

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav geologie a pedologie

Geologická a dendrologická charakteristika širšího okolí lomů Hranice a Černotín

Bakalářská práce

2014/2015

Adam Volek

Prohlašuji, že jsem práci Geologická a dendrologická charakteristika širšího okolí lomů Hranice a Černotín zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury.

Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:..... podpis studenta

Rád bych poděkoval doc. Mgr. Jindřichu Kynickému, Ph.D. za vedení, pomoc i cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Taktéž bych rád poděkoval Ing. Zdeňku Masaříkovi z Cement Hranice a.s. za poskytnutí důležitých informací a materiálů.

Abstrakt

Adam Volek: Geologická a dendrologická charakteristika širšího okolí lomů Hranice a Černotín

Tématem této práce je geologická a dendrologická charakteristika širšího okolí lomů Hranice a Černotín. Tato lokalita se rozkládá východním směrem od Hranic a je obklopena obcemi Černotín, Hluzov a Teplice nad Bečvou.

V teoretické části práce je popsána stavba hranického paleozoika, s detailním popisem stavby Hluzovského kopce, kde se nachází ložisko vápenců pro hranickou cementárnu. Na lokalitu navazuje Hranický kras, jenž je znám svou hydrotermální krasovou činností. V práci je dále uvedena charakteristická struktura zdejších lesních porostů, které jsou do jisté míry ovlivňovány vápencovým podložím.

Ve vlastním výzkumu je věnována pozornost nově tvořeným půdám v lokalitách postižených těžbou. Byla provedena chemická analýza půdy, sledována probíhající sukcese v obou lomech v návaznosti na probíhající rekultivace a v dendrologické části výzkumu byla porovnávána struktura lesů patřících do chráněných území a lesů hospodářských.

Klíčová slova

Cement Hranice, Černotín, dendrologie, geologie, Hluzovský kopec, Hranice, hranické paleozoikum, Hranický kras, Moravská brána, rekultivace, sukcese, vápenec

Abstract

Adam Volek: Geological and dendrological characteristics of wider area of limestone quarries in Hranice and Černotín

The main topic of this thesis is a geological and dendrological characteristics of wider area of limestone quarries in Hranice and Černotín. These quarries are located to the east of Hranice and they are surrounded by villages Černotín, Hluzov and Teplice nad Bečvou.

In the theoretical part of this thesis is described the geological structure of the Hranice Paleozoic, especially with a detailed description of Hluzov hill, which is bearing limestone for Cement Factory Hranice. In nearby quarries is located Hranice karst, which is known for its karst hydrothermal activity that gave rise to a unique karst formations. There is also indicated the characteristic structure of the local forest, influenced by the limestone bedrock.

In the author's own research, there is attention to the newly formed soils in areas affected by mining activities. It was done a chemical analysis of the soil, the monitoring of succession in both quarries in response to the ongoing reclamation. In the dendrological part of the research, it was compared the structure of the forest belonging to the protected areas and economic forests.

Key words:

Cement Hranice, Černotín, dendrology, geology, Hluzov hill, Hranice, Hranice karst, Hranice Paleozoic, limestone, Moravian gate, quarry, reclamation, succession

Obsah

Úvod a cíl práce	8
1 GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HRANICKA	9
1.1 Geologický vývoj širšího okolí oblasti	9
1.2 Klimatické a hydrologické podmínky Hranicka	13
1.3 Krasová činnost na Hranicku.....	14
1.4 Krasové jevy v Hranickém krasu.....	15
2 VÁPENCOVÉ LOMY V HRANICÍCH A ČERNOTÍNĚ.....	17
2.1 Specifikace lokality.....	17
2.2 Výroba cementu v Hranicích.....	17
2.3 Historie ložiska a plán těžby.....	18
2.4 Geologická stavba vlastního ložiska	20
2.4.1 Kra východní.....	20
2.4.2 Kra západní	21
2.4.3 Kra jižní	22
2.4.4 Neogénní sedimenty	22
2.4.5 Kvartérní sedimenty	23
2.4.6 Hydrogeologické podmínky ložiska.....	24
3 DENDROLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HRANICKA	25
3.1 Chráněná území v Hranickém krasu	25
3.1.1 Národní přírodní rezervace Hůrka u Hranic	25
3.1.2 Národní přírodní památka Zbrašovské aragonitové jeskyně.....	27
3.1.3 Přírodní rezervace Velká Kobylanka.....	28
3.1.4 Přírodní rezervace Malá Kobylanka.....	29
3.1.5 Přírodní památka Nad kostelíčkem	30
3.1.6 Přírodní památka V oboře.....	30
4 REKULTIVACE JAKO NEZBYTNÁ SOUČÁST TĚŽBY VÁPENCE.....	32
4.1 Typy rekultivací.....	32
4.1.1 Lesnická rekultivace	33
4.1.2 Zemědělská rekultivace	34
4.1.3 Hydrická rekultivace.....	34
4.1.4 Sukcese	34
4.2 Současná podoba rekultivace v lomech Černotín a Hranice	36
5 METODIKA	37
5.1 Literární podklady.....	37
5.2 Terénní práce a odběr vzorků	37
5.3 Laboratorní práce	38
6 VÝSLEDKY VLASTNÍHO VÝZKUMU.....	39
6.1 Dendrologická charakteristika lesů v okolí lomů	39
6.2 Popis jednotlivých stanovišť	40
6.3 Provedené rekultivace a spolupůsobící sukcese	42
6.4 Výsledky chemických analýz v lomu Černotín.....	43
6.5 Výsledky analýz v lužním lese u Bečvy.....	50
6.6 Výsledky analýz v lomu Hranice.....	52
7 DISKUZE	61
ZÁVĚR.....	63
SUMMARY	65
POUŽITÁ LITERATURA	67
PŘÍLOHY	71

Úvod a cíl práce

Bakalářská práce se zabývá geologickou a dendrologickou charakteristikou širšího okolí vápencových lomů v Hranicích a Černotíně. Jak již z názvu vyplývá, jedná se především o rešeršní práci, která si klade za cíl shromáždění a zpracování informací, týkajících se dané lokality. Nezbytnou součástí práce je taktéž dendrologický a pedologický výzkum.

V rešeršní části práce je nejprve detailně popsán geologický vývoj a stavba vlastního území. Jelikož se vybrané území nachází na rozhraní Českého masivu a Západních Karpat, má velice složitou geologickou stavbu a výraznou členitost, projevující se i v pedologických poměrech.

Pozornost je taktéž věnována hydrotermální krasové činnosti, jako jednomu z nejvýznamnějších geologických procesů, probíhajících ve vybraném území. Díky této činnosti vznikl Hranický kras s nejhlubší propastí ve střední Evropě. Krasová činnost také umožnila vzniknout jeskynním systémům, které byly náhodně objevovány těžbou vápence. Samotná těžba vápence probíhá na tomto území po dlouhou dobu, proto je z historického hlediska velice významná.

Lesní porosty se na vybrané lokalitě vyskytují především díky povrchovým krasovým jevům, tzv. mogotům, které nejsou zemědělsky obhospodařovatelné. Z důvodu dlouholeté ochrany těchto porostů, sahající až do roku 1952, můžeme dobře usuzovat, jak vypadalo druhové složení přirozené vegetace ve vybraném území. Nelze to však brát absolutně, protože ani tyto lesní porosty nebyly uchráněny od lesnického hospodaření.

V poslední části rešerše je popsán způsob a provádění rekultivační činnosti v oblastech zasažených těžební činností v porovnání s probíhající sukcesí. V samotných lomech je věnována pozornost rekultivační činnosti, která byla provedena naposledy v roce 1998. Jednalo se především o rekultivaci lesnickou, při které byla výsadba realizována především dubem zimním.

Na rešeršní část práce navazuje vlastní terénní práce, skládající se z dendrologického šetření v lesních porostech v bližším okolí lomů a terénních prací v samotných lomech, za účelem odběru vzorků půd a hornin. Taktéž je posuzována rekultivační činnost ve vztahu k probíhající sukcesi. Následné zpracování odebraných vzorků nám poslouží ke stanovení základních chemických analýz.

1 GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HRANICKA

1.1 Geologický vývoj širšího okolí oblasti

Město Hranice na Moravě nezískalo své jméno náhodou, jedná se o oblast několika rozhraní a hranic.¹ Geologicky se oblast nachází na okrajích jednotek Českého masivu a Karpatské soustavy. Tyto dvě jednotky jsou od sebe navzájem odděleny Karpatskou předhlubní, vyplněnou sedimenty miocénního a fluviolakustrinního pliocénního stáří (Otava, 2010). Vyskytují se zde horniny paleozoického stáří, které byly vyvrátněny při varijském vrátnění, a ty jsou překryty sedimenty vnějších flyšových příkrovů Západních Karpat (Demek, 1987).

Podloží hornin paleozoika v moravskoslezské oblasti je tvořeno jednotkou brunovistulika, která vznikla v proterozoiku. Je charakteristická svým různorodým komplexem a její základní stavební prvek tvoří magmatické horniny. Ve svém vývoji prodělaly řadu změn, jednou z nich je epizonální metamorfóza. Tlakové přeměny s metasomatickými přeměnami minerálů jsou zastíženy v granodioritech. Jednotka se zřídka dostává přes ostatní sedimenty k povrchu, stává se tak pouze v okolí Brna (tzv. brněnský masiv) a také v okolí Olomouce.

V paleozoiku proběhl devonský vývoj, jenž je pro zájmovou oblast zásadní. Tento vývoj pro moravskoslezskou oblast je třeba rozdělit na jednotlivé faciální vývoje. Jedná se o vývoj drahanský (pánevní), vývoj ludmírovský (přechodní) a vývoj Moravského krasu (prahový, platformní) (Dvořák, Friáková, 1978). Devonské sedimenty jsou většinou nadložími brunovistulika, nasedají na ně diskordantně a mají transgresivní ráz (Chlupáč, 2011).

Faciální vývoj vybraného území náleží k Moravskému krasu, proto byl od něj odvozen název této facie. Vývoj Moravského krasu však probíhal i na jiných územích, a to v okolí Hranic, Olomouce a Přerova. Většinou se jedná o menší ostrůvkovité území, kde tento vývoj vystupuje na povrch.

Nejstarší vývojovou vrstvou devonu jsou bazální klastické uložení, někdy také označované jako „Old red“. Složení této vrstvy je heterogenní, o mocnostech v řádech metrů až po mocnosti pohybující se kolem jednoho kilometru. Významnými horninami, podílejícími se na této vrstvě, jsou křemenné slepence, pískovce, arkózy a prachovce.

¹ Kromě střetu dvou hlavních orogénů České republiky, a to Českého masivu a Karpatské soustavy, na Hranicku etnograficky hraničí Valašsko se Slezskem a Hanou a nachází se zde taktéž rozvodí mezi úmořímí Baltu (Odra) a Černého moře (Bečva).

Jejich vznik byl podmíněn usazováním materiálů v jezerech, příbřežních lagunách a řekách a jejich vývoj ve značné míře ovlivňovalo kontinentální prostředí.

V zájmovém území nastala mořská transgrese během středního devonu a je charakteristická svojí karbonátovou sedimentací. Vápence macošského souvrství vytváří nadloží bazálních klastik. Jsou charakteristické svým vznikem, jenž probíhal v mělkovodním prostředí a jedná se o sedimenty karbonátové platformy s korálovou a stromatoporoidovou faunou (Chlupáč, 2011).

Macošské souvrství se rozlišuje na tři facie. Josefovské vápence jsou písčité dolomitické vápence s charakteristickou tmavě šedou barvou. Lažánecké vápence mají též tmavě šedou barvu a hojně se v nich vyskytují větevnaté stromatoporoidy. Vznikaly v polozavřených zátokách s větší vzdáleností od pobřeží (Chrha, 1977). Vilémovické vápence jsou zbarveny světle šedě a jsou charakteristické svojí čistotou. Pro tento typ vápence je typická bentózní fauna s řasovou flórou.

Macošské souvrství má velice nízkou odolnost vůči krasové činnosti, a proto se zde objevuje řada krasových jevů. Většina jeskyní Moravského krasu vznikla právě v tomto souvrství. Nadloží macošského souvrství tvoří líšeňské souvrství. To se od macošského souvrství odlišuje svojí značnou fatální proměnlivostí, jež byla pravděpodobně způsobena ochlazením v období přechodu frans – famen.

Líšeňské souvrství je v nejsvrchnější části tvořeno brekciemi. Brekcie vznikaly v mělkovodním prostředí, na něž působily velmi silné mořské proudy, které odnesly jílovitý materiál. Právě líšeňské souvrství obsahuje vysoký podíl jílovitého materiálu (Dleštík, 2013). Líšeňské souvrství se rozlišuje na tři facie. Křtinské vápence jsou hlíznaté, jejich struktura je jemnozrnná s různorodým podílem jílovité složky a vyskytují se v malých mocnostech. Vznikaly v oblastech zátok s propojením s mořem se slabým prouděním vody. Hádko-říčské vápence mají deskovitou bituminózní stavbu s tmavě šedou barvou (Zukalová, Chlupáč, 1982). V mikritových vápencích je částečný výskyt vápnitých břidlic s tmavými rohovci. Tato stavba je typická pro prostředí se silnými mořskými proudy se spolupůsobením gravitačních proudů. Hněvotínské vápence mají tenké vrstevnatou (laminovanou) strukturu s příměsí vápnitých břidlic, jejich barva je šedá. Pro Hranický devon je však spíš charakteristická plástevnatá struktura (Bábek, Otava, 2005). Vznik laminovaných vápenců se váže na mělkovodní přílivo-odlivové plošiny a jejich mocnosti s vápencovými brekciemi mohou dosáhnout až 200 metrů.

Ve středním famenu dochází k přerušení sedimentace vápenců na vrcholech prahových struktur. Na okrajích těchto prahů vznikaly ve svrchním famenu organodetrické vápence, které jsou jemně až středně zrnité s tmavě šedou barvou. Dále dochází ve svrchním famenu až spodním visé ke zdvihu a regresi moře. Tato činnost probíhala v jihozápadní části území ložiska. Vápencové brekcie s organodetrickou hmotou vznikaly v jihovýchodní části ložiska, od těchto vápencových brekcií vznikaly organodetrické a laminované vápence (Chrha, 1977).

Západně od obce Hluzov (sousedící s Černotínem) nebyl vývoj laminovaných vápenců přerušen až do středního tournai. Potom zde sedimentovaly mikritické vápence (Dvořák, 2004). Do spodního tournai se datuje vznik černých břidlic s velmi jemně zrnitými pískovci, živci, slídami a organodetrickými vápenci. Mocnost této vrstvy dosahuje 20 - 60 metrů. Břidlice vznikající v tomto období mají vysoký podíl karbonifikované organické hmoty. V karbonu doznívají poslední zbytky sedimentace vápenců, která je nahrazena sedimentací kulmské facie (Bábek, Otava, 2005).

Ve východních částech území probíhala vápencová sedimentace déle, proto jsou v těchto oblastech horniny kulmu zastoupeny v malých mocnostech. Sedimenty karbonského stáří jsou v předpolí vnějších flyšových sedimentů a flyšových karpát překryty neogenními nebo mezozoickými sedimenty (Dudek, 1980).

Výskyt hornin kulmu je významný ve kře Maleníku, která leží na okraji Moravské brány. Začátek kulmského vývoje se projevuje sedimentací březinskými břidlicemi, dosahujícími poměrně malých mocností. Tyto břidlice mají stejné stáří jako černé břidlice vznikající v severovýchodní části území, typické větším obsahem organické hmoty (Demek, 1987). Nadloží pro tyto břidlice jsou moravické vrstvy, typické svými jílovitými břidlicemi s laminami a příměsí prachovců s jemně zrnitými drobkami černošedé barvy. Mocnost moravických vrstev je velice různorodá a pohybuje se mezi 80 - 200 metrů.

Na tyto vrstvy se ukládaly sedimenty Hradecko kyjovického souvrství. Jako první z tohoto souvrství se ukládaly droby hradeckých vrstev s mocnostmi pohybujícími se v řádech stovek metrů, které jsou lavicovité s čočkami slepenců. Ve vyšších polohách tohoto souvrství se nachází kyjovické souvrství s vyšším obsahem prachových a jílových částic. V období této sedimentace probíhalo v karbonátových horninách varijské vrásnění. To mělo značný dopad na samotné zájmové území. Výrazně pozměnilo jak vápence, tak i další sedimentaci. Kulmské sedimenty také prošly

varijským vrásněním, což způsobilo vznik četných zlomů s vznikem šupin (Otava, 2010).

V období jury vznikal štramberský vápenec, bioklastický až mikritový s minimálním podílem siliciklastické složky. Je typický pro mělkovodní prostředí a jeho barva je světle šedá až bělavá. V nejbližším okolí zájmového území se tento vápenec v malé míře vyskytuje u obce Skalička.

Sedimenty flyšových Karpat jsou tvořeny především křídovými a tercierními sedimenty (Dudek, 1980). Flyšové příkrovy vznikaly díky alpsko-karpatskému vrásnění a byly nasunuty jako příkrovový alochton na platformní předpolí. Jednotlivé příkrovy můžeme rozdělit podle doby nasouvání na platformní předpolí na Podslézský, Slezský a Magurský. Karpatská předhlubeň vznikla v neogénu před příkrovy flyšových sedimentů, které tvoří autochtonní miocénní sedimenty (Otava, 2010).

Kra Maleníku je od východu překryta alochtonními sedimenty karpatských příkrovů. Nasouvající flyšové sedimenty způsobily značný tlak na zemskou kůru a hlavně na zlomy v Českém masivu, to vedlo k pohybu jednotlivých ker vertikálním směrem (Dvořák, 2003). Vznik Moravské brány je dán poklesem kry nacházející se mezi krou Maleníku a Oderskými vrchy. Do této propadliny se dostala mořská voda a na dně tohoto nově vzniklého moře se začaly tvořit neogenní sedimenty. Jedna z největších mocností těchto sedimentů dosahovala 900 metrů a byla ověřena pomocí vrtu u obce Prosenice (Janoška, 1998).

Ve vybraném území se nachází neogenní sedimenty představované karpatskou sérií (Chrha, 1977). Tato série se rozděluje na tři facie - bazální, šlírová a vrstvy se sádrovcí. Mocnost bazální facie může dosahovat několika desítek metrů. Je tvořená především štěrky, slepenci (Černotínské slepence), písky (Černotínský pískovec) a brekciemi s hojnou jílovitou složkou. Štěrky jsou hrubozrné, s větším podílem písku a jsou tvořeny jak horninami paleozoika, tak i horninami karpatu. Ve vrstvách, kde začíná převažovat vápencový materiál na úkor obsahu písku, štěrky přecházejí do slepenců. Černotínský pískovec se nachází východně od Hranic, vznikal v mělkovodním prostředí, a proto má vysoký obsah vápnité složky (Eliáš, Pálenský, Růžička, 2002). Brekcie bazální facie jsou jemně až středně zrnité.

Nejvýznamnější facií karpatské série je šlírová facie, která se skládá z tuhých vápnnitých jílu šedé barvy. Jejich struktura je deskovitě odlučná a obsahuje laminové struktury, písčito-jílovitý štěrk, vápnito-jílovitý písek a vápnnitý pískovec.

Poslední a nejsvrchnější facií jsou vrstvy se sádrovci. Jejich barva je šedožlutá až olivová. Skládají se z jílu, štěrkovitých jílu, do kterých vstupují žilky vláknitého sádrovce. Tato facie je díky svému tlakovému postizení, vzniklému díky pohybům štýrských flyšových příkrovů, značně zvrásněna a prohnětena.

V období kvartéru, charakteristickém střídáním glaciálů a interglaciálů, docházelo k intenzivní erozi a následné sedimentaci těchto rozrušených hornin. Během glaciálu se saalský ledovec nacházel blízko zájmového území. V okolí Bělčina a Polomi měl ledovec svůj největší rozsah, v důsledku toho zde byly z tohoto období zachovány relikty glaciáluálních sedimentů saalského zalednění.

Glaciáluální sedimenty vznikaly říční a výplavovou činností ledovců. Tyto sedimenty tvoří ploché sandry a eskery. Dejekční (výplavové) kužely vznikaly v období středního pleistocénu. Jejich charakteristický tvar se nachází na rozmezí mezi svahovinami a sedimenty údolních niv. Štěrkové údolní terasy sedimentovaly v období svrchního pleistocénu (Otava, 2010). Jejich vznik byl zapříčiněn prohlubováním koryt toků. Na severozápadních a jihovýchodních svazích se mohou vzácně vyskytnout spraše a sprašové hlíny. Současnou nivu řeky Bečvy vytváří fluviální sedimenty, jejichž vznik je podmíněn lidskou činností působící na okolní krajinu.

1.2 Klimatické a hydrologické podmínky Hranicka

Oblast Hranicka je zařazena do teplé oblasti W2 a okrajově spadá kra Maleníku do mírně teplé oblasti MW10. Průměrný roční úhrn srážek dosahuje 650 - 700 mm (Tolasz, 2007), ve vegetačním období průměrně 360 - 460 mm a v zimním období 200 - 250 mm. Podle měření Střední lesnické školy v Hranicích klesly za posledních 7 let průměrné roční srážky na 450 mm až 500 mm (SLŠ Hranice, 2008). Průměrná teplota v lednu dosahuje -2 - -3°C , v červenci 18 - 19°C a v říjnu 7 - 9°. Letních dní je 50 - 60 a ledových dní 30 - 40 (Quitt, 1971). Převládající proudění vzduchu je SZ-Z (SLŠ Hranice, 2008). V místech otevřených lomů vzniká tepelný ostrov, jelikož obnažené stěny pohlcují velké množství slunečního záření (Zajícová, 2012).

