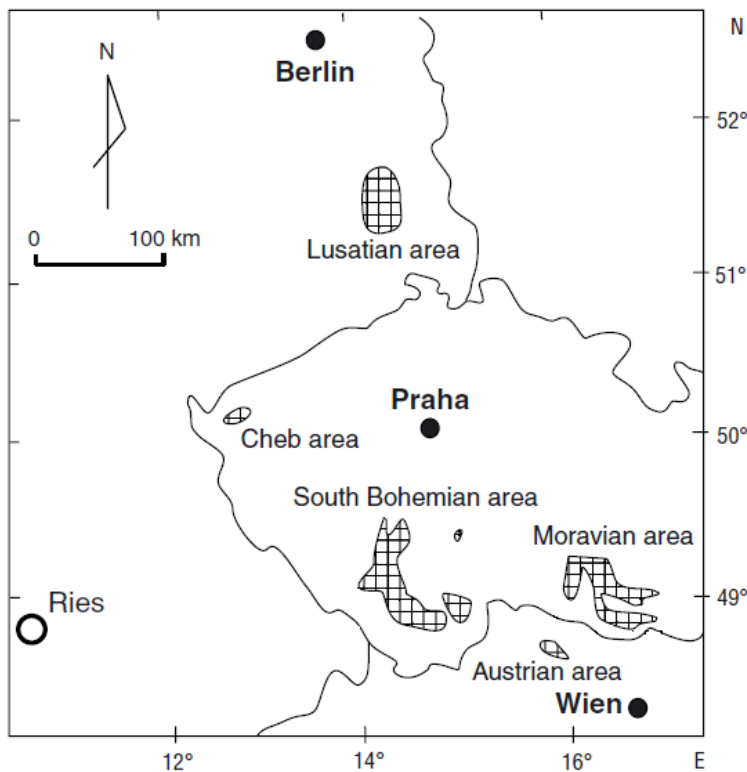
Priemerné chemické zloženie juhočeských vltavínov sa trochu vymyká plynulému radu, pretože do priemeru sú zahrnuté aj jedovato zelené vltavíny, u ktorých sa objavuje špecifické zloženie s vyšším obsahom FeO , kolísajú CaO a MgO i obsah draslíku.

Moravské vltavíny sa od ostatných odlišujú nízkymi obsahmi CaO a MgO, z čoho vyplynulo, že zdrojová hornina moravských vltavínov bola na karbonáty chudobnejšia, než zdrojová hornina juhočeských vltavínov (Bouška, 1992).

2.3.2. Lokality výskytu vltavínov v strednej Európe

Vltavíny predstavujú zatiaľ jediné známe tektity v oblasti Európy. Pôvodný rozsah územia, ktoré bolo zasiahnuté spádom vltavínov bol omnoho väčší ako je plocha súčasne známych pádových polí a pravdepodobne tvoril kontinuálny pás. Do dnešnej podoby boli súčasne známe pádové polia upravené procesmi ako je zvetrávanie, transport materiálu a na utváraní dnešnej podoby pádových polí sa podieľali tiež tektonické výzdvihy a poklesy. V súčasnosti sa vltavíny nachádzajú v niekoľkých samostatných oblastiach (Obr. 5). Tieto oblasti sú reliktnými pádového poľa z obdobia stredného miocénu – širokého vejára rozkladajúceho sa v oblasti na východ od krátera Ries. V pádovom poli sa nachádza 5 hlavných nálezísk vltavínov, tri z nich na území Českej republiky, jedna v Nemecku a jedna v Rakúsku. Najzápadnejšie výskyty vltavínov boli objavené v chebskej panve asi 200 km od oblasti Ries, najvýchodnejšie v oblasti Moravy a v Rakúsku v okolí Hornu vzdialené približne 400 km od Riesu (Artemieva et. al., 2002). Juhočeské nálezisko je výnimočne bohaté s nálezom statisícov kusov vltavínov, v rakúskom nálezisku bolo naopak nájdených len niekoľko kusov. V Nemecku sa náleziská nachádzajú v Lužickej oblasti vzdialenej od krátera Ries asi 400 km. Vltavíny sa nenachádzajú v celej ploche vymedzených oblastí, niekde je ich výskyt nahustený na veľkom množstve nálezísk, ako pri juhozápadnom okraji budějovickej panvy, inde je ich výskyt roztrúsený a izolovaný. Vltavíny neboli nájdené na rudolfovskej hrásti, pruhu kryštalickej hornín medzi budějovickou a třeboňskou panvou ani na kryštaliniku severne od oblasti, v Blanickém lese, šumavskom a novohradskom kryštaliniku. Nálezy neboli objavené ani v náplavoch Vltavy južne od Českého Krumlova ani v terasovitých uloženinách blízkych riek v Rakúsku (Bouška, 1992). Medzi juhočeskými a moravskými náleziskami sa nachádza asi 60 km široký pruh od Jindřichova Hradce po Kojetice u Třebíče, kde sa (s niekoľkými výnimkami) neobjavujú nálezy vltavínov.

Obr. 5: Pádové polia vltavínov



Zdroj: Trnka, Houzar, 2002

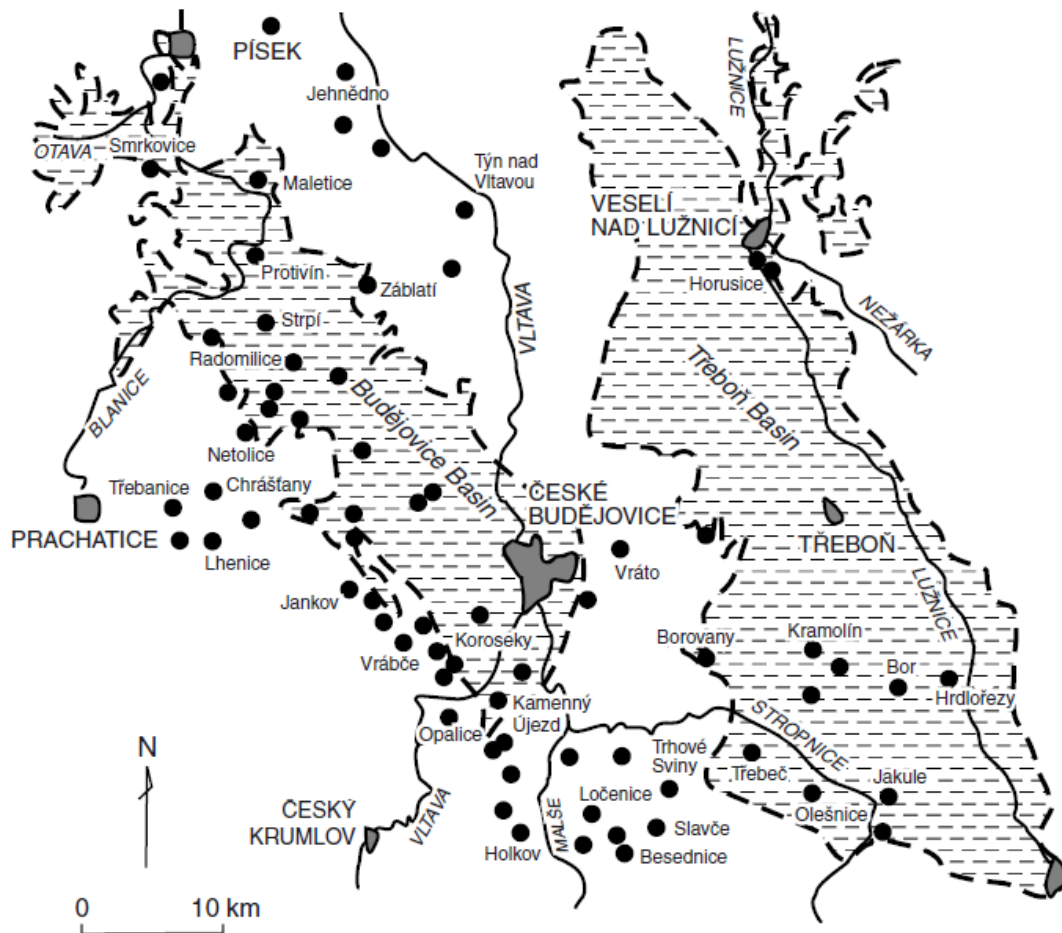
Súčasnú lokalitu výskytu vltavínov sú podstatne ovplyvnené geologickým a geomorfologickým vývojom pádovej oblasti od vrchného miocénu. Počas uplynulých 15 miliónov rokov bolo pádové pole vltavínov v priebehu alpínskej orogenézy vyzdvihnuté niekoľko stoviek metrov, čo zmenilo morfológické rysy reliéfu, charakter i intenzitu erózných procesov. Dnešné areály nálezov vltavínov sú v dôsledku denudácie Českého masívu a priľahlých oblastí len reliktnými pôvodnými dopadovými plôch (Trnka, Houzar, 2002). Hneď po dopade boli vltavíny na kratšie vzdialenosti transportované svahovými procesmi, pri transporte do väčších vzdialeností potom zohrali najvýznamnejšiu úlohu vodné toky. Najstaršie sedimenty, v ktorých boli vltavíny nájdené, a ktoré sú považované za sedimenty pádového poľa, sú strednomiocénne koluviofluviálne íly a piesky. Väčšina vltavínov vo fluviálnych sedimentoch bola pravdepodobne transportovaná do vzdialenosti jedného až desiatich kilometrov. Pri transporte na ešte väčšie vzdialenosti sa pravdepodobnosť ich uchovania podstatne znižuje (Trnka, Houzar, 2002). Sporadicky sa vltavíny objavujú aj mimo hlavných nálezísk, uvádzajú sa napríklad nálezy v okolí Jindřichova Hradce, Chrášťan, Staré, Jevíněvsi a Skryje v Čechách, Znětínku a Moravskej Bránice na Morave. K dnešnému

rozložení vltavínov sporadicky prispel aj prehistorický človek. Najstaršie opracované vltavíny z obdobia paleolitu boli objavené v Rakúsku, pre nálezy opracovaných vltavínov na Morave je charakteristické obdobie neolitu.

Juhočeská oblast'

Juhočeská oblast' nálezov vltavínov je najväčšou z týchto oblastí a bolo v nej nájdené najväčšie množstvo kusov. Tieto nálezy sa pohybujú rádovo v stotisícoch kusov z Českobudejovickej a Třeboňskej panvy, a príslušných území kryštalinických hornín západne a južne od paniev (Houzar, 2005). Aluviálnymi náplavmi dnešných riek boli vltavíny ojedinele roznesené aj na sever od Českobudějovickej a Třeboňskej panvy, napríklad Vltavou k Podolsku a Červené nad Vltavou, Lužnicí k Soběslavi a Nežárkou k Veselí nad Lužnicí. Pravdepodobne Vltavou prenesené boli aj dva nálezy vltavínov v treťohorných horninách v pražských Kobylisích (Konta, Bouška, 1990). Najjužnejšie nálezy vltavínov z juhočeskej oblasti sa vyskytujú v oblasti obcí Besednice, Drbkovská Lhota a Byňov. Z východu oblast' výskytu vltavínov vymedzujú obce Jakule, Bor, Lipnice, Kramolín, Třeboň a Jindřichův Hradec, na západe línia tvorená lokalitami Vodňany, Žitná, Třebanice, Ratiborova Lhotka, Lhenice, Slavče a Dolní Svinice (Bouška, 1994). Rozloha tohto územia je približne 2000 km². Na sever nie je hranica oblasti presne vymedziteľná. Jednotlivé z najsevernejších nálezov tejto oblasti sú totiž výsledkom riečného transportu a preto ich nemožno považovať za vymedzenie hranice pádového poľa. Nálezy u Podolska, Červené nad Vltavou, v Prahe, alebo až u Jevíněvsi pri Roudnici nad Labem súvisia s extrémnymi udalosťami a vysokými vodnými stavmi rieky Vltavy (Žák et al., 1999). Oblast' juhočeských nálezov je zobrazená na obr. č. 6. Konkrétne náleziská pokrývajú v južných Čechách malé ohraničené územia hlavne pozdĺž juhozápadného okraja budějovickej panvy a v južnej časti třeboňskej panvy. Vltaviny neboli nájdené na Rudolfovskej hrásti, teda na pruhu kryštalinických hornín oddeľujúcim obe juhočeské panvy, v oblasti Blanského lesa a bez nálezov vltavínov sú aj náplavy Vltavy južne od Českého Krumlova a aj staršie uloženiny Vltavy južne od Vyššieho Brodu.

Obr. 6: Juhočeská oblast nálezov vltavínov



Zdroj: Trnka, Houzar, 2002

Spád vltavínov zastihol v južných Čechách povrch zvetralého kryštalinika a sedimentované najvrchnejšie vrstvy mydlovarského súvrstvia. Sedimenty juhočeskej oblasti, v ktorých sa vltaviny nachádzajú, spadajú do niekoľkých stratigrafických jednotiek. Najstaršie vrábečské vrstvy a korosecké štrkopiesky pochádzajú z obdobia stredného miocénu. Vrábečské vrstvy tvoria piesčité íly alebo ílovité piesky s prímiesi ostrohranného pefitického materiálu a sú často označované za sedimenty pádového poľa vltavínov, pretože vltaviny uložené v týchto vrstvách boli transportované maximálne do 1 kilometra. Pôvodný povrch pokrytý vltavínmi sa nikde nezachoval, všetky vltaviny, aj z tzv. primárnych nálezísk pádového poľa, boli premiestnené (Konta, Bouška, 1990). Korosecké štrkopiesky sú tvorené hlavne kremeňmi a živcami a predstavujú fluviaálne prostredie vrábečských vrstiev. V týchto vrstvách boli vltaviny transportované až niekoľko kilometrov (Trnka, Houzar, 2002). V tabuľke č. 1 sú k lokalitám juhočeskej oblasti nálezov vltavínov priradené typy sedimentov oblasti.

Tab.1: Juhočeská oblast nálezov vltavínov

Sediment	Vek sedimentu	Lokalita
koluvio-fluviálne piesčité íly	miocén	Brusná, Dolní Chrášťany, Jankov, Kvítkovice, Habří, Lipí, Slavče, Vrábče, Bukovec, Krasejovka, Besednice, Záluží
fluviálne, fluvio-lakustrinné štrkopiesky	miocén	Žitná, Třebanice, Lhenice, Koroseky, Vrábče, Záhorčice, Holkov, Ločenice, Chlum nad Malší, Nesměň, Dobrkovská Lhotka, Bor, Jakule
štrky a piesky ledenického súvrstvia	pliocén	Kamenný Újezd, Borovany, Ločenice, Lhenice
kvartérne štrkopiesky	pleistocén	Rožnov, Hrdlořezy

Ďalšie vrstvy, v ktorých došlo k uloženiu vltavínov, sú pliocénne až súčasné fluviálne sedimenty a pleistocénne soliflukčné pôdy. K redepozícii vltavínov do týchto vrstiev došlo po deštrukcii starších sedimentov z obdobia stredného miocénu (Bouška, 1972). Vývoj týchto sedimentárnych vrstiev a tiež procesy spojené s transportom vltavínov majú významný vplyv na morfológické vlastnosti jednotlivých kusov. Vltavíny z vrábečských vrstiev sa vyznačujú ostrými hranami a dobre zachovanými skulptúrami, vzhľadom na to, že neprekonali výraznejší transport. Vltavíny z koroseckých štrkopieskov sú oproti nim viac zaoblené a nálezy z pliocénnych až pleistocénnych vrstiev už majú oblý tvar a abradovaný povrch následkom dlhšieho transportu (Trnka, Houzar, 2002).

Viac ako 99 % nálezov z tejto oblasti bolo objavených v južnej časti Českobudějovickkej panvy. Najvýznamnejšie nálezy pochádzajú z pásu dlhého asi 35 km rozprestierajúceho sa v smere severozápad-juhovýchod medzi obcami Netolice a Besednice (Trnka, Houzar, 2002). Väčšina týchto vltavínov pochádza z vrábečských vrstiev a koroseckých štrkopieskov. Najväčší počet kusov z vrábečských vrstiev bol nájdený v okolí obcí Jankov, Vrábče a Slavče. Lokality výskytu vltavínov z koroseckých štrkopieskov sú Žitná, Třebanice, Lhenice, Koroseky, Vrábče, Záhorčice, Holkov, Ločenice, Chlum nad Malší, Nesměň a Dobrkovská Lhotka. Na východ od ostatných lokalít sa vyskytujú vltavíny v mladších fluviálnych sedimentoch, ktoré už ale nie sú natoľko frekventované.

Severnejšie od tejto časti Českobudějovickkej panvy, v lokalitách Radomilice, Strpí, Záblatí, Záblatíčko, Dubenec, atď., sa objavujú vltavíny so špecifickými

vlastnosťami. Tieto vltavíny sú bohatšie na SiO₂, majú typickú svetlozelenú farbu a vyznačujú sa väčšou hmotnosťou. Väčšina juhočeských vltavínov s hmotnosťou väčšou ako 100 gramov pochádzajú práve z týchto lokalít. Malé množstvo vltavínov bolo objavené aj v oblastiach na sever od Radomilickej oblasti v lokalitách Protivín, Maletice, Týn nad Vltavou, Písek, Jehnědno, Podolsko, Červená a ďalšie (Trnka, Houzar, 2002).

V oblasti Třeboňskej panvy sú lokality nálezov vltavínov situované v juhovýchodnej časti. V lokalitách Bor a Jakule sú nálezy spojené so štrkopieskami bohatými na kremene a živce pravdepodobne pochádzajúcimi z obdobia stredného miocénu. Vltavíny v týchto lokalitách sú malé ostrohranné fragmenty s hmotnosťou do 3 gramov, zvyčajne kvapkovitého tvaru.

Pred impaktnou udalosťou spojenom s pádom vltavínov bola oblasť Českého masívu po ústupe kriedového mora relatívne tektonicky pokojná. Reliéf bol zarovnaný s nadmorskými výškami pohybujúcimi sa okolo 200 metrov (Chlupáč, 1999). Na území južných Čiech sa nachádzali rozľahlé sladkovodné jazerá. Vltavíny v tejto oblasti dopadli na povrch zvetralého kryštalinika a sedimentárne formácie mydlovarského súvrstvia. Po páde vltavínov začalo sedimentovanie domanínskeho súvrstvia. Toto obdobie bolo opäť charakteristické tektonickým pokojom a pokračovala peneplenizácia reliéfu (Bouška, 1992). Odvodňovanie oblasti v tomto období malo stále ešte juhovýchodný smer. Vrstvy domanínskej sedimentácie z obdobia vrchného miocénu sú prvým sledom, kde sa objavujú vltavíny. V súčasnosti tieto sedimenty vyplňujú už len lokálne depresie. Z týchto sedimentov pochádzajúce nálezy vltavínov majú ostrohranné tvary a dobre vyvinutú hlbokú skulptáciu. Tieto vrstvy sú označované ako sedimenty pádového poľa, vltavíny z týchto vrstiev boli dlhšie uložené a prekonalí relatívne minimálny transport. Tieto náleziská ale majú pomerne malú rozlohu a počet nálezov je tiež malý. Lokality nálezov sú v okolí obcí Besednice, Vrábče, Habří, Bukovec, Jankov a Lipí.

Od začiatku obdobia pliocénu prebieha plytká jazerná sedimentácia ledenického súvrstvia. Dochádza k mierneho zvýšeniu erózných procesov v dôsledku tektonického poklesu oboch jazerných paniev. Z ledenického súvrstvia v súčasnosti ostali len lokálne relikty na okrajoch paniev a v týchto vrstvách neboli vltavíny nájdené. V strednom a mladšom pliocéne dochádza k obnoveniu tektonických pohybov, Český masív je vyzdvihovaný a dochádza k prerušeniu kontaktu v Paratethydu, odvodňovanie oblasti sa obracia na sever. V tomto období jazerné panvy mierne poklesnú pozdĺž systému

hercynských zlomov a dôjde k ich rozdeleniu výstupom Rudolfovskej hráste. V parovinnom reliéfe boli pre riečnu sieť typické široké vodné toky s častým prekladaním riečísk. So zvyšujúcou sa tektonickou aktivitou, spojenou s výzdvihom pohorí na juhu, sa zvyšuje spád vodných tokov, široké korytá sa postupne zahlbujú a prudko spadajú k juhočeským jazerám. Dôsledkom zvýšenia intenzity erózie a denudácie v tomto období bolo takmer úplné rozrušenie ledenického súvrstvia a na niektorých miestach došlo k odkrytiu vrstevného sledu až na kryštalinické podložie (Bouška, 1992). Zo všetkých známych vltavínových vrstiev sú pliocénne štrko-piesky na nálezy vltavínov najbohatšie (Trnka, Houzar, 2002). V týchto vrstvách až 12 metrov hrubých fluvialných a fluvio-lakustrinných štrko-pieskov sa nachádzajú vltavíny v priebehu celého profilu, čo indikuje ich ukladanie v dlhšom časovom období. Vltavíny z týchto vrstiev majú angulárne tvary a opracovaný povrch so stopami starších skulptuácií. Lokality s viacnásobne preplavenými sedimentmi a vltavínmi, ktoré prekonal transport na väčšie vzdialenosti, sa nachádzajú hlavne v oblasti Radomilicka (Bouška a kol., 1987). Od stredného pliocénu začína riečna sieť nabývať dnešný charakter.

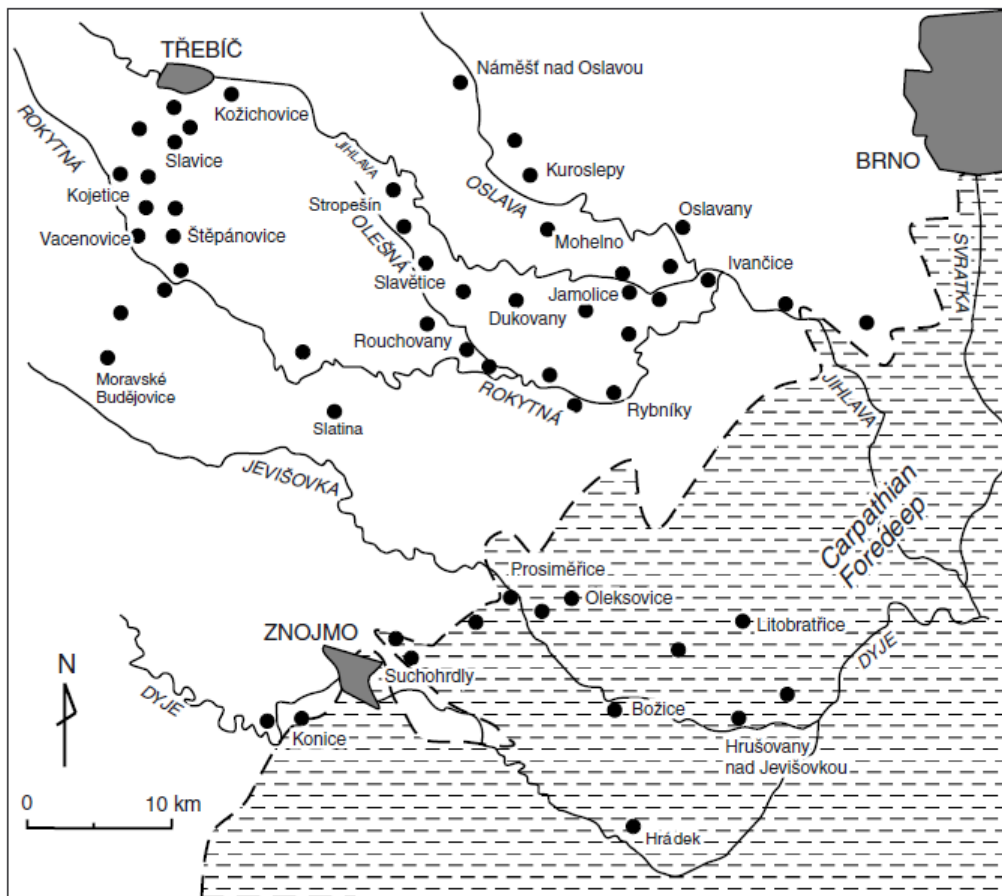
V období kvartéru dynamiku erózných a denudačných procesov ovplyvňuje striedanie teplých a chladných období. Kvartérne uloženiny tvoria prevažne holocénne svahové hliny nedeponovaných starších uloženín a sú na vltavíny relatívne chudobné. Vltavíny objavujúce sa v nich sú najčastejšie oválne, majú opracovaný povrch so zotrenými skulptuáciami po dlhšom transporte. Lokality s mladými štrkami s nálezmi vltavínov sa nachádzajú na Radomilicku a ďalej smerom na sever pozdĺž riečnej siete (Trnka, Houzar, 2005).

V juhočeskej oblasti boli vltavíny vzhľadom na parovinný reliéf uložené hlboko v miocénnych sedimentoch a k ich odkrytiu došlo hlavne v období pliocénu v dôsledku zvýšenia aktivity tektonickej činnosti. Príčinou najväčšieho výskytu vltavínov práve v juhočeskej oblasti oproti iným oblastiam pádových polí je teda špecifický vývoj reliéfu tejto časti Českého masívu. V rozsiahlej oblasti jazerných panví boli vltavíny uložené a bez transportu po relatívne dlhé obdobie a k ich transportom na kratšie vzdialenosti začalo dochádzať až po oživení tektonickej aktivity na konci terciéru (Trnka, Houzar, 2002).

