

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Těžba a zpracování vápence v lomu Vitošov a možný vliv na okolní
pedosféru

Lucie Matějová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

k získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. Petr Hekera, Ph.D.

Olomouc 2024

© Lucie Matějová, 2024

Matějová L. 2024. Těžba a zpracování vápence v lomu Vitošov a možný vliv na okolní pedosféru [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 50 s. přílohy 1, česky.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá blízkým okolím lomu Vitošov. Cílem bylo zjistit vliv lomu Vitošov na okolní pedosféru se zvětšující se vzdáleností od lomu a s ohledem na převládající směr větrů během roku. Vyhodnocení probíhalo na základě terénního odběru vzorků, následného zpracování vzorků v laboratoři a vyhodnocení pomocí programu Microsoft Excel. Výsledky ukázaly, že vzdálenost od lomu nehraje významnou roli v obsahu Ca, Cu, Pb, Cr, Fe, Ni, Zn v půdě a významně neovlivňuje ani pH půdy. Naopak převládající směr větru se ukázal jako významný činitel v rozmístění a obsahu zkoumaných prvků a také pH.

Klíčová slova:

složení půd, vápenec, vápenka, Vitošov, vzorkování půd

Abstract

This Bachelor thesis deals with the close surroundings of the Vitošov quarry. The aim was to determine the effect of the Vitoshov quarry on the surrounding pedosphere with increasing distance from the quarry and taking into account the prevailing wind direction during the year. The evaluation was based on field sampling, post-processing of samples in the laboratory and evaluation by Microsoft Excel. The results showed that the distance from the quarry does not play a significant role in the Ca, Cu, Pb, Cr, Fe, Ni, Zn content of the soil and does not significantly affect soil pH. Conversely, the prevailing wind direction proved to be a significant factor in the distribution and content of the elements studied, as well as the pH.

Key words:

soil composition, limestone, Limestone factory, Vitošov, soil sampling

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Petr Hekera, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 25. července 2024

Obsah

Obsah	xi
SEZNAM TABULEK	XIII
SEZNAM OBRÁZKŮ	XIV
PODĚKOVÁNÍ.....	XV
1. ÚVOD	1
2. CÍL PRÁCE	2
3. CHARAKTERISTIKA LOKALITY.....	3
3.1. GEOLOGIE A GEOMORFOLOGIE.....	4
3.2. HYDROLOGICKÉ POMĚRY	5
3.3. PODNEBÍ.....	6
3.4. FLÓRA A FAUNA	6
4. TĚŽBA VÁPENCE	8
4.1. HISTORIE TĚŽBY.....	8
4.2. TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ VÁPENCE.....	9
4.3. CHEMICKÉ SLOŽENÍ TĚŽENÝCH SUROVIN.....	9
5. PŮDY	11
5.1. SLOŽENÍ PŮD (VYBRANÉ PRVKY)	12
5.1.1. Kovy	13
5.1.2. Chrómový	13
5.1.3. Měď	13
5.1.4. Nikl	14
5.1.5. Olovo	14
5.1.6. Zinek	14
5.1.7. Železo	14
5.1.8. Vápník.....	15
5.1.9. pH půd	16
6. METODIKA	17
6.1. VZORKOVÁNÍ PŮD.....	17
6.1.1. Způsob a technika vzorkování.....	17
6.1.2. Počet vzorků	17
6.1.3. Směsný vzorek.....	17
6.1.4. Hloubka a časové období odběru směsných vzorků.....	18
6.1.5. Hmotnost vzorku	18
6.1.6. Příprava vzorků k analýzám	18
6.2. STUDOVANÉ ÚZEMÍ	18

6.3.	METODY ODBĚRU.....	18
6.4.	LABORATORNÍ ANALÝZY	19
6.4.1.	Příprava vzorků pro analýzy	20
6.4.2.	Aktivní pH.....	20
6.4.3.	Extrakční roztok podle Mehlicha III.....	20
6.4.4.	Rozklad lučavkou královskou.....	21
6.4.5.	Zpracování výsledků.....	21
7.	VÝSLEDKY	22
7.1.	PH NA POZOROVANÝCH LOKALITÁCH	24
7.2.	OBSAH PŘÍSTUPNÉHO VÁPŇÍKU.....	24
7.3.	OBSAH MĚDI.....	25
7.4.	OBSAH NIKLU.....	26
7.5.	OBSAH CHROMU.....	27
7.6.	OBSAH OLOVA.....	27
7.7.	OBSAH ZINKU.....	28
7.8.	OBSAH ŽELEZA.....	29
8.	DISKUSE.....	31
8.1.1.	Srovnání vybraných lokalit s průměrnými hodnotami v ČR.....	31
8.1.2.	Vliv vzdálenosti od lomu na obsah vybraných prvků a hodnotu pH.....	32
8.1.3.	Vliv převládajícího směru větru na obsah vybraných prvků a pH	33
9.	ZÁVĚR	35
10.	LITERATURA	36
11.	PŘÍLOHY	40