Hlavním a nejdůležitějším tokem oblasti je řeka Bečva. Jedná se o řeku třetího řádu, patřící do úmoří Černého moře. Vzniká na soutoku Rožnovské a Vsetínské Bečvy a její délka toku čítá 61,5 km. Vlévá se do řeky Moravy u obce Troubky. Výškový

rozdíl na vzniku a u ústí do Moravy je 93 metrů. Povodí se rozprostírá na 1625 km² (Šindlar, 2012). Dno a břehy Bečvy se skládají především z říčních štěrků s převládajícím pískovcem a drobou. Průtok řeky se během roku značně mění, s průměrným průtokem u ústí řeky 17,5 m³ a u Teplic nad Bečvou 15,5 m³ (Bergová, 2008).

1.3 Krasová činnost na Hranicku

K výrazné krasové činnosti dochází mezi vápenci líšeňského a macošského souvrství. Podnět pro první projev krasové činnosti byl dán v paleozoiku, kde byla přerušena sedimentace na období 3 – 4 miliónů let. Toto prvotní zkrasovění proběhlo mezi vilémovskými a laminovanými vápenci. Zóna, vyskytující se mezi těmito vrstvami, byla následně výchozím bodem pro další krasovou činnost probíhající v mezozoiku a kenozoiku (Geršl, 2007). Pozůstatkem tohoto zvětrávání byl vznik hlubokých geologických varhan, dosahujících hloubky 30 – 60 metrů a průměru až 100 metrů (Chrha, 1977). Jedná se o hluboké kapsovitě prohlubně, vyplněné materiálem z ostatních zvětrávaných hornin. V nejnižších částech jde o materiál pocházející z neneogenního období, směrem k povrchu se výplň mění na neogenní sedimenty.

Další krasová činnost probíhala v křídě. V jeskynních systémech zůstaly z tohoto období sedimenty rudického typu. Sedimenty jeskyní jsou tvořeny především kaolinickými jíly a červenými písky. Na období čtvrtohor se vážou nejvýznamnější krasové činnosti. Vznikaly díky zlomům v zemské kůře, podél kterých může k povrchu prostupovat oxid uhličitý spolu s vodou (Pokorný, 2012). Tento typ krasové činnosti se nazývá hydrotermální krasovění.

Rozbory odebraného helia z Hranické propasti dokázaly, že plyny dostávající se k povrchu pochází ze svrchního pláště. Ve zdejších vodách je oxid uhličitý velice koncentrovaný a může dosahovat až 2500 mg.l⁻¹. Plyn vystupující z velkých hloubek se rozpouští ve vodě, kterou následně ohřívá. Takto ohřáté termální vody mají teplotu kolem 22,5 °C (Český svaz ochránců přírody, 2013).

1.4 Krasové jevy v Hranickém krasu

Oblast masivu Maleníku poblíž Hranic označujeme jako Hranický kras. Jedná se o oblast o rozloze přibližně 5x5 km, rozprostírající se kolem řeky Bečvy. Tvoří ji staroprvohorní vápence, jejichž velká část je pohřbena pod vrstvou mladších sedimentů a na povrch vystupují jen jednotlivé vápencové ostrovy. V těchto místech je narušen vodní režim a z toho důvodu v nich neprobíhá krasová činnost (Dleštík, 2013). Na jejich zkrasovění měly vliv kromě povrchových vod i četné prameny teplých minerálních vod.

V současné době je v Hranickém krasu objeveno 31 jeskyní a propastí, mezi nejvýznamnější patří Zbrašovské aragonitové jeskyně, Hranická propast a Černotínské jeskyně.

Mezi další významné krasové jevy lze počítat mogoty. Jedná se o útvary podobné kuželům s příkrými skalními stěnami, které mohou být až 200 metrů vysoké. V současné době v Hranickém krasu vystupují nad povrch pouze svými vrcholy. Zbytek mogotů se nachází pod vysokou vrstvou jílovitých sedimentů, jejichž mocnost může dosahovat až 100 metrů. Tato mocnost byla ověřena vrtem mezi Velkou Kobylankou a Hůrkou. Mogoty jsou pozůstatkem zvětrávání méně odolných vápenců. Tento typ zvětrávání je typický pro třetihorní tropické klima. Díky mogotům vznikly v hranické cementárně příbojové útesy, pokryté drobnými otvůrky, které vytvářeli vrtaví mlži, aby se zde mohli schovávat před příbojem Bečvy (Dolníček a kol 2008).

V údolním svahu na levém břehu řeky Bečvy v lázních Teplicích nad Bečvou se nachází významné Zbrašovské aragonitové jeskyně. Roku 1912 byla při těžbě vápence v místním lomu objevena puklina, do níž se spustili bratři Josef a Čeněk Chromí. Pro veřejnost byly jeskyně otevřeny roku 1926 a v roce 2003 byly vyhlášeny národní přírodní památkou. Jsou dlouhé 1435 m a mají návštěvní okruh 375 metrů. V letech 2003 – 2005 proběhla v jeskyních rozsáhlá rekonstrukce, kterou byly odstraněny negativní aspekty předchozích zpřístupňovacích prací.

Zbrašovské aragonitové jeskyně jako jediné zpřístupněné jeskyně v České republice vznikly hydrotermální činností. Jedná se o nejteplejší jeskyně v ČR. Díky oxidu uhličitému, vystupujícímu z velkých hloubek, dosahuje průměrná roční teplota 14 – 16 ° a relativní vlhkost okolo 98%. Teplota vystupující vody s plynem se pohybuje přibližně kolem 22,5 °C (Správa jeskyní ČR, 2014).

Oxid uhličitý je těžší než vzduch, z tohoto důvodu vytváří v nejnižších částech jeskyní tzv. plynná jezera. Tato jezera mohou dosahovat vysokých koncentrací oxidu

uhličitého (kolem 40 %) a zároveň tloušťka tohoto plynového jezera může být i několik metrů.

Výzdobu jeskyní tvoří aragonit, sintrové povlaky a gejzírové (raftové) stalagmity. Mezi největší prostory těchto jeskyní patří Gallašův a Jurikův dóm. Nejhojnější výskyt aragonitu se nachází právě v Jurikově dómu (AOPK ČR, 2009).

Poblíž motorestu Vápenka se nachází Černotínské jeskyně. Jejich objev je datován do roku 1866. Narazilo se na ně náhodou při těžbě vápence. Dělníci následně objevili jezero, které pomocí vypůjčené loďky prozkoumali a zaznamenali si jeho přibližné rozměry (30 x 7 metrů). Po tomto prozkoumání jeskyně byl vchod zasypán.

V roce 1899 byla objevena další jeskyně², ale dnes už bohužel nezjistíme, zda se jednalo o nový objev nebo o původní jeskyně, objevené už v roce 1866. V roce 1928 byly objeveny další dvě jeskyně, kvůli špatnému popisu místa vstupu do jeskyní se však vchody nepodařilo znovu nalézt. Od té doby bylo provedeno několik pokusů o znovunalezení jeskyní, ale zatím bezúspěšně. Je také možné, že jeskyně byly při těžbě vápence již dávno odtěženy (Jandová, 2010).

Významným geologickým jevem Hranického krasu je Hranická propast. Jedná se o nejhlubší propast ve střední Evropě. Po jezírko má hloubku 69,5 metrů s přibližnými rozměry 50 x 100 metrů. Hladina jezírka se nachází ve stejné úrovni jako hladina řeky Bečvy, to svědčí o propojení celého Hranického krasu. Pod vodní hladinou má propast své pokračování. Naposledy v roce 2014 bylo dosaženo pomocí sondy hloubky 384 metrů, ale tato hloubka není konečná (Hranický kras, 2014). Vysoká členitost jeskyně zhoršuje podmínky pro potápěče, ale podle mocnosti vápenců se předpokládaná hloubka propasti odhaduje až na 800 metrů.

² Tato jeskyně byla zakreslena (rozloha 24 x 12 metrů, výška 15 metrů). Vybíhaly z ní tři chodby o délkách 10, 17 a 23 metrů. V hlavní jeskyni se nacházelo jezero o hloubce 3 - 4 metrů (AOPK ČR, 2009).

2 VÁPENCOVÉ LOMY V HRANICÍCH A ČERNOTÍNĚ

2.1 Specifikace lokality

Zájmové území patří k Podbeskydské pahorkatině a spadá ke kře Maleníku. Tvoří jej návrší nazývané Hluzovský kopec, který se skládá z předmiocénních hornin a z větší části je překryt neogenními sedimenty. Jen u strmých svahů otočených směrem k západu, severu a jihu vystupují k povrchu paleozoické horniny (Chrha, 1977).

Výškové rozpětí území se pohybuje mezi 250 – 370 metry. Na většině území se nachází zemědělská půda, jen malá část území spadá do porostní půdy, tu převážně tvoří lesy, náležící do chráněných území.

Lom Černotín se nachází jihovýchodně od Hranic směrem na obec Černotín, jeho dolovací prostor se rozprostírá na ploše 17 ha a je tvořen nepravidelným dvanáctiúhelníkem. V současnosti těžba postupuje severovýchodním směrem.

Severozápadně od tohoto lomu, na druhé straně ložiska, se nachází lom Hranice, který přímo navazuje na areál hranické cementárny. Jeho dolovací prostor je tvořen nepravidelným 24-úhelníkem s rozlohou 111 ha a současným postupem těžby jižním a jihovýchodním směrem (Horák, 2013).

2.2 Výroba cementu v Hranicích

Výroba cementu v Cementárně v Hranicích začala v roce 1954. V roce 1991 byla vytvořena akciová společnost Cement Hranice a v roce 1997 se stal jejím většinovým vlastníkem cementářský koncern Dyckerhoff. V roce 2004 italská skupina Buzzi Unicem získává většinový podíl v koncernu Dyckerhoff a stala se tak novým většinovým vlastníkem Cementu Hranice (Cement Hranice, 2008).

Cementárna produkuje především portlandské cementy a portlandské struskové cementy. Výroba cementu prodělala během let řadu změn. Mezi hlavní změny patří v roce 1987 přechod z mokrého způsobu výroby na suchý způsob, který je výrazně efektivnější. Zároveň byly nainstalovány odprašovací zařízení sloužící k omezení produkce emisí do ovzduší. I přes toto omezení produkce emisí dochází k překračování imisních limitů pro některé látky, proto oblast spadá mezi oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší (amec, 2008).

Pro potřeby cementárny se těží devonský vápenec v lomech Černotín a Hranice. Pro tyto lomy je povoleno ročně vytěžit maximálně 1800000 tun vápence (v Černotíně 80000 – 300000 tun a v Hranicích 600000 – 1500000 tun). Při této těžbě vydrží zásoby surovin v Černotíně zhruba 17 let a v Hranicích 23 let (Masařík, 2013).

Prováděná těžba se ani z daleka nepohybuje na této maximální úrovni, proto lze předpokládat, že zásoby surovin vydrží podstatně déle. Technologické vybavení umožňuje při maximální vytiženosti zpracovat ročně 1500000 tun vápence. Výrobní zařízení je naprojektováno na výrobu 2500 – 3550 tun slínku za jeden den (amec, 2008).

Jedny z nejvyšších těžeb probíhaly v letech 1998 – 2000 a v roce 2008, kdy se těžba pohybovala kolem 1350000 tun. V roce 2013 se jednalo o 800000 tun (Masařík, 2013). Provozní životnost těchto lomů je stanovena přibližně na 114 let (Horák, 2013).

Trhací práce v lomech jsou prováděny clonnými odstřely dle přesně daných kritérií, jak má vypadat tvar lomu a jednotlivé pracovní etáže. Minimální šířka plochy etáže je 20 metrů a sklon etáží musí být 1%, tak aby se na etážích nehromadila voda. Těžba skrývky též musí být v 20 metrovém předstihu (Piekníková, 2013).

2.3 Historie ložiska a plán těžby

V letech 1970 - 1975 byly prováděny geologicko-průzkumné práce. Postupovalo se od již otevřených lomů. Po dokončení prací došlo k propojení hranického a černotínského lomu a vzniklo tak jedno samostatné ložisko. Jeho rozloha je dnes cca 4 km² a rozprostírá se na území Hluzovského kopce.

V současné době se těží v obou lomech, přitom v lomu Černotín jen v nezbytně nutné míře. Nachází se zde totiž vysokoprocentní vápence vilémovské, které se používají především pro úpravu cementářské suroviny. V Hranickém lomu se těží méně kvalitní vápence křtinské a ve svrchní etáži neogenní jíly, které se používají jako sialitické suroviny, tzv. Si-korekce.

Celé ložisko je rozděleno do 135 bloků a ty jsou podle stupně prozkoumanosti zařazeny do kategorie C₂ a C₁, dále se vyskytují v lokalitě zásoby kategorie A a B

(Chrha, 1977).³ Zásoby spadající do kategorií B + C₁ byly na základě určení zvláštních kondic stanoveny jako zásoby bilanční. Zásoby C₂ byly vypočteny, ale nebyly zařazeny do zásob vázaných ani do zásob bilančních. Kategorie D se nachází v severní části ložiska a jedná se o dotěžení zásob z úrovně 270 m n. m. na úroveň 260 m. n. m. Jelikož oblast spadá do ochranného pásma přírodních léčivých a stolních minerálních vod, není umožněno těžit vápence pod úroveň 260 m n. m. (Štramberská, 2007).

Do oblasti výpočtu zásob zasahují tři chráněná území. Malá Kobylanka je vymezena do kategorie C₁ jako vázané zásoby, v oblasti Nad Kostelíčkem se nachází kvalitní vápence, též jsou uváděny jako vázané, a v oblasti V oboře se jedná o negující ložiskový element, který je plošně velice malý a zásoby z této oblasti by bylo možné vytěžit pouze po otevření nového lomu. Zároveň spadají do zásob vázaných.

Pro zjištění skutečné zásoby byly provedeny vrtné práce v počtu 77 vrtů. Geologické zásoby čítají celkem 414 297 000 tun⁴, z toho suroviny karbonátové (vápence vilémovské, laminované, lažánecké, křtinské, hlíznaté, organodetrické s vložkami jílovitých břidlic) 325 342 000 tun a suroviny sialitické (neogenní jíly, šlírové facie, jíly se sádrovci, kvartérní hlíny) 88 955 000 tun (Chrha, 1977).



Obr. 1 Chemické složení vápenců v ložisku (Chrha, 1977)

³ Kategorie A - jedná se o zásoby s nejlepší prozkoumaností (úložní poměry, stavba ložiska, jakostní a technologické poměry jsou plně známy). Kategorie B - jsou známy základní parametry, ale už neznáme úložní a technologické poměry. Kategorie C₁ - jsou objasněny v hlavních rysech. Kategorie C₂ - jsou objasněny v hrubých rysech, jejichž data jsou získaná z geologických struktur a komplexů hornin (Konvička, 2005).

⁴ V ložisku je následující zastoupení jednotlivých surovinných typů: korekční jíly 13,6 %, vápence hlíznaté 6,03 %, vápence vilémovické 76,27 %, vápence plástevnaté 3,25 %, černotínské slepence 0,26 %, jílovité břidlice 0,22 %, černé břidlice 0,33 %, vápence organodetrické 0,04 %.

2.4 Geologická stavba vlastního ložiska

Ložiskové území se skládá ze tří kerných celků, které jsou od sebe odděleny zlomovými liniemi. Jednou z linií je přesmyková linie procházející územím ložiska ve směru SSV – JJZ se sklonem k SZS 25 – 40° (Havíř, Dvořák, Otava, 2003). Tato linie protíná střed ložiska. Díky dobré prozkoumanosti území můžeme přesně určit průběh této linie. Linie probíhá horninami paleozoika a můžeme tak ložisko v severní části rozdělit na kru východní a západní. Při vzniku přesmykové linie byly sedimenty paleozoického stáří odděleny od svého podloží a následně přesmyknuty přes mladší vrstvy (Dvořák, 2003).

Přesmyková linie je ukončena na příčném zlomu (sudetský zlom), kde byla uštěřižena, tudíž za sudetským zlomem najdeme přesmykovou linii více na jihu. Poslední krou na daném území je kra jižní, která je od zbytku ložiska oddělena sudetským zlomem ve směru SZ – JV (Hranice – Horní Libina). Vznik této linie je datován do austruské fáze hercynského vrásnění. Jedná se o jednu z nejstarších zlomových linií (Tomek, 1974).

2.4.1 Kra východní

Vzhledem k místu vzniku si východní kra udržuje stálou polohu. Má celkový stratigrafický sled od středního fransu po svrchní visé a strukturu příčně zprohýbanou se směrem S – J až SSZ – JJV a se sklonem 25 – 40° k západu (Havíř, Dvořák, Otava, 2003). Vápence jsou mírně podélně zprohýbané, přičemž ve střední části vytváří elevaci. Na východní části kry se potýkáme s vyšším nárůstem terciérních sedimentů.

Nejstarší vrstvou této kry jsou vápence lažánecké, které téměř nelze na povrchu nalézt. Dále se v této kře vyskytují vápence vilémovické. V nejvýchodnější části vystupují nad 270 m n. m., jinak jsou většinou uloženy pod touto úrovní. Dosahují mocností 100 – 200 metrů. Vilémovické vápence v této kře prošly výraznou rekrystalizací, která je vidět především kolem fosilních schránek. Též může nastat případ, kdy kalcitová složka nebo primárně mikritový vápenec jsou pozměněny diferenciální rekrystalizací na dismikritový vápenec. Tyto vápence mají světle šedou až tmavě šedou namodralou barvu. Pro vilémovické vápence je charakteristická silná rozrušenost. Pukliny, vzniklé krasovou činností, jsou následně naleptané a do takto naleptaných puklin se usazuje jílovitá složka.

V nadloží vilémovických vápenců se vyskytují vápence laminované a vápence křtinské, dohromady vytváří významné mocnosti těchto vápenců. V laminovaných vápencích se vyskytují rozdílné podíly rekrystalizované hmoty. Jílovitá složka zde může mít strukturu od blanitých povlaků po několikametrové břidlice. Jíl v těchto vápencích může být v malé míře rekrystalizován na lístečkový sericin.

Křtinské vápence mají tmavě šedou barvu, ale můžou se vyskytnout i v nazelenalé formě. Jsou typické svojí hlíznatou strukturou, která je tvořena mikritickým vápencem. Ten je většinou protáhlý až dlouze čočkovitý a je uložen subparalelně.

Vápencové brekcie s mikritickou mezerní hmotou se vyskytují v jihozápadní části kry. Jejich usazování vznikalo za spolupůsobení silných proudů a mělkovodního prostředí. Mohou dosahovat mocností až 150 metrů.

V nadloží vápencových brekcií se usazovaly černé jílovité břidlice se strukturami černých radiolaritů, šedých pískovců a vápenců organodetrických vyskytující se v horních vrstvách. Dosahují mocností 15 – 30 metrů. Ve spodních vrstvách přibývá vápnitých složek na úkor organické hmoty. Tmavé mikritické vápence o mocnostech 10 – 15 metrů vznikaly od středního tournai.

Březinské břidlice se ve východní kře vyskytují velice vzácně. Moravické vrstvy zde mají mocnost 100 – 150 metrů a skládají se v nejseverovýchodnější části kry z tmavých jílovitých břidlic, které směrem nahoru jsou obohaceny laminami prachovců. Mocnost hradeckých drob na této kře je velice malá a pohybuje se kolem 20 – 50 metrů.

2.4.2 Kra západní

V této kře jsou taktéž nejstarší vrstvou lažánecké vápence, ale do výpočtu zásob ložiska téměř nezasahují. Následující vrstvou jsou vilémovické vápence, které svým zastoupením převažují (jejich mocnost přesahuje 200 metrů). Díky vyšší čistotě snadněji podléhají krasové činnosti. Na rozdíl od východní kry jsou tyto vápence mnohem méně postiženy rekrystalizací.

Vápence křtinské (hlíznaté) jsou poslední vrstvou vápenců na této kře a dosahují mocností kolem 80 metrů. Jejich struktura je ovlivněna vyšším obsahem jílovité složky, která se zde objevuje v podobě vápnito-jílovitých břidličných vložek (Bábek, Otava,

2005). Oproti východní kře není ve zdejších vápencích tak výrazná kliváž. V jižní části kry se objevují tence laminované vápence, které se vměstňávají mezi vápence vilémovské a křtinské. Laminované vápence jsou výrazné svojí čistotou.

Západní kra byla v době ukládání hradeckých drob při varijském vrásnění od západu k východu nasunuta (přesmyknuta) na komplex hornin východní kry. Z tohoto důvodu zůstaly vilémovské vápence v západní kře bez rekrystalizace, jelikož se nacházely ve vyšší úrovni a nebyly překryty příliš velkou mocností hradeckých drob (Zukalová, Chlupáč, 1982). Oproti tomu vilémovské vápence ve východní části kry zůstaly pod velkou mocností hornin, tudíž v nich proběhla značná rekrystalizace.

Ve svrchní části západní kry je dobře viditelná plytká zprohýbaná a zvrásněná synklinála, ve vyšších vrstvách v severovýchodní a jihozápadní části má náběh do stojatých ohybů a ostře uzavřených antiklinál.

2.4.3 Kra jižní

Jedná se o samostatnou část, lišící se od ostatních celků pozicí a geologickou stavbou. Tato odlišnost je možná díky existenci sudetského zlomu. Vyskytují se zde dva přesmyky, které byly zjištěny pomocí vrtu, nacházející se v hloubce 35 a 95 metrů. Tyto přesmyky lze odvodit podle směru a úklonu vápenců v lomové stěně černotínského lomu.