Moravská oblast

Rozlohou druhá najväčšia oblasť výskytu vltavínov, so zatiaľ celkovým nálezom asi 20 000 kusov. Celková rozloha nálezísk vltavínov v oblasti Moravy predstavuje asi 800 km² a od juhočeskej oblasti je oddelená 60 km širokým pásom Českomoravskej vrchoviny bez nálezov vltavínov (Trnka, Houzar, 1991). Oblasť, kde sa vyskytujú na Morave vltavíny, je približne vymedzená obcami Třebíč, Moravské Budějovice, Znojmo, Hrušovany nad Jevišovkou, Ivančice a Náměšť nad Oslavou. Najväčšie množstvo nálezov vltavínov sa nachádza v blízkosti vodných tokov Oslava, Jihlava, Rokytky, Jevišovka a Dyje (Obr. 7). Pri pohľade na mapu oblasti nálezov pripomínajú dva široké meandrujúce toky, pričom jedna z vetiev viac-menej kopíruje tok rieky Jihlavy (Trnka, Houzar, 2002). Koryta mladoterciérnych a kvartérnych riek je v tejto oblasti náročné vystopovať, pretože oblasť na styku Karpatskej sústavy a Českého masívu bola veľmi geologicky aktívna v dôsledku vrásnenia Álp a Karpát. V tejto oblasti tiež prebiehala línia morského brehu, u ktorej dochádzalo k rýchlym zmenám, postupovaniu do pevniny alebo ustupovaniu. Najzápadnejším nálezom v tejto oblasti bol vltavín v Kojeticích u Třebíče. Toto rozšírenie vltavínov je obmedzené vykľutím Českého masívu v centrálnej časti a jeho sklonom k juhovýchodu. Severné a východné ohraničenia oblasti sú tektonického charakteru, tvoria ich Třebíčsky zlom, Náměšťská dislokácia a Boskovická brázda. Južnou hranicou výskytu vltavínov je hlboko zarezané údolie rieky Dyje. Nálezy z moravskej oblasti dosahujú najväčšie absolútne veľkosti aj hmotnosti (Trnka, Houzar, 2002). Väčšinou sa objavujú oválne tvary s rôznym stupňom ohladenia povrchu a rôzne vyvinutými skulptuáciami. Vltavíny z moravskej oblasti sa vyznačujú vyššou homogenitou, menším podielom bublín a objavujú sa tmavšie sfarbené kusy od tmavozelených po hnedé.

Obr. 7: Moravská oblasť nálezov vltavínov



Zdroj: Trnka, Houzar, 2002

Najstaršie sedimenty s nálezmi vltavínov pochádzajú z obdobia stredného až vrchného miocénu a sú tvorené koluviofluviálnymi pieskami s prímiesou štrkov. Nachádzajú sa len v lokalitách Slavice Kracovice a Třebíč a bola tu objavená väčšina vltavínov s najväčšími hmotnosťami, pohybujúcimi sa okolo 200-250 gramov (Trnka, Houzar, 1991).

Z približne rovnakého obdobia pochádzajú aj sedimenty ležiace na juh od týchto lokalít. Sú tvorené fluviálnymi piesčitými štrkami a nálezy z nich vykazujú známky dlhšieho transportu. Tieto sedimenty sa objavujú v lokalitách Štěpánovice, Kojetice, Jaroměřice nad Rokytnou, Rouchovany. V oblasti štrkopieskov terás Jihlavy medzi Střepošínom a Dukovanmi sa objavujú výrazne rozrušené vltavíny.

V lokalitách Suchohrdly a Kuchařovice sú nálezy vltavínov spojené s červeno sfarbenými fluviálnymi piesčitými štrkami z obdobia pliocénu zložených z kremeňov, granitoidov, rúl, kremencov a amfibolitov. Najmladšie sedimenty s prítomnosťou vltavínov sú pleistocénne fluviálne hrubozrnné štrky pozdĺž riek Jihlavy, Oslavy

a Jevišovky. S pleistocénnymi terasami sú spojené aj mladšie sedimenty kvartérnych koluviálnych hĺn. Vznikli premenou a transportom starších sedimentov, ktoré pôvodne obsahovali vltavíny. Tabuľka č. 2 zobrazuje lokality nálezov vltavínov moravskej oblasti a typy sedimentov týchto lokalít.

Tab. 2: Moravská oblasť nálezov vltavínov

Sediment	Vek sedimentu	Lokalita
koluvio-fluviálne sedimenty s dominanciou pieskov	miocén	Slavice, Třebíč
fluviálne štrky	miocén	Štěpánovice, Kojetice, Jaroměřice nad Rokytnou, Rouchovany
fluviálne štrkopiesky terás riek Jihlava, Oslava	miocén	Stropěšín, Slavětice, Dukovany, Kožichovice, Mohelno, Náměšť nad Oslavou
červenasté fluviálne hrubozrnné štrkopiesky	pliocén	Suchohrdly, Kuchařovice
fluviálne sedimenty pozdĺž dnešného toku Jihlavy, Oslavy, Rokytnej, Jevišovky	pleistocén	Jamolice, Ivančice, Náměšť nad Oslavou, Kuroslepy, Slatina, Oleksovice, Prosiměřice, Božice

Dopad vltavínov v tejto oblasti nastal po definitívnom ústupe spodnobádenského mora (Trnka, Houzar, 1991). Riečna sieť sa v oblasti vyvíjala za ustupujúcim morom smerom na juh do alpsko-karpatskej priehlbiny. Reliéf ostáva podobný parovine až do obnovenia tektonickej aktivity v období pliocénu. Pre transport vltavínov mal veľký význam výzdvih Klučovskej hráste na južnom okraji Třebíčskej kotliny, ktorá vznikla výstupom granitických hmôt pozdĺž Výčapského zlomu (Hrádek, 1997). Novovzniknutými podmienkami bola riečna sieť oblasti stáčaná k juhovýchodným a východným smerom. So vzdialenosťou od Třebíčskej kotliny sa objavujú viac opracované vltavíny, väčšia otrelosť ich povrchu a majú menšie absolútne hmotnosti (Hrádek, 1997). Rozloženie nálezov vltavínov v moravskej oblasti bolo najviac ovplyvnené zmenami sklonu povrchu okraja Českého masívu. Prvá vlna transportu prebiehala smerom na juh tokmi do karpatskej priehlbiny vyplnenej ustupujúcim morom. Po výzdvihu Klučovskej hráste a vykľutí okraja Českého masívu v priebehu jeho kolízie s karpatským systémom bol prerušený kontakt mora a riečnej siete

a transport vltavínov sa preorientoval so zmenou smeru toku riečnej siete na východ a juhovýchod.

Západočeská oblast'

Českým najmenším náleziskom vltavínov je západočeská oblast' Chebská panva. V tejto oblasti bolo nájdených asi 1500 kusov vltavínov (Houzar, 2005). Väčšina nálezov v tejto oblasti pochádza zo štrkového lomu neďaleko mesta Cheb, z hĺbky 17-22 metrov. Vltavíny boli objavené v štrkoch v okolí vodnej nádrže Jesenice pri obciach Okrouhlá a Dřenice a tiež pri obci Obilné a v okolí obce Velký Luh u Skalné. Tieto sedimenty pochádzajú z obdobia pliocénu a sú tvorené slabo vytriedenými štrkopieskami bohatými na kremene, s obsahom živcov, granitov, rúl, kremencov a fylitov. Chebská oblast' je buď menším pádovým poľom vltavínov, alebo boli vltavíny do tejto oblasti prinesené tokmi z juhovýchodnej časti Chebskej panvy ešte pred tektonickým výzdvihom juhovýchodného okraja panvy. V období miocénu prebiehala na zarovnanom povrchu Chebskej panvy sedimentácia ílov a pieskov za pomalého tektonického poklesávania oblasti. Vltavíny boli postupne preplavené z miocénnych sedimentov do mladších pliocénnych súvrství. Vltavíny z tejto oblasti majú plochý, oblý tvar s málo hlbokými skulptúrami. Ich hmotnosť sa priemerne pohybuje od 2 do 6 gramov, najťažší má hmotnosť 36 gramov (Bouška a kol., 1995). Z chemického hľadiska a farbou zodpovedajú vltavínom z juhočeskej oblasti.

Lužická oblast', Nemecko

V Lužickej oblasti bolo objavených asi 300 vltavínov, na ploche s rozlohou 1300 km² severovýchodne od Drážďan. Vltavíny sa vyskytovali v rôznych geologických jednotkách. Fluviálne piesčité štrky lokality Senftenberg pochádzajú pravdepodobne z obdobia miocénu. Raunoerské súvrstvie, z obdobia vrchného miocénu, má hrúbku až 35 metrov a je tvorené striedajúcimi sa vrstvami ílov a štrkov. Fluviálne sedimenty lokality Budyšin pochádzajú zo spodného pleistocénu a vyskytoval sa v nich len malý počet nálezov. V týchto sedimentoch sa nachádzajú vyššie podiely nestabilných komponent bazaltov a fonolitov a objavujú sa v nich stopy pôsobenia glaciálnej klímy. Poslednou vrstvou s výskytom vltavínov sú glaci-fluviálne sedimenty najmladších štvrtohôr a sute riečnych náplavov (Lange, Suhr, 1999). Na základe fyzikálnych a chemických charakteristík a paleogeografických a stratigrafických pozícií sedimentov, v ktorých sa vltavíny vyskytujú, sa predpokladá, že táto oblast' je samostatným

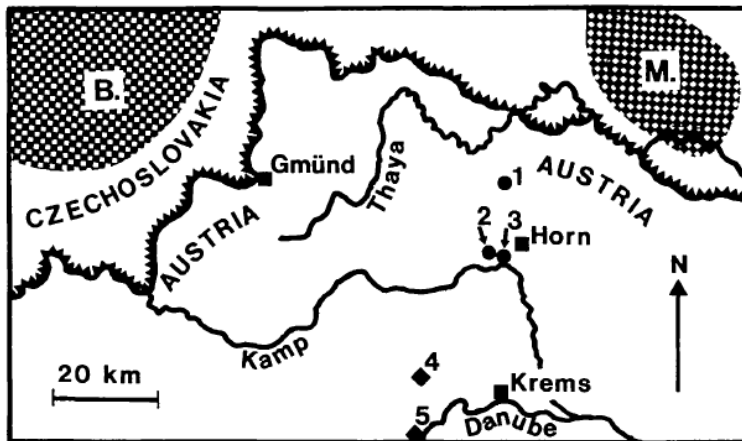
pádovým poľom. Lužické vltavíny majú olivovozelenú farbu, okrúhly tvar, na povrchu majú plytké priehlbinky a sú teda podobné moravským nálezom (Trnka, Houzar, 2002).

V oblasti Dolného Sliezska na juhozápade Poľska bolo objavených niekoľko kusov vltavínov. Na základe výskumov je predpokladané, že táto oblasť nie je priamym pádovým poľom, ale vltavíny boli do tejto oblasti transportované z Lužickej oblasti. Objavili sa vo fluviálnych štrkoch a pieskoch z obdobia neskorého miocénu. Lužická oblasť bola so Sliezsťou v období miocénu prepojená Lužickou Nisou, ktorá v miocéne tiekla smerom na východ. Poľské vltavíny boli touto paleoriekou erodované, transportované a následne redepozitované v Poľsku (Brachaniec et al., 2015). Neprítomnosť zaoblených hrán na týchto nálezoch môže byť následkom rozbitia väčších kusov na menšie fragmenty počas transportu, čo nastalo krátko pred opätovným uložením, keďže hrany neboli vyhladené (Brachaniec et al., 2014). Na základe veľkosti a hmotnosti nájdených fragmentov nie je možné rekonštruovať pôvodnú veľkosť vltavínov.

Rakúska oblasť

Relatívne blízko náleziskovej lokality Znojmo bolo v Rakúsku objavených asi 20 vltavínov. Väčšina z nich pochádza zo štrkov blízko Altenburgu (Obr. 8). Všetky rakúske vltavíny s jednou výnimkou vykazujú relatívne hlboké skulptuácie a majú hranatý tvar. Najväčší má 104 gramy a pochádza z Eggenburgu, druhý pochádza z Radessenu a má 46 gramov (Koeberl, et al., 1988b). Farbou a chemickým zložením sa väčšina rakúskych vltavínov najviac približuje juhočeským, vltavíny z lokality Radessen sa zasa približujú viac moravským. Na základe geologického a chemického zloženia a fyzikálnych vlastností sa predpokladá, že táto oblasť je samostatným pádovým poľom, vltavíny tejto oblasti vykazujú širší rozsah v chemickom zložení a farebne sú najviac podobné nálezom z Třeboňskej panvy (Trnka, Houzar, 2002). Súvrstvia s výskytom vltavínov sú tvorené nie príliš mocnými neogénnymi fluviálnymi nánosmi, ležiacimi priamo na kryštalinickom podloží, alebo vrstvami oligocénneho až miocénneho obdobia so štrkovým horizontom (Bouška, Lange, 1999).

Obr. 8: Rakúske nálezy vltavínov



Zdroj: Koeberl, et al., 1988

Ojedinelé nálezy vltavínov

Vltavíny sú veľmi náchylné k rýchlemu narušeniu a zničeniu pri transporte pôsobením rôznych druhov exogénnych činiteľov. Transport aj tých pôvodne najväčších kusov pravdepodobne neprekonal prvé desiatky kilometrov, a preto neboli vltavíny premiestnené ďaleko od miesta svojho dopadu (Bouška, 1992). Napriek týmto skutočnostiam bolo ojedinele objavených niekoľko kusov aj v lokalitách vzdialených od pádových polí, bez zjavného vzťahu týmto oblastiam.

Dva z takýchto kusov boli objavené v terase Vltavy v pražských Kobyliších. Uložené boli v 4 metre hrubej šošovkovitej vložke naplavenín. Vek tohto sedimentárneho telesa bol určený na vrchný miocén podľa jeho vlastností a okolitých vrstiev (Žebera, 1972). Vltavíny majú malú hmotnosť aj rozmery a zložením, farbou aj obsahom vzduchových bublín sa podobajú juhočeským vltavínom.

Vltavín nájdený v pieskovni u Jeviněvsi, asi 10 km severne od Kralup nad Vltavou je ešte viac na sever vzdialeným prípadom ako predchádzajúce dva kusy. Pieskovňa sa nachádza v pleistocénnej terase Vltavy zaradenej do obdobia spodného mindelu. Aj tento vltavín je na základe svojich vlastností radený k juhočeským vltavínom, váži 5 g, má svetlú fláškovo zelenú farbu, so stopami starých obrúsených skulptuácií prekrytými novšími plytšími jamkovitými skulptuáciami, ktoré vznikli v slabo kyslom prostredí riečnej terasy po novom uložení.

Z oblasti Moravy je jedným z takýchto prípadov vltavín nájdený pri Konicích pri Znojme. Ostatné vltavíny v oblasti okolia Znojma, vyskytujúce sa v pliocénnych a plesitocénnych terasách Dyje a Jevišovky, boli transportované z Třebíčskeho

pádového poľa tokom Paleojihlavy a uložené na ľavých brehoch Dyje a Jevišovky. Vltavín z Konic bol ale uložený na pravom brehu Dyje. Vek štrkopiesku, v ktorom bol uložený, je odhadnutý na najspodnejší miocén a vltavín sa do sedimentu dostal pravdepodobne gravitačným pohybom z neďalekého výchozu kryštalinika (Batík, 1997).

Geografická podoba popísaných oblastí nálezísk vltavínov a ich paleogeografická história sú podstatnou súčasťou argumentácie názorov na vznik vltavínov pri impraktnej udalosti sporej s Rieskym kráterom v Bavorsku.

3. Vznik vltavínov

Vznik vltavínov je spojený s impaktnou udalosťou, ktorej pozostatkom je Rieský kráter v Bavorsku. Impaktné krátery sú útvary, ktoré vznikajú dopadom cudzieho telesa na povrch planéty alebo mesiaca. Všetky telesá Slnecnej sústavy boli v priebehu svojho vývoja bombardované dopadajúcimi telesami a tie s pevným povrchom poskytujú množstvo dôkazov týchto impaktov. Povrch Zeme je však z tohto hľadiska výnimočný. V dôsledku geomorfologickej a geologickej činnosti, ako je erózia, tektonika a vulkanizmus, podliehajú pozostatky po impaktných udalostiach relatívne rýchlym zmenám a postupne miznú. Objavených bolo na Zemi približne 150 kráterov s priemerom väčším ako 1 km a zhruba 70 z nich s priemerom nad 5 km (Heinen, 1998). Pozostatkom jedného z veľkých impaktov a zdrojom vltavínov je Rieský kráter na území Nemecka.

3.1. Charakteristika impaktnej oblasti Nordlingen-Ries

Rieský kráter je okrúhly, komplexný impaktný kráter nachádza sa asi 110 km severozápadne od mesta Mníchov. Jeho priemer je zhruba 24 kilometrov a k jeho vzniku došlo v miocéne, a to približne pred 15 miliónmi rokov, patrí medzi najmladšie krátery a tým pádom i medzi najzachovalejšie. Vo vzdialenosti 42 kilometrov juhozápadným smerom od kráteru Ries sa nachádza ešte jeden, podstatne menší kráter, s priemerom 3,8 kilometra a hĺbkou 70 metrov. Oba tieto krátery pravdepodobne vznikli dopadom binárneho asteroidu (Atremieva et al., 2002).

V počiatkoch skúmania oblasti Rieskeho kráteru v 19. storočí, bol jeho vznik pripisovaný náhodnému prejavu skrytého vulkanizmu na povrchu. V roku 1936 O. Stutzer upozornil na analógiu Riesu s meteoritovým kráterom v Arizone, ale aj napriek tomu sa myšlienke vzniku Riesu následkom dopadu mimozemského telesa nevenovala veľká pozornosť. Až v 60. rokoch 20. storočia, keď došlo k objaveniu coesitov - tektosilikátov vznikajúcich pri impaktoch, v arizonskom kráteru a tiež aj v oblasti Riesu došlo k prijatiu myšlienky, že Ries vznikol pri dopade extraterestrického telesa na povrch Zeme (Rost, 1972). Oblasť kráteru ešte aj v súčasnosti vykazuje abnormálny teplotný gradient a chemickou analýzou bolo preukázané, že suevit, hornina

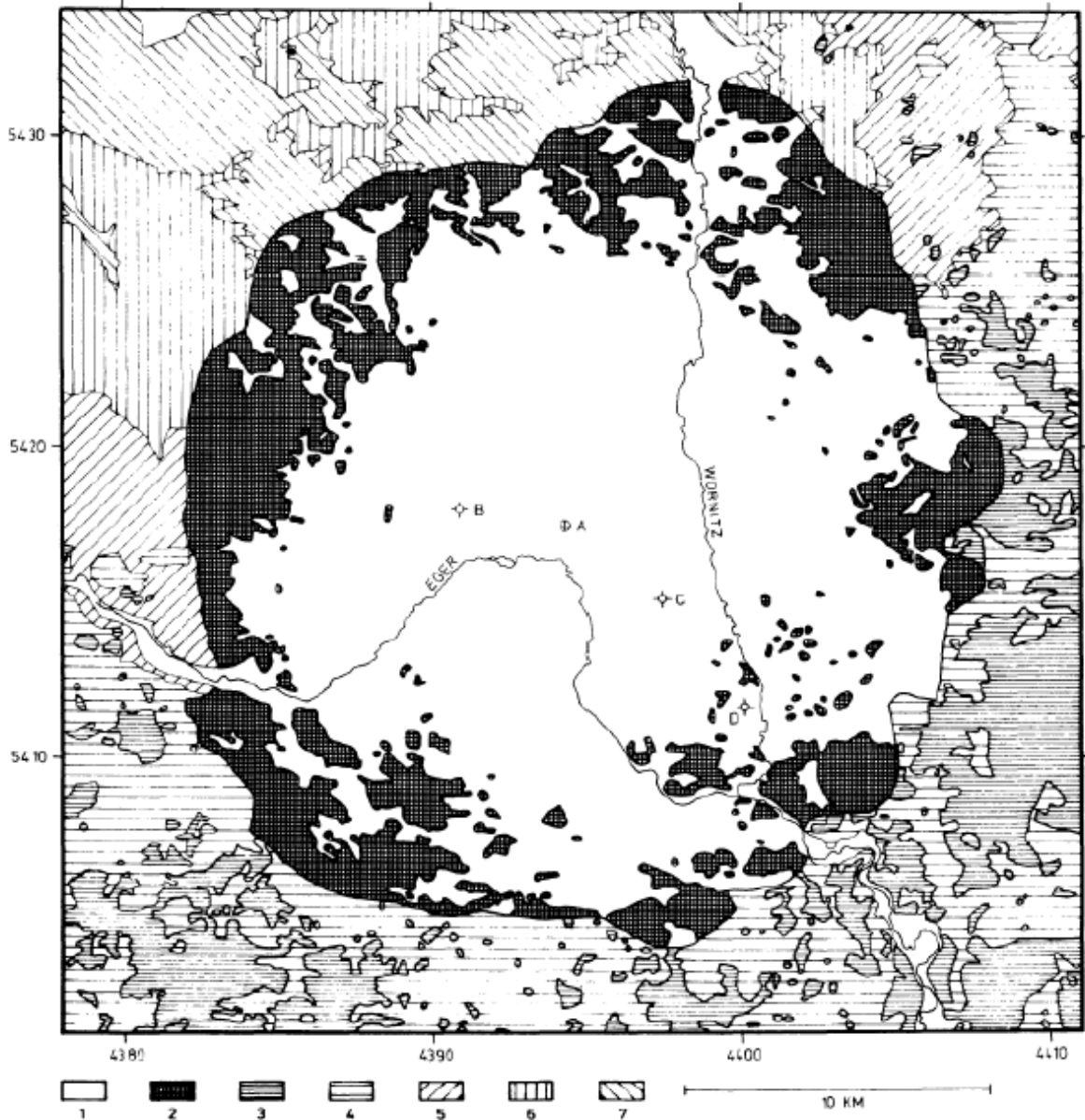
z Riesu je podobný impaktovým brekciám z iných dopadových kráterov a obsahuje tavené sklo (Vand, 2009).

Kráter Ries slúži ako dôležitý zdroj informácií pri výskume impaktných udalostí a ďalších impaktných kráterov, prevažne z dôvodu jeho veľkosti a zachovalému stavu, keďže patrí medzi najmladšie impaktné krátery. Ide o pravdepodobne najlepšie preskúmanú impaktnú oblasť na Zemi (Pohl et al., 1977). Na súčasnú podobu kráteru mala významný vplyv nielen prírodná činnosť ale vo výraznej miere aj činnosť človeka. Vo vnútri kráteru sa nachádza mesto Nordlingen a v tejto oblasti boli objavené aj zvyšky rímskej pevnosti z roku 85, čo svedčí o dlhodobom trvajúcom využívaní krajiny človekom. Historické centrum mesta Nordlingen bolo postavené zo suevitov vytváraných v okrajových valoch impaktného kráteru.

Na morfológii kráteru sa prejavujú 15 miliónov rokov trvajúce geomorfologické procesy, ktoré do výraznej miery pretvorili pôvodné prejavy impaktnej udalosti. Komplexné krátery sa vyznačujú väčšími rozmermi a je pre nich typický vznik centrálnej vyvýšeniny. V strede kráteru je možné identifikovať centrálnu panvu ohraničenú zbytkami vnútornej prstencovej štruktúry. Centrálna panva je v súčasnosti pokrytá až 300 m hrubou vrstvou jazerných sedimentov, pretože bol kráter po svojom vzniku na dlhú dobu vyplnený jazerom. Jazerné sedimenty pokryli impaktné útvary a chránili tieto štruktúry pred eróziou. Až po tektonickom zdvihy severnej časti a úklone k juhovýchodu v priebehu neskorého pliocénu až pleistocénu došlo k odstráneniu týchto sedimentov. Smerom na západ, sever a severovýchod od centrálnej časti kráteru boli eróziou spolu s jazernými sedimentmi erodované aj značné časti impaktných útvarov. Rozdiel medzi súčasnými zerodovanými zbytkami okrajových valov a dnom centrálnej panvy v súčasnosti činí asi 100-150 metrov. Priemer panvy je asi 11-12 km a je ohraničená pozostatkami prstena v podobe 8 pahorkov vystupúcich zhruba na úroveň 50 metrov nad dno panvy (Pohl et al., 1977). Zónu medzi vnútorným prstencom a morfológickým okrajom kráteru tvoria mladšie jazerné sedimenty alebo pahorkovitý reliéf a je označovaná ako zóna megablokov. Pahorky v tejto oblasti sú premiestnené megabloky veľkosti až 1 km (Pohl et al., 1977). V zóne do 45 km od stredu kráteru sa nachádza relatívne spojitý pokryv premiestnených sedimentov, hlavne na východe a juhovýchode od kráteru. Na juhu a juhozápade je tento pokryv menej spojitý a pahorkovitý, na východe a severovýchode sa nachádzajú len izolované zbytky vyvrženín. Za severozápadnou tektonickou hranicou sa nenachádzajú žiadne premiestnené masy hornín a končí sa aj výskyt megablokov (Pohl et al., 1977). Posledné

typy hornín, ktoré súvisia s impaktnou udalosťou sú vzdialené vyvrženy, medzi ktoré patria aj vltaviny. Obrázok č. 9 zobrazuje geologickú mapu oblasti krátera Ries.