Seznam tabulek

Tab. 1 <i>Chemické složení vápencové drti</i>	10
Tab. 2 <i>Chemické složení mletého vápence</i>	10
Tab. 3 <i>Chemické složení kusového vápna a vápna CL 90-1 min.</i>	10
Tab. 4 <i>Chemické složení vápna CL 90-2,5 min. a vápna CL 90-6 min.</i>	11
Tab. 5 <i>Popis odběrových lokalit</i>	22

Seznam obrázků

Obr. 1 <i>Geomorfologické okrsky</i> (AOPK ČR, 2024)	3
Obr. 2 <i>Průměrné denní maximum, průměrné denní minimum, průměr nejteplejších dnů a nejchladnějších nocí pro Leštinu</i> (Meteoblue, 2024).....	6
Obr. 3 <i>Půdní mapy 1:50 000</i> (Převzato z Česká geologická služba, 2024)	12
Obr. 4 <i>Vzorkovací půdní vrták Edelman</i> (Převzato z https://shop.odberaky.cz , 2024) .	19
Obr. 5 <i>Vlastní odběrové body</i> (Převzato z MapoMat, 2024)	23
Obr. 6 <i>Lokality odběru vzorků</i> (Převzato z https://mapy.cz/)	23
Obr. 7 <i>Hodnoty aktivního pH</i>	24
Obr. 8 <i>Hodnoty obsahu Ca (mg/kg)</i>	25
Obr. 9 <i>Hodnoty obsahu Cu (mg/kg)</i>	26
Obr. 10 <i>Hodnoty obsahu Ni (mg/kg)</i>	26
Obr. 11 <i>Hodnoty obsahu Cr (mg/kg)</i>	27
Obr. 12 <i>Hodnoty obsahu Pb (mg/kg)</i>	28
Obr. 13 <i>Hodnoty obsahu Zn (mg/kg)</i>	29
Obr. 14 <i>Hodnoty obsahu Fe (mg/kg)</i>	29
Obr. 15 <i>Větrná růžice pro Leštinu zobrazující převládající směr větrů</i> (Meteoblue, 2024)	33

Poděkování

Děkuji RNDr. Petru Hekerovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při psaní bakalářské práce.

V Olomouci 25. července 2024

1. Úvod

Nerostné suroviny představují významný prvek v průmyslovém odvětví. Bez jejich získávání se společnost zatím nedokáže obejít, přestože s sebou těžba nese významné ovlivnění okolní krajiny, které je většinou negativní. Bakalářská práce se zaměřuje na těžbu a zpracování vápence v lomu Vitošov a možný vliv na okolní pedosféru. Rozhodla jsem se, že budu studovat možný vliv na okolní pedosféru hlavně z důvodu, že krajina kolem nás se neustále mění a mě zajímalo, jestli může mít také nějaký pozitivní vliv na naše okolí takový velký zásah do krajiny jako je právě povrchová těžba vápence v lomu. Nemusíme být odborníky a sami uznáme, že vliv na okolní krajinu, a především na pedosféru, je bezesporu významný. Na první pohled můžeme vidět, že krajina je zbavena svrchní bioty a jsou odkryty vrstvy matečné horniny. Mezi další snadno pozorovatelné aspekty povrchové těžby patří hluk a prašnost šířící se na velkou vzdálenost.

Studovanou lokalitu a samotný lom Vitošov najdeme v severní části Moravy v okrese Šumperk, asi 7 kilometrů od nedalekého města Zábřeh na Moravě. Svou velikostí se řadí mezi největší vápencové lomy v České republice (Vápenka Vitošov, 2013).

Vápence na tomto ložisku těží společnost *Vápenka Vitošov, s. r. o.* se sídlem v Leštině. Vápenka Vitošov se řadí mezi největší společnosti těžící vápence na území ČR. Ložisko je otevřeno stěnovým etážovým lomem a vykazuje velké tektonické poruchy, které ovlivnily vývoj a vznik krasových jevů. Těžený vysokoprocentní vápenec (obsah karbonátové složky alespoň 96 %), se využívá při odsiřování elektráren. Ostatní vápence (obsah karbonátů alespoň 80 %) slouží k výrobě cementu. Jílovité vápence a nejméně kvalitní karbonáty jsou využívány v zemědělství (Smolová, 2008).

2. Cíl práce

Hlavním cílem práce je posoudit možný vliv lomu Vitošov na okolní pedosféru. Aby bylo možné posoudit a zhodnotit možný vliv, bylo nutné provést následující kroky. Prvním krokem bylo určení odběrových lokalit. Následoval odběr půdních vzorků, jejich analýza v laboratoři a porovnání vybraných chemických prvků (Ca, Cu, Pb, Cr, Fe, Ni, Zn) a pH půdy v závislosti na vzdálenosti od lomu a převládajícím směru větru během roku.