2.4.4 Neogénní sedimenty

Tyto sedimenty pokrývají téměř celé území paleozoických hornin. K jejich usazování docházelo během tvorby karpatských flyšových příkrovů a jsou charakterizovány karpatskou sérií, kterou můžeme rozdělit na tři facie: bazální, šlírová a vrstvy se sádrovci. Vytváří zde západní a severozápadní erozně denudační okraj. V zájmovém okolí se vyskytují pouze ojedinělé ostrůvky patřící k příkrovům vnějšího flyše. Směrem na východ se neogénní sedimenty vyskytují pouze pod příkrovy vnějšího flyše.

Bazální facie je složena z černotínských slepenců, vyskytujících se ve východní a jižní části území. Mocnost slepenců je velice proměnlivá, začíná na decimetrových tloušťkách a končí na mocnostech 20 metrů, přičemž tyto největší mocnosti nacházíme

v prohlubních podložních hornin. Tyto horniny jsou většinou rozlámány a jejich složení je různorodé, od úlomků po valouny vápencových hornin s minimálním podílem písčité složky. Jejich stavba se do určité míry podobá křtinským vápencům.

Další vrstvou, ze které se skládá bazální facie, jsou středně zrnité brekcie, které mají svůj původ z jílovců podslezského paleogénu, do nich vstupuje příměs valounů křemene a vápenců, jež jsou uloženy v šedo zeleném nevápnitém jílu. Výskyt této vrstvy v zájmovém území je vzácný. Nejrozšířenějším typem v dané oblasti je facie šlírová, která se značně podílí na nadložním materiálu paleozoických hornin východní kry. Skládá se z tuhých vápničných jíků, vápnito-jílovitého písku, písčito-jílovitého štěrku a vápničného pískovce, které jsou deskovitě odlučné s vytvořenými laminami.

Poslední facií této série jsou vrstvy se sádrovci, které jsou složeny z šedožlutých až olivově zelených jíků, ve kterých můžeme nalézt železité a vápničné korekce. Množství jílu v těchto horninách se pohybuje kolem 30 – 55 %. Její rozšíření v zájmové oblasti je hojné s menšími mocnostmi pohybujícími se v řádech metrů.

Facie šlírová a vrstvy se sádrovci jsou důležité pro cementářskou výrobu, jelikož se jedná o korekční sialitické suroviny. Tvar předmiocenního reliéfu udává, v jakých mocnostech se usazovaly neogenní sedimenty na dané lokalitě. Reliéf ve vybraném území vytváří podélnou elevaci se svahem upadajícím příkřeji k západu a k východnímu svahu upadající pozvolna. Taktéž v západní části narůstají sedimenty do větších mocností než ve východní části. Ve střední části se tyto sedimenty téměř nevyskytují.

V severní a střední části území se vyskytují ostře zaříznutá koryta, která jsou velice úzká, ale dosahují velkých hloubek. Směr těchto koryt je VSV – ZJZ. Tato koryta vznikala při snižování Moravské brány, taktéž byla ovlivněna sudetským zlomovým pásmem, vyskytujícími se v severovýchodní části území. Jednou z těchto depresí je samotný zlom sudetského směru. Tato deprese díky svému původu v tomto zlomu je výrazně odlišná od ostatních a dosahuje největší hloubky.

2.4.5 Kvartérní sedimenty

Můžeme je charakterizovat jako jíly a slíny pocházející ze sedimentů karpatské série, a to především z facie vrstev se sádrovci. Jsou navzájem prohnětené s mocností pohybující se kolem 1,5 – 2 metrů. Mezi další sedimenty kvartérního původu patří suťové hlíny. Vyskytují se v západní a jihozápadní části území a jejich zastoupení je

malé, jelikož jsou vázány na výchozy hornin paleozoika, které vznikly zvětráváním těchto hornin. Svahové hlíny vznikly promísením svrchní části terciérních hornin, jejich struktura drobná až balvanitá. Ve složení převažují vápence a vápnité břidlice. Na zemědělsky obhospodařovaných půdách se nachází humózní hlíny o mocnostech dosahujících 50 cm.

2.4.6 Hydrogeologické podmínky ložiska

Oblast je odvodňována Hluzovským potokem a bezejmenným potokem, který pramení v severní části Hluzovského kopce. Oba potoky náleží k pravostranným přítokům Bečvy. Množství vody odváděné těmito potoky závisí na množství srážek, jelikož tyto potoky drenují neogenní sedimenty.

V hydrogeologických podmínkách ložiska byly zjištěny dva typy podzemních vod. Rozdělují se podle místa výskytu. Jeden režim se nachází v paleozoických horninách a druhý v neogenních jílech. Karbonáty mohou mít puklinovou propustnost nebo krasovou propustnost.

Při průzkumných pracích byly zjištěny v paleozoických horninách dva typy vápenců, s tím že vápence na jihu mají hladinu podzemní vody ve stejné úrovni s hladinou řeky Bečvy, přibližně 245 m n. m. V severní části provází vápence jiný hydrogeologický režim.

Hladina podzemní vody po provedení vrtných prací byla stanovena v úrovních 272 - 345 m n. m. Tento rozdíl je dán především členitostí karbonátů, ale také jejich propustností, záviselí na míře tektonického narušení. Při malé puklinové propustnosti zde mají výrazný vliv atmosférické srážky.

Po provedení hydrogeologického průzkumu nebyla zjištěna rozdílná propustnost v jednotlivých druzích vápenců (Chrha, 1977). Neogenní sedimenty jsou velmi slabě propustné až nepropustné. Nepropustné sedimenty vytváří nepropustný strop, který působí negativně na vznik zásob podzemní vody v karbonátových horninách. Voda, která nemá možnost se dostat do podzemních vod, zvyšuje povrchový odtok během vydatných dešťů. Po chemické stránce odpovídá podzemní voda prosté štěrbinové vápencové vodě bez přítomnosti hydrotermální činnosti a tudíž je tento vodní režim výrazně odlišný od krasových podzemních vod.

3 DENDROLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HRANICKA

3.1 Chráněná území v Hranickém krasu

V zájmové lokalitě se nachází několik maloplošných chráněných území. Jedná se o národní přírodní rezervaci (NPR) Hůrka u Hranic, národní přírodní památku (NPP) Zbrašovské aragonitové jeskyně, přírodní rezervace (PR) Velká Kobylanka a Malá Kobylanka a přírodní památky (PP) Nad Kostelíčkem a V oboře.

Všechna tato území spadají do přírodní lesní oblasti 39 - Podbeskydská pahorkatina. Lesní porosty v této oblasti patří do 3. a 4. vegetačního stupně (Hruban, 2013). Jde o lokality významné ať už svojí geologickou minulostí, tak i nynějším výskytem chráněných druhů bylin. Na rozdíl od minulosti se v současné době hospodářsky nevyužívají a jejich druhová skladba tedy odpovídá přirozeným lesům.

Lesní porosty jsou do jisté míry ovlivněny svým vápencovým podložím. Vznikaly na vápencových kuželech, tzv. mogotech, vyčnívajících dnes nad okolní krajinu pouze svými vrcholy, které daly základ pro vznik těchto lesů. Díky tomu jsou lesy ostrůvkovitě rozmístěny v krajině. Jelikož se okolní krajina zemědělsky využívá, stahuje se zvěř z celého širokého okolí do těchto lesů a působí zde nemalé škody, a to hlavně na zmlazení, které poškozuje okusem a následným vytloukáním.

3.1.1 Národní přírodní rezervace Hůrka u Hranic

Rezervace se nachází na pravém břehu řeky Bečvy, rozprostírá se na okraji Hranic směrem k obci Černotín a zabírá plochu 37,45 Ha (z toho lesní porosty mají 37,04 Ha). Vznikla v roce 1952. Nejnižší položená část rezervace se nachází u železniční tratě vedoucí do Valašského Meziříčí ve výšce 268 metrů, nejvyšším místem je v severní části vrch nazvaný Hůrka v nadmořské výšce 370 metrů.

Území rezervace se překrývá s evropsky významnou lokalitou (EVL) spadající do Natury 2000. EVL má za úkol chránit jak evropsky významná stanoviště zároveň i vzácné druhy vyskytující se na těchto stanovištích. Zařazení této lokality do EVL bylo zapříčiněno výskytem netopýra velkého (*Myotis myotis*). Ve zdejších jeskynních systémech svoji letní kolonii, která je jediná ve střední Evropě (AOPK ČR, 2013a).

Vzhledem k blízkému výskytu lázní Teplice nad Bečvou je tato lokalita zařazena do lesů ležících v ochranných pásmech zdrojů přírodních léčivých a stolních

minerálních vod. Rezervace je na většině území pokryta devonskými vápenci, kromě nejsevernější části, kterou tvoří horniny kulmu především drobnými, pískovci a slepenci. Na svazích směrem k železniční trati je půdní profil tvořen vápencovými rendzinami. Zbytek území je pokryt eluviálními a deluviálními hlínami. Z rezervace je voda odváděna dvěma periodickými toky, vtékajícími do Bečvy.

Vyskytuje se zde několik lesních ekosystémů Západokarpatské dubohabřiny (zaujímající 33% plochy), květnaté bučiny (11% plochy), suché acidofilní doubravy (32%) a suťové lesy (5%). (AOPK ČR, 2013a)⁵

Ve složení lesních porostů převládá dub zimní⁶, jenž je doplněn bukem lesním. K dalším zastoupeným druhům patří habr obecný, javor klen, javor mléč, lípa srdčitá, lípa velkolistá, jasan ztepilý, borovice lesní, jedle bělokorá, modřín opadavý, javor babyka, třešeň ptačí, trnovník akát a borovice vejmutovka. Vzácně se zde vyskytuje i jeřáb břek. Smrk ztepilý se v této lokalitě už téměř nenachází, příčinou vymizení smrku bylo po značných přísuších napadení lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*). V roce 2008 postihl rezervaci větrný polom. Nejvíce byla zasažena jižní část, kde měl hlavní zastoupení buk lesní.

Mezi nejvýznamnější keře, vyskytující se v této lokalitě, patří líska obecná, hloh jednosemenný, hloh obecný, brslen evropský, ptačí zob obecný, zimolez obecný, střemcha obecná, trnka obecná, řešetlák počistivý, bez černý, bez červený nebo svída krvavá.

Bylinné patro je druhově bohaté. Nachází se zde např. pryšec mandloňovitý, hrachor černý, sasanka hajní, prvosenka vyšší, bažanka vytrvalá, konvalinka, břečťan popínavý, lipnice hajní a další.

Významným geologickým jevem této NPR je Hranická propast, v níž se vyskytuje několik chráněných druhů rostlin, např. jelení jazyk celolistý.

V minulých dobách zde probíhalo lesnické hospodaření. Bylo spojeno především s nízkým tvarem lesa⁷. Díky této skutečnosti můžeme v současné době lépe odvozovat přirozené složení lesů dané lokality. V potaz musíme také brát to, že ne

⁵ Údaje zveřejněny na webu Agentury ochrany přírody a krajiny v protokolu Plán péče o Národní přírodní rezervaci Hůrka u Hranic na období 2014–2022.

⁶ Z důvodu častého opakování jednotlivých dřevin a bylin jsou jejich latinské názvy souhrnně uvedeny v příloze této bakalářské práce.

⁷ Jedná se o les vyrůstající z kořenových a pařezových výmladků. Tento tvar lesa se v dřívějších dobách hojně vyskytoval kolem lidských sídel.

každá dřevina má schopnost tvořit dostatečné množství výmladků. To vedlo k navýšení zastoupení ve prospěch dubu, naproti tomu došlo k výraznému snížení zastoupení buku, ale i přes tuto skutečnost si zdejší lesní porosty zachovaly přirozený charakter.

V současném režimu péče je třeba udržovat bezzásadový režim. Výjimku z toho režimu tvoří trnovník akát, jehož silné zastoupení nad železniční tratí není žádoucí, po jeho odstranění je třeba na dané lokalitě zajistit doplnění žádoucích dřevin, tak aby nedošlo k jeho zpětnému návratu. K této výjimce se též řadí i ostatní nepůvodní druhy vyskytující se v rezervaci, jejichž výskyt je třeba redukovat (AOPK ČR, 2013a).

3.1.2 Národní přírodní památka Zbrašovské aragonitové jeskyně

Zbrašovské aragonitové jeskyně se nachází v údolním svahu na levém břehu řeky Bečvy. Návrh na ochranu tohoto území vznikl již v roce 1950, ale zůstal dlouhou dobu bez odezvy. Až v roce 2003 bylo území za účelem ochrany Zbrašovských aragonitových jeskyní a zdrojů vyvěrající vod⁸ zařazeno mezi národní přírodní památky.

Rozkládá se na ploše 7,74 Ha, z toho lesní pozemky zaujímají 6,03 Ha. Rozpětí nadmořské výšky rezervace se pohybuje mezi 250 - 310 metry. Vyskytují se zde rozsáhlé povrchové i podzemní krasové jevy. Taktéž se zde vyskytují dosud neobjevené podzemní prostory, jejichž výskyt můžeme předpokládat díky hydrotermální činnosti, pomocí které vznikly dosud objevené jeskyně. Uhlíčitě minerální vody, které jsou doprovázeny hlubinnými vývěry oxidu uhličitého, vyvěrají jak do samotných jeskynních systémů, tak i pomocí skrytých vývěrů do říčních náplav řeky Bečvy.

Povrchové vody jsou z území odváděny dvěma vodotečemi. V současné době jsou vodoteče ve špatném stavu, jelikož v dřívějších letech do jedné z nich byla navezena stavební navážka. Tyto svahy bude potřeba stabilizovat vybudováním přírodních protierozních stupňů, s čímž zároveň souvisí i obnovení přirozeného stavu těchto vodotečí.

Díky pozdnímu zařazení území mezi národní přírodní památky bylo poškozováno různými stavbami související s lázeňskou činností. Mezi hlavní cíle ochrany se řadí ochrana a zachování současného stavu krasového systému jeskyní nacházejících se v podzemí, taktéž je třeba ochraňovat krasové jevy vyskytující se na

⁸ Území se nachází v prvním a druhém ochranném pásmu zdrojů přírodních léčivých a stolních minerálních vod.

povrchu. K dalším cílům patří odstraňování negativních činitelů působících na celý ekosystém, a to zachováním přírodě blízkých lesních společenstev, které jsou charakteristické svým výskytem ohrožených druhů rostlin hub a živočichů.

Území náleží do karpatských ostřicových dubohabřin a lipových dubohabřin, dále se na svazích nachází suťové lesy na vápnitých skalách, vzácně se zde nachází porosty se znaky květnatých bučin.

Hlavním zástupcem těchto lesů je dub zimní, který doplňují dřeviny jako javor mléč, jasan ztepilý, habr obecný, lípa srdčitá, lípa velkolistá, buk lesní, javor babyka, trnovník akát, jedle bělokorá, borovice lesní nebo smrk ztepilý.

Z keřů jmenujme lísku obecnou, hloh jednosemenný, hloh obecný, brslen evropský, ptačí zob obecný, zimolez obecný, trnku obecnou, růži šípkovou a bez černý.

Druhově bohaté bylinné patro tvoří běžné i vzácnější druhy rostlin, převážně vázané na lesní prostředí a vápencové podloží, s typicky vyvinutým jarním aspektem bylin lesního podrostu.

Lesnické hospodaření v minulých letech pozměnilo druhovou skladbu. Byl zde rozšířen především smrk ztepilý. V současnosti se provádí odstraňování smrku nahodilými těžbami, následně jsou na ploše obnovovány dřeviny, upravující porostní skladbu do přirozené podoby.

Mezi největší zásahy provedené na této lokalitě patří mýtní úmyslná těžba, zaměřená na odstranění starých stromů a zamezení jejich pádu na turisticky využívanou trasu. Tento zásah zapříčinil, že se do lokality dostal nepůvodní trnovník akát, který je potřeba likvidovat tak, aby nedošlo k ještě většímu rozšíření. Les kolem návštěvnické trasy bude udržován ve tvaru nízkého lesa a ve zbývajících částech se bude provádět lesnická činnost podrostním hospodařením s možností výběrného hospodaření, tak aby se les postupem času co nejvíce přiblížil přírodnímu charakteru, odpovídajícímu stanovištním podmínkám (AOPK ČR, 2013b).

3.1.3 Přírodní rezervace Velká Kobylanka

Tato přírodní rezervace vznikla v roce 1952 a její výměra činí 4,19 Ha, přičemž celá plocha náleží k lesním pozemkům. Nachází se jihovýchodně od Hranic, a to mezi Hůrkou a Malou Kobylankou. Nadmořská výška se pohybuje mezi 308 a 352 metry.

Lesní porost patří do ekosystému Západo-karpatské dubohabřiny. Jedná se o porost s převahou dubu zimního, habru obecného a lípy srdčité, rostoucí na vápencových půdách v okolí vystupujících vápencových skalek. V keřovém patře má své zastoupení bez černý, hloh obecný, lýkovec jedovatý, líska obecná a ptačí zob.

V současné době není v rezervaci prováděno lesnické hospodaření. V minulosti prováděné hospodaření v lesích vedlo díky výmladkovému způsobu hospodaření k potlačení především buku lesního na úkor dubu zimního. V rámci úpravy věkové a druhové struktury lesa je možné provádět drobné činnosti, tak aby nebyl narušen ekosystém karpatské dubohabřiny.

Půdy v této přírodní rezervaci jsou zastoupeny především vápnatými štěrkovými hlínami, které doplňují vápnitě spraše. Na povrchu se vyskytují četné skalky, škrapy, větší skály vystupují na severních svazích v celkové délce asi 100 metrů a výšce max. 10 metrů, jsou tvořeny především organodetrickými a plástevnatými vápenci.

3.1.4 Přírodní rezervace Malá Kobylanka

Přírodní rezervace vznikla v roce 1952 a její výměra činí 0,85 Ha (celá plocha náleží k lesním pozemkům). Nachází se mezi Velkou Kobylankou a kostelíčkem, jihovýchodně od Hranic. Nadmořská výška se pohybuje mezi 330 až 350 metry. Stejně jako v PR Velká Kobylanka i zde patří lesní porost do ekosystému Západo-karpatských dubohabřin. Půdy jsou tvořeny kambizeměmi, a to především vápnatými hlinitopísčitými až jílovohlinitými.

Lesní porosty jsou ovlivněny dřívějším hospodařením, především je narušena věková struktura porostu. Vzhledem k tomu, že les byl využíván jako pařezina, došlo k potlačení buku lesního. K této situaci zde byl vysazován smrk ztepilý, což bylo příčinou poškození střední části rezervace větrným polomem. Na této ploše se silně projevila ruderalizace, která byla zapříčiněna nesprávnými zásahy při likvidaci tohoto polomu. Díky této situaci se silně rozšířil bez černý, jeho pokusy o redukci zastoupení byly neúspěšné.

3.1.5 Přírodní památka Nad kostelíčkem

Tato přírodní památka vznikla v roce 1952 a její výměra činí 3,14 Ha (i zde celá plocha náleží k lesním pozemkům). Nadmořská výška se pohybuje mezi 308 - 352 metry. Lesní porost náleží do ekosystémů Západo-karpatských dubohabřin z 90 procent⁹.

Lesní porost byl lesním hospodářstvím využíván jako výmladkový les. Tímto hospodařením byl výrazně potlačen výskyt buku lesního, s tím souvisí výrazně pozměněná věková struktura porostu. Dalším negativním vlivem působícím na danou lokalitu je, že byl poznamenán těžbou vápence v sousedícím Hranickém lomu. Kde postupující těžba zničila část rezervace, zničila také krasové jevy (jeskyně, skalky), které se v rezervaci vyskytovaly, taktéž byla zničena většina stanovišť lesostepní vegetace. Zdejší půdy na vápencích jsou tvořeny štěrkovými vápencovými hlínami (SAGITTARIA, 2013c).

V dřevinném patře se především vyskytuje habr obecný, dub zimní, lípa velkolistá, javor babyka, borovice lesní. Nachází se zde také nepůvodní dřeviny, jako je smrk ztepilý a modřín opadavý. Keřovému patru dominují hloh jednosemenný, líska obecná, svída krvavá, řešetlák počistivý.

Předmětem a cílem ochrany dubohabřiny je zajistit zlepšení stávající druhové a věkové struktury porostu. Dále je třeba pravidelnými zásahy ochraňovat a udržet lesostepní vegetaci v jihozápadní části území, na vápencové skalce (SAGITTARIA, 2013c).

3.1.6 Přírodní památka V oboře

Tato přírodní památka vznikla v roce 1952. Nachází se východně od cementárny v Hranicích. Její výměra činí 2,64 Ha (celá plocha náleží k lesním pozemkům). Nadmořská výška se pohybuje mezi 320 - 350 m.

V dřevinném patře se především vyskytuje habr obecný, dub letní, javor klen, javor babyka, lípa srdčitá, jasan ztepilý. V keřovém patře převládá ptačí zob, svída krvavá nebo klokoč zpeřený.

⁹ Dvě procenta plochy tvoří širokolisté suché trávníky (nachází se v jihozápadní části území) a půl procenta patří ke štěrbinové vegetaci vápnatých skal a drolin (v minimálním zastoupení na skalních výchozech).