Obr. 9: Geologická mapa oblasti krátera Ries



Geologická mapa Rieského krátera: 1- post-impaktné sedimenty, 2- zóna megablokov, 3- spojité Vorrieské sedimenty, súvrstvie predrieských sedimentov z obdobia: 4- malm, 5- dogger, 6- liass, 7- keuper.

Zdroj: Pohl et al. 1977

Pred impaktnou udalosťou bola dnešná oblasť krátera Ries tvorená horizontálnymi pokryvmi vrstiev terciérnych, jurských a triaských sedimentárnych hornín, vápencami, bridlicami a pieskovecami. Pod sedimentárnymi horninami sa

nachádzajú hercýnske kryštalické horniny - ruly, žuly a metabazity (Artemieva et al., 2002). V priestore oblasti Riesu je možné nájsť rozmanité horniny alebo ich brekciiovité zmesi pochádzajúce z podložných kryštalických alebo nadložných druhohorných sedimentov. Najzaujímavejšou horninou je suevit, brekciovitá hornina podobná sopečným tufom. V suevitoch sa v rôznom pomere nachádzajú uzavreniny menších či väčších úlomkov čiernehošedého kráterového skla. Ďalšie uzavreniny v suevitoch sú úlomky rúl, žul a tiež sa objavujú aj väčšie úlomky druhohorných sedimentárnych hornín. Tieto úlomky sú v suevitoch tmelené základnou jemnozrnnou hmotou mikroskopických úlomkov kryštalických hornín, čiastočiek skla, kalcitu, chalcedonu, montmorillonitu a ďalších. Vznik suevitu je spojený so spevnením rozmanitých rozdrtených hornín v priestore kráteru, jeho farba je šedá až žltavá (Rost, 1972). Nesúvislé výskyty suevitu sa v súčasnosti objavujú aj vo vlastnom priestore kráteru, ale v najväčšom množstve sa vyskytuje mimo kráter, hlavne smerom na juh od kráteru až do vzdialenosti 8 km. Celkový objem suevitu sa odhaduje na 7 km³ (Rost, 1972). V suevitoch je nepredvídateľne rozptýlené čiernehošedé pórovité sklo v podobe nepravidelných, hranatých úlomkov. Vzácne sa vykytuje aj sklo v tvare koláčov, ktoré dokazuje let atmosférou. V premených horninách podložného kryštalika ako aj v sklách v suevitoch bol zistený výskyt oboch vysokotlakých modifikácií oxidu kremičitého – coesit a stišovit. Sklo obsahuje aj mikroskopické kovové guľičky niklového železa, tzv. kamacitu, nepatrných rozmerov pochádzajúce z železného meteoritu (Rost, 1972). Z chemického hľadiska sú suevity horniny najpodobnejšie tektitom. Suevity boli vystavené obrovskej sile dopadu telesa, ale neboli už vystavené tak vysokým teplotám ako tektity. Pri zanedbaní veľkého nadbytku SiO₂ u vltavínov, tak sa ich analýzy prakticky zhodujú so suevitmi (Vand, 2009). Nadbytok kremeňa u tektitov je možné vysvetliť procesmi frakcionácie. Granit z podlažia Riesu bol pri explózii rozdrtený na prášok, kremeň so svojou vyššou pevnosťou než biotit a živec prekonal náraz vo forme väčších zŕn, ďalšie diferenciálne ohriatie jednotlivých zŕn môže vypariť tmavé zrná biotitu a amfibolu a zanechať prednostne priehľadné zrná, ako zrná kremeňa (Vand, 2009).

Samotný kráter patrí medzi komplexné krátery, objavujú sa u neho stredové pahorky a terasovité usporiadanie okrajových valov kráteru, pričom tieto terasy nie sú v súčasnom reliéfe patrné v dôsledku uloženia 300 metrov hrubej vrstvy jazerných sedimentov. Pôvodný kráter, ktorý vznikol hneď po dopade telesa mal priemer 12-16 kilometrov, už behom fázy modifikácie spojenej s návratom okolia dopadu do

rovnovážneho stavu, však prešiel významnými morfológickými zmenami. Došlo k rúteniu okrajových valov, čo malo za následok rozšírenie priemeru krátera na súčasných 22-26 kilometrov a zároveň došlo k zníženiu hĺbky krátera na 750-1000 metrov. V súčasnosti sa povrch akumulácií v kráteri nachádza 100-150 metrov pod úrovňou zerodovaných okrajových valov. Dopad telesa a vyhlbenie krátera narušilo v mieste dopadu dosavadnú hydrologickú sieť a impaktný kráter bol po svojom vzniku bezodtoký, ale v relatívne krátkej dobe došlo k jeho vyplneniu vodou a vytvoreniu jazera. Jazerné sedimenty sa ukladali v priebehu nasledujúcich 2 miliónov rokov a zakonzervovali časť impaktých štruktúr vo vnútri krátera pred eróziou a denudáciou. Najspodnejšiu vrstvu sedimentov z obdobia miocénu tvoria hrubozrnné úlomky aluviálnych kužeľov, ktoré postupne prechádzajú do jemnozrnných ílov a sedimentov stáleho jazera, bohatých na fosílie. Ďalšou vrstvou je 145 metrov hrubá vrstva laminitov, ktoré sa ukladali v eutrofných, často alkalických a salinných podmienkach stáleho jazera v jeho spodných vrstvách. Nasledujú sedimenty šedých až nazelenalých slietov o hrúbke 59 metrov, na ktorých sú následne uložené 52 metrov hrubé vrstvy tmavošedých ílov bohaté na organické látky, pochádzajúce z nesalinného veľmi plytkého jazera. Na základe týchto vrstiev sedimentov je možné identifikovať paleogeografický vývoj jazera s postupným prechodom od eutrofného slaného jazera až k oligotrofnému sladkovodnému jazeru. Na konci miocénu bola celá pavna krátera vyplnená jazernými sedimentmi, z ktorých časť bola v období pleistocénu oderodovaná. V období kvartéru sa vytvorila v oblasti krátera ešte vrstva spraší (Arp, 2006).

Pre popis Rieských impaktných útvarov sú dôležité horniny premiestnené dopadom impaktoru. Na základe petrografického zloženia a veľkosti zrn je možné Rieske alochtónne horniny rozdeliť na 6 hlavných skupín a to: megabloky, pestré brekcie, kryštalické brekcie, žilné brekcie, suevity a impaktné taveniny (Pohl et al., 1977). Ako megabloky sú označované transformované fragmenty všetkých stratigrafických jednotiek, ktorých priemer je väčší ako 25 metrov, ich veľkosť klesá so vzdialenosťou od stredu krátera. Najčastejšie sú zložené z jurských pieskovcov. Tieto útvary sa nachádzajú prevažne v zóne megablokov, ale objavujú sa aj v priestore vnútorného krátera i za vonkajšou hranicou megablokovej zóny. Pestré brekcie sú polymiktné brekcie klastického materiálu, veľkosť jednotlivých klastov sa pohybuje od niekoľkých mikrometrov a tvoria ich úlomky kryštalických hornín rôznych fáz šokovej metamorfózy. Pestré brekcie sa objavujú len ako malé izolované bloky. Podobné pestrým brekciám sú žilné brekcie, objavujú sa však ako žily pretínajúce premiestnené

megabloky. Suevity sú tiež polymiktné brekcie klastického materiálu, obsahujú horniny kryštalického podložia všetkých fáz šokovej metamorfózy. Od ostatných alochtónnych hornín oblasti Riesu sa však odlišujú obsahom skelných uzavrenín. Suevity oblasti je možné rozdeliť do troch kategórií, „fallout“ suevity, kráterové a žilné. „Fallout“ suevity boli vymrštené mimo vnútorný kráter a boli uložené ako posledné na vrstvy pestrých brekcií a megablokov v priemerne 12 metrov hrubej vrstve. Vrstva kráterových suevitov dosahuje mocnosť až 400 metrov. Pri impakte boli vyvrhnuté do vzduchu a dopadli naspäť do vnútorného kráteru, kde sú dnes uložené pod vrstvami jazerných sedimentov. Žilné suevity vyplňujú trhliny v kryštalickom podloží alebo v megablokoch na povrchu. Impaktné taveniny sa v oblasti vyskytujú buď ako uzavreniny v suevitoch alebo ako samostatné telesá natavených hornín. Samostatné telesá impaktom natavených hornín boli objavené len v dvoch oblastiach v zóne megablokov vo vnútri od tektonického okraja kráteru. Okrem týchto typov hornín, ktorých vznik súvisí s impaktnou udalosťou, identifikujeme ešte vzdialené vyvrženiny, medzi ktoré patria reuterské bloky, bentonity a vltavíny (Pohl et al., 1977). Reuterské bloky sú asi 20 cm veľké úlomky vápencov nájdené na juhu od kráteru asi vo vzdialenosti 70 km. Bentonity sú jemné skelné častice podobné tufom rekryštalizované do montmorillonitu. Dopadové polia vltavínov sa nachádzajú vo vzdialenosti 200- 490 km od centra kráteru.

3.2. Impaktná udalosť Ries

Kráter Ries spolu s menším kráterom Stenheim vznikol po dopade binárneho asteroidu. Vzhľadom k umiestneniu kráterov, dopad asteroidu pravdepodobne smeroval od západo-juhozápadu k východo-severovýchodu pod uhlom 30° k povrchu Zeme a pri rýchlosti $20 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ (Artemieva et al., 2002). Výskyty sústavy dvoch telies, kde je jeden asteroid doprevádzaný druhým, niekoľkonásobne menším telesom potvrdzujú astronomické pozorovania. Veľkosť väčšieho telesa u Rieskej udalosti sa podľa rôznych autorov pohybovala v rozmedzí 500-1500 metrov. Dopad asteroidu porušil zemskú kôru systémom praslín a zlomov až do hĺbky 10 km. Veľkosť impaktnej štruktúry je priamo závislá na gravitačnej sile a tým pádom na hmotnosti telesa. Pri impakte bolo vymrštených a premiestnených $50\text{-}100 \text{ km}^3$ hornín. Značná časť horninového materiálu bola roztavená a časť sa premenila na plyny. Pri výbuchu bola vyparená voda a horninová drť a prach boli vymrštené vysoko do atmosféry, pravdepodobne do stratosféry, do výšky 50 km (Rost, 1972). Impaktná udalosť prebieha v niekoľkých

fázach. Hlavnými fázami sú vlastný dopad, vyhlbenie krátera a následná premena štruktúry. Prvou fázou impaktu je kontakt a kompresia. Extrémnym stlačením a zahriatím vzduchu medzi dopadajúcim telesom a zemským povrchom dochádza k taveniu hornín pod impaktorom. Povrchové horniny sú vymrštené vo forme malých intenzívne zahriatych teliesok. Pri kontakte dopadajúceho telesa s povrchom Zeme vznikli premenou kinetickej energie dve rázové vlny. Rázová vlna smerujúca do vrstvy sedimentárnych hornín spôsobila dezintegráciu a metamorfózu sedimentov, pri tlakovej deformácii došlo na zmenšenie objemu hornín o 75%. Po úplnom odparení meteoritu nastáva ďalšia fáza – vyhlbenie krátera, spôsobené zoslabením šokovej vlny a dekompresiou. Materiál vyvrhnutý počas tejto fázy vyformoval kužeľovitý pokryv vyvrženín v okolí oblasti. Pôvodne najvyššie umiestnené sedimenty tvoria najspodnejšiu vrstvu tohto pokryvu, sedimenty sa premiešali s úlomkami hornín z podložia vytvorili tak pestré brekcie. Nakoniec došlo k uloženiu kryštalických hornín podložia na pestré brekcie a vznikla tak vrstva suevitov. Pri tretej fáze dochádza k modifikácii, oblasť dopadu a jej hmota sa postupne stabilizuje do stavu rovnováhy. Pri tejto fáze sa stlačené horniny pod stredom krátera následne vzdajú a vytvoria tak vnútorný prstenec krátera.

Energiu uvoľnenú pri impaktnej udalosti je možné odhadnúť na základe hmotnosti hornín premiestnených po dopade. Tieto premiestnené horniny v našom prípade zahŕňujú hlavne deficit horninového materiálu pod hodnotou 400 m n.m. K deficitu sa pripočítava hmotnosť hornín jazerných sedimentov, „fallback“ suevitov a vyvrhnutý horninový materiál uložený v nadmorskej výške nad 400 m. Celková hmotnosť premiestnených hornín sa odhaduje na $(308-333) \cdot 10^3$ Mt a na základe toho je celková kinetická energia dopadajúceho telesa odhadovaná na $10^{19}-10^{20}$ J (Pohl et al., 1977). Odhady celkového objemu hornín, ktoré boli po impakte vyvrhnuté sú len hrubé a poskytujú len základnú predstavu o minimálnych a maximálnych možných hodnotách množstva horninového materiálu.

Zrážka extraterestrického telesa s povrchom Zeme takýchto rozmerov spôsobí rozsiahle zmeny prostredia v oblasti dopadu. Impaktná udalosť spôsobí prínos obrovského množstva tepelnej energie do oblasti dopadu. Tepelná energia je uložená v impaktnej štruktúre a vyrovnávanie tepelných rozdielov s okolím trvá aj niekoľko stoviek rokov. Táto energia môže byť aj zdrojom hydrotermálnych aktivít v mieste dopadu telesa. V oblasti krátera Ries došlo v okruhu najmenej 10 km od krátera k taveniu hornín v podloží až do hĺbky 5 km, premiestneniu obrovského objemu hornín,

k zemetraseniam a vypáleniu vegetácie v okruhu 200 km od kráteru (Böhme, et al., 2002).

Vltavíny vznikli v prvej fáze impaktu. Pri nej došlo k zasiahnutiu regolitu a sedimentárneho pokryvu šokovou vlnou. Zloženie vltavínov sa blíži k zmesi pieskov a ílov a siderofilné prvky sú v nich obsiahnuté len v stopových množstvách bežných pre horniny zemskej kôry, pretože pravdepodobne nedošlo ku kontaktu so samotným meteoritom. Rozdiely v chemickom zložení vltavínov z rôznych lokalít svedčia o heterogenite sedimentárneho obalu v mieste impaktu. Na počiatku vzniku vltavínov bola tavenina zhlukovaná do kompaktných jazykov, menšie kusy by inak pri počiatočnom lete atmosférou zhoreli. K veľkostnej diferenciácii vltavínov a rozpadu na menšie kusy došlo až po prekonaní apexu dráhy letu vo výškach 70-150 km. O tomto procese svedčí nízky tlak plynov vo vzduchových uzavreninách vltavínovej hmoty (Rost, 1972). Druhým vstupom už čiastočne stuhnutej hmoty do hustších vrstiev atmosféry sa vltavíny formujú do zložitejších tvarov a dochádza aj k priebehu ablačných javov. Teplota vltavínov pri prelete poklesla o stovky stupňov.

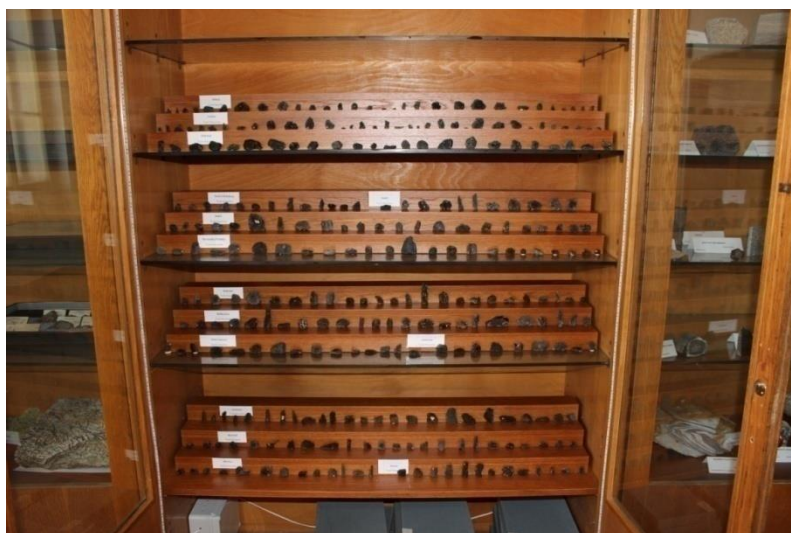
Impakty väčších telies sú na Zemi veľmi vzácnou udalosťou a vzhľadom na rýchlosť geologických procesov prebiehajúcich na povrchu Zeme, dochádza k rýchlym zmenám pôvodných impaktných morfoštruktúr. Rieská oblasť je preto dôležitým zdrojom informácií pri skúmaní ďalších impaktných kráterov. Z geochemického a štruktúrne geologického hľadiska je rieská udalosť preskúmaná podstatne podrobnejšie ako jej paleogeografické a geomorfologické dôsledky (Novotný, 2014).

4. Vltavíny v zbierke Prírodovedeckej fakulty Univerzity Karlovej

Veľká časť nájdených vltavínov je uložená v zbierkach nielen v Českej republike, ale aj v zahraničí. Príkladom je zbierka vo viedenskom Prírodovedeckom múzeu, alebo v múzeu Rieskrater v Nördlingene. Najväčšia zbierka sa však nachádza v Národnom múzeu v Prahe, obsahuje asi 20 000 vltavínov. Vystavené sú v sklenených vitrínach podľa lokalít, väčšina vzorkov však nie je verejnosti prístupná. Menšie zbierky vltavínov má Moravské múzeum v Brne, Prírodovedecká fakulta Karlovej univerzity v Prahe, Juhočeské múzeum v Českých Budějoviciach, Prírodovedecká fakulta Masarykovej univerzity v Brne a Vysoká škola chemicko-technologická v Prahe. Niekoľko kusov sa nachádza aj v lokálnom múzeu v Týne nad Vltavou a v Západosomoravskom múzeu v Třebíči. V roku 2013 bolo v Českom Krumlove otvorené jediné múzeum venované priamo vltavínom.

Zbierka prírodovedeckej fakulty Karlovej univerzity obsahuje vltavíny z juhočeskej oblasti výskytu, konkrétne sú to lokality Bukovec, Dolní Chrášťany, Dolní Svinice, Habří, Hrbov, Koroseky/Vrábče, Lhenice, Ločenice, Lužice, Milíkovice, Něchov, Nesměň a Slavče (Obr.10). Podľa týchto lokalít sú vltavíny v zbierke usporiadané. V tejto kapitole sa zaoberám morfológiou vybraných vltavínov zo zbierky Přf UK v Prahe rozdelený podľa lokalít.

Obr. 10: Vystavená časť zbierky vltavínov Přf UK (ďalšie vltavíny sú uložené v archíve Ústavu petrológie a štruktúrnej geológie)



Morfológii vltavínov sa v odborných kruhoch venovala značná pozornosť z dôvodu ich tvarovej rozmanitosti a estetickej hodnoty. Skúma sa celkový tvar vltavínov, analyzujú sa fragmenty a ich príslušnosť k celotvaru, pozornosť sa venuje tiež skulptácii povrchu. Ohromná väčšina vltavínov sa v prírode nachádza v podobe fragmentov. Celotvary – pôvodné zachovalé tvary vltavínov – sú vzácne, predstavujú necelé jedno percento počtu nálezov (Konta, 1980). Zrovnávaním veľkého počtu úlomkov s niekoľkými zachovalými celotvarmi bolo možné dôjsť k záveru, že vltavíny z väčšiny lokalít v Čechách majú najčastejšie kvapkovitý, predĺžený aj izometricky diskovitý alebo tyčinkovitý tvar s relatívne nižšími priemernými sféricitami (Konta, 1971). Z výskumov celotvarov i fragmentov z 19 nálezísk v Čechách vyplýva, že sú v porovnaní s priemernými hodnotami skúmaných vltavínov z 10 nálezísk na Morave charakteristicky menej sférické, a teda viac ploché. Tyčinkovité tvary sú vzácnejšie a vo väčšine prípadov ide o odlomené predĺžené konce kvapiek. Rovnako ako u mikrotektitov, u ktorých je zachovaný podstatne väčší počet celotvarov, je u vltavínov najčastejším tvarom rôzne plochá a rôzne predĺžená kvapka, na druhom mieste sa uplatňuje diskovitý tvar (Konta, 1980).

Na základe skulptácie povrchu je možné odhadnúť v akom prostredí bol vltavín uložený, prípadne aký typ a rozsah transportu daný kus prekonal. Morfológia povrchu vltavínov sa menila tiež sekundárne po ich vzniku a je preto závislá na prostredí, do ktorého vltavín dopadol, alebo v ktorom bol uložený najdlhšiu dobu. Zmeny povrchu vltavínov sú riadené predovšetkým pôsobením prirodzených kyslých roztokov, ktoré spôsobujú ich koróziu. V kompaktných íloch, ktoré sú veľmi málo prepustné pre tieto roztoky, sa budú nachádzať vltavíny s menej vyvinutou skulptáciou, zatiaľ čo vo vysoko prepustných štrkopieskoch majú vltavíny vyvinutú extrémne hlbokú koróziu (Konta, Bouška, 1990). Skulptácia bola u mnohých kusov po svojom vytvorení následne zotrená až úplne zničená následkom napríklad vodného alebo svahového transportu. Z tohto dôvodu majú vltavíny nájdené na poliach často len veľmi slabú skulptáciu. Lesklé vltavíny pochádzajú najčastejšie z piesčitého prostredia, matné so „zamatovým“ povrchom zasa z prostredia ílovitého.

4.1. Charakteristika vybraných vltavínov

Bukovec

Obec Bukovec sa nachádza približne 7 km južne od Českých Budějovic. Z tejto lokality obsahuje zbierka niekoľko málo desiatok kusov vltavínov. Toto nálezisko leží na vrstvách domanínskej sedimentácie z obdobia miocénu a z týchto vrstiev pochádzajú prevažne nálezy s dobre vyvinutou skulptáciou a ostrohrannými tvarmi. Tieto sedimenty sú označované ako sedimenty pádového poľa a mali by sa v nich nachádzať vltavíny, ktoré boli uložené relatívne dlhú dobu a prekonali len minimálny transport.

Vltavín s číslom označenia 807:



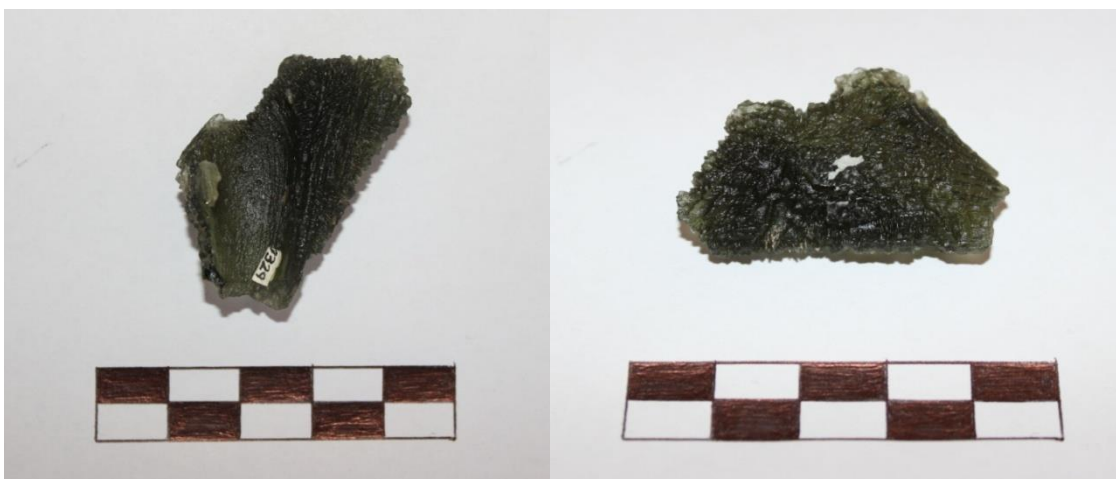
Vltavín č. ozn. 807 patrí k masívnejším kusom z oblasti Bukovec nachádzajúcim sa v zbierke prírodovedeckej fakulty UK. U konkrétneho kusu je možné vidieť, že obsahuje aj pozostatky iných hornín v niektorých trhlinách a ryhách. Tiež je vidieť zjavný rozdiel jeho povrchu po otočení na opačnú stranu. Na prvej fotografii sa na povrchu vltavínu nachádzajú jamky a širšie ryhy, zatiaľ čo na druhej strane vzorku je vidieť hlavne plytšie užšie trhlinky zanesené horninou, v ktorej bol vltavín uložený. Tento zjavný rozdiel medzi povrchom jednotlivých strán vltavínu poukazuje na dlhodobé uloženie, pri ktorom boli strany vystavené rôznym podmienkam pôsobenia prostredia.