Půda je v chráněném území tvořena především rendzinou, rankerem a také vápnitou kambizemí. Lesní ekosystém je charakterizován jako dubohabrové háje. Jedná se o různověký porost s bohatým bylinným patrem. Územím probíhá od východu k západu skalní hřbet s četnými výchozy vápence (Jelínek, 2005).

Lesnické hospodaření se omezilo na likvidaci souší a vývrátů, jinak se lesní porost ponechává přirozenému vývoji. Při provádění těchto zásahů by bylo vhodné též odstraňování nepůvodních dřevin, především trnovníku akátu a smrku ztepilého. Věková struktura porostu je z větší míry stejnorodá, proto by jí bylo vhodné pozměnit. Mezi hlavní cíle ochrany patří ochrana teplomilných druhů především klokoče zpeřeného. Dlouhodobým cílem je zachování lesních porostů s přírodě blízkou druhovou a prostorovou skladbou (Jelínek, 2005).

4 REKULTIVACE JAKO NEZBYTNÁ SOUČÁST TĚŽBY VÁPENCE

Povrchovou těžbou dochází k četným negativním vlivům na vzhled krajiny, hydrosféru, biosféru i pedosféru. Pod pojmem rekultivace rozumíme soubor činností, díky kterým je antropogenní krajina upravena tak, aby jí byl navrácen charakter přírodního prostředí.

Nezbytnou součástí těžební činnosti je odstraňování nadložních zemin a jejich ukládání na výsypky. Především při zamokření nebo vysoušení tak dochází k narušení a degradaci profilu pedosféry, jakožto činitele ekologické stability. Pozměněné zeminy z výsypek se využívají ve vytěžené části lomu pro rekultivační účely. Takto zrekontrovaná zeminy jsou často charakteristické nízkým obsahem organické hmoty, je tedy téměř nemožné dosáhnout stejného stratigrafického sledu zemin jako předtím, než došlo k odtěžení z ložiska.

Tomuto poškození se nelze vyhnout, je však třeba je omezovat na nezbytně nutnou míru. U lesnické rekultivace tak můžeme vysledovat funkci ekologickou, klimatickou, stabilizační (protierozní), vodohospodářskou a hygienickou, z mimoekologických funkcí pak např. ekonomickou. Po provedení rekultivace by krajina měla mít charakter ekologické vyváženosti, rekreační a estetické funkčnosti a zároveň by si měla udržet svoji produkceschopnost. Rekultivační činnost by měla být zahájena už v průběhu těžby, po odtěžení jednotlivých stran lomů.

4.1 Typy rekultivací

Samotné rekultivace rozdělujeme na technické a biologické. Pod pojmem technická rekultivace rozumíme terénní úpravy, sloužící k následnému upravení povrchu do požadovaného tvaru, tak aby případné svahy byly stabilní. V místech s větší mocností navezených zemin dochází k pohybům materiálu, který si sedá. V této fázi rekultivace musíme brát v úvahu pozdější využití dané plochy, zda se bude jednat o lesní porosty nebo zemědělskou půdu. Dále je na takto upravené pozemky navezena kvalitní zemina. Vápencové podloží, zahrnuté velkým množstvím zeminy, ztrácí veškerý vliv na utváření nového biotopu.

Na technické rekultivace navazuje rekultivace biologická, jejímž úkolem je vytvoření produkční půdy. Základními typy biologické rekultivace jsou zemědělské, lesnické a hydrické. Jednou z dalších možností je ponechat území samovolné sukcesi. Ve vápencových lomech má obvykle tento typ rekultivace přednost, jelikož se v okolí nenachází dostatek materiálu umožňujícího vyrovnání poklesu mezi okolní krajinou a dnem samotného lomu. Sklon rekultivovaných svahů by se totiž měl v ideálním případě pohybovat kolem 25 % (Dimitrovský, 2000).

4.1.1 Lesnická rekultivace

S ohledem na rozdílnost jednotlivých stanovišť je vhodné používat právě ty dřeviny, které budou díky svým ekologickým nárokům na daném stanovišti prosperovat. Zároveň musí být přínosné pro stanoviště, především musí zlepšovat půdní poměry. Mezi tyto dřeviny patří např. olše lepkavá, olše šedá a různé kultivary topolů, kromě topolu osiky.

Podle použitých dřevin rozlišujeme několik typů zakládání porostů. Jedná se o porosty vytvořené z průkopnických dřevin a keřů, ty používáme na extrémních stanovištích, kde by ani v budoucnu nerostly klimaxové dřeviny. Dalším typem jsou porosty z přípravných dřevin, které po splnění svých funkcí přeměňujeme na porosty hospodářské. Dále může být použita kombinace přípravných dřevin s dřevinami cílovými, kdy přípravné dřeviny podpoří růst cílových dřevin a zlepší jejich kvalitu, zároveň zlepší stanovištní podmínky. Po splnění své funkce pak přípravné dřeviny výchovnými zásahy z porostu odstraňujeme. Posledním typem je okamžité použití cílových dřevin, to je však možné pouze na vhodných stanovištích.

Ze zkušeností vyplývá, že pro zalesňování jsou výhodné porostní směsi, které se po ploše rozmisťují řadově nebo skupinovitě. Ideálním řešením je použití směsí kombinovaným způsobem, kdy se střídají jednotlivé dřeviny v řadě. Takto vzniklé porosty jsou na tom lépe z hlediska biologického i s ohledem na pozdější pěstební zásahy. Na strmých svazích je třeba vysévat travní směs, aby se zabránilo vodní erozi do doby, než bude porost zapojen (Tichý, 2004).

4.1.2 Zemědělská rekultivace

Po provedení rekultivace je orná půda využívána k zemědělské činnosti nebo je přeměněna na louky a sady. V současné době ale vyvstává problém, zda má význam nákladně provádět zemědělské rekultivace, když je současným trendem zemědělské pozemky převádět na lesní porosty (Sádlo, Tichý 2002).

Rozlišujeme zemědělské rekultivace přímé a nepřímé. Přímá rekultivace vyžaduje vysoké nároky na technickou přípravu. Nepřímá rekultivace se provádí zavezením povrchu ornici s optimální mocností 50 cm. Výběr techniky zemědělské rekultivace záleží na kvalitě navážené ornice. Po provedení rekultivace je třeba zúrodnovat půdu. Základním požadavkem je, aby nedocházelo k nadměrnému zhutňování půdy a udržení dobrého strukturního stavu, který je charakterizován drobností půdy a propustností půdy pro vodu a vzduch (Pokorný, 2001).

Za předpokladu, že zrekultivované plochy budou mít mělký půdní profil, je třeba provádět časté zásahy, např. kypřením, vápněním a hnojením tak, aby nedocházelo k degradaci půd. Pro zlepšení stavu půdy je vhodné používat přípravné rostliny s jejich následným zapracováním do půdy. Takto zapracovaná organická hmota v půdě přispívá ke vzniku humusu a zvyšuje odolnost půdní struktury.

4.1.3 Hydrická rekultivace

Lom vytvořený v krajině působí jako drenáž a výrazně ovlivňuje a vysušuje okolí. Jako hydrickou rekultivaci tedy chápeme práce, které spějí k vytvoření nového vodního režimu tak, aby co nejvíce odpovídal přirozenému stavu. Spočívá v použití protierozních opatření, výstavbě odvodňovacích prvků a další úpravou může být např. vznik vodní plochy na dně lomu (Dimitrovský, 2000).

4.1.4 Sukcese

Sukcesí označujeme proces, kdy prázdné stanoviště postupně zarůstá vegetací. Následně se zde vystřídá několik společenstev od bylinných ruderálních společenstev až po lesní společenstva. Vznik společenstev je dán třemi podmínkami, a to výchozím stanovištěm, migrační schopností rostlin a schopností adaptovat se na dané stanoviště.

Na nově vzniklém stanovišti se vytváří tenká vrstvička z narušené horniny, do té se zároveň dostává prach z okolí se splaveným materiálem z nadložních zemin. Vývoj takového stanoviště trvá několik desetiletí. Nejprve se v lomech objeví rostliny schopné odolávat klimatickým extrémům, zároveň musí být jejich kořenový systém schopen snášet přímý vliv vápencového podloží.

Jako první jsou osidlovány místa s příhodnějšími podmínkami, a to místa s nakumulovaným množstvím zeminy a vyšším přísunem vody. Rostliny jsou schopny produkovat velké množství organické hmoty a tím obohacují půdu. O co je větší příjem než výdej energie, tím zůstává na stanovišti více organické hmoty, která je významným půdotvorným faktorem. Na uchycení rostlin ve stěnách má významný vliv soudržnost hornin, v málo rozpučené hornině, jako jsou vysokoprocentní vápence, se vegetace nachází v minimální míře.

Následně se na vlhčích stanovištích začnou objevovat křoviny zastoupené např. vrbou jívou. Mezi prvními stromy se objevuje javor babyka a trnovník akát.

Podle rychlosti kolonizace lze rostliny rozdělit do tří typů (Sádlo, Tichý 2002):

1. rostliny, které se v brzké době bez cizího přičinění dostanou na danou plochu
2. rostliny, kterým vyhovují extrémní podmínky, ale bez cizího zásahu se na danou lokalitu nedostanou
3. rostliny, které potřebují cizí zásah, ale zároveň jim nevyhovují extrémní podmínky a jsou zde schopny růst až v pozdějších stádiích sukcese

Rozšíření druhů také záleží na velikosti lomů. Druhy s pomalou rychlostí rozšiřování špatně osidlují velké lomy. Lomy ponechané samovolné sukcesi mají vzhledem k okolní krajině výrazně větší biodiverzitu. Zároveň tato extrémní stanoviště umožňují výskyt spoustě ohrožených druhů rostlin, a to především těch, které jsou menší a mají pomalý růst, ale na rozdíl od ostatní druhů jsou schopny zvládnout tyto extrémní podmínky.

Ve velkých a otevřených lomech je skalní povrch ohříván a může dosáhnout teploty i 60 - 70 °C. Oproti tomu hluboké jámové lomy díky svým kolmým stěnám nejsou tak osluněné, a proto se v tomto lomu může vyskytnout stínomilná vegetace, zároveň poskytuje úplně jiné hydrické podmínky.

Současná legislativa ČR podle horního zákona č. 44/1988 Sb. neumožňuje ponechat lomy samovolné sukcesi. Nejvhodnějším řešením je revitalizace řízenou

sukcesí. Tato metoda napomáhá vzniku vegetace v brzké době. Zároveň je kvůli lepším výsledkům sukcese vhodné zachovat plochy přirozené vegetace v nejbližším okolí lomu (Sádlo, Tichý 2002).

4.2 Současná podoba rekultivace v lomech Černotín a Hranice

Po skončení těžby v lomech by měly závěrné svahy v Hranicích činit 34,18 Ha a v Černotíně 5,55 ha. Rovné plochy (neboli plato lomu) bude v Hranicích dosahovat 72,36 ha a v Černotíně 11,66 ha. Na rovných plochách je v plánu provedení zemědělské rekultivace, tato rekultivace výrazně převyšuje ostatní typy rekultivací. Lesnická rekultivace bude provedena na závěrných svazích s tím, že část se uměle zalesní (v Hranicích 20,43 ha a v Černotíně 2,24 ha). Na další části těchto svahů se nebude provádět zalesnění, ale vytvořené plochy se nechají pro samovolný nálet z okolních porostů, které budou tvořit v Hranicích 24,18 ha a v Černotíně 4,13 ha (Horák, 2013).

V Hranicích je do těchto rekultivací zahrnuta i vodní plocha o rozloze 2 ha. V Černotíně není možná vodní rekultivace ve větším rozsahu, proto se zde může uplatnit pouze tvorba menších tůní.

V Hranicích byl vytvořen biokoridor, který propojuje přírodní památky Nad kostelíčkem a V oboře, s výměrou 7,5 ha. Při údržbě koridoru bude třeba dbát na to, že se v porostním okraji těchto přírodních památek vyskytuje klokoč zpeřený, proto by bylo vhodné na tomto úseku udržovat stromy v takovém stavu, aby nedošlo k zastínění porostního okraje a tím pádem došlo k úbytku klokoče. Tento biokoridor vznikl v letech 1997 – 1999, v této době vznikaly lesnické výsadby i v okolí lomu Černotín. Především v jeho západní a severozápadní části, vyskytující se podél cesty využívané k přepravě vápence do cementárny.

V současné době byly rekultivace provedeny na 3,7 ha v Hranicích a 1,28 ha v Černotíně. V obou lomech je zároveň možno momentálně provést rekultivační práce na 15,1 ha (Štramberská, 2007). V Černotíně je možné postupovat v rekultivačních pracích východním směrem. Zároveň budou tyto činnosti navazovat již na provedené rekultivace na hraně lomu, nacházející se podél komunikace. V lomu Hranice se provádí v současné době terénní přípravy na budoucí provedení lesnické rekultivace v severní části, kde bylo navedeno rybníční bahno.

5 METODIKA

5.1 Literární podklady

Pro zpracování práce bylo potřeba shromáždit literaturu týkající se vybraného území. Hlavním zdrojem informací byla odborná literatura z oborů geologie, dendrologie a ekologie.

Bohužel dostupné práce úzce zaměřené na vybranou oblast byly většinou staršího data. Taktéž shromažďování literárních podkladů ke struktuře místních lesů bylo značně omezeno, protože na chráněná území, u nichž jsou zpracovány plány péče. Zde lze zjistit, jakou by měly mít zdejší lesy věkovou a druhovou strukturu. Práce na téma rekultivace se převážně týkají rekultivační činnosti uhelných velkolomů a jen málo z nich je zaměřeno na vápencové lomy, které mají úplně jiné podmínky, než právě tyto uhelné velkolomy.

5.2 Terénní práce a odběr vzorků

Před zahájením vlastních terénních prací bylo důležité seznámit se s vlastním terénem. Poté byl v jednotlivých lomech určen transekt tak, aby byly plochy, vyskytující se na daném úseku lomu, pro daný lom charakteristické. Taktéž bylo potřeba zajistit, aby se na úseku vyskytovalo co nejvíce typů půd rozrůzněných podle stáří, ale také odlišných svým vývojem. Na těchto plochách byly odebrány vzorky půd. Jelikož se většinou jednalo o velice mělké půdy, byly vzorky odebrány z povrchových horizontů, po odstranění větších kusů kamenů a zbytků organické hmoty. Z jednoho odběrného místa bylo odebráno zhruba 0,5 kg půdy. Na určeném transektu bylo v jednotlivých lomech zvoleno 7 odběrných míst. Zároveň zde byla provedena fotodokumentace.

V okolí jednotlivých odběrných míst byla sledována vegetace a zjišťováno, zda jsou půdy vzniklé na daném stanovišti vhodné pro uchycení vegetace. Na odběrných místech v transektu byl odebrán horninový materiál, a to náhodně v prostorech lomů a jejich nejbližším okolí tak, aby jednotlivé vzorky vykazovaly různé stupně zvětrávání. Zcela čerstvá hornina byla odebírána přímo v místě posledního provedeného odstřelu. Částečně zvětralé horniny byly odebírány v oblastech delší dobu nedotčených těžbou a

zvětralé horniny byly odebírány mimo vlastní lomy, v jejich nejbližším okolí. Mimo oblast lomů byla vykopána půdní sonda, u níž byly provedeny fyzikální charakteristiky v rámci semestrální práce z pedologie.

Dendrologická šetření se zabývala především strukturou zdejších hospodářských lesů a dřevin rostoucích v prostorech lomů v rámci sukcese. Šetření bylo prováděno formou pochůzky a v jednotlivých lokalitách byly určovány druhy dřevin s jejich přibližným zastoupením. Do tohoto šetření bylo zařazeno i určování keřového patra. Dřevinná složka v prostorech lomů byla rozdělena na dřeviny vyskytující se převážně na zrekultivovaných plochách a dále na plochách, které nemají příliš vyvinuté půdy, ale díky svému umístění jsou chráněny před klimatickými extrémami panujícími na většině území lomů. Poslední skupinou jsou právě ty druhy, které snášejí tyto klimatické extrémní podmínky a vyskytují se na mělkých půdách.

5.3 Laboratorní práce

Před vlastním zpracováním bylo potřeba odebrané vzorky vysušit tak, aby nevznikaly nesrovnalosti díky různému obsahu vody v jednotlivých vzorcích. Nepřesnost výsledků může být též způsobena různou strukturou odebraných vzorků, proto by se ve vzorcích neměly objevovat větší kusy hornin nebo větší množství organického materiálu.

Odebrané vzorky byly poté podrobeny chemické analýze pomocí metody rentgenofluorescenční spektrometrie (XRF). Tato metoda nám pomáhá rychle a přesně zjišťovat zastoupení jednotlivých prvků obsažených v půdě a horninách. Měření byly podrobeny na vzduchu proschlé vzorky půd, zbavené velkých úlomků hornin a organického materiálu, tyto vzorky byly také částečně podrceny. Přístroj, na kterém byla provedena chemická analýza, je nastaven na měření těchto prvků: Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Ta, W, Au, Hg, Pb, Bi, Th, U.

6 VÝSLEDKY VLASTNÍHO VÝZKUMU

6.1 Dendrologická charakteristika lesů v okolí lomů

V zájmové lokalitě se nevyskytují jen lesní porosty spadající do chráněných území, ale také se zde na menších plochách nachází lesy, ve kterých probíhá běžné lesnické hospodaření. Tyto lesy jsou situovány především v oblastech nevhodných pro zemědělské použití. Jedná se o místa s příkrými svahy, která jsou v spodní hranici svahu doprovázena drobným, často periodickým, vodním tokem.

V těchto lesích byla provedena základní dendrologická šetření, týkající se především druhové skladby lesních porostů a skladby keřového patra. Dendrologická šetření byla situována do několika vzájemně oddělených porostů, v nichž byla určena jejich druhová skladba, s následným zastoupením jednotlivých druhů. Práce byly prováděny celkem na osmi vzájemně oddělených plochách, s tím že na poslední ploše byla vykopána půdní sonda v rámci semestrální práce z pedologie.



Obr. 2 Rozmístění stanovišť lesních porostů (mapy.cz)

● Místo půdní sondy

6.2 Popis jednotlivých stanovišť

První lokalita (1) navazuje na přírodní památku V oboře, kterou téměř celou obklopuje. Zaujímá plochu 32,1 ha. Nejvyšším bodem je kopec Skalka s nadmořskou výškou 352 m a nejnižší bod se nachází ve výšce 295 m. Půdy jsou zde tvořeny luvizeměmi, kambizeměmi a rendzinami, které se vyskytují na hranici s přírodní památkou. Největší zastoupení zde má dub zimní a jasan ztepilý. Tyto dřeviny v menší míře doplňuje javor klen, lípa srdčitá, jedle bělokorá, buk lesní, smrk ztepilý, modřín evropský, borovice lesní. Vyskytují se zde také dřeviny, které zde mají zastoupení v řádu kusů, a to bříza bělokorá, habr obecný, douglaska tisolistá, borovice vejmutovka a třešeň ptačí. V keřovém patře se vyskytuje bez černý, svída krvavá a hloh obecný. Buk lesní se zde vyskytuje především na ploše přibližně 25 arů v zastoupení 100% a nyní je ve stádiu mlazin. Smrk ztepilý, který na dané ploše výrazně trpí na biotické a abiotické činitele, je na nově vytvořených holinách hojně vysazován.

Druhá lokalita (2) se nachází nad hranickým lomem, při současném postupu těžby lze předpokládat, že v blízké době bude tento porost zničen postupující těžbou. Výškové rozpětí tohoto porostu se pohybuje kolem 353 – 346 m n. m. a zaujímá plochu 1,06 ha. Zdejší půdy jsou tvořeny výhradně luvizeměmi. Tento porost je v současné době značně proředěný. Vyskytuje se v něm především lípa srdčitá a jasan ztepilý, dub zimní a habr obecný. Druhy, které se zde vyskytují v řádech jedinců, jsou trnovník akát, bříza bělokorá, smrk ztepilý. V keřovém patře se vyskytuje bez černý, líska obecná a ptačí zob.

Třetí lokalita (3) navazuje na přírodní památku Nad kostelíčkem, která má rozlohu 5,9 ha a její nadmořská výška se pohybuje kolem 305 – 362 m. Lesní porost těsně přiléhá svojí severovýchodní stranou k hranickému lomu, proto dochází na této straně lomu k výraznému rozšiřování dřevin na hlínou zavezené plochy lomu. Proto jsou zde půdy tvořeny většinou rendzinami, které okrajově doplňuje luvizem. Největší zastoupení zde má borovice lesní, modřín evropský, jasan ztepilý v menším množství se zde vyskytuje smrk ztepilý, javor klen, buk lesní, lípa srdčitá a mezi zřídka se vyskytující patří třešeň ptačí, ořešák královský a trnovník akát, který se vyskytuje ve východní části porostu. Keřové patro je zastoupeno bezem černým, svídou krvavou, hlohem jednosemenným, lískou obecnou a řešetlákem počistivým.

Čtvrtá lokalita (4) se nachází v údolí, sestupujícím jihovýchodně od hranického lomu k obci Hluzov. Nadmořská výška se pohybuje mezi 327 – 343 m. Půdy jsou zde

tvořeny výhradně luvizemí. Porost je rozdělen na dvě části s rozdílným věkem. V severní (starší) části převažuje jasan ztepilý s lípou srdčitou, tyto dřeviny doplňuje habr obecný, javor klen a dub zimní. Ojedinělý výskyt zde má smrk ztepilý třešeň ptačí a modřín evropský. V jižní (mladší) části převažuje jasan ztepilý, smrk ztepilý a modřín evropský. Doplňuje je bříza bělokorá, javor klen a lípa srdčitá. Ojedinělý výskyt zde má třešeň ptačí, dub zimní a topol osika. V obou částech se v keřovém patře objevuje bez černý.