Č. 1218:



Ďalší vybraný vltavín z oblasti je označený číslom 1218, narozdiel od prvého vybraného kusu je vidieť výrazné predĺženie tvaru. Povrch tohto vltavínu je podobný ako povrch druhej strany predošlého kusu, objavujú sa tenké, nehlboké ryhy, ostré hrany a aj u v tomto prípade je vidieť prítomnosť iných hornín. Na vltavíne nie je nikde vidieť výrazné stopy po poškodení transportom a pravdepodobne bol po dlhú dobu uložený na jednom mieste.

Č. 1329



U vltavínu č. 1329 je znova vidieť výrazný rozdiel povrchu rôznych strán po otočení. Na strane viditeľnej na druhej snímke je možné pozorovať výraznejšie ohludenie povrchu a vytvorili sa na nej jamky a priehlbiny, ktoré sa na druhej strane

kusu nevyskytujú. Rozdiel v morfológii rôznych strán jedného vzorku svedčí o uložení vltavínu relatívne dlhšiu dobu takým spôsobom, že jedna strana je vystavená iným podmienkam ako druhá. Horná strana v takýchto prípadoch býva vystavená pôsobeniu roztokov, od ktorých je dolná strana viac izolovaná.

Vltavín s označením č. 1224 má výrazne plochý tvar, zároveň je vidieť, že tento vltavín je úlomkom. Strana kde sa nachádza číselné označenie je plochou, kde došlo k roztriešteniu. Na tejto strane sa nevytvorili povrchové tvary ako na iných stranách vltavínu a teda k ulomeniu muselo dôjsť až po vytvorení týchto tvarov. Na základe stavu povrchových tvarov tento vltavín neprekonal výrazný transport.

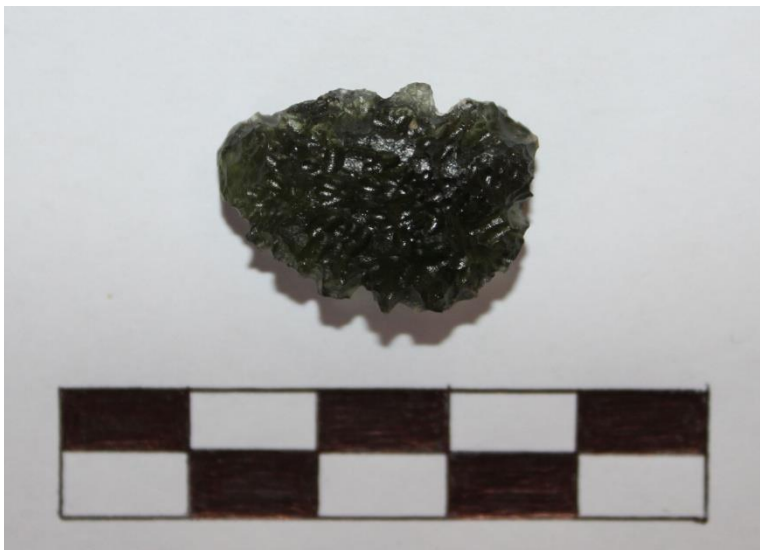
Č. 1224:



Dolní Chrášťany

Toto nálezisko sa nachádza na západnom okraji oblasti juhočeského pádového poľa v línii Třebanice-Besednice. Podložie lokality je tvorené koluviofluviálnymi piesčitými ílmi z obdobia miocénu, označované ako vrábečské vrstvy. Trnka a Houzar (2002) tieto vrstvy označujú ako vrstvy pádového poľa. Vltavíny nájdené vo fluviálnych íloch mohli podľa nich prekonať transport 1-10 km. Z oblasti Dolních Chrášťan sa v zbierke nachádza pomerne málo nálezov oproti ostatným lokalitám.

Č. 749:



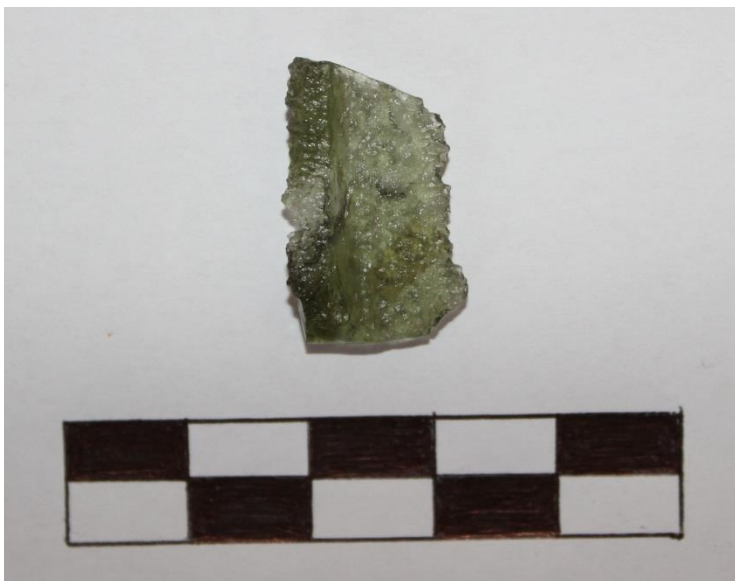
Vltavín č. 749 javí známky zaoblenia. Skulptácia sa na povrchu stále zachovala, avšak objavuje sa určitý stupeň opracovania. Tento vltavín pravdepodobne prekonal transport na menšiu vzdialenosť, čím došlo k vyhladeniu a strate ostrohrannosti.

U vltavínu č. 656 tiež pozorujeme stopy opracovania povrchu. Hrany sú zaoblené a skulptúry na povrchu nemajú ostrú formu ale nesú známky vyhladenia. Predpokladaný transport tohto vltavínu asi neprekonal výrazne veľké vzdialenosti, pretože nedošlo k úplnej strate povrchových rýh, len k ich vyhladeniu.

Č. 656:



Č. 1159:

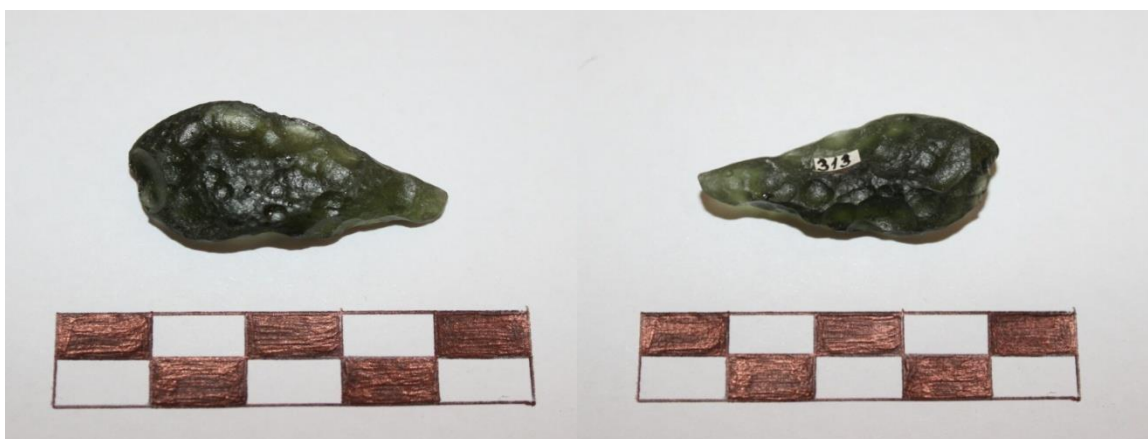


Vltavín s číslom označenia 1159 je plochý a veľmi tenký. Podľa intenzity farby je možné na obrázku rozpoznať miesta kde je najtenší. Povrch má vyhladený a zaoblený a tiež je úlomkom, z pohľadu na fotografiu na hornej aj dolnej hrane došlo k zlomeniu.

Dolní Svince

Lokalita Dolní Svince sa tiež nachádza na západnom okraji juhočeskej oblasti nálezov vltavínov, v južnej časti okrajovej línie priamo na juh od Českých Budějovic. Z oblasti Dolní Svince sa v zbierke nachádza len približne 20 kusov vltavínov.

Č. 313:



Č. 243:



Vltavíny z oblasti Dolní Svince označené čísly 313, 243 a 219 vykazujú výrazné známky transportu. Každý z nich má iný pôvodný tvar, kvapkovitý, tyčinkovitý alebo oválny. Na všetkých troch sa objavujú podobné tvary v podobe širokých nie veľmi hlbokých jamiek a priehlbín. Tento typ opracovania je najvýraznejší v prípade vltavínu číslo 313, kde je viditeľný vysoký stupeň opracovania a zaoblenia hrán. Vltavín č. 243 má takto opracovaný povrch zreteľný hlavne na jednej z jeho strán, tiež je viditeľné zaoblenie hrán. Na druhej strane sa ešte čiastočne zachovali pôvodné povrchové tvary v podobe pozdĺžne orientovaných rýh. Nálezy z oblasti Dolné Svince patria k tým, z juhočeskej oblasti, ktoré prekonali transport na pomerne najväčšie vzdialenosti.

Č. 219:



Habří

Habří sa nachádza asi 11 km na západ od Českých Budějovic. Zbierka obsahuje niekoľko desiatok kusov vltavínov z tejto lokality. V okolí Habří nájdeme prevažne vrábečské vrstvy, teda sú to hlavne koluviofluviálne sedimenty z obdobia miocénu.

Č. 212:



Č. 106



Č. 104:



Vltavín bez označenia:



V lokalite Habří sa vyskytujú vltavíny rôznych tvarov, od oválnych s veľkou sféricitou po predĺžené ploché kusy. Na vybraných vltavínoch z oblasti, hlavne v prípade väčších dvoch je vidieť pozostatky cudzorodých hornín. Posledný z vybraných vltavínov som do výberu zaradila aj napriek tomu, že nebolo možné dohľadať jeho číslo označenia a to z dôvodu jeho výnimočnej veľkosti. Je najväčším

vltavínom nachádzajúcim sa v zbierke. Na všetkých vybraných kusoch sa objavuje veľmi podobná forma skulptácie. U vltavínov z lokality Habří je možné si všimnúť, že sú pomerne matné oproti vltavínom z niektorých ďalších lokalít. Matný povrch vltavínov je spájaný s ich uložením v sedimentoch s vysokým obsahom ílu. Tieto vybrané vltavíny pravdepodobne neprekonali výrazný transport a boli uložené v ílovitých sedimentoch.

Hrbov

Hrbov patrí k najzápadnejším lokalitám s výskytom vltavínov v juhočeskej oblasti, nachádza sa na západnom okraji Českoudějovickej panvy mierne na sever od Českých Budějovic.

Č. 1195:

Č. 1184:



Vltavín označený ako 1195 má veľmi pekne vyvinutú skulptáciu povrchu a zložitý tvar. Nie je na ňom vidieť známky opracovania ani vyhladenie povrchu pôsobením transportu. Ďalší kus z oblasti Hrbov s číslom 1184 má tiež pomerne zložitý povrch s ryhami čiastočne orientovanými v jednom smere. Tiež je vidieť, že tento vltavín bol poškodený odlomením z oboch strán a plochy lomu sú hladké a lesklé, takže k rozlomeniu nemohlo dôjsť v dávnej minulosti. Aj na vltavínoch s číslami 1183 a 1657 je vidieť relatívne čerstvý lom. U týchto kusov sa objavuje mierne odlišný typ povrchu v podobe nehlbokých jamiek, ktorých vznik je spájaný s pôsobením vody a tieto dva kusy pravdepodobne prekonali dlhší transport ako predošlé dva vltavíny.

Č. 1183, 1657

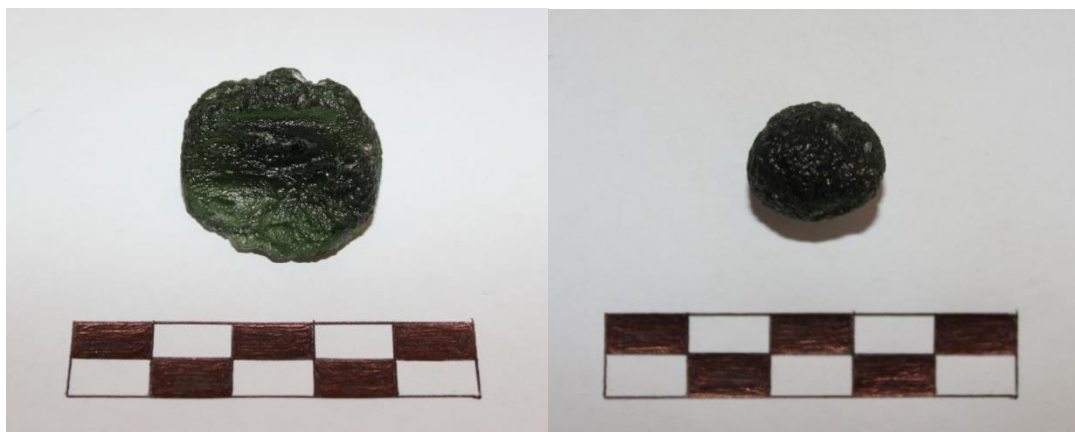


Koroseky/Vrábče

Vrábče a jedna z častí obce Vrábče – Koroseky, sa nachádzajú asi 8 km juhozápadne od Českých Budějovic. V podloží tejto oblasti sa nachádzajú miocénne sedimenty, hlavne koluviofluviálne piesčité íly alebo fluviálne štrkopiesky. Väčšina vltavínov v zbierke z tejto oblasti bola nájdená v štrkovitých pieskoch svetlo okrovej farby (Konta, 1980).

Č. 1486:

Č. 978:



V oblasti Koroseky/Vrábče sa opäť objavujú vltavíny rôznych tvarov od guľatých, oválnych až po ploché. Vltavíny číslo 1486, 978 a 194 majú zaoblené hrany, vltavín číslo 1478 sa od nich odlišuje a má pomerne nezaoblený povrch s ostrými výčnelkami. Vltavíny z oblasti majú lesklý povrch, čo býva spojené s vltavínmi uloženými v štrkopieskoch s dobrou priepustnosťou pre vodu. Povrchové tvary naznačujú, že k istému transportu došlo, ale transport do pomerne značnejších vzdialeností nie je

pravdepodobný, keďže sa tu neobjavujú výrazne zaoblené široké jamky a priehlbiny.

Č. 194:



Č. 1478



Lhenice

Lhenice sa nachádzajú na línii západne ohraničujúcej juhočeskú pádovú oblasť a lokalita patrí k najzápadnejším oblastiam s nálezmi vltavínov v južných Čechách. Nálezy z Lheníc v zbierke dosahujú priemerne väčšie veľkosti v pomere s ostatnými kusmi v zbierke. V okolí Lheníc sa vyskytujú prevažne korosecké štrkopiesky a štrky a piesky ledenického súvrstvia (Trnka, Houzar, 2002).

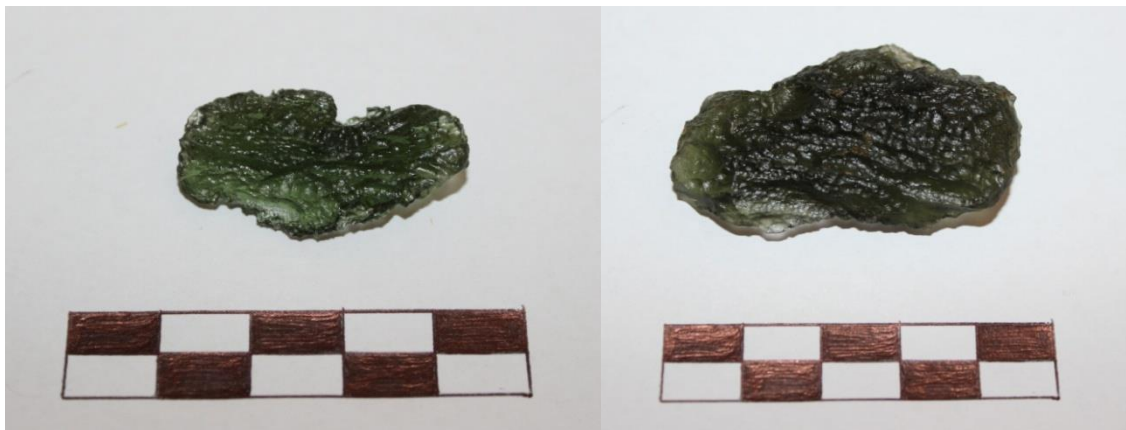
Vltavín č. 16 je jedným z najväčších v zbierke. Jeho povrch je zložitý s bohatou skulptáciou, pričom je opäť viditeľný rozdiel medzi jeho stranami. Strana viditeľná na prvom obrázku má rozsiahlejšie zbrázdenie povrchu s hlbšími a širšími priehlbunami, zatiaľ čo na druhej strane sa nachádza veľké množstvo plytších jamiek. Prvá strana je pravdepodobne hornou stranou, vystavenou väčšiemu pôsobeniu vody pri uložení vltavínu v sedimente.

Č. 16



Č. 121

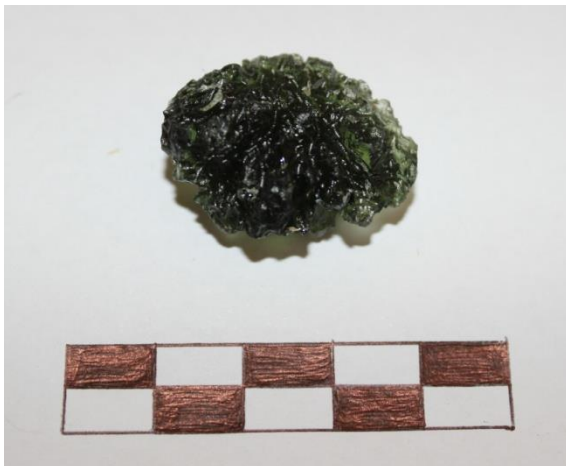
Č. 137



Vltavíny číslo 121 a 137 majú povrch vytvarovaný veľmi podobne. Sú relatívne ploché a smerom k okrajom sa výrazne stenčujú. Stenčovanie k okrajom je vidieť aj na zmene farby od tmavej zelenej v strede k svetlejším odtieňom zelenej na okrajoch. Sú pomerne lesklé a objavujú sa na nich typické okrúhle jamky spojené s miernym vyhladením pôvodného skulptovaného povrchu.

Ďalšie dva kusy z oblasti s číslom 680 a 563 majú guľovitý tvar a pomerne výrazne ostré výčnelky. Tieto dva vltavíny nemajú príliš vyhladený povrch a pravdepodobne u nich nedošlo k výraznému transportu. Sú lesklé, čo poukazuje na ich uloženie v sedimentoch s obsahom štrkov a pieskov s dobrou priepustnosťou pre vodu.

Č. 680



Č. 563



Ločenice

Lokalita Ločenice leží od predošlých nálezísk ďalej na východ a je jednou z najjužnejších lokalít výskytu vltavínov juhočeskej oblasti. Podložie oblasti Ločenice je tvorené koroseckými štrkopieskami fluviálneho pôvodu a štrkopieskami ledenického súvrstvia. Sedimenty oblasti sú miocénneho až pliocénneho veku. Zbierka obsahuje najväčší počet kusov práve z oblasti Ločenice, v porovnaní s ostatnými lokalitami je počet kusov z tejto oblasti 2-3 násobný. Z môjho subjektívneho pohľadu sú vltavíny z oblasti esteticky najzaujímavejšie. Z lokality Ločenice sa v zbierke nachádzajú vltavíny rôznych tvarov veľkostí i povrchových tvarov.

Č. 3



Č. 12



Prvé dva kusy z Ločeníc s označením 3 a 12 majú kvapkovitý tvar a sú bohato skulptované. Rozdiel medzi nimi je hlavne vo farbe. Oba kusy majú povrch neporušený transportom a lesk povrchu napovedá, že sediment uloženia mal štrkovitý charakter. Na ďalších dvoch vybraných kusom s číslom 166 a 905 je možné jasne poukázať na

výrazné rozdiely medzi jednotlivými vltavínmi, ktoré boli v oblasti nájdené. Nálezy v oblasti sa pohybujú od kusov so zložitým povrchom s bohatou skulptáciou a leskom až po kusy matné a s výrazne opracovaným vyhladeným povrchom narušeným značným transportom. Vltavín č. 166 je plochý, oválny s relatívne ostrými hranami. Na jeho povrchu je viditeľná zložitá skulptácia, ktorú nenarušil dlhší transport. Narozdiel od č. 166 je vltavín č. 905 vyhladený, obrúsený, matný a na jeho povrchu sa objavujú len široké okrúhle priehlbiny, ktoré typicky vznikajú na vltavínoch v priebehu dlhého transportu.

Č. 166:



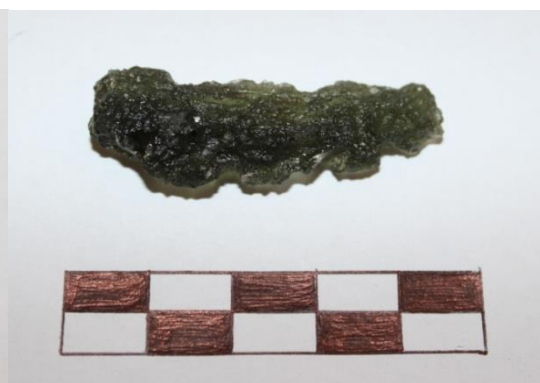
Č. 905:



Č. 1024:



Č. 1076:



Posledné dva vybrané kusy sa vzájomne odlišujú svojím tvarom. Prvý z nich, č. 1024, je oválny s hladkými hranami. Jeho skulptácie pôsobia dojemom jemného zahladenia, aj keď toto zahladenie ani zďaleka nedosahuje stupňa ako u vltavínu č. 905.

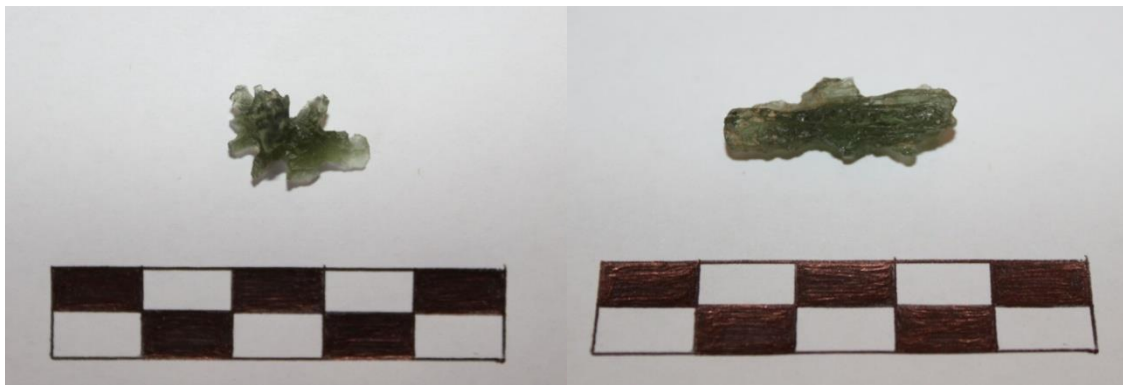
Vltavín číslo 1076 má naopak vyčnievajúce okraje výrazne vykrojené. Povrch je tiež skulptovaný.

Lužice

Oblasť Lužice patrí k západným lokalitám nálezov, nachádza sa v blízkosti oblastí Lhenice a Dolní Chrášťany. Nálezy z oblasti sú prevažne relatívne malé kusy a úlomky. Toto nálezisko patrí k menším a boli v ňom objavené hlavne vltavíny so zotretou skulptáciou.

Č. 1739:

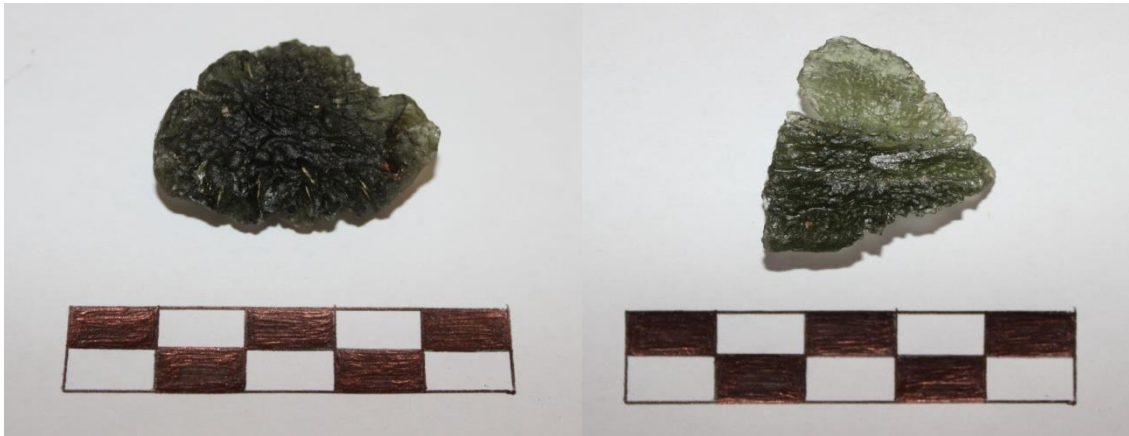
Č. 1733



Kusy 1733 a 1739 sú malé úlomky svetlozelenej farby s výraznými ostrými výčnelkami. Vltavíny označené 1723 a 1725 patria k väčším a menej opracovaným nálezom z Lužice. Povrch majú hlavne pri okrajoch zbrázdnený hlbšími tenkými ryhami, ktoré boli v niektorých častiach narúšené neskorším vytvorením plytších jamiek. Vltavín č. 1723 sa odlišuje od ostatných vybraných kusov aj svojou farbou, oproti ostatným svetlozeleným kusom má tmavšiu zelenú farbu s prímiesou hnedých odtieňov.