Pátá lokalita (5) se nachází ve stejném údolí jako předchozí lokalita, jen je položena o něco níže. Nadmořská výška se pohybuje mezi 301 – 321 m a zaujímá plochu 2,6 ha. Půdy jsou zde tvořeny rendzinami, na které okrajově navazují luvizemě. Mezi hlavní dřeviny patří jasan ztepilý, lípa srdčitá, jedle bělokorá, dub zimní a buk lesní. Tyto dřeviny jsou doplňovány habrem obecným, břízou bělokorou, třešní ptačí, borovicí lesní, modřínem evropským, javorem klenem a smrkem ztepilým. Právě smrk zde zaznamenal velké změny. Když byly v roce 2004 vypracovávány lesní hospodářské osnovy, měl na této ploše převažující zastoupení. Úbytek smrku je znát do současné doby, kdy se na ploše vyskytuje několik souší a vývratů. Tato dřevina už pouze doplňuje listnaté dřeviny. V keřovém patře převládá bez černý.

Šestá lokalita (6) se nachází v údolí mezi černotínským lomem a Hůrkou. Jedná se o protáhlý úzký porost. V horní části protíná tento les cesta. Les zaujímá plochu 2,3 ha. V údolí jeho dna teče potok, jehož činnost odhalila výchozy Černotínského pískovce, které se nachází přibližně ve středu tohoto porostu. Nadmořská výška se pohybuje mezi 268 – 325 m. Půdy jsou zde tvořeny luvizeměmi. Mezi převládající dřeviny patří jasan ztepilý, lípa srdčitá a dub zimní. Tyto dřeviny doplňuje habr obecný, javor klen a javor babyka. Vzácně se zde vyskytuje třešeň ptačí trnka obecná nebo topol osika. V menším výběžku doprovázejícím cestu se též vyskytuje trnovník akát.

Sedmá lokalita (7) se nachází v blízkosti vápenky a jejího bývalého lomu a pokračuje podél cesty směřující do Valašského Meziříčí, poté se stáčí směrem na lom v Černotíně. Zaujímá plochu 2,5 ha a nadmořská výška se pohybuje mezi 252 – 272 m. Půdy jsou zde tvořeny luvizemí, rendzinou a okrajově fluvizemí. Hlavními dřevinami jsou dub zimní, lípa srdčitá a trnovník akát, přičemž trnovník akát se vyskytuje především ve střední části porostu, kde má převládající zastoupení. Tyto dřeviny jsou doplňovány habrem obecným, topolem osikou a jasanem ztepilým.

Osmá lokalita (8) se nachází podél řeky Bečvy. Toto stanoviště je výrazně odlišné od ostatních, protože se nachází v těsné blízkosti řeky Bečvy, díky které zde vznikly na štěrkopiscích fluvizemě. Proto je tento pás kolem Bečvy zařazen do PLO 34. Porost zaujímá plochu 12,2 ha. Výškové rozpětí této lokality se pohybuje mezi 248 – 250 m. Mezi hlavní dřeviny patří topol a vrba, které doplňuje olše lepkavá a dub zimní.

6.3 Provedené rekultivace a spolupůsobící sukcese

Větší množství rekultivací bylo provedeno v letech 1997 - 2001. V tomto období docházelo k výsadbám dřevin na větších plochách. Kolem lomu Černotín byl vysazován především dub zimní a habr obecný. Do osázených ploch začaly samovolně nalétávat dřeviny z okolních porostů. Jednalo se o druhy, kterým vyhovují zrekultivované půdy, např. topol černý, bříza bělokorá, javor klen, lípa srdčitá nebo jasan ztepilý. Na jedné ploše bylo možné najít i třešeň ptačí a jilm habrolistý.

Dále se v nejbližším okolí lomu vyskytují dřeviny, které už nejsou nijak vázané na rekultivované půdy. Jedná se především o jihovýchodní až východní část lomu. V této části lomu neprobíhá těžba již několik desítek let, tudíž dřeviny zde mohly dorůst větších rozměrů. Mezi hlavní dřeviny zde patří trnovník akát, javor babyka, topol černý a v příhodnějších podmínkách vzácně jasan ztepilý, javor klen a třešeň ptačí. Tato část území není vystavena výrazným teplotním extrémům, jelikož částečný kryt zde vytváří stěna lomu. V tomto kontrastu se vyskytují dřeviny také na volném prostranství, mezi tyto dřeviny patří topol černý, bříza bělokorá a vrby. V keřovém patře se po celém lomu vyskytuje svída krvavá, růže a v příznivějších polohách i bez černý.

Trnovník akát, vyskytující se v okolních porostech, je agresivní dřevinou, jejíž zmlazení můžeme najít především na místech, kde nebyla dříve prováděna rekultivační činnost. Na rekultivovaných plochách v okolí lomu se téměř nevyskytuje, může to být tím, že mu dané plochy nevyhovují, nebo je pravidelně odstraňován z výsadeb při vyžínání buřeně. Také zde bylo zamezeno šíření akátu tím, že při západním okraji lomu, kde měl vyšší výskyt, byl úmyslně vykácen.

Taktéž v okolí lomu Hranice byla v letech 1997 – 2001 prováděna větší část rekultivačních činností. Tato činnost směřovala především k vytvoření již zmiňovaného biokoridoru. V biokoridoru byl vysázen dub zimní, habr obecný a jeřáb břek, mezi nimi

se vyskytují náletové dřeviny jako topol černý, bříza bělokorá, javor klen, lípa srdčitá nebo jasan ztepilý. V hranickém lomu probíhá sukcese především v jihozápadní části, která navazuje na přírodní památku Nad kostelíčkem a na její okolní lesní porosty. V této části byla na etáži navezena zemina. Díky tomu byl vytvořen souvislý svah končící u jezírka. Takto vytvořená plocha podléhá značným erozním vlivům, především vodní erozi a dále zde dochází k sesuvům tohoto materiálu. I přes tuto skutečnost dochází na této ploše k zarůstání dřevinami nalétávajících z okolních porostů.

Mezi hlavní dřeviny patří borovice lesní, trnovník akát, bříza bělokorá, modřín evropský, lípa srdčitá, vrba jíva, vyskytuje se zde i smrk ztepilý, který je zde schopen vydržet díky tomu, že daná plocha je zčásti kryta okolními porosty od slunečního záření. Nejvíce je to znát na ploše nacházející se nad jezírkem, kde se smrk objevuje u skalních stěn, které pro něj vytváří vhodné podmínky. Přímo u vodní plochy převládají vrby, kterým vyhovují podmáčená místa, ty doplňuje topol osika. Keře jsou zde zastoupeny především svídou krvavou a růžemi.

6.4 Výsledky chemických analýz v lomu Černotín

V lomu bylo odebráno 7 vzorků novotvořených půd v transektu od vstupu do lomu ve spodní etáži směrem na Ráblův kříž. Vzorky půd byly doplněny o 4 vzorky hornin různého stáří. OVzorky byly podrobeny chemické analýze, která nám určila chemické složení jednotlivých půd. Díky tomu můžeme v závislosti na chemickém složení porovnávat vývoj nových půd na vápencovém podloží s procentuálním zastoupením jednotlivých prvků.

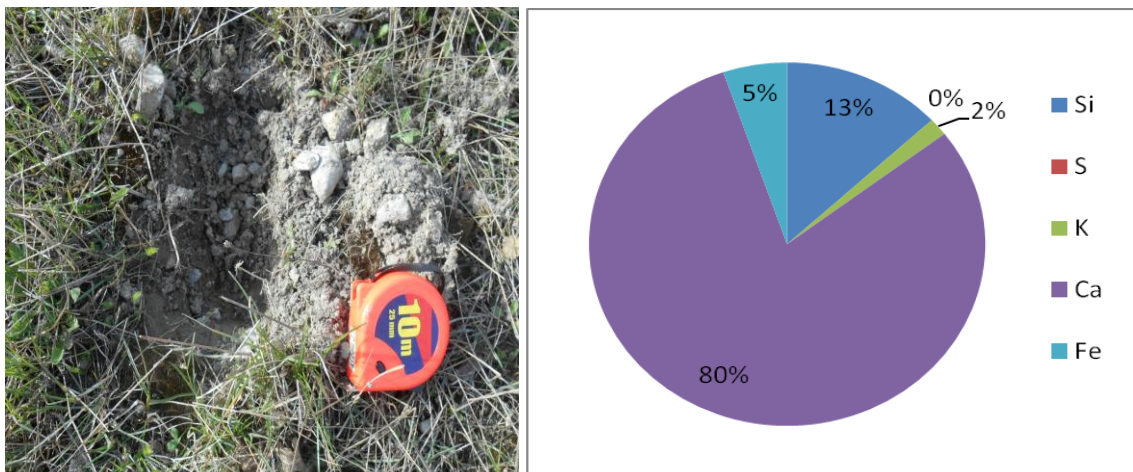
Vzorky byly postupně odebírány z půd, které měly čas na vývoj několik desítek let, ale také z půd nově tvořených, skládajících se především z čerstvě rozdrčené horniny. Taktéž horniny byly odebírány v různém stádiu zvětrávání, od hornin značně zvětralých, až po horniny bez jakýchkoliv známek zvětrávání. V následujících tabulkách bude možné nalézt chemické složení jednotlivých hornin, doplněné o popis lokality, ze které byl vzorek odebrán.



Obr. 3 Vyznačení odběrných míst v lomu Černotín (Portál UHÚL)

První lokalita (1) se nachází přímo u vstupu do lomu. Jedná se o místo, kde měly půdy nejdelsí čas na svůj vývoj. Okraje této lokality už výrazně zarostly dřevinnou vegetací, především trnovníkem akátem a topolem černým. Půda je zde tvořena vyšším podílem jílovité hmoty a v nejsvrchnější části taktéž vyšším podílem organické hmoty. Trávovitá vegetace je zde výrazně vyvinutá. Hloubka této půdy je do 15 cm, poté se míra skeletnatosti výrazně zvyšuje, až téměř převládá.

Z rozboru chemické analýzy je patrné, že zde z 80 % převládá vápník, v menší míře se vyskytuje křemík a železo. Draslík je zde v minimální míře a síra zde úplně chybí.

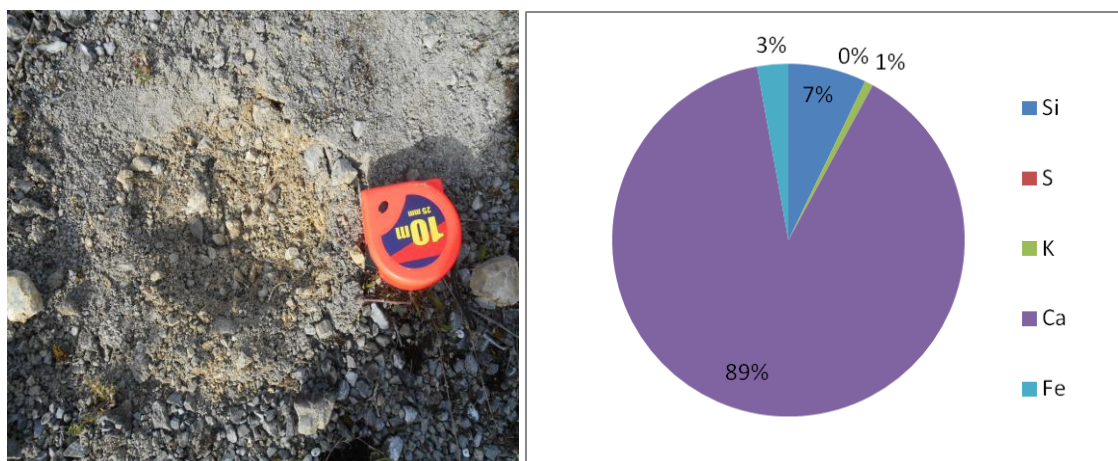


Obr. 4 Vzhled a výsledky chemické analýzy na první lokalitě v Černotíně

Druhá lokalita (2) se nachází na ostrůvku mezi dvěma cestami, po kterých probíhá odvoz vápence ze spodní etáže. Toto místo bylo vybráno z důvodu, že se zde v otevřeném prostoru vystaveném klimatickým extrémům vyskytuje skupina topolů černých, z nich někteří jedinci dosahují výšky až 6 m.

Půda je zde už výrazně ochuzená o jílovitou složku, bylinná vegetace se zde téměř nevyskytuje, i když těžba na daném místě neprobíhá přibližně stejnou dobu jako na prvním. To, že se zde vyskytují byliny pouze zřídka, může být způsobeno nedalekým pojezdem strojů, které na danou lokalitu neustále přenášejí drobný vápencový materiál. V půdě se objevuje výrazná skeletnatost, jedná se především o drobné úlomky kamenů.

Dle chemické analýzy je převládající vápník doplňován 7 % křemíkem, 1 % draslíkem a 3% železem.



Obr. 5 Vzhled a výsledky chemické analýzy na druhé lokalitě v Černotíně

Třetí lokalita (3) se nachází v prohlubni, která je splachovým územím z okolí. Půda má povětšinou jemnou strukturu s minimální mírou skeletnatosti, vyšší mocnost a také dostatečnou vlhkost pro růst bylinné vegetace. Ta se však zde nedokáže ve větším množství udržet, a to kvůli neustálému přísunu jemného materiálu z okolí při déle trvajících srážkách. Absence bylin je také dána nepřítomností jílovitého materiálu, jelikož je zde splachovaný převážně vápencový prach.

Tato lokalita je z chemického hlediska téměř stejná jako předchozí, jediný rozdíl je zde v absenci draslíku.



Obr. 6 Vzhled a výsledky chemické analýzy na třetí lokalitě v Černotíně

Čtvrtá lokalita (4) se nachází přibližně ve středu lomu, kde je velice mělká půda bez jakékoliv vegetace. Stanoviště je vystaveno teplotním extrémům. Povrch lokality je tvořen štěrkem s výplní jemného prachu, hlouběji už převažují hrubé kameny.

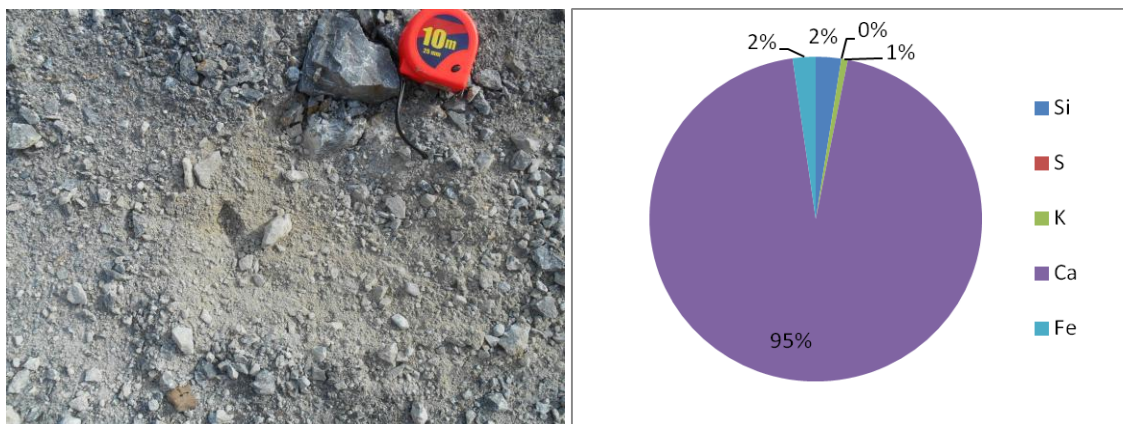
Tato lokalita vykazuje velice podobné chemické složení jako předchozí lokalita, až na 1 % výskyt draslíku.



Obr. 7 Vzhled a výsledky chemické analýzy na čtvrté lokalitě v Černotíně

Pátá lokalita (5) se nachází 10 m od paty první etáže. Tato lokalita je tvořena čerstvou horninou. Půda je velice plytká, prakticky ji tvoří zbytky větších kusů kamenů a rozdrčené kameny, které zůstaly na stanovišti po odtěžení horniny. Stáří této lokality je do jednoho roku, tudíž se zde neobjevuje žádná vegetace. Stanoviště je vystaveno teplotním extrémům.

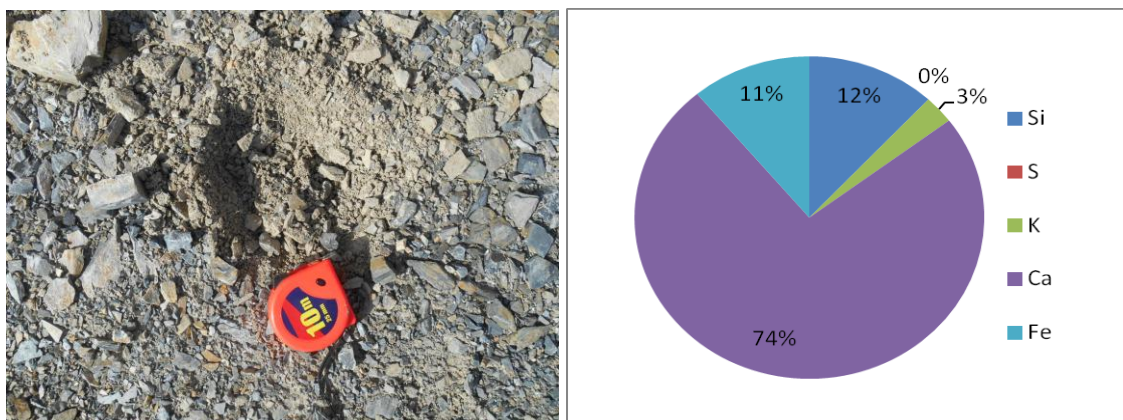
Na této lokalitě výrazně přibýlo zastoupení vápníku dosahující 95 % z důvodu výskytu zkusné plochy na těžbou nově vzniklém stanovišti. Vápník je doplňován křemíkem, železem a draslíkem.



Obr. 8 Vzhled a výsledky chemické analýzy na páté lokalitě v Černotíně

Šestá lokalita (6) se nachází na první etáži. Na této lokalitě v nedávné době těžba neprobíhala. Vyskytuje se zde ale spad horniny a jílu ze stěny lomu, blízko níž se lokalita nachází. Půda je taktéž velice plytká, ale obsahuje větší množství jílu než předchozí lokality. I toto stanoviště je vystaveno teplotním extrémům.

Zde výrazně klesá podíl vápníku na 74 % a je zde zvýšený výskyt křemíku a železa, ty doplňuje draslík. Tato situace je způsobena splachem jílovitého materiálu z hrany těženého lomu.

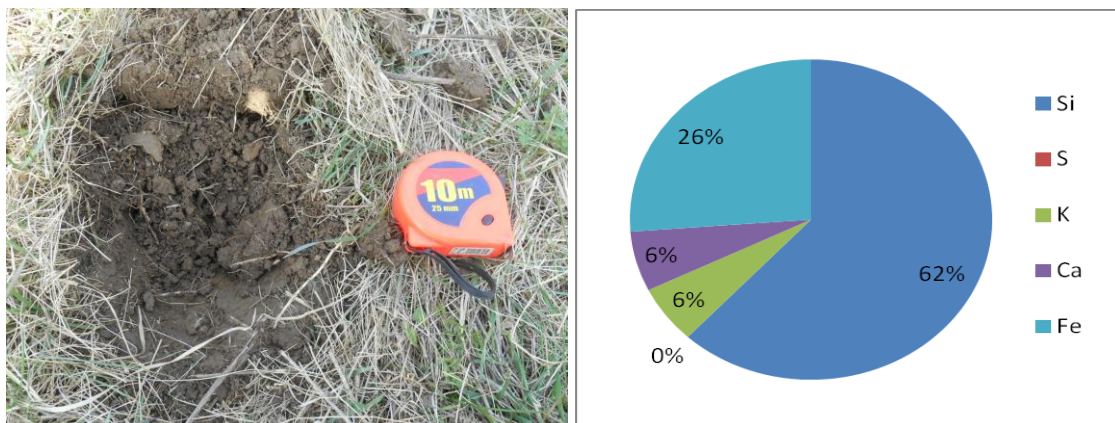


Obr. 9 Vzhled a výsledky chemické analýzy na šesté lokalitě v Černotíně

Sedmá lokalita (7) se nachází nad lomem. Lokalita nebyla nijak poškozená těžbou suroviny. Stanoviště zde bylo umístěno pro srovnání s půdami vzniklými na

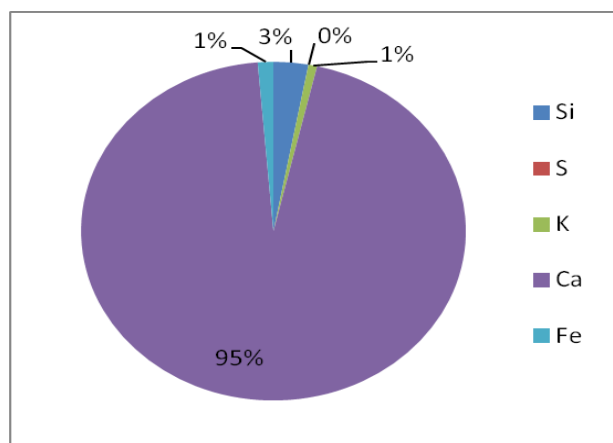
plochách poškozených těžbou. V blízkosti lokality jsou louky, proto je lokalita tvořena trávovitou vegetací a jen pomístně vyrůstají keře.