Č. 1723:

Č. 1725:

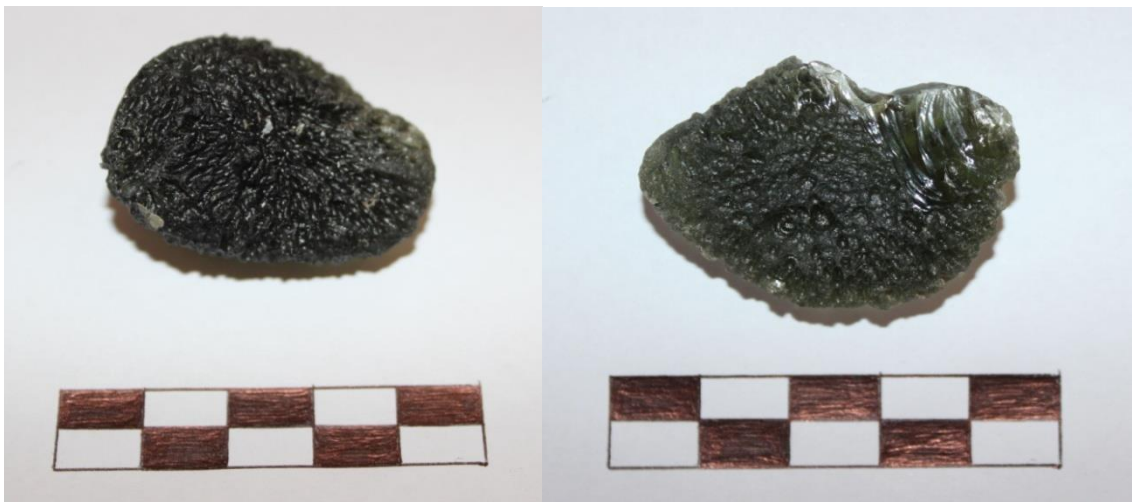


Milíkovice

Jedna z južných lokalít spolu s oblasťou Bukovec a Ločenice. Nálezy sa väčšinou objavili na poliach v okolí obce. Kusy z Milíkovíc nachádzajúce sa v zbierke majú najčastejšie oválny alebo tyčinkovitý tvar.

Č. 1290:

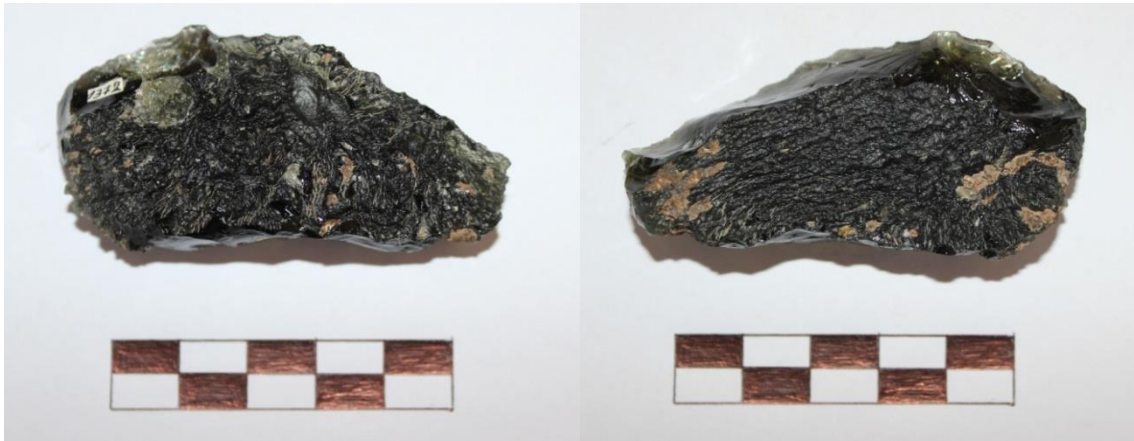
Č. 1394:



Vltavín číslo 1290 má tmavozelenú farbu, oválny tvar a povrch bohato zbrázdnený skulptáciami. Morfológia povrchu nenesie stopy po opracovaní transportom. Naopak na kuse označenom 1394 je vidieť určité vyhladenie povrchu. Povrch je matnejší a objavujú sa na ňom hlavne okrúhle jamky. Na pravej strane je kus vltavínu odštiepený a je vidieť typický povrch lastúrnateho lomu. Vltavín s označením číslo 1372 patrí k veľkým kusom zbierky. Po oboch stranách má viditeľné plochy lomu, takže je možné predpokladať, že pred rozštiepením bola jeho veľkosť výrazne väčšia. Na povrchu má

vyvinutú nehlbokú skulptáciu a je vidieť na povrchu aj pozostatky cudzorodého materiálu, v ktorom bol vltavín uložený.

Č. 1372:

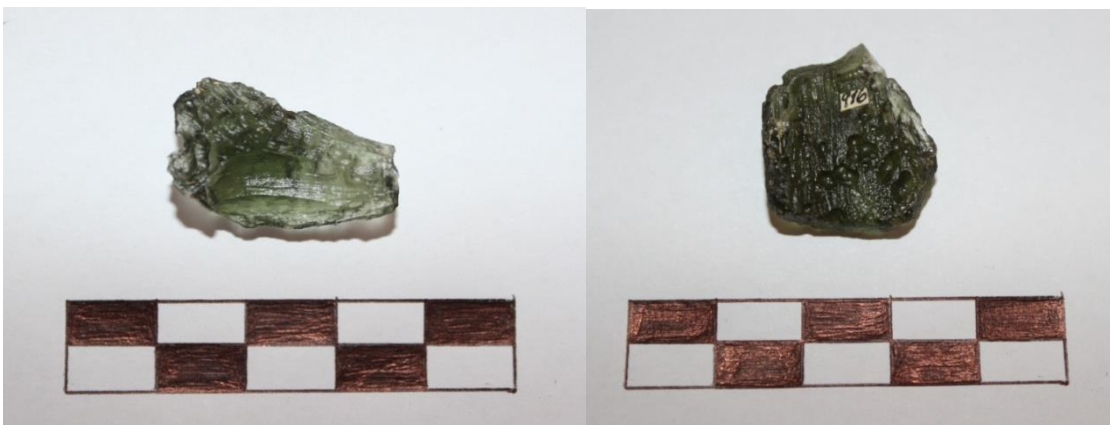


Něchov

Něchov tiež patrí k najjužnejším náleziskám spolu s lokalitami ako sú Ločenice, Slavče, Besednice. Vltavíny v oblasti sa vyskytujú v miocénnych sedimentoch piesčito-štrkovitého charakteru. Aj keď sa v lokalite Něchov vyskytujú vltavíny pomerne hojne, v zbierke sa nenachádza veľký počet vltavínov z tejto oblasti.

Č. 157:

Č. 916:



Nálezy v okolí obce Něchov sa väčšinou nachádzajú na poliach. Vltavín číslo 157 je relatívne tenký opracovaný kus veľmi svetlej, hlavne v najtenších častiach, zelenej farby. Kus s označením číslo 916 má pomerne jemne zbrázdnený až ohladený povrch s výnimkou niekoľkých relatívne hlbokých jamiek. Oba kusy majú povrch poznačený

transportom. Na vltavíne číslo 95 je opäť možné pozorovať rôzne opracovaný povrch na opačných stranách. Na prvom obrázku je vidieť plochú stranu s výraznými priehlbinami na povrchu, zatiaľ čo opačná strana tohto kusu je zaoblená a žiadne hlbšie povrchové tvary sa na tejto strane neobjavujú. Strana je posiatá množstvom nie príliš hlbokých jamiek drobných rozmerov. Tento vltavín musel byť po dlhšiu dobu uložený takým spôsobom, že voda a roztoky pôsobili prevažne na jeho plochú stranu a oblá časť vltavínu bola pred korozívnymi procesmi viac chránená.

Č. 95:

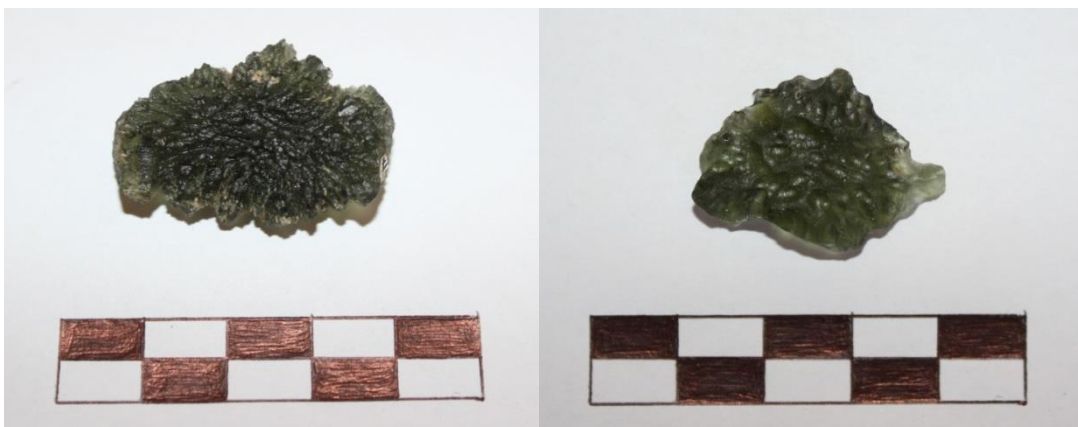


Nesměň

Nálezisko Nesměň leží neďaleko Něchova i oblasti Ločenice asi 18 kilometrov od Českých Budějovic. Na poliach a v lese v okolí obce bolo nájdené veľké množstvo kusov. Aj v tejto oblasti sa nachádzajú hlavne miocénne korosecké štrkopiesky. V západnej časti tejto lokality sa nachádza pieskovňa, kde sa uskutočňuje aj komerčná ťažba vltavínov.

Č. 71:

Č. 847:



Prvým vybraným vltavínom oblasti Nesměň je kus číslo 7. Je to bohato skultovaný ostrohranný vltavín bez zjavných známok opracovania transportom. Narozdiel od vltavínu číslo 71 má ďalší vybraný vltavín, označený číslom 847, výrazne opracovaný povrch a viac zaoblené hrany. V tomto prípade je skulptácia zotrená a je vidieť, že tento kus bol transportovaný.

Vltavín bez čísla označenia:



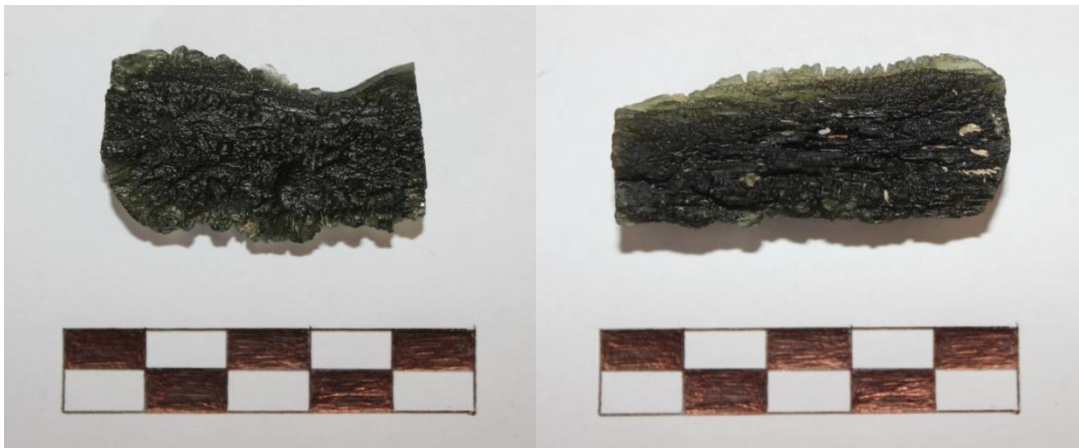
K ďalšiemu vybranému vltavínu z lokality Nesměň nebolo možné dohľadať číslo označenia. Vltavín je veľmi pekný, kvapkovitého tvaru s dobre skultovaným povrchom. Vzhľadom na to, že skulptácia nie je zotrená, pravdepodobne nedošlo k významnému transportu tohto kusu.

Slavče

Najvýchodnejšia lokalita, z ktorej zbierka obsahuje nálezy vltavínov leží asi 6 km južne od Trhových Svinů. Je to jedna z najznámejších lokalít vltavínov, ktorá bola značne postihnutá nelegálnou ťažbou a bola mnohokrát prekopaná, takže v súčasnosti už je nález väčšieho vltavínu v tejto lokalite veľmi málo pravdepodobný. Lokalita Slavče taktiež leží na miocénnych štrkoch a pieskoch. Zbierka obsahuje z tejto oblasti pomerne málo kusov.

Č. 653:

Č. 890:



Vybrané vltavíny číslo 653 a 890 majú plochý tvar, patria k relatívne väčším kusom zbierky. Ich povrch je bohato skulptovaný bez známok vyhladenia a teda patria k netransportovaným vltavínom.

4.2. Morfológické vlastnosti vybraných vltavínov

Z hľadiska morfológie sa u vltavínov berie do úvahy buď celkový tvar alebo tvary na povrchu – skulptácia povrchu. U vybraných vltavínov zo zbierky Přf UK sa budem venovať hlavne povrchovým tvarom, z ktorých je možné odvodzovať niektoré údaje o ich pôvode. Povrchové tvary vltavínov už od počiatku ich nálezov budili značnú pozornosť pre svoju výnimočnosť. Medzi jednotlivými kusmi sa objavujú značné rozdiely v skulptácii povrchu, čo je spôsobené odlišnými podmienkami pôsobiacimi na konkrétny vltavín v období vytvárania povrchových tvarov. Pre skúmanie celkového tvaru tektitov existujú metódy vyjadrujúce štatistické hodnotenie tvarov. Tvary vltavínov je možné vyjadriť pomocou parametrov, ktoré sa využívajú v petrológii sedimentárnych hornín. Pre určenie tvarových parametrov sa využíva niekoľko metód, napríklad metóda podľa Zingga, Sneed a alebo Folka (Konta, 1980). Pre rôzne typy skulptácie, prípadne rôzne typy povrchu vltavínov však doposiaľ neexistujú žiadne hodnotiace metódy ani kategorizácie. Hlavným problémom ale je nemožnosť numerických hodnotení povrchových tvarov a pri akomkoľvek rozdeľovaní by sa hlavnou mierou podieľal na zaradení konkrétneho vltavínu do kategórie subjektívny pohľad.

Rozdiely v skulptácii vyjadrujú predovšetkým to, či prekonal konkrétny kus vodný a/alebo svahový transport, za akých podmienok prebiehalo jeho zvetrávanie a po akú dlhú dobu bol uložený v povrchových útvaroch. Záleží tiež na tom, či ide o úlomok alebo celotvar. Dôležitými faktormi pri tvorbe skulptácií je aj poloha vltavínu v sedimente, hĺbka uloženia, pórozita, prípadne pukliny, ktorými roztoky lepšie prenikajú. Napríklad horná strana hlavne u vltavínov uložených v štrkopieskoch býva skulptovaná výraznejšie než strana spodná, pretože je viac vystavená pôsobeniu presakujúcich vodných roztokov. Na výslednú skulptáciu má značný vplyv aj samotný kus, záleží na usporiadaní jeho skloviny, usporiadaní bublín, lechatelieritu a na chemickom zložení vzorku (Bouška, 1992). Už pri zbežnom pohľade na skulptúru povrchu je možné odhadnúť typ sedimentu, v ktorom k utváraniu skulptácie došlo. V sedimentoch bohatých na íl sa objavujú ostré skulptúry a tieto vltavíny majú pri dopadajúcom svetle matný povrch. Typicky sa takéto vltavíny nachádzajú v lokalite Besednice, ďalšie mnohé nálezy sú aj z lokalít Nesměň, Vrábče, Bukovec i Lužice, z ktorých nálezy sa nachádzajú aj v zbierke Přf UK. Pri zväčšení takéhoto povrchu pomocou mikroskopu je možné pozorovať tzv. pyramidálnu mikroskulptúru (Obr. 11). Pôvod takejto mikroskulptúry nebol úplne vysvetlený, ale je typická pre vltavíny uložené v sedimentoch bohatých na íl (Konta, Bouška, 1990). V južných Čechách sú takéto vltavíny uložené v zelenošedých, na íl bohatých sedimentoch, s malou priepustnosťou pre vodu. Sú to najstaršie vltavínonosné sedimenty zo obdobia miocénu a vltavíny z nich nájdené prekonalí len minimálny transport. Skulptácie utvárané na vltavínoch obklopených ílovým materiálom z obdobia miocénu boli po milióny rokov leptané nesmierne pomaly, pretože drenáž vodného roztoku v íloch je neobyčajne nízka (Bouška, 1992). Vltavíny pôvodne uložené v týchto šedých piesčitých íloch s prímiesou štrku majú ostrú, hlbokú skulptáciu, sú pomerne matné a často majú na povrchu ostré výbežky.

Po tektonických výzdvihoch oblasti od prelomu miocénu-pliocénu došlo k erózii miocénnych jazerných sedimentov a najjemnejší ílový podiel bol odplavený. Hrubší klastický podiel bol v niekoľkých erózných a transportných fázach premiestnený na kratšie vzdialenosti. S týmto materiálom boli premiestnené aj vltavíny. Príkladom sú vltavíny z lokality Ločenice, u ktorých sa predpokladá len krátky transport vltavínov spolu so štrkom a pieskom uvoľneným z bazálneho šedého ílu do vzdialenosti maximálne niekoľkých desiatok metrov (Konta, Bouška 1990). Povrch nie príliš abradovaných vltavínov uložených v týchto geologicky mladších štrkoch až pieskoch je

väčšinou lesklý, s jamkovitou mikroskulptúrou (Obr. 12). Drenáž vodného roztoku u týchto vrstiev bola podstatne mohutnejšia a rýchlejšia. Podzemná voda ľahšie prenikala k povrchu vltavínov a v kyslom prostredí ho leptala. Typická je jamkovitá, oválna skulptácia, lesklý až lakový povrch a hlavné náleziská sú napríklad Ločenice, Nesmėň alebo Koroseky. Na väčšine lokalít ležia štrkopiesky v nadloží miocėnnych šedých vrstiev, bohatých na íl. V niektorých lokalitách, ako napríklad Koroseky a Vrábče, Ločenice, je možné vidieť útržky až bloky nerozplaveného podložného ílu, uzavretí v štrkopieskových vrstvách. Tieto uzavreniny nerozplaveného ílovitého materiálu svedčia o krátkom transporte v podobe ronových splachov (Konta, Bouška, 1990).

Obr. 11: Pyramidálna mikroskulptúra povrchu vltavínu pod mikroskopom



Zdroj: Konta, Bouška, 1990

Obr. 12: Jamkovitá mikroskulptúra povrchu vltavínu pod mikroskopom



Zdroj: Konta, Bouška, 1990

Na lokalitách najviac vzdialených od vltavínonosných, na íl bohatých sedimentov, sa vyskytujú silne zaoblené vltavíny väčšinou s matným povrchom. Tieto preplavené a v kvartérnych sedimentoch uložené vltavíny niekedy obsahujú zbytky starej skulptácie odrenej transportom. Nová skulptácia sa nestihla za krátke obdobie od uloženia znovu vytvoriť, a teda ich povrch je otrepený a matný. K tejto skupine výskytov patria hlavne oblasti Radomilice, Malovice a z lokalít zbierky Přf UK Dolní Svinice a čiastočne Hrbov. Obecne ale platí, že na ktorýchkoľvek lokalitách sa objavujú vltavíny rôzneho stupňa zaoblenia. Táto skutočnosť sa vysvetľuje tým, že spolu so štrkom a pieskom sedimentovali vltavíny uvoľnené z rôzne vzdialených miest, na väčšine lokalít dochádzalo k erózii na íl bohatého sedimentu opakovane.

Na vltavínoch zbierky Přf UK je vyvinutá široká škála povrchového opracovania vltavínov od takmer transportom neporušeného povrchu, s ostrou skulptáciou až po povrch výrazne ohladený dlhším vodným transportom. Na obrázku č. 13 sú príklady vltavínov s rôznym stupňom opracovania povrchu. Na ľavej strane tohto obrázku je možné vidieť vltavín s ostrými tvarmi, málo opracovaný, v strede sú vltavíny s jemným opracovaním po menšom transporte a na pravej strane je silne zahladený a opracovaný vltavín po dlhšom transporte vodným tokom. Väčšina z vybraných vltavínov podľa stavu ich povrchu prekonala istý transport na malé vzdialenosti a následne bola uložená v štrkopieskových formáciách obdobia miocénu-pliocénu. Relatívne dost' vybraných kusov pravdepodobne neprekonalo žiadny alebo takmer žiadny transport a boli uložené v tzv. sedimentoch pádového poľa bohatých na obsah ílu. V zbierke sa nachádza aj niekoľko kusov, ktoré prekonali najvýraznejší transport od miesta dopadu a boli nájdené prevažne v pliocénnych až pleistocénnych štrkopieskoch. Rozsah transportu nie je možné vyjadriť vo forme presnej číselnej vzdialenosti. Trnka a Houzar (2002) odhadujú maximálnu vzdialenosť transportu sa asi 10 km a väčšina vltavínov bola podľa nich transportovaná v rozmedzí 1-10 km. Na základe povrchu vltavínov je možné odvodiť mieru transportu, ktorú konkrétny kus prekonal, ako i typ sedimentu, ktorý sa najväčšou mierou podieľal na tvorbe týchto tvarov. Tieto fakty hrajú významnú rolu pre geomorfologický výskum oblastí s nálezom vltavínov. V tabuľke č. 3 sú vybrané vltavíny zo zbierky Přf UK priradené do troch kategórií na základe morfológie ich povrchu. U kategórie vltavínov transportovaných na malú vzdialenosť sa predpokladá vzdialenosť od pôvodného uloženia v rozmedzí prevažne niekoľkých metrov až stoviek metrov. Kategória vltavínov transportovaných na veľkú vzdialenosť zahŕňa vltavíny prenesené pravdepodobne až o niekoľko kilometrov. Na základe vltavínov v zbierke

patria lokality Bukovec a Habří k miestam nálezov netransportovaných vltavínov, Dolní Svince naopak k lokalitám s najviac opracovanými vltavínmi. Na ostatných lokalitách sa objavujú prevažne málo transportované vltavíny, aj keď sa na nich často vyskytujú aj vltavíny z oboch ďalších kategórií.

Obr. 13: Povrchové tvary vltavínov - porovnanie rôzneho stupňa opracovania povrchu (naľavo ostré tvary, málo opracovaný, v strede jemné opracovanie, napravo silné zahľadzenie a opracovanie)



Tab. 3: Kategórie vybraných vltavínov zbierky Pŕf UK

Netransportované vltavíny	Transportované na malú vzdialenosť	Transportované na veľkú vzdialenosť
807 (Bukovec)	749 (Dolní Chrášťany)	219 (Dolní Svince)
1218 (Bukovec)	656 (Dolní Chrášťany)	243 (Dolní Svince)
1224 (Bukovec)	1159 (Dolní Chrášťany)	313 (Dolní Svince)
1329 (Bukovec)	1195 (Hrbov)	1486(Koroseky/Vrábče)
212 (Habří)	1184 (Hrbov)	978 (Koroseky/Vrábče)
106 (Habří)	1183 (Hrbov)	905 (Ločenice)
104 (Habří)	1657 (Hrbov)	1024 (Ločenice)
bez označenia (Habří)	194 (Koroseky/Vrábče)	1394 (Milíkovice)
1372 (Milíkovice)	1478 (Koroseky/Vrábče)	157 (Něchov)
890 (Slavče)	16 (Lhenice)	95 (Něchov)
	121 (Lhenice)	847 (Nesměň)
	137 (Lhenice)	
	680 (Lhenice)	
	563 (Lhenice)	
	3 (Ločenice)	
	12 (Ločenice)	
	166 (Ločenice)	
	1076 (Ločenice)	
	1723 (Lužice)	
	1725 (Lužice)	
	1290 (Milíkovice)	
	916 (Něchov)	
	71 (Nesměň)	
	bez označenia (Nesměň)	
	653 (Slavče)	

5. Geomorfologické prostredie vybraných lokalít nálezov vltavínov

Od objavu vltavínov sa pozornosť pri ich skúmaní zameriavala hlavne na samotné vltavíny ako také, teda na jednotlivé kusy prírodnín s charakteristickými vonkajšími i vnútornými vlastnosťami. Hodnoteniu ich vzťahu ku geomorfologickému prostrediu, kde sa vyskytujú, sa neprisudzoval značný význam. Toto hodnotenie ale poskytuje ďalšiu možnosť pri skúmaní geomorfologického vývoja reliéfu, kde sa vltavíny nachádzajú. Nálezy vltavínov pochádzajú z miocénnych piesčitých ílov, štrko-pieskových uloženín vrchného pliocénu až pleistocénu a najmladšie z holocénnych svahových sutí a hlín a z alúvií dnešných tokov.

U vybraných vltavínov zbierky Přf UK, ktoré boli popísané a zobrazené v predošlej kapitole je možné pozorovať tri hlavné typy povrchov. Povrch málo opracovaný – vltavín pravdepodobne prekonal minimálny až žiadny transport, výraznejšie povrchové opracovanie – predpokladaný transport vltavínu na malú vzdialenosť a povrch značne opracovaný a zahladený – transport na väčšiu vzdialenosť. Lokality, z ktorých pochádzajú vybrané netransportované vltavíny, sú oblasti v okolí obcí Bukovec, Habří, Milíkovice a Slavče. Najpočetnejšia skupina vybraných vltavínov transportovaných na malú vzdialenosť, pochádzajú z nálezísk Dolní Chrášťany, Hrbov, Koroseky/Vrábče, Lhenice, Ločenice, Lužice, Milíkovice, Něchov, Nesměň a Slavče. Významne opracované vybrané vltavíny zbierky, transportované na väčšie vzdialenosti boli nájdené v lokalitách Dolní Svince, Koroseky/Vrábče, Ločenice, Milíkovice, Něchov a Nesměň.

Vltavíny v južných Čechách sa nachádzajú v oblasti vrchnokriedových a terciérnych jazerných paniev, takže po vyprázdnení jazerných vôd došlo eróznymi a denudačnými procesmi k vytvoreniu plochého reliéfu. V strednobadenských sedimentárnych formáciách, na ktoré vltavíny dopadli, neboli žiadne vltavíny nájdené. V súvrstviach pôvodnej pádovej polohy sa neobjavujú, vyskytujú sa len premiestnené v mladších vrstvách. Po páde vltavínov v období spodného sarmatu začala sedimentácia domanínskeho súvrstvia, a to je prvým sledom s výskytom vltavínov. Dnes toto súvrstvie vyplňa len lokálne depresie a Bouška (1994) tieto sedimenty označuje ako sedimenty pádového poľa. Náleziská niesú veľmi bohaté a majú malú rozlohu.

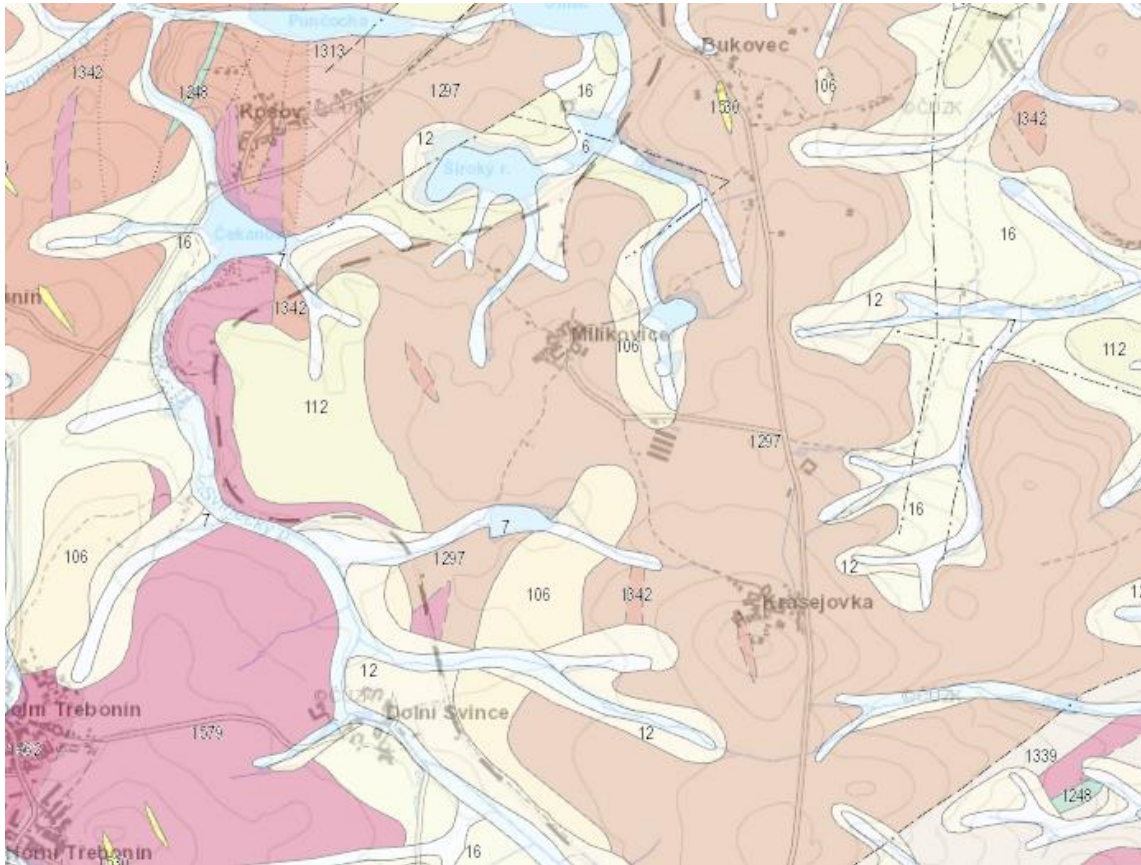
Ostrohranné tvary s dobre vyvinutou skulptáciou u týchto nálezov poukazuje na krátky transport vltavínov a dlhšiu dobu uloženia. Tieto náleziská sa nachádzajú napríklad v lokalitách Vrábče, Habří a Bukovec, z ktorých pochádzajú aj niektoré vybrané vltavíny zbierky Přf UK.

Od spodného pliocénu prebiehala plytká jazerná sedimentácia ledenického súvrstvia. V strednom a mladšom pliocéne došlo k obnoveniu tektonických pohybov v oblasti a vysoká intenzita erózie a denudácie v tomto období ledenické súvrstvie takmer úplne rozrušila. Vltavínonosné vrstvy z obdobia pliocénu tvoria fluviálne a fluvio-lakustrinné štrko-piesky a zo všetkých vrstiev s výskytom vltavínov sú najbohatšie (Bouška a kol., 1987). Oblasť výskytu týchto štrko-pieskov, z ktorých pochádzajú aj vybrané vltavíny zbierky zahŕňajú napríklad okolie obcí Koroseky, Vrábče, Milíkovice, Ločenice a Lhenice. Vybrané vltavíny z týchto oblastí spadajú do kategórie mierne opracovaných vltavínov transportovaných na menšie vzdialenosti.

Kvartérne uloženiny sú na nálezy vltavínov relatívne chudobné, tvoria ich hlavne svahové hliny starších uloženín a alúvia pozdĺž dnešných tokov. Nálezy vltavínov z týchto uloženín majú oválny tvar a značne opracovaný povrch po dlhšom transporte. Lokality s mladými vltavínovými štrkami sa nachádzajú hlavne pozdĺž riečnej siete. Špecifický reliéf južných Čiech a jeho vývoj zabezpečil absolutne najväčší počet vltavínov zo všetkých oblastí pádových polí. Dlhé obdobia tektonického pokoja v rozsiahlej oblasti jazerných paniev a len krátke vzdialenosti transportu v mierne zvlnenej krajine obdobie kvartéru zachovalo veľké množstvo vltavínov.

Vybrané vltavíny zo zbierky Přf UK zaradené do kategórie netransportovaných vltavínov (Tab. 3) pochádzajú z lokalít Bukovec, Habří, Milíkovice a Slavče. Na východ od obce Bukovec sa nachádza malé nálezisko vltavínov na miocénnych koroseckých štrkopieskoch (Obr. 14). Z týchto vrstiev pochádzajú väčšinou vltavíny s dobre vyvinutou skulptáciou a ostrohrannými tvarmi a aj vltavíny zbierky Přf UK z oblasti Bukovec majú takýto povrch. Reliéf lokality je rovný a nálezy sa objavujú na poli vzdialenom na východ od Bukovca v rámci niekoľkých desiatok metrov (Obr. 15).

Obr. 14: Geologická mapa oblasti okolia obcí Bukovec, Milíkovice a Dolní Svince (mierka 1 : 27 000), jednotka s ID 106 sú štrkovité a piesčité sedimenty vrstvy koroseckých štrkopieskov. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

Obr. 15: Krajina okolia Bukovca z pohľadu od západu na východ (nálezy vltavínov hlavne na poli vo vrchnej časti obrázku)



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Tab. 4: Legenda k obr. 14, 17, 19, 21, 22, 25, 28

ID jednotky	hornina	epocha/perióda/éra
6	nivný sediment	holocén
7	zmiešaný sediment	holocén
9	slatina, rašelina, hnilokal	holocén
12	piesčito-hlinitý až hlinito-piesčitý sediment	
16	spraš a sprašová hlina	pleistocén
24	piesok, štrk	pleistocén
36	nevytriedené štrky	pleistocén
104	zelenošedé až fialové íly a piesky	neogén
106	štrkovité a piesčité sedimenty	pliocén
110	piesky, piesčité íly	miocén
112	bazálne zlepenca a pieskovce, íly, ílovité piesky, pieskovce, uhoľné ílovce	miocén
1151	peridotit až serpentinit	paleozoikum až proterozoikum
1153	serpentinit	paleozoikum až proterozoikum
1161	amfibolit	paleozoikum až proterozoikum
1163	granulit	paleozoikum až proterozoikum
1164	rekrytalizovaný granulit	paleozoikum až proterozoikum
1166	rekrytalizovaný granulit	paleozoikum až proterozoikum
1174	rula perlová	paleozoikum až proterozoikum
1186	migmatit	paleozoikum až proterozoikum
1192	pararula	paleozoikum až proterozoikum
1248	amfibolit	paleozoikum až proterozoikum
1258	erlan	paleozoikum až proterozoikum
1264	kryštálický vápenec	paleozoikum až proterozoikum, archaikum
1268	kvarcit, pararula	paleozoikum až proterozoikum
1284	ortorula	paleozoikum až proterozoikum
1297	rula	paleozoikum až proterozoikum
1313	migmatit	paleozoikum až proterozoikum, archaikum
1321	rula	paleozoikum až proterozoikum
1339	pararula	paleozoikum až proterozoikum
1340	pararula	paleozoikum až proterozoikum
1342	pararula	paleozoikum až proterozoikum
1346	pararula s vložkami grafitickej ruly	paleozoikum až proterozoikum
1527	kremeň žilný	paleozoikum
1529	aplit	karbon
1530	aplopegmatit	karbon
1534	granit žilný	karbon
1536	granit žilný leukokrátny	karbon
1545	granit	karbon
1576	granit usmerný	karbon
1579	Diorit kremenný usmerný	karbon

Východne od Milíkovíc sa nachádza trochu rozsiahlejšia oblasť koroseckých štrkopieskov ako v okolí Bukovca (Obr. 14). Vybrané vltavíny z lokality Milíkovice boli podľa povrchových tvarov zaradené do všetkých troch kategórií, v lokalite boli nájdené neopracované ostrohranné vltavíny ale aj kusy s jemným a tiež aj s výrazným opracovaním poukazujúcim na dlhší transport daného kusu. Reliéf oblasti je plochý podobne ako u Bukovca a nálezy lokality pochádzajú z polí na východ od obce viditeľných na Obr. 16 v hornej časti fotografie.

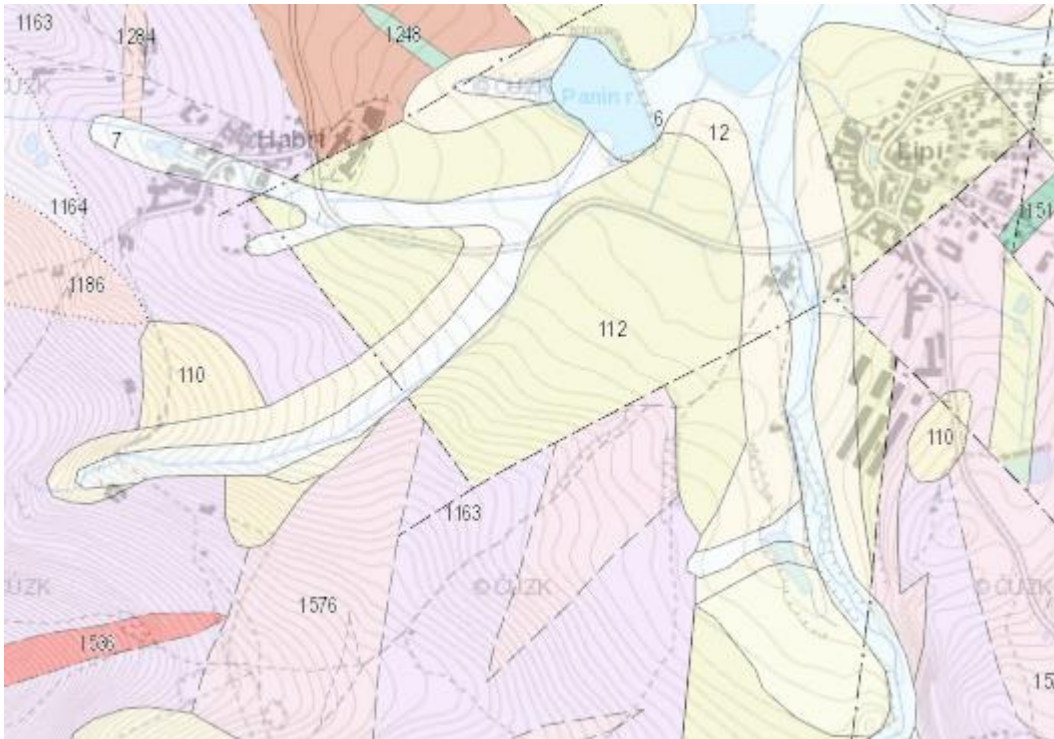
Obr. 16: Krajina okolia Milíkovíc z pohľadu od severozápadu na juhovýchod (nálezy vltavínov na poli v hornej časti obrázku)



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Všetky vybrané vltavíny lokality Habří mali povrchové tvary nevykazujúce známky transportu a dobre vyvinutú skulptáciu. Na juh od obce sa nachádzajú piesky a piesčité íly domanínskeho súvrstvia (Obr. 17). Tieto vrstvy sú z obdobia miocénu a patria medzi najstaršie sedimenty, v ktorých sa vltavíny nachádzajú. Povrchové tvary nájdených vltavínov svedčia o uložení v sedimentoch s vysokým obsahom ílu, pretože sú pomerne matné a poukazujú tiež na dlhé uloženie v ílovitých sedimentoch a takmer žiadny transport, čo korešponduje s typom sedimentu v okolí Habří. Krajinu okolia Habří tvoria hlavne polia a malé plochy lesov a vltavíny pochádzajú z polí na juh od obce (Obr. 18).

Obr. 17: Geologická mapa okolia Habří (mierka 1 : 15 400), jednotka ID 110 – miocénne piesky, piesčité íly domanínskeho súvrstvia. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

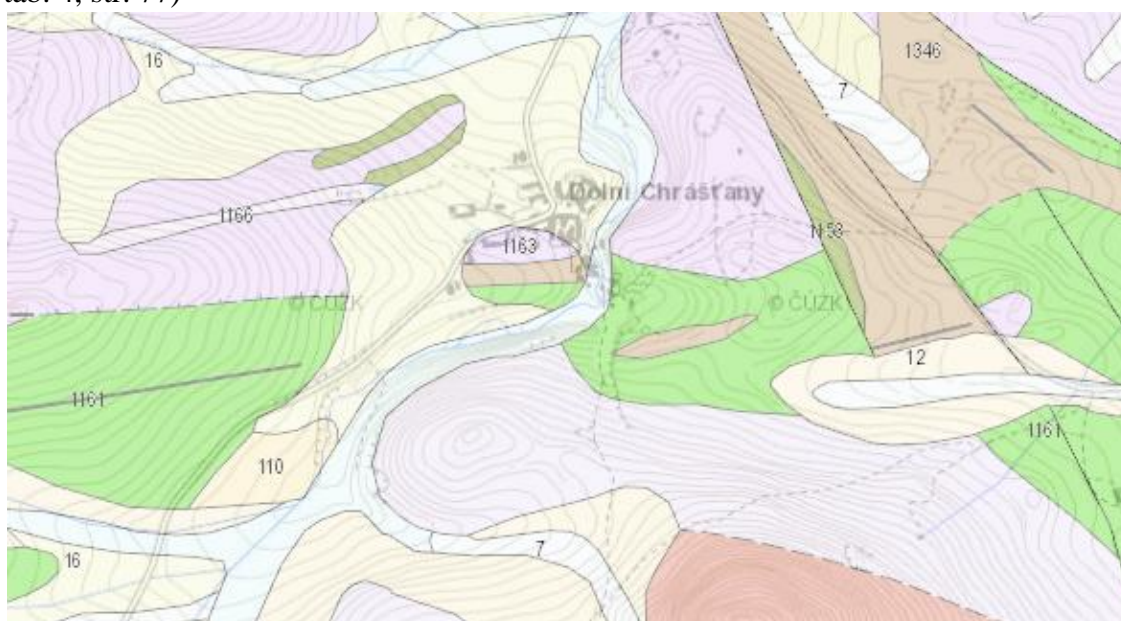
Obr. 18: Krajina okolia Habří z pohľadu od juhu k severu (vltavíny sa nachádzajú na poliach viditeľných na spodnej strane obrázku)



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Vltavíny z lokality Dolní Chrášťany podľa povrchových tvarov prekonalí mierny transport, ich povrch je jemne opracovaný a majú zaoblené hrany. Smerom na juhozápad od obce sa nachádza malá lokalita miocénnych domanínskych pieskov a piesčitých ílov, v ktorej boli vltavíny pravdepodobne pôvodne uložené (Obr. 19). Na fotografii krajiny okolia Dolních Chrášťan sa lokalita domanínskych vrstiev nachádza v podloží poľa pri dolnom okraji obrázku (Obr. 20).

Obr. 19: Mapa geologických jednotiek v okolí Dolních Chrášťan (mierka 1 : 15 400), jednotka s ID 110 - miocénne piesky, piesčité íly domanínskeho súvrstvia. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

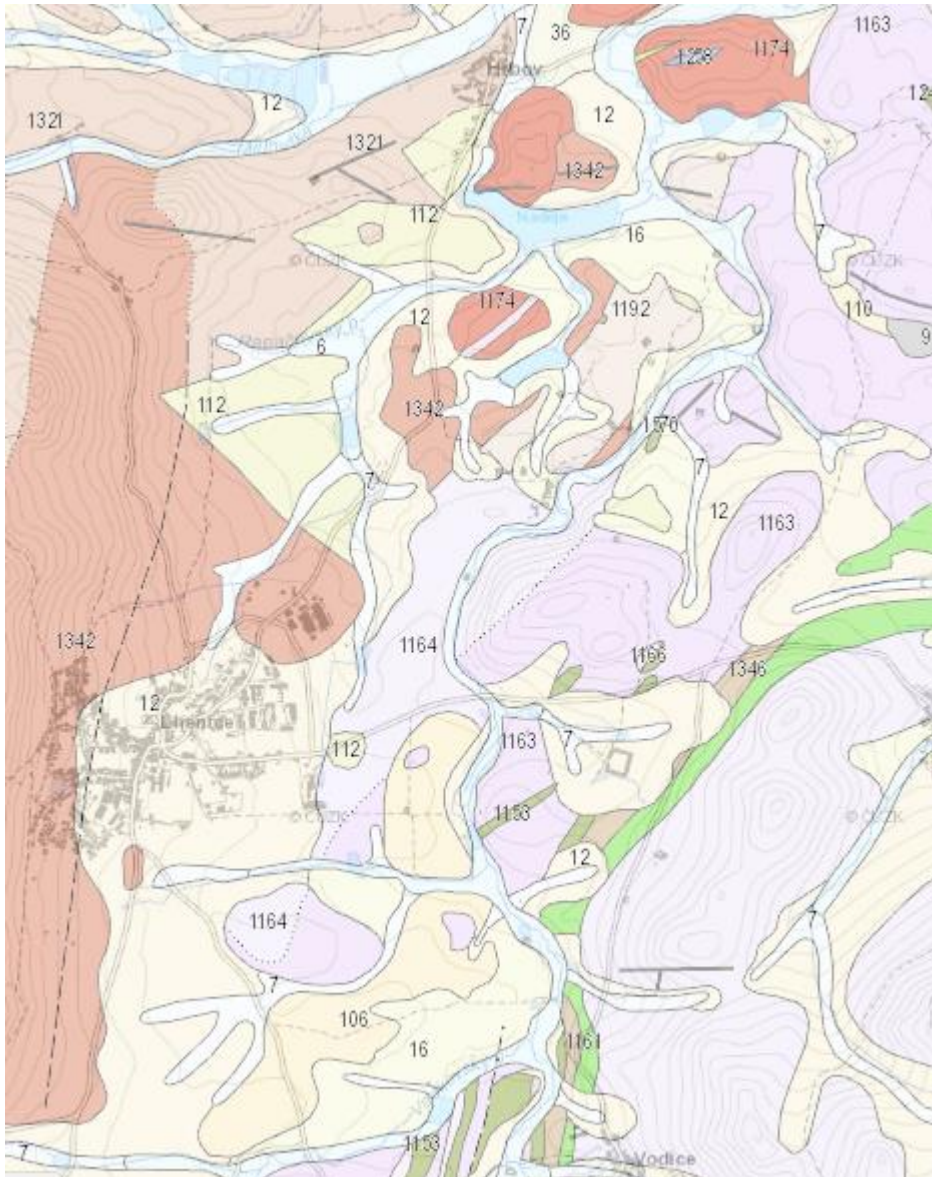
Obr. 20: Krajina v okolí Dolních Chrášťan z pohľadu od juhozápadu na severovýchod



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Vltavíny z oblasti Hrbov vykazujú známky trasportu na kratšie vzdialenosti. Ich povrch má pekne vyvinutú skulptáciu a niektoré tvary povrchu u vybraných vltavínov svedčia o pôsobení vody. Podľa geologickej mapy okolia Hrbova sa smerom na juhovýchod od obce nachádza malá lokalita miocénnych pieskov a piesčitých ílov domanínskeho súvrstvia (Obr. 21), vltavíny môžu pochádzať z tejto lokality, alebo boli z tejto oblasti transportované na malé vzdialenosti.

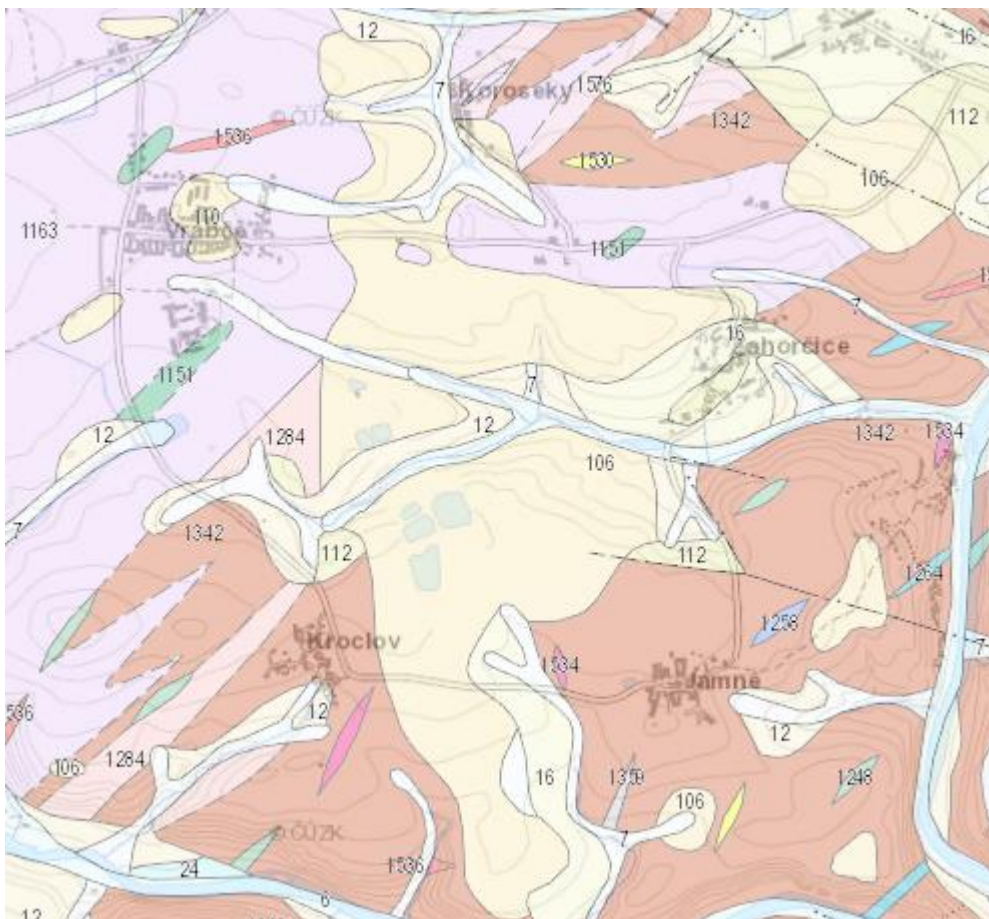
Obr. 21: Geologická mapa okolia obcí Lhenice a Hrbov (mierka 1 : 34 600) jednotka ID 110 - miocénne piesky, piesčité íly domanínskeho súvrstvia. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

V podloží lokality Koroseky/Vrábče sa nachádzajú plošne rozsiahlejšie vrstvy koroseckých fluviálnych štrkopieskových sedimentov a priamo pod obcou Vrábče aj menšia plocha starších miocénnych domanínskych pieskov a piesčitých ílov (Obr. 22). Približne 1 km juhovýchodne od obce Vrábče sa nachádza aj veľká pieskovňa (Obr. 23). Vybrané vltavíny z lokality majú lesklý povrch, teda sa nachádzali prevažne v sedimentoch s obsahom štrku a je na nich vidieť isté známky kratšieho transportu. Reliéf okolia je opäť plochý a na povrchu sa nachádzajú hlavne polia a menšie plochy lesa (Obr. 23, 24).