Tato lokalita má vysoký obsah křemíku, který zde zaujímá téměř 2/3 složení. Dalším hojným prvkem je železo doplňovaný křemíkem a vápníkem.



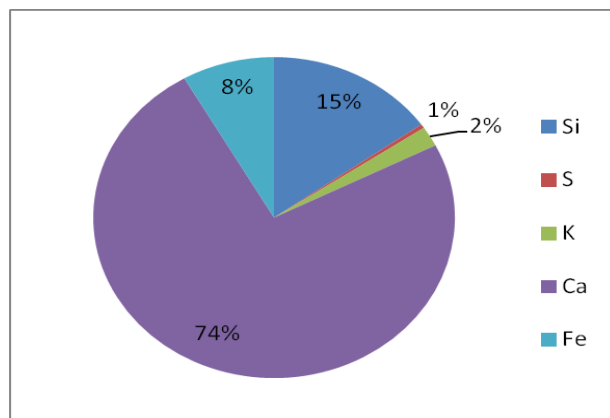
Obr. 10 Vzhled a výsledky chemické analýzy na sedmé lokalitě v Černotíně

Osmá lokalita (8) je místem sběru zvětralé horniny v rozorané louce, nacházející se nad lomem. Zvětralá hornina se skládá z 95% z vápníku. V minimální míře se zde objevuje křemík, železo a draslík.



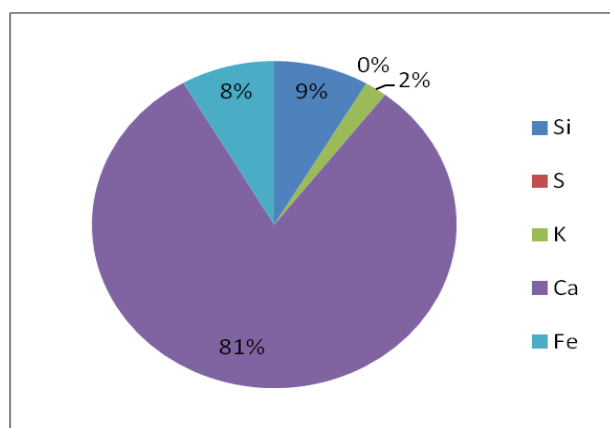
Obr. 11 Výsledky chemické analýzy zvětralé horniny na osmé lokalitě v Černotíně

Na deváté lokalitě (9) byl odebrán vzorek částečně zvětralé horniny. Lokalita se nachází na konci první etáže. Tato hornina se skládá ze $\frac{3}{4}$ z vápníku. Dalším hojnými prvky je křemík a železo, jenž jsou doplňovány draslíkem a sírou.



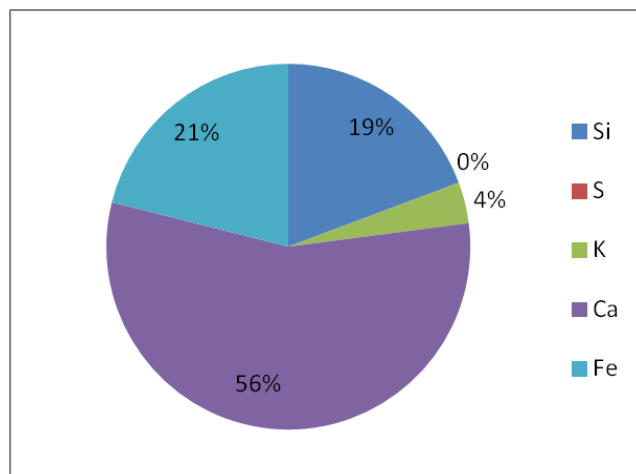
Obr. 12 Výsledky chemické analýzy částečně zvětralé horniny na deváté lokalitě v Černotíně

Na desáté lokalitě (10) byl odebrán vzorek čerstvě odstřelené horniny. Chemickou analýzou bylo u této horniny zjištěno 81% vápníku s příměsí křemíku, železa a draslíku.



Obr. 13 Výsledky chemické analýzy čerstvé horniny na desáté lokalitě v Černotíně

Jedenáctá lokalita (11) byla vybrána proto, že zde byl odebrán vzorek čerstvé horniny, která byla odvrtná z profilu první etáže při přípravě na odstřel horniny. Tato hornina byla v podobě jemného prášku, odsávaného od vrtací hlavice. Na to, že se jedná o čerstvou horninu, je obsah vápníku velice malý. Téměř polovinu složení tvoří křemík, železo a draslík.



Obr. 14 Výsledky chemické analýzy odvrtné horniny na jedenácté lokalitě v Černotíně

6.5 Výsledky analýz v lužním lese u Bečvy

Mimo oblast lomu Černotín byla vyhotovena půdní sonda nacházející se v lužním lese podél řeky Bečvy. Rozbory byly provedeny v rámci semestrální práce z předmětu pedologie. Místo půdní sondy je vyznačeno na obr. 2 této práce.

Charakteristika půdní sondy: v průběhu jednotlivých vrstev se neprojevila žádná skeletnatost, ale ve všech horizontech byl znatelný podíl písku, ať už ve větší nebo menší míře. Forma nadložního humusu je MUL.

Tab. 1 Jednotlivé horizonty půdní sondy

Ln	0 cm	opad tvořila malá vrstva ložského listí, se zbytky větví
AH	0 - 5 cm	vrchní vrstva byla značně prokořeněná rostlinami bylinného patra, tmavší (obohacená humusem)
M ₁	5 - 12 cm	tento horizont byl vytvořen během větších záplav, jelikož je velice bohatá na písek, který sem byl naplaven
M ₂	12 - 35 cm	kyprý, hnědý, vysoká činnost zooedafonu
M ₃	35 - 85cm	barevně nerozeznatelný od předchozího horizontu, jediný rozdíl spočívá v konzistenci půdních částic, která je mírně ulehlá
M ₄	85- >100 cm	další horizont s výrazně vyšším obsahem písku s výraznějším obsahem vody

Analyzovaný půdní vzorek z půdní sondy je možné charakterizovat těmito vlastnostmi půdy:

Zrnitost – písčito-hlinitá

Maximální vodní kapacita – 46,7%

Maximální kapilární kapacita – 40,61%

Polní vodní kapacita – 42,55%

Měrná hmotnost – 2,47 g / cm³

Objemová hmotnost – 1,55 g / cm³

Objemová hmotnost redukovaná – 1,18 g / cm³

Pórovitost - 52,22% - střední

Hmotnostní vlhkost – 25,6 %

Provzdušněnost – 22,02%

Minimální vzdušná kapacita – 11,61%

Nasycenost půdních pórů – 57,83%

Půdní reakce pH/ H₂O – 7,29% - mírně alkalická

Půdní reakce potenciální výměnná pH/KCl 6,46% - neutrální

Max. sorpční kapacita výměnných bazických kationtů 17,15 mmol/kg - velmi nízká

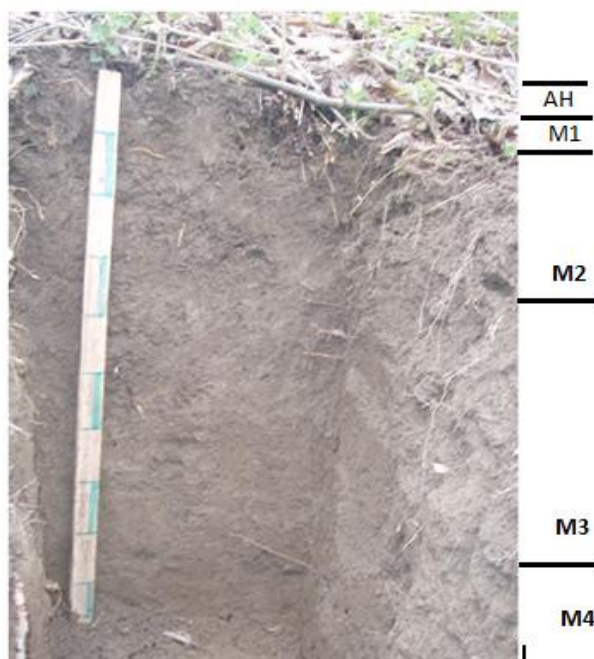
Okamžitý obsah výměnných bazických kationtů – 219,92 mmol/kg - vysoký

Stupeň nasycenosti sorpčního komplexu – 95,2% - plně nasycený

Aktivita půdní katalázy – 1,32 ml - velmi vysoká

Obsah humusových látek – 2,38 % - humozní

Aktivita půdní celulózy - 1,75 % - slabá



Obr. 15 Půdní sonda

6.6 Výsledky analýz v lomu Hranice

V lomu Hranice byl taktéž vytvořen transekt jako v lomu Černotín, na kterém byly odebrány vzorky novotvořených půd. Směr transektu je od jezírka v nejnižší části lomu postupující východním směrem až nad lom na místa neovlivněná těžbou. Bylo zde odebráno 7 vzorků půd, které jsou doplněny o 3 vzorky hornin. I tyto vzorky byly podrobeny chemické analýze jako v lomu Černotín.

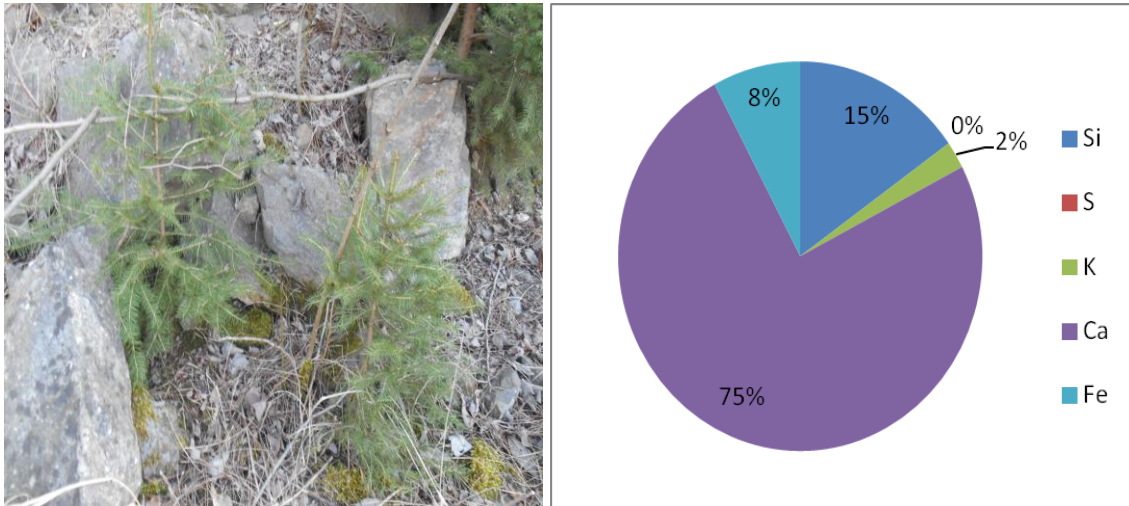


Obr. 16 Vyznačení odběrných míst v lomu Hranice (Portál UHÚL)

První lokalita (1) se nachází nad jezírkem na první etáži lomu. Zdejší plocha není delší dobu těžena. Lze předpokládat, že zde těžba probíhala na začátku otvírky lomu. Těsně navazuje na lokalitu PP Nad kostelíčkem. Tato lokalita už v rámci sukcese celá zarostla dřevinnou vegetací.

Půda v této lokalitě má vysokou skeletnatost, především se v ní vyskytují kameny větších rozměrů, drobnější štěrk se vyskytuje vzácně a půda má vysoký podíl jílovité hmoty. Na povrchu se vyskytují balvany, které se zřítily ze skalní stěny.

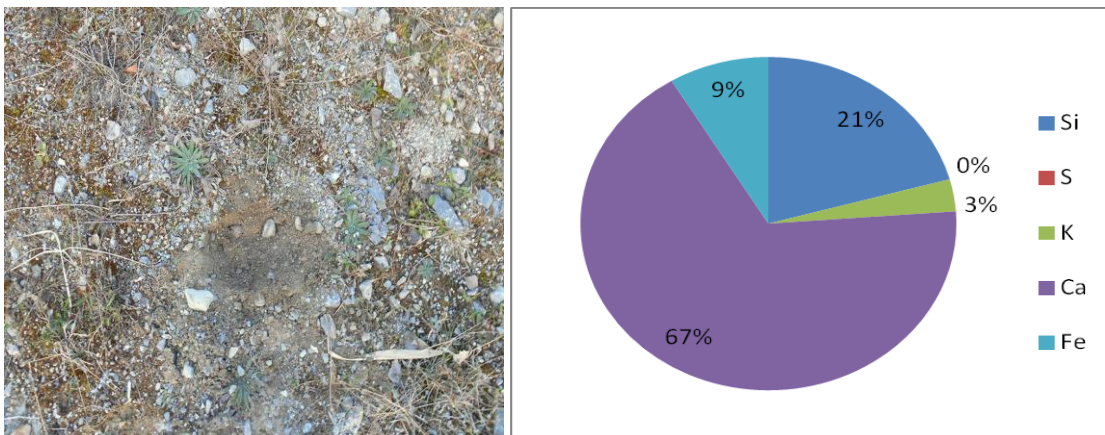
Obsah vápníku v této půdě je 3/4. Tento prvek je doplňován křemíkem, železem a draslíkem.



Obr. 17 Vzhled a výsledky chemické analýzy na první lokalitě v Hranicích

Druhá lokalita (2) se nachází na místě výrazně ovlivněném vodou, jelikož v blízkosti se nachází odvodňovací kanál, který odvádí vodu z celého lomu do jezírka. V okolí se vyskytuje bylinná vegetace a v dřevinné skladbě převládají vrby. Půda má vysoký podíl jemné složky, která sem byla transportována při větších deštích.

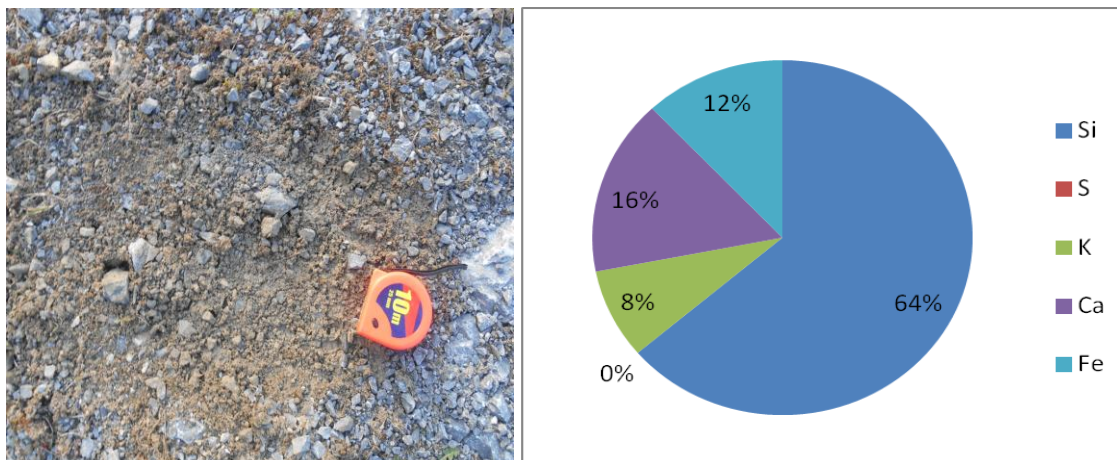
Co se týče chemického složení, má zde vysoký obsah vápník a křemík, který je zastoupen téměř $\frac{1}{4}$. Tyto prvky jsou doplňovány železem a draslíkem.



Obr. 18 Vzhled a výsledky chemické analýzy na druhé lokalitě v Hranicích

Třetí lokalita (3) se taktéž nachází v podmáčené oblasti, ale už se na ní vyskytuje minimum bylinné vegetace s absencí stromů. Ta je dána tím, že je lokalita teprve krátkou dobu bez působení probíhající těžby. Půda není tak hluboká jako na předchozí lokalitě, ale o to má větší podíl jílovité složky. Taktéž se zde vyskytuje větší podíl jílovité složky.

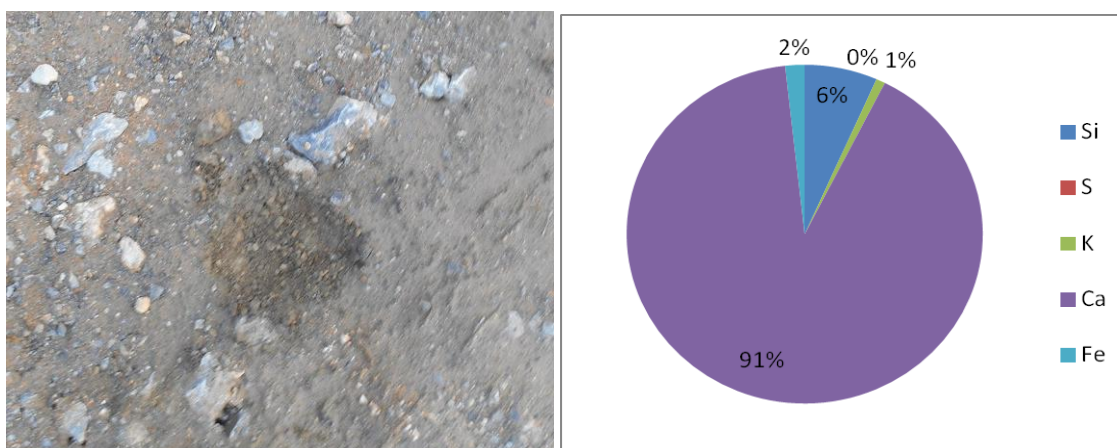
Na tomto stanovišti je výskyt vápníku velice malý, tento prvek zde zastupuje ve 2/3 křemík. Dále se zde vyskytuje železo a draslík.



Obr. 19 Vzhled a výsledky chemické analýzy na třetí lokalitě v Hranicích

Čtvrtá lokalita (4) se nachází na první etáži. Vytvořená půda je zde velice mělká, tvořená především čerstvou horninou a jílovitým materiálem v puklinách horniny. Jedná se o těženu část lomu, proto se zde nevyskytuje žádná vegetace. Lokalita je vystavena extrémním teplotním výkyvům.

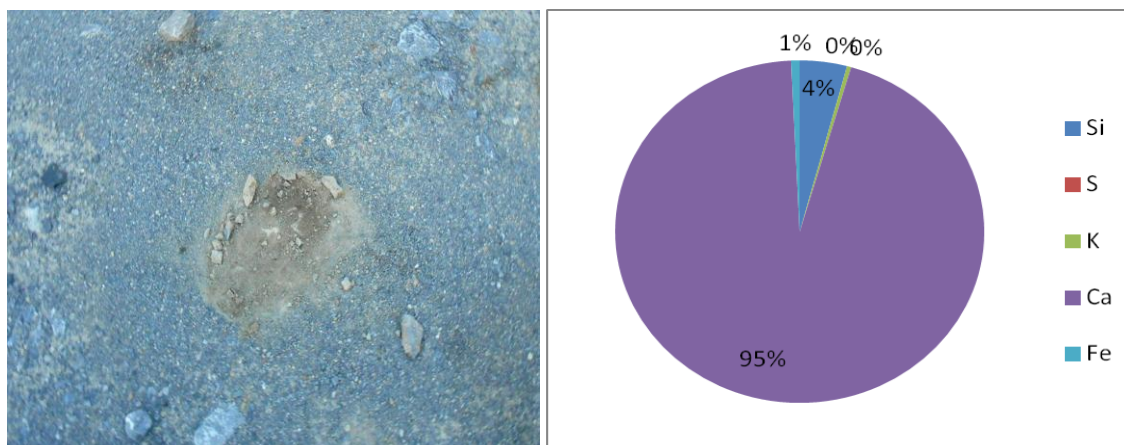
Na této lokalitě má z 91 % zastoupení vápník, doplňovaný křemíkem, železem a draslíkem.



Obr. 20 Vzhled a výsledky chemické analýzy na čtvrté lokalitě v Hranicích

Pátá lokalita (5) se nachází na třetí etáži, taktéž v aktivní části lomu. Lokalita je vystavena extrémním teplotním výkyvům. Půda je zde velice mělká, je tvořená menšími, až drobnými úlomky horniny s výplní jílu.

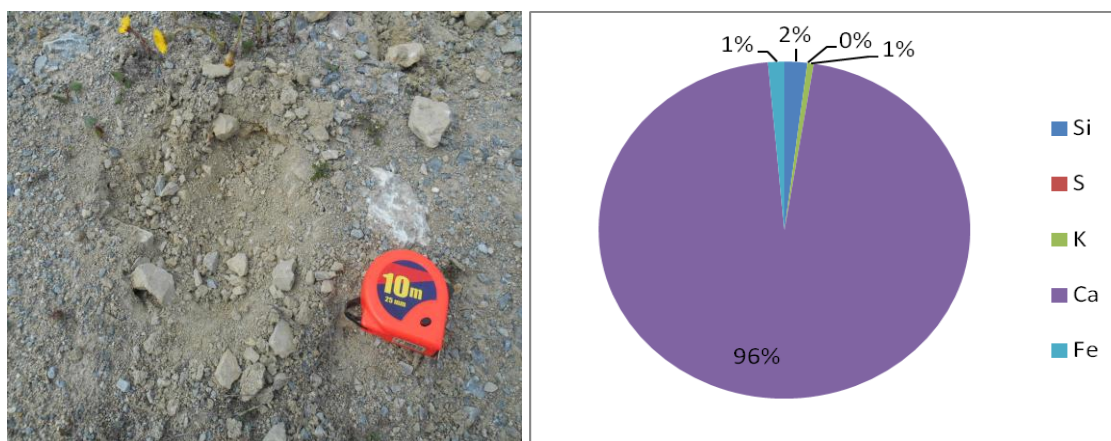
Z chemického hlediska se jedná o půdu téměř výhradně složenou z vápníku. V minimální míře se zde vyskytuje křemík 5 % a železo 1 %.



Obr. 21 Vzhled a výsledky chemické analýzy na páté lokalitě v Hranicích

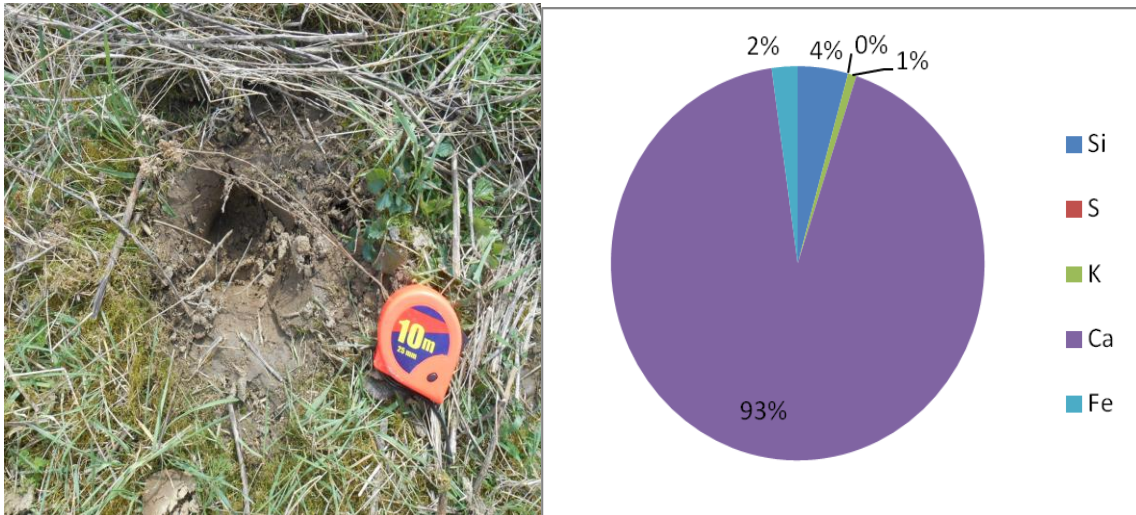
Šestá lokalita (6) se nachází na čtvrté etáži. Půda je zde tvořena většinou jílem s menší příměsí vápencových úlomků. Množství jílu v půdě je vysoké díky tomu, že na této etáži se těží především jíly. Jelikož v této východní části lomu mocnosti jílu přesahují 6 metrů, vápence v této etáži zaujímají minimální množství.

Vápník zde má 96% zastoupení, zbylé procenta si rozdělily železo, křemík a draslík.



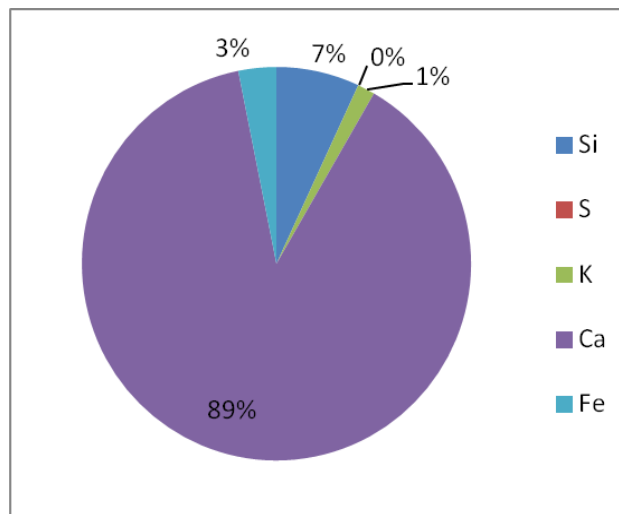
Obr. 22 Vzhled a výsledky chemické analýzy na šesté lokalitě v Hranicích

Na sedmé lokalitě (7) byl odebírán vzorek původní půdy bez jakéhokoliv poškození těžbou. Jedná se o těžkou jílovitou půdu. Zdejší půda má velice vysoký obsah vápníku (93 %), přestože se nachází na lokalitě, kde mocnost těchto půd přesahuje 6 m. V malé míře se zde vyskytuje křemík, železo a draslík.



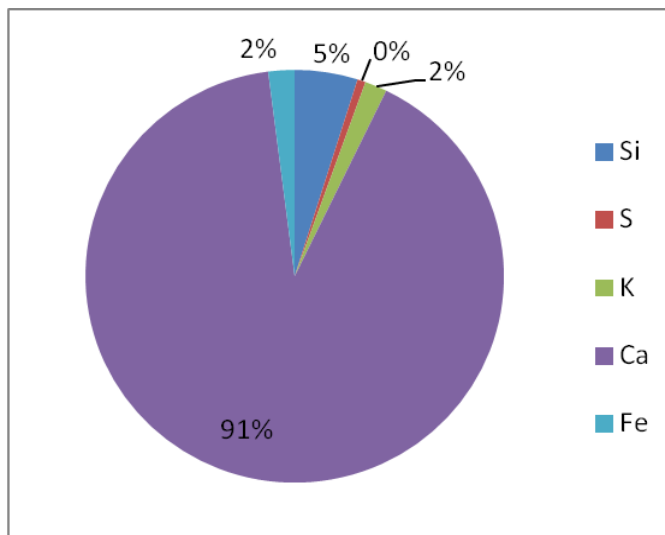
Obr. 23 Vzhled a výsledky chemické analýzy na sedmé lokalitě v Hranicích

Na osmé lokalitě (8) byl odebrán vzorek čerstvé horniny, tato lokalita se nachází v blízkosti 4 lokality. Tato hornina obsahuje vysoký podíl vápníku dosahující 89%, zbývající procenta zaujímá křemík, železo a draslík.



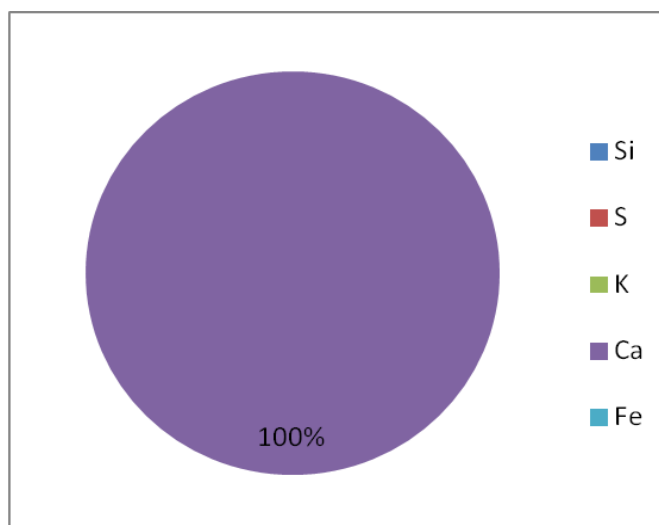
Obr. 24 Výsledky chemické analýzy na osmé lokalitě v Hranicích

Devátá lokalita se nachází na první etáži nad jezírkiem a byla zde odebrána středně zvětralá hornina. Z 91 % se skládá z vápníku, zbývajícími prvky jsou křemík, železo, draslík a síra, ta zde má necelé 1 %.



Obr. 25 Výsledky chemické analýzy na deváté lokalitě v Hranicích

Desátá lokalita (10) se nachází na okraji lesního porostu Kostelíček a byla zde odebrána zvětralá hornina. Z chemické analýzy je patrné, že hornina se skládá pouze z vápníku.

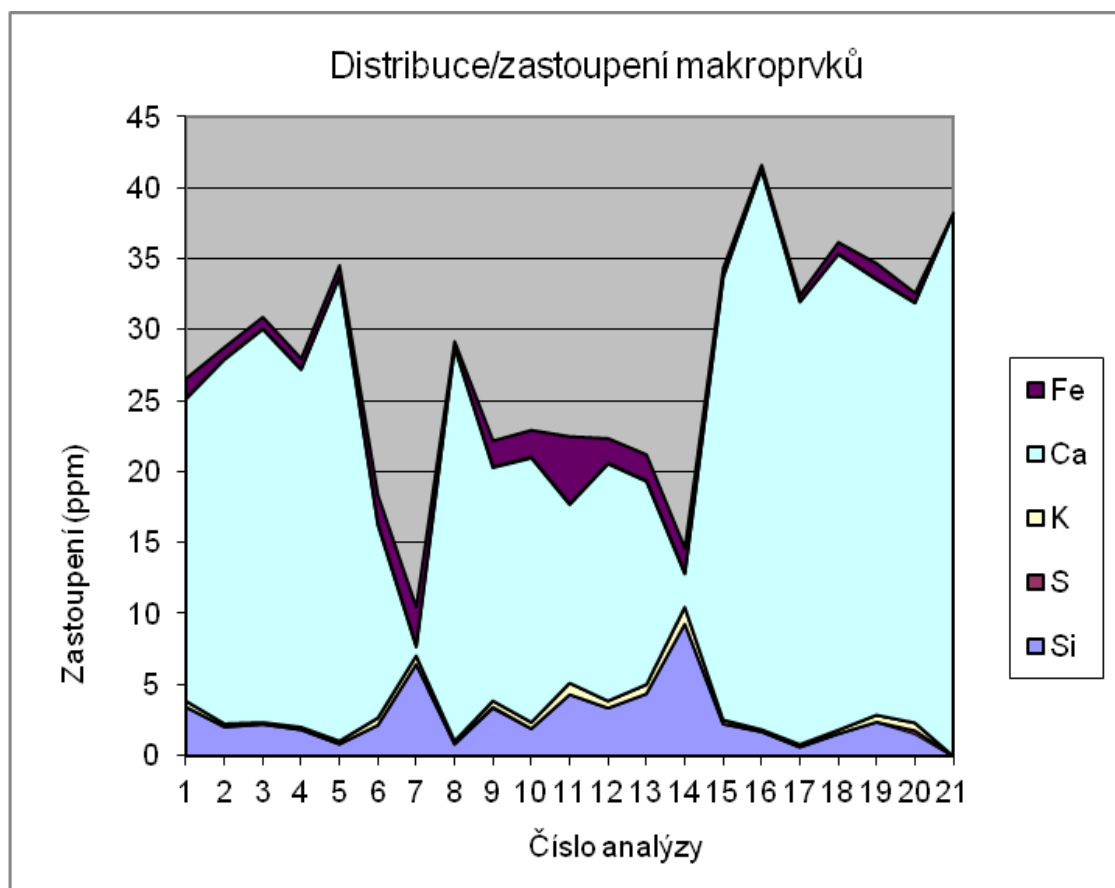


Obr. 26 Výsledky chemické analýzy na desáté lokalitě v Hranicích

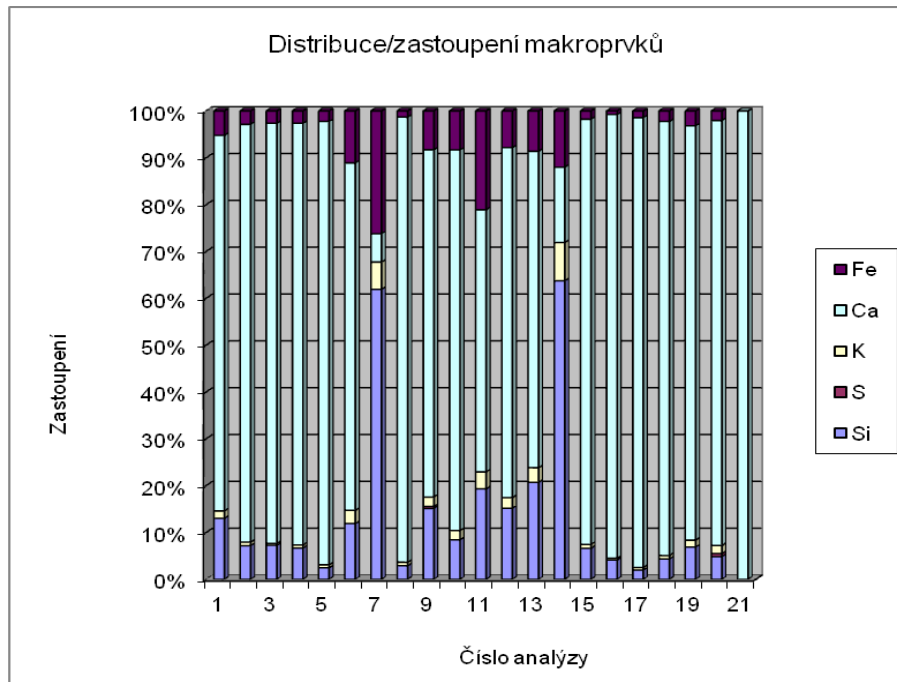
Z výsledků chemických analýz pro oba lomy byly vyhotoveny tabulky, v nichž jsou prvky rozděleny na makroprvky (Fe, Ca, K, S, Si) a mikroprvky (Zr, Sr, Rb). Pro přehlednost je zde uveden graf, v němž jsou dobře znázorněny abnormality chemického složení v jednotlivých vzorcích.

Z grafu je patrné, že při výrazném snížení zastoupení vápníku narůstá podíl křemíku a v menším množství i železa. Množství draslíku zůstává v průběhu všech vzorků téměř neměnné.

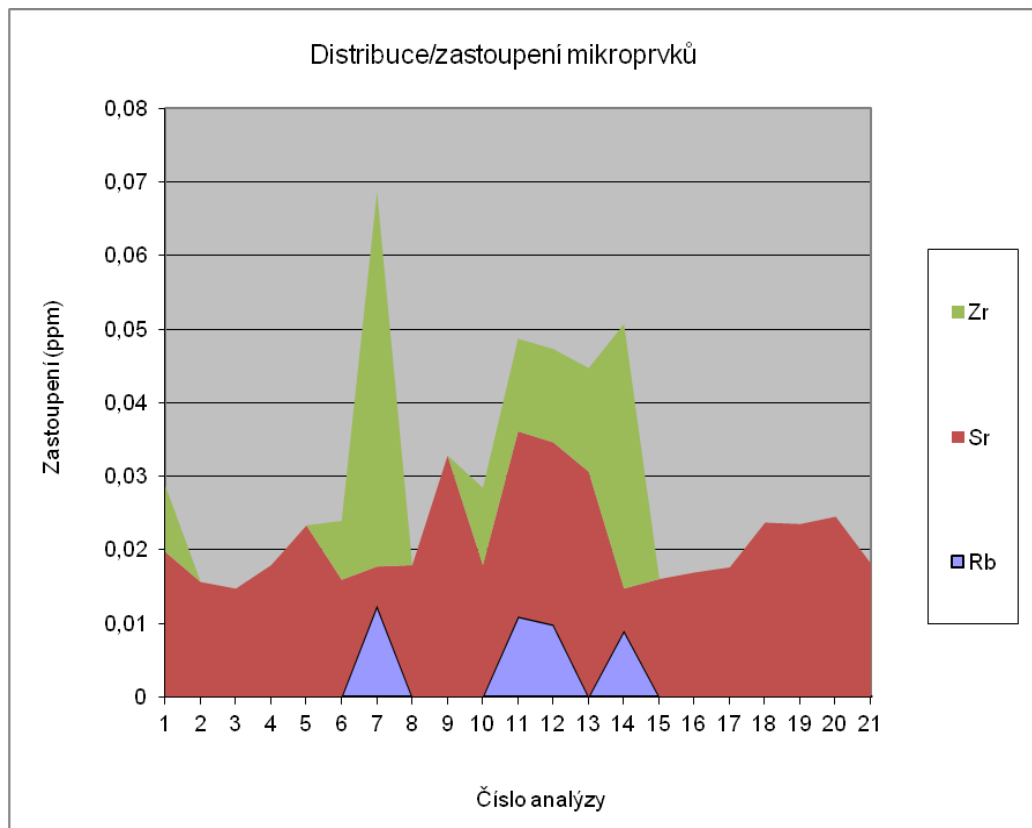
Obsah makroprvků v jednotlivých vzorcích má také vliv na mikroprvky. Je zde dobře patrný trend, že se snižujícím obsahem vápníku narůstá podíl především zirkonia a v menší míře i rubidia. Ve vzorcích s vysokým obsahem vápníku chybí zirkonium a rubidium a tyto prvky jsou nahrazovány výhradně stronciem.



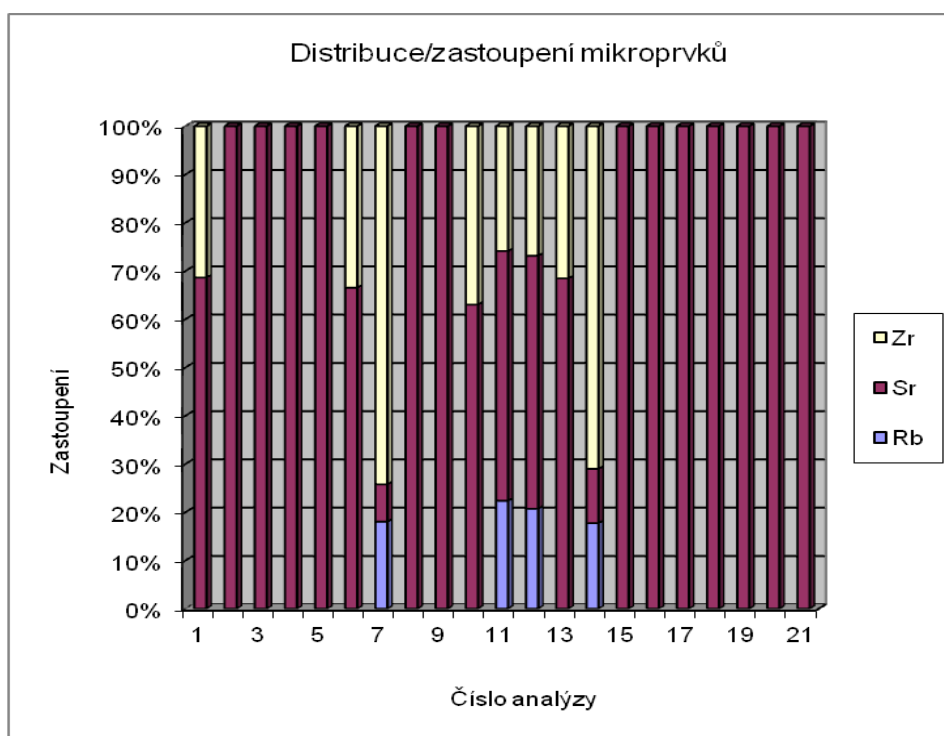
Obr. 27 Souhrnné výsledky chemické analýzy pro makroprvky v ppm



Obr. 28 Souhrnné výsledky chemické analýzy pro makroprvky v procentech



Obr. 29 Souhrnné výsledky chemické analýzy pro mikroprvky v ppm



Obr. 30 Souhrnné výsledky chemické analýzy pro mikroprvky v procentech

7 DISKUZE

Co se týče dendrologie, mají lesní porosty na vybraném území podobný charakter, ať už se jedná o chráněná území nebo hospodářsky využívané lesy. Je to zapříčiněno malou rozlohou a ostrůvkovitým rozmístěním těchto lesů. Jediným větším komplexem je okolí PP V oboře, kde se projevuje intenzivnější hospodaření.

I za cenu velkého rizika se zde pouští do výsadby smrku, který v okolních lesích živoří a odumírá. Hlavním argumentem je to, že dle lesních hospodářských osnov, vypracovaných v roce 2004, se nacházel na dendrologických lokalitách č. 4 a 5 vysoký podíl smrku, pohybující se kolem 40 % zastoupení. Při terénních pracích bylo zjištěno výrazné poškozování smrku na čtvrté lokalitě, ale jelikož se jedná o mladé smrky, tak poškození není tak znatelné jako na páté lokalitě, kde se nachází starší smrky. V současné době se zde vyskytují pouze jako vtroušená dřevina. Lesní porosty jsou druhově bohaté, proto není výpadek smrku na první pohled příliš znát.

Při porovnání chráněných území a hospodářských lesů se projevuje rozdíl hlavně v celkovém zastoupení dubu. Ten má větší výskyt především v chráněných územích. Co se týče keřového patra, to je výrazně bohatší v chráněných územích.

V návaznosti na strukturu lesů v okolí lomů je důležité se zmínit o rekultivacích a sukcesi. Při vzájemném porovnání provedených rekultivací a sukcesí vyplývá, že na klimaticky a půdně příznivějších stanovištích se daří stromům vzniklým přirozeným způsobem. Dokonce i přes veškeré negativní vlivy, působící na smrk v okolí lomů, se v hranickém lomu objevuje jeho nálet.

Mezi základní dřeviny podílející se na sukcesi patří trnovník akát. Tato invazní a nepůvodní dřevinu má i své výhody - dobře obsazuje stanoviště, která se pak stávají příhodnější i pro jiné dřeviny. Další důležitou dřevinou je topol černý, výborně obsazuje zdejší stanoviště, jak na zrekultivovaných půdách, tak i na půdách podléhajících sukcesi. Proto by nebylo na škodu podpořit ho více i na zrekultivovaných půdách, kde byl vysázen dub a habr. Nacházejí se zde totiž místa, kde tyto dřeviny velice špatně odrůstají a mají po více než deseti letech od výsadby výšku pouze kolem dvou metrů.