Obr. 22: Geologické jednotky okolia Koroseky/Vrábče (mierka 1 : 27 000), jednotka s ID 106 - štrkovité a piesčité sedimenty vrstvy koroseckých štrkopieskov, jednotka s ID 110 - miocénne piesky, piesčité íly domanínskeho súvrstvia. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

Obr. 23: Krajina okolia obce Vrábče, orientácia obrázku na východ, v podloží celého horného okraja korosecké štrkopiesky, v pravom hornom rohu sa nachádza pieskovňa.



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Obr. 24: Krajina okolia obce Koroseky z pohľadu od juhovýchodu na severozápad, korosecké štrkopiesky v podloží polí viditeľných v pravom hornom rohu.



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Lokalita nálezov Lhenice patrí k najzápadnejším lokalitám s nálezmi vltavínov v južných Čechách. Povrch vybraných vltavínov zbierky poukazuje na ich uloženie v sedimentoch s lepšou priepustnosťou pre vodu s obsahom štrkov, pretože ich povrch je lesklý a objavujú sa tu povrchové tvary spojené s pôsobením vody. Sú zaradené do kategórie vltavínov, ktoré prekonalí kratší transport. Na východ a juhovýchod od Lheníc je možné nájsť plošne rozsiahlejšie sedimenty koroseckých štrkopieskov, z ktorých nálezy vltavínov pochádzajú (Obr. 21). Reliéf okolia Lheníc je už viac zvlnený, keďže oblasť leží za západným okrajom Budějovickej panvy.

Slavče patrí medzi veľmi známe lokality a bola značne postihnutá nelegálnou ťažbou. V podloží prevažne na východ od Slavče sa objavujú miocénne domanínske vrstvy pieskov a piesčitých ílov (Obr. 25). Povrch vybraných vltavínov lokality ma bohatú skulptáciu a pravdepodobne vltavíny neboli transportované, alebo boli transportované len na veľmi malé vzdialenosti. Náleziská sa nachádzajú hlavne na poliach a v lese na východ od obce na plochom reliéfe (Obr. 26).

Obr. 25: Geologické jednotky okolia Slavče (mierka 1 : 15 400), jednotka s ID 110 - miocénne piesky, piesčité íly domanínskeho súvrstvia. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

Z lokality Dolní Svince pochádza len niekoľko málo kusov vltavínov v zbierke. Ich povrch je výrazne opracovaný a majú značne zaoblené hrany, všetky vybrané vltavíny boli zaradené do kategórie transportovaných na veľké vzdialenosti. Na východ od obce sa nachádza oblasť štrkovitých a piesčitých koroseckých sedimentov (Obr. 14) a v okolitom podloží sa objavujú zmiešané často polygenetické sedimenty prevažne z obdobia kvartéru, v ktorých boli pravdepodobne transportované vltavíny nájdené. Reliéf oblasti je plochý pokrytý hlavne poliami (Obr. 27).

Obr. 26: Krajina v okolí obce Slavče z pohľadu od severovýchodu na juhozápad (vltavínonosné sedimenty na poliach a lesoch v hornej časti obrázku)



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Obr. 27: Krajina v okolí obce Dolní Svince z pohľadu od severozápadu na juhovýchod (korosecké sedimenty v podloží poľa v ľavom hornom rohu)



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Veľmi nápadné a charakteristické zmeny reliéfu spôsobené nelegálnou i legálnou ťažbou vltavínov boli zistené v širšom okolí obce Ločenice. Geomorfologická situácia na tejto lokalite, vrátane výrazných prejavov tejto antropogénnej činnosti, je podrobne popísaná v nasledujúcej kapitole. Podobné typické rysy zmien pôvodného povrchu a prejavy devastácie krajiny, aké boli identifikované na uzemí medzi obcami Ločenice, Nesměň a Chlum nad Malší, sa vyskytujú na všetkých vyššie uvedených lokalitách nálezov vltavínov v južných Čechách

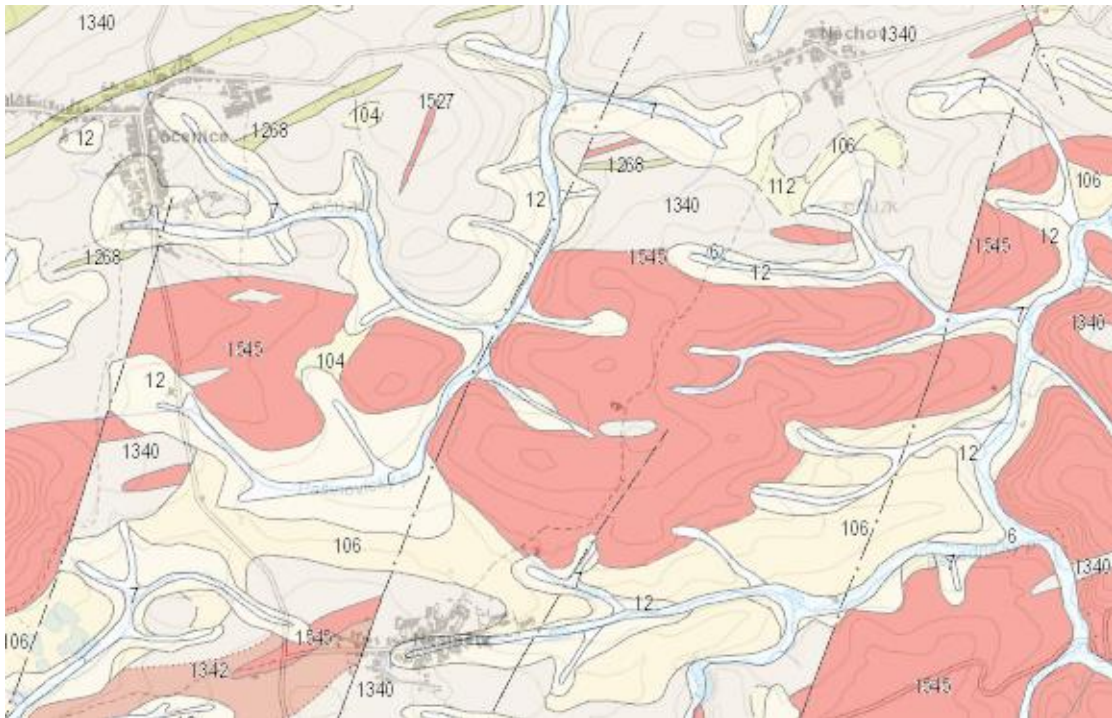
6. Geomorfologická situácia a antropogénne tvary reliéfu spojené s ťažbou vltavínov v lokalite Ločenice

Významné nálezisko vltavínov je lokalita Ločenice, Nesměň a Chlum nad Malší. Jedná sa o jednu z najrozľahlejších lokalít výskytu vltavínov, aj keď sa vltavínonosné štrkopiesky v oblasti vyskytujú prevažne ostrovkovite. Hlavný areál nálezov tvorí pieskovňa na jej západnom okraji, polia východne od pieskovne, les na juhovýchod od pieskovne, niekoľko cípov lesa na západ od pieskovne a polia pozdĺž cesty spájajúcej Ločenice a Besednice. Táto lokalita je na výskyt vltavínov bohatá, pričom vltavíny sa nachádzajú v pomerne malej hĺbke pod povrchom.

V geomorfologickom členení Českej republiky (Demek a kol., 2006) sa toto územie radí do provincie Česká vysočina, subprovincie Šumavská soustava, oblasť Šumavská hornatina, celok Novohradské podhůří, podcelok Soběnovská vrchovina a okrsk Kohoutská vrchovina. Kohoutská vrchovina je prerezaná údolím Malše a skúmaná oblasť sa nachádza v jej severnej časti. Tvoria ju prevažne pararuly a kvarcitické ruly moldanubika. Chlumská hora patrí medzi jeden z významných bodov tejto vrchoviny. Jej výška je 656 m n.m. a jej vrchol je tvorený stredneznitou až drobnoznitou muskovit-bioticitickou žulou, na povrchu je zalesnený smrekovými porastmi. Z hľadiska reliéfu sa jedná o otvorenú vrchovinu s pozvoľnými, prevažne miernymi a stredne sklonitými svahmi. Krajinný ráz oblasti je tvorený dominantným úpäťm Kohouta, Slepíčních hor i Chlumskej hory a je výrazne ovplyvnený činnosťou človeka – v oblasti prevažuje poľnohospodárske využívanie a lesné celky. Oblasť okolia obcí Ločenice, Chlum nad Malší, Nesměň má typickú terénnu morfológiu, s miernymi, stredne sklonitými svahmi. Krajinný pokryv tvoria striedajúce sa celky súvislých lesných porastov, drobných lesných celkov, polí a lúk.

Ločenice je jednou z najjužnejších lokalít výskytu vltavínov v oblasti. Zbierka Přf UK obsahuje najväčší počet kusov práve z tejto lokality. V podloží okolia obce Ločenice sa nachádzajú sedimenty z obdobia miocénu až pliocénu, korosecké štrkopiesky fluvialneho pôvodu a lokálne štrkopiesky ledenického súvrstvia. Podľa povrchových tvarov vltavíny z lokality Ločenice prekonali transport na kratšie až dlhšie vzdialenosti a opracovanie ich povrchu svedčí o uložení v štrkopieskoch. V okolí Ločenic sa nachádzajú prevažne polia a menšie plochy lesov. Korosecké štrkopieskové sedimenty sa objavujú hlavne smerom na juh od obce (Obr. 28).

Obr. 28: Geológia okolia obcí Ločenice, Něchov, Nesměň (mierka 1 : 34 600), jednotka s ID 106 - štrkovité a piesčité sedimenty vrstvy koroseckých štrkopieskov. (Legenda – tab. 4, str. 77)



Zdroj: www.geologicke-mapy.cz

Obr. 29: Okolie obce Ločenice s mierne zvlneným reliéfom koroseckých štrkopieskov z pohľadu od severu k juhu



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Pri obci Něchov je areál nálezov v blízkosti Ločenic, ktorý patrí k najjužnejším náleziskám v oblasti. V podloží južne od obce Něchov sa objavujú fluviálne korosecké štrkopiesky (Obr. 28). Povrch vybraných vltavínov je viditeľne poznačený transportom a zaradené boli do kategórií vltavínov transportovaných na kratšie a na dlhšie vzdialenosti podľa stupňa opracovania povrchu. Reliéf v okolí Něchova je veľmi mierne zvlnený a vltavíny sa väčšinou nachádzajú na poliach a v lesoch na juh od obce (Obr. 30).

Obec Nesměň leží neďaleko Něchova i Ločenic a v okolí sa nachádzajú rozsiahlejšie plochy koroseckých štrkopieskov fluviálneho pôvodu (Obr. 28), hlavne na sever a na východ od obce. Na západ od obce vznikla veľká pieskovňa, v ktorej prebieha aj komerčná ťažba vltavínov. Vltavíny z lokality vykazujú mierne známky prekonaného transportu a jeden z vybraných kusov je značne opracovaný, preto bol zaradený do kategórie transportovaných na väčšiu vzdialenosť. Reliéf v okolí je na sever od obce plochý a na juhu sa začína zvlňovať a dvíhať. Korosecké štrkopiesky sa objavujú v podloží polí na sever od obce (Obr. 31).

Obr. 30: Krajina v okolí Něchova z pohľadu od severozápadu na juhovýchod. Nálezy vltavínov sú prevažne z polí a lesa v hornej časti obrázku.



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Obr. 28: Krajina v okolí obce Nesměň z pohľadu od severu k juhu. Nálezy vltavínov sa nachádzajú na poliach viditeľných v dolnej časti obrázku.



Zdroj: www.ze-vzduchu.cz

Pieskovňa v lokalite Ločenice je už niekoľko rokov priemyselne ťažená a je jednou z mála areálov, kde bola priemyselná ťažba vltavínov povolená (Obr. 33). Štrkopiesky, ktoré sú v pieskovni ťažené, sa mechanicky triedia na piesok, štrkové frakcie veľkosti 4-8 mm (kačírky) a hrubý štrk. Vltavíny sa následne vyberajú z hrubého štrku, ale množstvo menších vltavínov zostáva aj v kačírku. Smerom na východ od pieskovne, medzi pieskovňou a cestou spájajúcou Ločenice a Besednice sa nachádza tzv. „chlumské pole“. Toto pole je známe veľkým počtom nálezov vltavínov a pravidelne sa na ňom objavovali hľadači i kopáči vltavínov. V súčasnosti sa tu vltavíny objavujú len sporadicky, ale menšie jamy po kopáčoch sa aj na tomto poli stále objavujú.

Vltavínové štrkopiesky od tohto poľa pokračujú ďalej na sever smerom k obci Ločenice a na východ smerom k obci Nesměň. Tieto areály už nie sú na nálezy vltavínov tak bohaté, aj keď povrchový zber vltavínov je možný aj tu. Najvýraznejší zásah ľudskej činnosti spojený s ťažbou vltavínou je však viditeľný v lese zvanom Malý Chlum nachádzajúcom sa smerom na juhovýchod od pieskovne. Pôda je tu úplne prekopaná, v lese sa nachádza obrovské množstvo jám a odpadu, ktorý tam zanechávajú nelegálni kopáči. Pri jamách sa objavuje aj množstvo vyvrátených alebo takmer

vyvrátených stromov (Obr. 40). Nelegálni kopáči sa svoju činnosť v lese nesnažia ani utajiť. Pieskovňa sa v minulých rokoch rozširovala do okolia, hlavne smerom na východ a severovýchod a nie je vylúčené, že sa ťažba bude rozširovať aj smerom na chlumské pole a les Malý Chlum.

Geologické podložie Chlumskej hory tvoria prevažne ruly kryštalinika a v ich nadloží sa nachádzajú sedimentárne vrstvy vrátane vltavínonosných sedimentov. Tieto sedimenty s nálezmi vltavínov sú reliktnými prietochnej panvy, na báze ktorej sa lokálne zachovali šedé íly z obdobia vrchného miocénu. Nad nimi sa nachádzajú sedimenty s vysokým obsahom ílu, ktoré postupne prechádzajú do piesčitých, štrkovitých a piesčitoštrkovitých vrstiev sedimentov. Vltavíny pochádzajúce z tejto lokality prekonali väčšinou len krátky transport, v hlbších ílovitých vrstvách boli objavené dokonca aj netransportované kusy. Vltavínonosné sedimenty predstavujú reliktný pôvodne rozsiahlejší výskyt sedimentov jazernej panvy, nazývaných korosecké štrkopiesky. Tieto sedimenty sú stratigraficky radené do vrchného miocénu až pliocénu a Bouška (1990) ločenickú lokalitu nálezov radí k náleziskám s transportovanými vltavínami obdobia pliocénu až pleistocénu. Korosecké piesčitoštrkové sedimenty sú prevažne riečného pôvodu, jedná sa o uloženiny typické pre široké vodné toky, často meniace svoj smer i rýchlosť a na niektorých miestach pripomínajú deltové sedimenty, ukladané v jazernom prostredí. Vltavíny nájdené v týchto vrstvách bývajú lesklé a sú hlboko korodované. Klastický materiál koroseckých sedimentov je tvorený prevažne úlomkami rulového a žulového charakteru a zrnami živca a kremeňa. Tieto štrkopiesky sú rozmiestnené veľmi nepravidelne plošne i čo sa hrúbky sedimentu týka. Toto chaotické usporiadanie sedimentov svedčí o pomerne veľkých zmenách dynamiky vodného toku a s tým spojenými zmenami rýchlosti sedimentácie.

Na obrázku č. 32 je možné vidieť pohľad na krajinu v danej oblasti. Jedná sa o pohľad zo severu na obec Nesměň a na Soběnovskou vrchovinu s vrchom Kohout v pozadí. Podložie polí viditeľných na obrázku 32 v popredí obce Nesměň tvoria korosecké štrkopiesky a aj na týchto poliach je možné nájsť vltavíny. Modeláciu reliéfu týchto polí výrazne ovplyvňuje činnosť vody, svahy sú hladké s miernym sklonom typické pre zbernú oblasť vody v pramenných oblastiach potoka.

Obr. 32: Krajina v okolí obce Nesměň s denudačními svahmi so sklonmi do 6°, ktých zvetralinový plášť obsahuje vltavíny. V pozadí vystupujú zalesnené vrcholy Soběnovskej vrchoviny.



Pieskovňa sa nachádza západne od obce Nesměň, v blízkosti Chlumu nad Malší a je obklopená lesmi a na východe „chlumským poľom“ (Obr. 33). V tejto pieskovni je povolená ťažba vltavínov. V lesoch obklopujúcich pieskovňu už niekoľko rokov dochádza k nelegálnemu kopaniu a zberu vltavínov. Obnažená pôda na častiach územia lesa je viditeľná aj z diaľky (Obr. 34). Pri priblížení sa k výbežku lesa nachádzajúcim sa juhovýchodne od pieskovne je viditeľné značné narušenie prirodzeného povrchu antropogénnou činnosťou (Obr. 35). Na poli susediacom v pieskovňou, na východ od nej, bolo mnoho vltavínov objavených len pri povrchovom zbere, na tomto poli sa nachádzajú vltavíny v relatívne malej hĺbke do 1 metra pod povrchom. Na obr. 36 je „chlumské pole“ z pohľadu od výbežku lesa z obr. 34,35, v pozadí je cesta spájajúca Ločenice a Besednice lemovaná alejou stromov (Obr. 36). V obnaženej pôde v prednej časti obrázku je vidieť, že pôdny substrát má veľký objem piesku. Vltavíny pochádzajúce z oblastí s vysoko priepustným podložíom, ako sú práve tieto štrkopiesky, sa vyznačujú hlbokou skulptáciou povrchu a vysokým leskom. U vybraných vltavínov z oblastí Ločenice, Nesměň a Něchov z kapitoly 4.1. je vidieť bohato skulptovaný povrch a vysoký lesk povrchu. Niektoré kusy vltavínov nájdených v oblasti majú

povrch značne opracovaný a matný, čo poukazuje na väčší transport. Takéto vltavíny boli pravdepodobne nájdené na povrchu polí v tejto oblasti.

Obr. 33: Pieskovňa Chlum nad Malší (z pohľadu zo západu) bola založena v lokalite fluviálnych a proluviálnych sedimentov neogénneho a kvartérneho veku.



Obr. 34: Zalesnené chrbty a pole na denudačnom svahu juhovýchodne od Chlumu nad Malší, kde sa vyskytuje množstvo drobných vltavínov



Obr. 35: Výbežok lesa juhovýchodne od Chlumu nad Malší fotený od severovýchodu s nápadnými prejavmi antropogénnej činnosti pri hľadaní vltavínov



Obr. 36: Nálezisko vltavínov „Chlumské pole“ východne od Chlumu nad Malší na miernych denudačných svahoch s plytkými pramennými misami, ktorých pôvodné depresie boli zmenené poľnohospodárskou činnosťou.



Na tomto poli sa v minulosti objavovala nelegálna ťažba vltavínov tiež, stopy po nelegálne vykopaných jamách boli každoročne odstránené poľnohospodárskou činnosťou. V súčasnosti sa na tomto poli nelegálne kopanie už takmer nevyskytuje, v oblasti poľa už došlo pravdepodobne k skoro úplnému vyťaženiu vltavínov. Miestami je na poli vidieť stopy po jamách hlbokých niekoľko centimetrov až prvé desiatky centimetrov, napr. obr. 37 ukazuje jamu na „chlumskom poli“ hlbokú asi 10-15 centimetrov pokrytú vegetáciou, čo poukazuje na to, že sa jedná o jamu vykopanú pred dlhšou dobou (Obr. 37). Pri vstupe do juhovýchodného výbežku lesa od pieskovne je

hneď vidieť povrch úplne poznamenaný antropogénnou činnosťou. Na povrchu lesa sa objavuje obrovské množstvo jám zasahujúcich aj do hĺbky presahujúcej 1 meter (Obr. 38, 39).

Obr. 37: Plytká jama ako pozostatok po hľadaní na lúke „chlumského poľa“



Obr. 38: Výrazne antropogénne degradovaný pôvodný povrch svahov vytvorených na vltavínonosných koroseckých sedimentoch neogénneho veku vo výbežku lesa juhovýchodne od Chlumu nad Malší



Obr. 39: Hĺbka desiatok vykopaných jám dosahuje v lese juhovýchodne od Chlumu nad Malší až 2 m a zasahuje často až k ílovým sedimentom bázy koroseckého súvrstvia



Celý povrch v lese je narušený a pôvodný prírodný reliéf je pokrytý novovzniknutými antropogénne podmienenými vypuklými tvarmi, ktorých vznik je spôsobený premiestňovaním vykopaného materiálu z jám. V rôznych častiach lesa je možné rozoznať stopy po starších a čerstvejších kopaniach. U jám vykopaných pre dlhšou dobou už je vidieť na povrchu vegetáciu. Antropogénna činnosť v tomto lese narušila prírodné prostredie až do takej miery, že dochádza k vyvracaniu stromov (Obr. 40).

Obr. 40: Vo výbežku lesa juhovýchodne od Chlumu nad Malší sú mnohé jamy a drobné štolky vykopané hľadačmi vltavínov až pod systém koreňov stromov.



V západnej časti výbežku lesa, hneď vedľa pieskovne sa nachádzajú staršie jamy. V tejto časti lesa nie sú viditeľné čerstvé zásahy do povrchu, ale nachádza sa tu tiež veľké množstvo hlbokých jám (Obr. 41). Táto časť lesa pôsobí dojemom, že bola vyťažená už v minulosti a v súčasnosti už sa v nej ďalšie vltaviny neobjavujú. Jamy aj v tejto časti lesa boli kopané ho veľkej hĺbky a často dochádzalo až k pokračujúcemu hĺbeniu aj pod povrchom, nielen k vykopaniu jamy (Obr. 42). U takýchto jám hrozí nebezpečenstvo prepadnutia sa povrchu. Na niektorých miestach v oblasti lesa, kde je možné rozoznať pôdne horizonty, je vidieť, že sa jedná o vývojovo mladú pôdu s nízkym obsahom humusu. Pôdy oblasti sú kambizeme vytvorené na priepustných, minerálne chudobných substrátoch.

Obr. 41: V západnej časti výbežku lesa vedľa pieskovne pri Chlume nad Malší sú neogénnekorosecké sedimenty a pôvodné pokryvné útvary svahových sedimentov zasiahnuté niekoľkými etapami nelegálnej ťažby vltavínov, takže postupne vznikli rozsiahle zbrázdnené haldy antropogénneho pôvodu, na ktorých sa uchytila prevažne náletová vegetácia. Časté sú prejavy pomalých svahových pohybov a drobne zosúvania stien vykopaných jám.



Obr. 42: Detail recentnej šikmo zloženej štoly v málo spevnených, miestami sypkých koroseckých sedimentoch vedľa pieskovne pri Chlume nad Malšou, s dĺžkou cez 3 m a hĺbkou cca 2 m.



Ťažba vltavínov je, nielen v oblasti Ločenice, významným zásahom do krajinného prostredia. Vltavíny sa dnes radia k drahým kameňom a každé ložisko s ich výskytom je unikátne. Je doložené, že v okolí legálne ťažených ložísk prebieha nelegálna ťažba, pri ktorej dochádza k poškodzovaniu hmotného majetku ako je poľnohospodárska pôda. Nerušená, skrytá nelegálna ťažba v oblastiach lesných pozemkov značne narušuje lesný porast i pôdu, čo má vplyv aj na ekologickú funkciu lesných porastov. V popísanej pieskovni je po ukončení ťažby v pieskovni oblasti naplánovaná lesnícka a sčasti aj hydrická rekultivácia lokality. Pre potrebu ťažby došlo v oblasti k výrubu časti lesa a preto je po ukončení ťažby naplánované opätovné zalesnenie plochy. V južnej časti ťažobného areálu má byť ponechaná malá vodná plocha, čo má priniesť pozitívny vplyv na mikroklimu lokality.