Z pedologického rozboru chemických vlastností půdních vzorků z daného území vyplývá, že hlavní podíl na složení půdy má z makroprvků vápník, u něhož pouze ve dvou případech klesá hodnota pod 50 % zastoupení.

První lokalitou je neporušená půda v Černotíně, která má pouze 6% vápníku a místo něj dominuje křemík. Naopak v okolí hranického lomu byla odebrána neporušená půda, která má 93% vápníku (mnohdy více než zastoupení vápníku v samotných horninách) a je tak svými chemickými vlastnostmi úplně odlišná od původní půdy z Černotína. Další významný rozdíl lze spatřovat v tom, že původní půda v Černotíně má celkovou hloubku do 2 metrů, zato hloubka půdy v Hranicích přesahuje 6 metrů. Tato půda se neskládá jen z povrchových fluvizemí, ale vyskytují se pod ní jíly, které mají vyšší pevnost a jsou lístečkovitě odlupčivé. Z toho lze usuzovat, že tento jíl bude mít podobnou chemickou strukturu z hlediska obsahu vápníku jako okolní vápence.

Druhou lokalitou s velice nízkým obsahem vápníku (16 %) je třetí lokalita v Hranicích. Převažuje zde křemík (64 %), ačkoliv se jedná o lokalitu, nacházející se ve spodní etáži, kde byla před relativně nedávnou dobou provedena těžba. Na tuto plochu se dostává voda z okolí a také z rekultivovaného svahu, je tedy výrazně zamokřena. Snížený obsah vápníku je tedy způsoben splachem z okolních půd.

Vedle vápníku se ve dvou vzorcích ve velice malém množství vyskytuje síra. Zajímavostí je, že se jedná o částečně zvětralé horniny z Černotína (s obsahem síry 1 %) a z Hranic (0,5 %). Jelikož síra není zastoupena v čerstvých horninách obou lomů, je možné, že tento výskyt se projevuje pouze na povrchu těchto hornin a v samotném vápenci se síra dále nevyskytuje. Přístroj používaný k chemické analýze totiž provádí měření pouze z povrchových vrstev. Tyto dva vzorky byly vystaveny klimatickým podmínkám delší dobu, proto se na nich mohla síra usadit. Vedle toho zvětralé horniny síru neobsahují, protože byly v době odběru z větší části zahrnuty okolní zeminou.

Křemík, jako jeden z dalších důležitých makroprvků, si udržuje v jednotlivých vzorcích přibližně stejné zastoupení, až na dvě výjimky, kdy je obsah vápníku velice nízký a tak křemík v těchto vzorcích zaujímá převažující zastoupení.

Železo se vyskytuje ve větší míře ve dvou vzorcích, přičemž oba vzorky byly odebrány v Černotíně (v původní půdě je výskyt železa 26 % a ve vzorku čerstvě odvrтанé horniny 21 %). Právě odvrтанá hornina obsahuje jen 50% vápníku, což zrovna neodpovídá stanovišti. Nacházejí se zde velice kvalitní vysokoprocentní vápence, které by se měly skládat z 96% z karbonátů. Skutečnost, že je obsah vápníku tak nízký, může být způsobena místem odběru vzorků. U každého vrtu se totiž nacházely dvě hromady odvrтанého materiálu, jedna se skládala z hrubšího materiálu a druhá, ze které byl odebírán vzorek, z velice jemného prachu.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo shromáždění maxima literatury, týkající geologické a dendrologické charakteristiky širšího okolí lomů Černotín a Hranice. Neméně důležitou součástí práce tvoří vlastní výzkum, prováděný jak v samotných lomech, tak i v přilehlých lesních porostech.

V rešeršní části práce byla nejprve věnována pozornost geologické stavbě vlastního ložiska, kde se nachází oba lomy. Ačkoliv je téměř celé území tvořeno vápenci, je jeho geologická stavba poměrně složitá. Oblast se nachází na rozhraní Českého masivu a Západních Karpat, samotné studované území pak náleží k Českému masivu, lze zde však taktéž nalézt zbytky denudovaných flyšových příkrovů, které jsou součástí Západních Karpat.

Na vybraném území můžeme nalézt několik typů půd. Největší zastoupení mají luvizemě, které jsou zemědělsky obhospodařované. Dále se zde vyskytují rendziny, nacházející se především v nejbližším okolí lomů a výchozů skal, dále fluvizemě, doprovázející koryto řeky Bečvy, a posledním půdním typem jsou kambizemě, ty však nejsou v zájmovém území příliš rozšířeny.

V následující kapitole byla podrobně popsána dendrologická charakteristika Hranicka. V zájmovém území se vyskytuje celkem šest maloplošně chráněných území, v nichž je většinou udržován bezzásahový režim, a dále běžně obhospodařované lesy malých výměr. Skladba druhů dřevin v obou typech lesů se podobá, jediným patrným rozdílem mezi chráněnými a obhospodařovanými lesy je různorodost keřového patra, kdy v obhospodařovaných lesích se toto patro skládá převážně z bezu černého.

Následně se práce zabývá rekultivací, jako nezbytnou součástí těžby vápence. Je zde popsána současná podoba rekultivací v obou lomech, přičemž většina prováděných rekultivačních prací má lesnický charakter. Pro výsadby na těchto plochách byly používány listnaté dřeviny, a to především dub zimní a habr obecný.

Rekultivace však nejsou jedinou možností obnovy stanovišť poškozených těžbou. Důležitou roli ve zdejších lomech hraje sukcese. Týká se hlavně lokalit, které nejsou v současné době ovlivňovány těžbou a poskytují tak pro dřeviny z hlediska klimatu vhodné podmínky. Jedná se především o okrajové části lomů, chráněné z jižní strany před přímým slunečním zářením. Zde se v hojném množství zmlazují dřeviny, nalétávající z nejbližšího okolí lomů. Mezi základní dřeviny uplatňující se při

sukcesních procesech patří trnovník akát, dále pak borovice, topol černý, bříza bělokorá nebo javor babyka.

Všeobecně se v lomech vyskytují především stanoviště s extrémními klimatickými projevy. V těchto podmínkách dokáže přežít jen málo dřevin, mezi ně patří topol černý, případně bříza bělokorá.

V rámci vlastního výzkumu bylo v obou lomech prováděno základní šetření spojené s odběrem vzorků půd a hornin. Z provedených chemických analýz můžeme dobře sledovat zastoupení jednotlivých makroprvků a mikroprvků. Mezi hlavní prvky tohoto území patří vápník, křemík, železo a z mikroprvků stroncium (ostatní mikroprvky se objevovaly v jednotlivých vzorcích v závislosti na obsahu vápníku).

Stěžejním cílem této bakalářské práce bylo vytvoření obsáhlé rešerše a provedení základního výzkumu tak, aby na tyto výsledky mohlo být navázáno v eventuelní diplomové práci, která by směřovala hlavní úsilí na výzkumnou činnost v této oblasti, především podrobný dendrologický průzkum a taktéž rozšíření chemické analýzy o následnou fyzikální analýzu.

SUMMARY

The main target of this bachelor thesis was collecting of literature concerning geological and dendrology characteristics of the broader quarries in Černotín and Hranice. Equally important part of this work is the research in both quarries and in surrounding forests.

In the theoretical part of this work was first given attention to the geological structure of its own deposit, where are both quarries. Although almost of the area is formed by limestone, its geological structure is quite complicated. The area is located on the border of the Czech Massif and the Western Carpathians. Our studied area belongs to the Czech Massif, but with some remains of flysch sheets, which are the part of the Western Carpathians.

In the selected area, we can find several types of soils. The most common are albeluvisols that are agriculturally managed. There also exist rendzin soils, located primarily near quarries and rock outcrops, further fluvisols near the river Bečva and cambisols, but they are not so often widespread in the area of interest.

In the next chapter, there was described the dendrological characteristics of Hranice. There exist six small protected areas, where is mostly respected a non-intervention regime, and some commercially-managed forests of small acreages. The composition of tree species in both forest types is similar, the only difference between protected and managed forests is the diversity of the shrub layer. In managed forests, this floor consists mainly of black elder.

This thesis also deals with reclamation as a necessary part of limestone mining. There is described the current form of reclamation in both quarries. For planting in these areas, there were used broadleaves, mainly the sessile oak and the common hornbeam.

Reclamation is not the only possibility for restoration of stands damaged by mining. Important role in the quarries has a succession. It mainly affects places that are now not affected by mining and they provide suitable conditions for woody plants, specially in the margin parts of quarries, which are protected from the south side from the sun. There is used a rejuvenation of trees, incoming from the nearest surroundings of the quarries, f. e. black locust, pine, black poplar, silver birch or field maple.

In the quarries, there are mainly found places with extreme climatic speeches. In these conditions it can survive only a few trees, among them black poplar or silver birch.

In own research, it was conducted a basic survey of soils and rocks in both quarries. From the chemical analyzes we can clearly observe the representation of individual macro- and microelements. The main elements of this area include calcium, silicon, iron and from microelements mainly strontium (other microelements are varied according to the amount of calcium).

The main target of this thesis was to create a comprehensive recherche and a basic research, These results will be followed up in the next thesis, which focused mainly on research activities in this field, especially detailed dendrologic exploration and also the expansion of the analysis of subsequent physics analysis.

POUŽITÁ LITERATURA

- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Eko Centrum Brno. 2009. Jeskyně. Praha, Artedit, 608 s.
- Bábek, O., Otava, J., 2005. Biostratigrafické doklady pro tence šupinovitou stavbu hranického paleozoika, moravskoslezská zóna. Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, 13/2005. 60 – 63 s.
- Bergová, K., 2008. Ochrana přírody a krajiny na Přerovsku. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. 35 s.
- Český svaz ochránců přírody, 2013. Hranická propast a NPR Hůrka u Hranic. Blansko, Reprocentrum a. s. 52 s.
- Demek, J., 1987. Obecná geomorfologie. Academia, Praha, 480 s.
- Dimitrovský, K., 2000. Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 66 s.
- Dleštík, P., 2013. Mělké geofyzikální mapování povrchu Hranického krasu metodami odporového profilování a refrakční seismiky. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. 71 s.
- Dudek A., 1980. The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Bruno-Vistulicum. — Rozpravy Čs. Akademie Věd, Řada matematicko-přírodních Věd. 90/ 8, 3-85 s.
- Dvořák, V. (2004): Orientační strukturní analýza vápenců Hranického krasu. – Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 2003, Brno, 42-45 s.
- Dvořák, J., Friáková, O., 1978. Stratigrafie paleozoika v okolí Hranic na Moravě. – Výzkumné Práce Ústředního Ústavu geologického, Praha, 18, 1-50 s.
- Eliáš, M., Pálenský, P., Růžička, M., 2002. Litostratigrafie severomoravského miocénu a jeho litostratigrafická korelace s přilehlým miocénem v Polsku (karpatská předhlubeň). Zprávy o geologických výzkumech v r. 2001. Praha, 22 – 24 s.
- Havíř, J., Dvořák, V., Otava, J., 2003. Nové výsledky strukturního studia paleozoika okolí Hranic. Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, 10/2003. 48 – 51 s.
- Horák, Z., 2013. Ekonomické zhodnocení sanace a rekultivace ve firmě Cement Hranice, akciová společnost. Bakalářská práce. Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta 33 s.
- Chlupáč, I., 2011. Geologická minulost České republiky. Praha, Academia, 436 s.
- Chrha, J., 1977. Závěrečná zpráva cementárna Hranice podrobný průzkum. Brno, Český geologický úřad, 194 s.
- Janoška, M., 1998. Moravská brána očima geologa. Olomouc, Univerzita Palackého, 48 s.
- Klimo, E., 2003. Lesnická pedologie. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 259 s.

- Masařík, Z., 2013. Pokračování těžby v lomech Černotín a Hranice. Zpravodaj obce Černotín. 4/7. 2 – 3 s.
- Motyčková, H., 2012. Geologické zajímavosti České republiky. Praha, Academia, 363 s.
- Otava, J., 2010. Geologický průvodce Hranickem aneb Když se střetnou orogény. Praha, Česká geologická společnost, 28 s.
- Otava, J. et al., 2009. Hranická propast očima geologů. Ochrana přírody, 1/2009. 18-21.
- Pokorný, R., 2012. Inventarizace mělkého krasového podzemí v NPP Zbrašovské aragonitové jeskyně (Střední morava, Česká republika). Studia Oecologica. 6/2. 86 – 93 s.
- Pokorný, E., Filip, J., Láznička, V., 2001. Rekultivace. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 128 s.
- Quitt, E., 1971. Klimatické oblasti ČSR. Praha, Academia, 73 s.
- Sádlo, J., Tichý, L., 2002. Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě – tržné rány v krajině a jak je léčit. Brno, ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády. 35 s.
- Šteffan, M., Melichar, R., 1996. Tzv. plástevnaté vápence a tektonika Hranického krasu. Seminář Skupiny tektonických studií. Program, abstrakta, exkurzní průvodce, Jeseník, 48 s.
- Štramberská, K., 2007. Těžba vápenců v České republice. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. 68 s.
- Štýs, S., a kol., 1981. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Praha, SNTL, 678 s.
- Tichý, L. Rekultivace vápencových lomů. Vesmír, 83/2004. 315-317 s.
- Tolasz, R., 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Český hydrometeorologický ústav, 255 s.
- Tomek, Č., 1974. Detailní tíhové měření na vápencové lokalitě Černotín. Geofyzika n.p., Brno. 20 s.
- Travěnc, F., 1990. Bibliografie Hranického krasu. Praha, Česká speleologická společnost, 55 s.
- Vávra, V., 2014. Významné geologické lokality Moravy a Slezska. Brno, Masarykova univerzita, 287 s.
- Volek, A., 2013. Charakteristika lužního lesa u obce Černotín. (semestrální práce). Brno: Mendelova univerzita v Brně
- Zajícová, Z., 2012. Rekultivace lomu v k. ú. Černotín. Bakalářská práce. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta 57 s.
- Zukalová, V., Chlupáč, I., 1982. Stratigrafická klasifikace nemetamorfovaného devonu moravskoslezské oblasti. Časopis pro Mineralogii a Geologii, 27/ 3, Praha, 225-241 s.

Internetové zdroje

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Plán péče o národní přírodní památku Zbrašovské aragonitové jeskyně, platný pro období 2014 – 2022, 2013b, [online] citováno 10.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?frame&SHOW_ONE=1&ID=2231>

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Plán péče o národní přírodní rezervaci Hůrka u Hranic, platný pro období 2014 – 2022, 2013a, [online] citováno 10.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?frame&SHOW_ONE=1&ID=125>

amec, 2008, Žádost o změnu integrovaného povolení pro zařízení výroby cementu, [online] citováno 23.3.2015. Dostupné na WWW:

<[http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/562017B333D16508C125750E00260A3F/\\$file/kapitol a%206_stru%C4%8Dn%C3%A9%20shrnut%C3%AD.pdf](http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/562017B333D16508C125750E00260A3F/$file/kapitol a%206_stru%C4%8Dn%C3%A9%20shrnut%C3%AD.pdf)>

Cement Hranice a.s., Profil firmy a historie, [online] citováno 3.4.2015. Dostupné na WWW: <<http://www.cement.cz/online/cz/Domcstrnka/Ospole269nosti.html>>

Česká geologická služba, Půdní mapa 1 : 50 000, [online] citováno 3.4.2015. Dostupné na WWW: <<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>>

Český hydrometeorologický ústav, Hydrologická stanice Teplice nad Bečvou, [online] citováno 23.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://hydro.chmi.cz/hpps/popup_hpps_prfdyn.php?seq=307352>

Dolníček, Z., Zapletal, J., Lehotský, T., Zimák, J., 2008. Geologické exkurze po olomoucku. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 49 s. [online] citováno 25.3.2015. Dostupné na WWW:

<<http://www.geology.upol.cz/Soubory/Geologicke%20exkurze%20po%20Olomoucku.pdf>>

Dvořák, V., 2003, Tektonika karbonátového vývoje hranického paleozoika, [online] citováno 18.3.2015. Dostupné na WWW: <<http://tektonika.sweb.cz/index.html>>

Geršl, M., 2007, Geofyzikální mapování metodou velmi dlouhých vln a vrtný průzkum v okolí hranické propasti. Brno, [online] citováno 23.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://www.sci.muni.cz/gap/casop/r2007/gersl07_92.pdf>

Hranický kras, 2014, Hranická propast, [online] citováno 15.3.2015. Dostupné na WWW: <<http://www.hranickapropast.cz/index.html>>

Hruban, R., Maleník, [online] citováno 28.3.2015. Dostupné na WWW:

<<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/geomorfologie/malenik/>>

Jandová, N., V podzemí u vápenky leží tajemství Černotínských jeskyní [online] citováno 15.3.2015. Dostupné na WWW: <<http://magazin.e15.cz/>>

Jelínek, B. Plán péče o přírodní památku V oboře, platný pro období 2004 – 2013, 2005, [online] citováno 10.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://drusop.nature.cz/ost/chrobjety/zchru/index.php?frame&SHOW_ONE=1&ID=484>

Konvička, V., Hornická skripta. [online] citováno 26.3.2015. Dostupné na WWW:

<<http://www.hornictvi.info/prirucka/prirucka.htm>>

Piekníková, J., Pokračování těžby cementářských surovin v lomech Hranice a Černotín, 2013, [online] citováno 30.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://www.cernotin.cz/storage/uredni_deska/201321_z%Elv%ECr_zji%B9%BBovac%EDho_%F8%EDzen%ED_-_pokra%E8ov%Eln%ED_t%EC%BEby.pdf>

Sagittaria., Plán péče o přírodní památku Velká Kobylanka, platný pro období 2013 – 2020, 2013a, [online] citováno 10.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://portal.gov.cz/portal/publikujici/qiabfmf/informace/12776_p1.pdf>

Sagittaria., Plán péče o přírodní památku Malá Kobylanka, platný pro období 2013 – 2020, 2013b, [online] citováno 10.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://portal.gov.cz/portal/publikujici/qiabfmf/informace/12821_p1.pdf>

Sagittaria., Plán péče o přírodní památku Nad kostelíčkem, platný pro období 2013 – 2020, 2013c, [online] citováno 10.3.2015. Dostupné na WWW:

<http://portal.gov.cz/portal/publikujici/qiabfmf/informace/12737_p1.pdf>

SLŠ Hranice, Přírodní poměry školního polesí Valšovice, [online] citováno 7.4.2015. Dostupné na WWW: <<http://www.slshranice.cz/polesi/pomery.htm>>

Správa jeskyní ČR, Zbrašovské aragonitové jeskyně, [online] citováno 7.4.2015.

Dostupné na WWW: <<http://www.jeskyne.cz/cz/jeskyne/zbrasovske-aragonitove-jeskyne/o-jeskyne/charakteristika/>>

Šindlar, 2012, Koncepce ekologické správy a údržby toku, jeho revitalizace a samovolné denaturalizace řeky Bečvy v ř. km 0 – 42, [online] citováno 13.3.2015.

Dostupné na WWW:

<http://www.uprm.cz/data/docs/becva/ziva_beva_rijen_2012/text.pdf>

Uhúl, Lesní hospodářské osnovy, [online] citováno 5.4.2015. Dostupné na WWW:

<<http://www.uhul.cz/bottom-mapy-a-data>>

PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Zastoupení bylin, keřů a dřevin v lesních porostech Hranického krasu	
bažanka vytrvalá	<i>Mercurialis perennis</i>
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>
bez červený	<i>Sambucus racemosa</i>
borovice lesní	<i>Pinus sylvestris</i>
borovice vejmutovka	<i>Pinus strobus</i>
brslen evropský	<i>Euonymus europaeus</i>
břečťan popínavý	<i>Hedera helix</i>
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>
douglaska tisolistá	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>
habr obecný	<i>Carpinus betulas</i>
hloh jednosemenný	<i>Crataegus monogyna</i>
hloh obecný	<i>Crataegus laevigata</i>
hrachor černý	<i>Lathyrus niger</i>
javor babyka	<i>Acer campestre</i>
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>
javor mléč	<i>Acer platanoides</i>
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>
jedle bělokorá	<i>Abies alba</i>
jelení jazyk celolistý	<i>Phyllitis scolopendrium</i>
jeřáb břek	<i>Sorbus torminalis</i>
klokoč zpeřený	<i>Staphylea pinata</i>
konvalinka vonná	<i>Convallaria majalis</i>
lípa srdčitá	<i>Tilia cordata</i>
lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>
lipnice hajní	<i>Poa nemoralis</i>
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>
modřín opadavý	<i>Larix decidua</i>
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>
olše šedá	<i>Alnus incana</i>
ořešák královský	<i>Juglans regia</i>
pryšec mandloňovitý	<i>Euphorbia amygdaloides</i>
prvosenka vyšší	<i>Primula elatio</i>
ptačí zob obecný	<i>Ligustrum vulgare</i>
růže šípková	<i>Rosa canina</i>
řešetlák počistivý	<i>Rhamnus cathartica</i>
sasanka hajní	<i>Anemone nemorosa</i>
smrk ztepilý	<i>Picea abies</i>
střemcha obecná	<i>Prunus padus</i>
svída krvavá	<i>Cornus sanguinea</i>
topol černý	<i>Populus nigra</i>
topol osika	<i>Populus tremula</i>
trnka obecná	<i>Prunus spinosa</i>
trnovník akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>
třešeň ptačí	<i>Prunus avium</i>
vrba jíva	<i>Salix caprea</i>
zimolez obecný	<i>Lonicera xylosteum</i>

Příloha č. 2

Geologická mapa vlastního ložiska