7. Diskusia antropogénnych vplyvov na krajinu v lokalitách výskytu a ťažby vltavínov

Už od 18. storočia sa vltavíny začali využívať ako drahé kamene. Boli často brúsené a zasadené do drahých kovov. Z vltavínov sa dodnes zhotovujú šperky, využíva sa však predovšetkým ich prírodný tvar. V Českej republike patria vltavíny, spolu s českými granátmi-pyropmi, k jediným drahým kameňom, ktoré sa priemyselne ťažia. Akonáhle sa objavil záujem o vltavíny nielen ako o zaujímavé minerály, ale aj ako o cennú šperkársku surovinu, začali sa hľadať spôsoby ich získavania. Po dlhé obdobie hľadanie vltavínov prebiehalo len v podobe ich zberu na poliach, kde bolo možné nájsť aj niekoľko stoviek kusov denne. Po vyčerpaní týchto lokalít však začali vznikať pokusy o hľadanie vltavínov pod zemou kopaním jám. S touto podobou hľadania vltavínov sa objavil problém tzv. čiernych kopáčov, ktorí značne narušujú krajinu v týchto oblastiach. Čierni kopáči devastujú krajinu za účelom nálezov drahých kameňov a spôsobujú značné škody na pozemkoch a lesoch v daných oblastiach. V priebehu niekoľkoročnej nelegálnej ťažby došlo na mnohých lokalitách k výrazným zmenám krajinného rázu a táto činnosť má značný vplyv aj na životné prostredie.

Ťažobná krajina je krajina narušená ťažbou nerastov a hornín. Hlavne oblasti s povrchovou ťažbou nerastných surovín nesú všetky znaky devastovanej krajiny. Nový povrch takejto krajiny tvoria nezvetrané alebo málo zvetrané horniny, ktoré pôvodne ležali vo väčšej hĺbke a teda ešte neposkytujú podmienky pre rozvoj života. Takejto krajine môžu pomôcť rekultivácie – súbor opatrení zahŕňajúci vyrovnanie povrchu krajiny, terasovanie hald a výsypiek, pokrytie povrchu ornitou a nakoniec výsadbou nového rastlinného krytu (Štulc, Götz, 1996). Ťažba je významným zásahom človeka do horninového prostredia, medzi následky ktorého patrí premiestňovanie významného objemu horninového materiálu, narušenie vodného režimu a geochemické a geomorfologické zmeny. Krajina sa mení i klimaticky a hydrologicky, čo podmieňuje aj vznik nových biotopov. Ťažba má vždy dve stránky, tvorivú – samotné získavanie potrebnej suroviny a stránku rušivú v podobe narušenia životného prostredia. Obe zložky tejto činnosti je potrebné koordinovať tak, aby slúžili v prospech spoločnosti.

Povrchová ťažba narušuje pôdu v jej pôvodnom uložení, narušuje pôdne, mikroklimatické, hydrologické a vegetačné pomery a celkovo sa zhoršuje stav životného prostredia. Už v priebehu ťažby je potrebné vytvárať predpoklady pre

rekultiváciu, to však neplatí v prípade nelegálnej ťažby vltavínov kopáčmi, ktorí na stav krajiny po ich zásahu neberú ohľad. Po týchto hľadačoch zostávajú desiatky hlbokých jám a odpad z pomôcok pri hľadaní, gumové rukavice, PET fľaše a nákupné košíky na premývanie ílu. V minulosti sa najviac čiernych kopáčov objavovalo po daždi, neskôr sa ich aktivita začala spájať prevažne s tržnými výstavami drahých kameňov, pred ktorými sa kopáčov objavovalo najviac. S vltavínmi sa v súčasnej dobe obchoduje na všetkých významných svetových burzách minerálov, polodrahokamov a drahokamov a ich cena sa pohybuje okolo 20-30 dolárov za gram. V súvislosti s množstvom ponúkaných vltavínov ich cena klesla približne o 50 % (Pokorný, Škodová, 2003). Množstvo nelegálne vyťažených a následne predaných vltavínov sa pohybuje v rámci ton hmotnosti materiálu. Po zásahu nelegálnych kopáčov ostáva zdevastovaná krajina posiatá desiatkami jám, ktoré následne obyvatelia okolitých dedín často zavážajú odpadom. U vltavínov sa zvažovalo zaradenie medzi zvlášť chránené nerasty, teda nerasty vzácne alebo vedecky či kultúrne hodnotné. Takéto nerasty, podľa zákona, nie je povolené na mieste ich prirodzeného výskytu poškodzovať či zbierať bez povolenia orgánu ochrany prírody. Čierny kopáči spôsobujú na lokalitách, kde hľadajú, značné škody spojené s obchádzaním horného zákona zaradzujúceho vltavíny medzi vyhradené nerasty. Ich ťažba nie je bez povolenia možná a navyše podstatne väčšie škody vznikajú devastáciou poľnohospodárskych či lesných pozemkov.

Od 70. rokov vznikali na štátnej úrovni snahy o overenie lokalít s výskytmi vltavínov a možností ich priemyselného získavania, ale takto zamerané projekty ostali len v teoretickej rovine až do 90. rokov. Za najlukratívnejšiu lokalitu bolo považované širšie okolie obce Besednice hlavne pre jeho unikátnosť. Nálezy z tejto lokality sa vyznačujú zvláštnou hlbokou skulptáciou, neporovnateľnou s vltavínmi z iných lokalít. Práve výnimočnosť tejto lokality sa stala veľkým problémom. Niekoľko rokov prebiehali diskusie o jej budúcnosti, prvotným zámerom bolo umožniť na lokalite oficiálnu ťažbu. Český geologický úrad vydal v roku 1990 osvedčenie pre výhradné ložisko Besednice firme Geindustria Praha a Ministerstvo životného prostredia v roku 1993 stanovilo chránené ložiskové územie, čo je v praxi predpokladaný rámec ťažby. Problémy s nelegálnou ťažbou sa ale v tomto období neustále prehlbovali a Okresný úrad v Českom Krumlove preto vyhlásil na veľkej časti lokality prírodnú pamiatku Besednické vltavíny I. Na vltavíny v tejto lokalite sa teda vzťahoval zákon č. 114/92 Sb., o ochrane prírody a krajiny (Pokorný, Škodová, 2003). Vyhlásenie prírodnej pamiatky skomplikovalo situáciu okolo ťažby, proti nej sa tiež postavili hnutia ochrany

prírody a občianske združenia. Postoj Okresného úradu v Českom Krumlove jednoznačný nebol, vyhlásil síce na lokalite prírodnú pamiatku, avšak s možnosťou ťažby na území sa stanovky zmieňovali a v roku 2001 napokon vydal súhlas s priemyselnou ťažbou v požadovanom rozsahu. Proti ťažbe naďalej stáli občianske združenia už s podporou Prírodovedeckej fakulty Univerzity Karlovej, tiež Agentúra ochrany prírody a krajiny v Českých Budějovicích a obyvatelia obce Besednice proti ťažbe spísali petíciu.

Celá kauza o lokalite Besednice bola uzavretá v roku 2002, kedy Ministerstvo životného prostredia s konečnou platnosťou povolilo na nálezisku besednických vltavínov priemyselnú ťažbu. Po tomto rozhodnutí začali diskusie o možnosti zapísať vltavíny na zoznam zvlášť chránených nerastov za účelom zaistenia ich silnejšej ochrany. Obec Besednice tiež čelila kritike od ekologických organizácií, vedeckých inštitúcií a geológov za to, že povolila kompletne vyťaženie vltavínov, čím neprimerane zasiahla do prírodného dedičstva ČR. K zapísaniu vltavínov do zoznamu zvlášť chránených nerastov napokon nedošlo (Hynčicová, 2015). Hlavnými argumentmi pre priemyselnú ťažbu bolo bránenie v nelegálnej ťažbe, prípadne úplný koniec nelegálnej ťažby po vyžatí ložiska a tiež prílev veľkého množstva vltavínov na český či zahraničný trh. Šperkári i zberatelia by totiž kupovali vltavíny prevažne od firiem či na burzách, čím by čierni kopáči prišli o podstatnú časť svojich zákazníkovo. Takýto predpokladaný vývoj situácie mal viesť k útlmu individuálnej ťažby. Ukázalo sa však, že nelegálna ťažba na lokalite aj napriek oficiálnej ťažbe neustala. Firma, ktorá ťažbu vykonávala – Bohemia Deposits, a.s., totiž ťažila len na malej ploche, kde sa očakávali najväčšie výnosy. V širokom okolí sa jamy po čiernych kopáčoch objavovali aj naďalej. Potvrdili sa tak predpoklady ochrancov prírody, že činnosť súkromnej firmy nelegálnym výkopom nezabráni. Pomôcť podľa nich mala hlavne väčšia aktivita polície, problémom sú však nedostatočné zákony na ochranu vltavínov, vrátane nízkych pokút.

Dôležitým pozitívom oficiálnej ťažby boli následné rekultivácie. Od roku 2008 firma Bohemia Deposits zahájila rekultivácie v podobe výsadby lesa a osiatia trávou. Definiívne bola ťažba ukončená k roku 2009 a v roku 2010 podal Krajský úrad Jihočeského kraja zámer zrušiť Prírodnú pamiatku Besednické vltavíny I pre stratu predmetu ochrany, k čomu napokon aj došlo a prírodná pamiatka bola zrušená (Hynčicová, 2015). Novovzniknutá krajina po rekultivácii už nikdy nebude mať rovnakú hodnotu, v najlepšom prípade je možné ju charakterizovať ako „prírode

blízku“. Veľké množstvo jám po nelegálnej ťažbe však sanované veľmi pravdepodobne nikdy nebude.

Besednice sú len jedným z príkladov obcí, ktoré mali, prípadne majú s nelegálnymi kopáčmi značné problémy. Mnohé z obcí boj s nelegálnou ťažbou vzdali alebo ju ticho tolerujú. Iné obce naopak povolili oficiálnu ťažbu podobne ako Besednice. K riešeniu v podobe prenajatia pozemkov za účelom vyťaženia vltavínov pristúpili napríklad obce Netolice, Ločenice alebo Svatý Jan nad Malší. V širokom okolí stúpa záujem súkromných firiem o prieskum a následnú ťažbu. Kedysi bohaté náleziská sú ale v súčasnosti takmer vyťažené s omnoho menšími výnosmi ako v minulých rokoch. Po problémoch s čiernymi kopáčmi sa ale v širokom okolí môže objaviť nový problém v podobe mnohých súkromných firiem so záujmom ťažby. Legálnu ťažbu povolila tiež obec Netolice kde od roku 2014 prebieha ťažba firmou Monday Morning na lokalite Brusná-Hrbov medzi mestami Netolice a Lhenice. Mesto Netolice z prenájmu pozemku získava každoročne značný finančný obnos a ako pozitívum tiež hodnotia, že lokalita bude po ťažbe rekultivovaná. Prvé problémy s nelegálnou ťažbou sa v tejto lokalite objavili v roku 2005, ale devastácii lesa sa nedokázalo zabrániť. V roku 2010 už bolo poškodenie značné a obec sa rozhodla pre rovnaké riešenie ako v obci Besednice. V priebehu týchto 5 rokov bolo poškodených niekoľko hektárov lesa a vykopané množstvo niekoľko metrov hlbokých jám, na dvoch nelegálnych kopáčov dokonca spadol podkopaný strom. Ministerstvo životného prostredia ČR povolilo ťažbu, pričom spoločnosť, ktorá ťažbu vykonáva je povinná evidovať všetky nájdené vltavíny. U nálezov vltavínov väčších ako 2 cm musia byť evidované ich miery a hmotnosť a po ukončení ťažby má byť len 10 z nájdených kusov odovzdaných múzeám.

Lokalita Chlum nad Malší je ďalšou zo známych juhočeských vltavínových lokalít. Rozkladá sa približne medzi obcami Chlum nad Malší, Ločenice a Nesměň a je jednou z najrozľahlejších lokalít, i keď vltavínonosné štrkopiesky sa v lokalite vyskytujú len ostrovkovite na niektorých častiach. Lokalitu tvorí veľká pieskovňa a niekoľko polí a lesov v okolí pieskovne. Pieskovňa je už niekoľko desiatok rokov priemyselne ťažená a niektoré ťažené vrstvy z pieskovne sú na vltavíny veľmi bohaté. Ďalšia časť lokality je hlavné chlumské pole nachádzajúce sa smerom na východ od pieskovne. Každoročne na tomto poli kopáči vykopú niekoľko desiatok jám, lokalita však už nie je ani zďaleka tak výnosná ako v minulosti. Hlavnými dôvodmi, prečo sa v tejto lokalite stále kope, je ľahká prístupnosť k vltavínonosným vrstvám – už pol metra pod povrchom. V lesoch tejto lokality tiež často prebieha nelegálny výkop, po ktorom

ostáva les posiaty množstvom jám a pripomína mesačnú krajinu, na niektorých miestach sú stromy podkované tak, že dochádza k ich vyvracaniu. V prípade ďalšej lokality, Byňov, sa čierne kopáči objavili zhruba v roku 2014. Jediným prostriedkom proti ich činnosti boli zásahy polície, ktorá však nemá dostatočné právomoci k zastaveniu nelegálnej ťažby a k potrestaniu hľadačov takmer nikdy nedôjde. V prípade Byňova nie je možné povoliť oficiálnu ťažbu ako v niektorých iných lokalitách v oblasti, pretože táto lokalita sa nachádza na území chránenej krajinej oblasti. V roku 2016 natočil režisér Dan Włodarczyk film Zloději zelených koní, ktorý poukazuje na problematiku vltavínov. Dej filmu sa točí okolo dvoch čiernych kopáčov vltavínov a ukazuje aj spôsob, akým sa vltavíny nelegálne ťažia.

Riešenie obcí, ktoré sa rozhodli pre kompletne vytáženie lokality je zarážajúce a z hľadiska verejného záujmu je prekvapujúce, že úrady takéto riešenie schválili. Úplne legálnou cestou totiž došlo ku kompletnej strate vzácnych lokalít, ktoré boli svetovou raritou. Je tiež poľutovaniahodné, že Ministerstvo životného prostredia ČR prijateľné riešenie problému vltavínov nehľadá. Zabráneniu devastovania krajiny nelegálnymi kopáčmi sa už niekoľko rokov, či dokonca až desaťročí nedarí efektívne zabrániť a o riešenie popísaných problémov kompetentné orgány v podstate nejavia záujem.

8. Závěry

Pri plnení cieľov práce bola podrobne preskúmaná dostupná literatúra a preštudovaný vznik, vlastnosti a lokality nálezov tektitov a následne vltavínov. V spojení so vznikom vltavínov bol popísaný vznik impaktného kráteru Nordlingen Ries. Ďalej nasledoval prieskum zbierky vltavínov Prírodovedeckej fakulty Univerzity Karlovej v Prahe so zameraním na morfológické vlastnosti vybraných vltavínov s dôrazom na mikrotvary ich povrchu. Následne boli preskúmané vybrané lokality nálezov vltavínov zo zbierky PŘF UK a v oblasti Ločenice, Nesměň, Chlum nad Malší prebehol terénny prieskum geomorfologických charakterísk a vplyvov antropogénnej činnosti spojenej s ťažbou vltavínov na krajinu.

Pri vypracovávaní diplomovej práce som dospela k dielčím metodickým a terénnym poznatkom. V prevažnej časti literatúry venujúcej sa problematike vltavínov z 20. storočia, sa objavujú poznatky a podrobné údaje zamerané hlavne na geochemický, lokálne chemický ako aj populárne náučný charakter. Geomorfologické a obecné fyzickogeografické aspekty výskumu vltavínov sú doposiaľ podcenené. Tieto okolnosti sa však v 21. storočí začínajú postupne meniť tak, že sa objavujú publikácie, ktoré využívajú vltavíny pre geomorfologické účely, hlavne od autora Roštínského (napr. Roštínský a kol., 2016). Pri využívaní vltavínov v geomorfológii sú teda značné rezervy, ale postupom času dochádza k zmenám v prístupe k možnostiam využívania vltavínov pri výskume.

Zbierka vltavínov Prírodovedeckej fakulty UK v Prahe, aj napriek tomu, že je pomerne nevel'ká, má veľký potenciál z hľadiska štúdia mikropovrchových tvarov. Toto umožnilo urobiť reprezentatívny výber vltavínov podľa drobných (mikro) tvarov ich povrchu. V prípade vltavínov, i veľmi krátky transport od primárnych úložisk vltavínov stačí k tomu, aby boli na povrchu vzorkov zaznamenané výrazné morfológické zmeny. Geomorfologické spolkácie pozorovaní zmien opracovania povrchu vltavínov bude vždy mať len lokálny význam v rámci km² až desiatok km² okolo ložiska vltavínov. Ojedinelé nálezy vltavínov vo veľkých vzdialenostiach od pádových polí, ako je napríklad nález vltavínu v Prahe (Žebera, 1972), sa vyznačujú veľmi podstatným opracovaním. Navyše neprítomnosť vltavínov v častiach oblastí, kde sa inak vyskytujú, poukazuje na rozsah odneseného materiálu z povrchu, teda na rozsah exhumácie zvetralinového plášťa a hornín. Ďalším zistením pri písaní práce bol rozsah

devastačných účinkov antropogénnych vplyvov na pôvodný reliéf. Vo všetkých lokalitách výskytu vltavínov v južných Čechách sa objavujú značné zásahy do krajinného prostredia v podobe legálnej i nelegálnej ťažby. Počas niekoľkých rokov až desaťročí došlo na mnohých lokalitách s výskytom vltavínov k výrazným zmenám krajinného rázu a táto činnosť má negatívny vplyv aj na životné prostredie.

Morfostratigrafický význam ojedinelých nálezov vltavínov desiatky km od ich primárnych nálezísk je pomerne obmedzený, a to hlavne pre malú odolnosť voči zmenám tvaru a objemu pri fluviálnom transporte. Naopak pozoruhodné sú možnosti výskumu morfológie vltavínov v dostupných zbierkach, na ktoré sa doposiaľ zabúdalo. Tieto štúdie je možné zamerať hlavne na 1) rozsah zachovania a typu povrchu vltavínov u vzoriek z pôvodných miest dopadu a na charakteristické prejavy ich dlhodobého zvetrávania, 2) zmeny mikromorfológie vltavínov spôsobené transportom na krátku vzdialenosť (stovky metrov až kilometre), a to jak svahovými procesmi, tak fluviálnym transportom do lokalít ich súčasného uloženia.

LITERATÚRA

- ARP, G. (2006): Sediments of the Ries Crater Lake (Miocene, Southern Germany). *SEDIMENT 2006: 21th Meeting of Sedimentologists*, 213-236
- ARTEMIEVA, N., PIERAZZO, E., STÖFFLER, D. (2002): Numerical modeling of tektite origin in oblique impacts: Implication to Ries-Moldavites strewn field. *Bulletin of the Czech Geological Survey*, Vol. 77, No. 4, 303–311
- BARNES, V. E. (1969): Petrology of moldavites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33, 1121-1134
- BATÍK, P. (1997): Vývoj miocenní drenáže na Znojemsku a její vztah k třebíčské vltavínonosné redepozici. *Přírodověd. Sborník Západomoravského Muzea, Třebíč*, 31, 144-145
- BOUŠKA, V., POVONDRA P. (1964): Correlation of some physical and chemical properties of moldavites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 28, 783-791, Oxford
- BOUŠKA, V. (1972): Geology of the moldavite-bearing sediments and the distribution of moldavites. *Acta Univ. Carolinae, Geol.* 1, 1-29
- BOUŠKA V. a kol. (1987): *Přírodní skla*. Academia, Praha, 264 s.
- BOUŠKA, V. (1992): *Tajemné vltavíny*. Gabriel, Praha, 84 p.
- BOUŠKA, V. (1994): *Moldavites: The Czech tektites*, Stylizace, Praha, 68 s.
- BOUŠKA, V., MOTTL, V., ROST, R., ŠEVČÍK, J. (1995): Moldavites from the Cheb Basin. *Bulletin Czech Geol. Survey*, 70, 3, 73-80
- BOUŠKA, V., LANGE, J. M. (1999): Geology of the moldavite-bearing sediments in Central Europe. *des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 10, Dresden, 20-24
- BÖHME, M., GREGOR, H. J., HEISSIG, K. (2002): The Ries and Steinheim meteorite impacts and their effect on environmental conditions in time and space. *Geological and biological effects of impact events*, 217-235
- BRACHANIEC, T., SZOPA, K., KARWOWSKI, L. (2014): Discovery of the most distal Ries tektites found in Lower Silesia, southwestern Poland. *Meteoritics and Planetary Science*, 49, 6, 1-8.

- BRACHANIEC, T., SZOPA, K., KARWOWSKI, L. (2015): A new discovery of parautochthonous moldavites in southwestern Poland, Central Europe. *Meteoritics and Planetary Science*, no. 10, 1697-1702
- CHLUPÁČ, I. (1999): *Geologická minulost České republiky*. Akademie, 440 s.
- DEMEK, J. a kol (2006): *Hory a nížiny: zeměpisný lexikon ČR*. MŽP ČR, Brno, 582 str.
- DIETZ, R. S. (1984): Tektites and terrestrial meteorite craters: possible associations. *Journal Non-Crystalline Solids*, 67, 649-655
- HEINEN, G. (1998): *Tektites – Witnesses Of Cosmic Catastrophes*. Guy Heinen, Luxembourg. 222 p.
- HOUZAR, S. (2005): *Vltavíny a tektity, jejich naleziště a vznik*. 2. Sjezd České geologické společnosti, Slavonice
- HRÁDEK, M. (1997): *Vltavíny v geomorfologickém vývoji jihovýchodní části Českého masivu*. Přír. Sborník Západomoravského muzea, 31, 146-164
- HYNČICOVÁ, K. (2015): *Právní ochrana neživé přírody*. Diplomová práce, Univerzita Karlova, Právnická fakulta, Katedra práva životního prostředí, vedoucí práce: JUDr. Karolina Žáková, Ph. D.
- KOEBERL, C., GLASS, B. P. (1988a): Chemical composition of North American microtektites and tektite fragments from Barbados and DSDP Site 612 on the continental slope off New Jersey. *Earth and Planetary Science Letters*, 87, 286-292
- KOEBERL, C., BRANDSTÄTTER, F., NIEDERMAYR, G., KURAT, G. (1988b): Moldavites from Austria. *Meteoritics* 23, 325-332
- KOEBERL et al. (2007): Uppermost impact fallback layer in the Bosumtwi crater (Ghana): Mineralogy, geochemistry and comparison with Ivory Coast tektites. *Meteoritics and Planetary Science*, 45, no. 4-5, 709-729
- KONTA, J. (1971): Shape analysis of moldavites and their impact origin. *Min. Mag*, 38, 408-417
- KONTA, J. (1980): *Tvarová analýza fragmentů vltavínů*. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, no. 1-2, 45-67

- KONTA, J., BOUŠKA, V. (1990): Moldavites. Vltavíny. Acta Universitatis Carolinae-Geologica, 1986, 1, 1-128.
- LANGE, J. M., SUHR, P. (1999): Lužické vltavíny a jejich geologie. Mus. Mineral. Geol. Dresden, 10, 71-99
- NOVOTNÝ, J. (2014): Paleogeografické aspekty impaktní události Ries. Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie, vedoucí práce: prof. RNDr. Jan Kalvoda DrSc.
- O'KEEFE, J. A. (1969): The microtektite data: Implications for the hypothesis of the lunar origin of tektites. Journal of Geophysical Research, vol. 74, 6795-6804
- POHL, J., STÖFFLER, D., GALL, H., ERNSTON, K. (1977): The Ries impact crater. Impact and explosion cratering. Pergamon press, New York, 343-405
- POKORNÝ, R., ŠKODOVÁ, J. (2003): Besednické vltavíny: (Ne)uzavřený problém Jižních Čech. Moderní obec, str. 42-43
- ROST, R. (1969): Sculpturing of moldavites and the problem of micromoldavites. Journal Geophys. Research, 74, No. 27, Richmond, 6816-6924
- ROST, R. (1972): Vltavíny a tektity, Academia, Praha, 241 s.
- ROŠTÍNSKÝ, P., ŠMERDA, J., NOVÁKOVÁ, E. (2016): Geomorfologické a petrografické aspekty fluvialních sedimentů v oblasti dolní Rokytné. Thayensia, Znojmo, 13, str. 15-58
- ŘANDA, Z., MIZERA, J., FRÁNA, J., KUČERA, J. (2008): Geochemical characterization of moldavites from a new locality, the Cheb Basin, Czech Republic. Meteoritics and Planetary Science, 43, 3, 461-477.
- ŠTULC, M., GÖTZ, A. (1996): Životní prostředí. Nakladatelství České geografické společnosti, 62 s.
- TRNKA, M., HOUZAR, S. (1991): Moravské vltavíny. Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, Západomoravské muzeum v Třebíči, Brno, 115 p.
- TRNKA, M., HOUZAR, S. (2002): Moldavites: a review. Bulletin of the Czech Geological Survey, 77, 4, 283-302.
- VAND, V. (2009): O původu tektitů a vltavínů. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, vol. 54, no. 1, 23-32

ŽÁK, K., BOUŠKA, V., KADLEC, J., (1999): Nález vltavínu ve fluviálních sedimentech Vltavy v písčinně u Jevíněvsí s. od Kralup nad Vltavou. Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze, 7, 242-243.

ŽEBERA, K. (1972): Vltavíny v katastrofálních přívalových sedimentech u Prahy – geologický průzkum, 16, Praha, s. 389

INTERNETOVÉ ZDROJE:

Geologické mapy ČR [online]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/>

Letecké fotografie Třeboňe a okolí [online]. Dostupné z: <http://www.ze-vzduchu.cz/>