3. Charakteristika lokality

Pás vápenců vystupuje mezi obcemi Lesnice, Leština, Vitošov a Hrabová. Táhnou se v délce 3 km. Tento pruh vápenců se nachází na západním až jihozápadním svahu kóty Bílého Kamene. Z regionálního hlediska se vitošovské vápence řadí k obalovým jednotkám desenské klenby a vznikly v době středního devonu (Morávek, 2006).

Lokalita dobývacího prostoru vápenky se nachází v blízkosti rozhraní dvou geomorfologických celků. Samotný lom se nachází v celku Hanušovická vrchovina. Přilehlé zemědělské pozemky ze západní strany se řadí do celku Mohelnická brázda. Oba celky patří do soustavy Krkonoško-jesenické, podsoustavy Jesenické. Hanušovická vrchovina se dále dělí na okrsky Benkovská vrchovina a Rohelská pahorkatina. Mohelnická brázda se dělí na okrsek Hornomoravská niva (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2024).



Obr. 1 Geomorfologické okrsky (AOPK ČR, 2024)

Lokalita lomu a přilehlých pozemků spadá do šumperského a část do litovelského bioregionu. Šumperský bioregion se nachází na severní Moravě. Z geomorfologického hlediska překrývá Hanušovickou vrchovinu a na severu Zábřežskou vrchovinu. Jeho celková plocha je 912 km². Litovelský bioregion najdeme na severu střední Moravy.

Okrajově zasahuje do Hanušovické vrchoviny, dále zabírá část Hornomoravského úvalu a Mohelnickou brázdu s celkovou rozlohou 641 km² (Culek, 2013).

Šumperský bioregion tvoří vrchoviny a hornatiny, která rozdělují hluboká údolí s horskými řekami. Namísto toho je Litovelský bioregion tvořen nivou řeky Moravy a usazeninami kvarterního původu. Dominantním vegetačním stupněm je dubovo-bukový. V Šumperském bioregionu spolu s dubovo-bukovým najdeme i jedlo-bukový vegetační stupeň. Mezi hlavní druhy patří podhorské a lužní, typické pro neregulované toky a chudá hercynská biota charakteristická pro pohoří Šumperského bioregionu. Okrajová část tohoto bioregionu je netypická nížina, která přirozeně přechází do dubohabřin a acidofilních doubrav. Charakteristickým rysem v krajině jsou luční fragmenty (Culek, 2013).

3.1. Geologie a geomorfologie

Mezi hlavní geologické procesy, které formovaly dnešní podobu studovaného území, se řadí tektonika. Počátek vývoje deprese Mohelnické brázdy byl doprovázen sedimentací převážně fluviálních sedimentů. Zdroj těchto sedimentů byly vyvřeliny hornin krystalinika z velkých hloubek. Sedimentace byla doprovázena poklesy podél zlomů, které vymezily dnešní podobu Mohelnické brázdy. Tektonická fáze zúžila centrální část Mohelnické brázdy a omezila tak sedimentaci (Venera, 2016).

Podle mapování v 80. a 90. letech 20. století se vápence ve Vitošově zařadily do komplexu hornin rohelské skupiny, kde společně s úzkým pásem tmavých fylitů tvoří obalovou jednotku desenské klenby v území mezi Lesnicí a Hrabovou (Morávek, 2006).

Vápence při styku se zelenými břidlicemi pochází ze středního devonu. Ložisko se skládá z čistých vysokoprocenních vápenců s různým stupněm znečištění vlivem krasových jevů, které jsou vnořeny do nevápencových hornin. Středem ložiska prochází směrný zlom rozdělující samotné ložisko na dva celky (západní a východní kru). V západní i východní kře je ložisková výplň tvořena vysokoprocenním vitošovským vápencem, ale rozdílný vývoj zapříčinil jinou podobu konečného ložiska. Západní kru porušil tektonický zlom. Vápence jsou tímto důsledkem poškozené a sekundárně znečištěné. Ke zhoršení kvality vápenců dochází i vlivem kerných posunů, kdy se do ložiska dostávají z podloží břidlice (Godany, 2014).

Ze západní strany v blízkosti podloží vitošovského vápence je souvrství tvořené ruly, migmatity a blastomylonity. Jedná se o epizonálně metamorfované horniny pestrého

složení vyskytující se v okolí vesnice Lesnice. Směrem na sever od Lesnice se horniny mění, dominují amfibol a biotit (Plíšek, 2004).

Předpokládá se, že vápence ve Vitošově úzce souvisí s vápenci mladečské skupiny a pravděpodobně představují přechod k "ostrovnímu" vývoji úzkých pásů a vápencových ker skupiny Branné na západním okraji Slezska. Karbonátové sedimenty ve Vitošově spolu s podložními vulkanickými horninami z rohelské skupiny byly původně uloženy v subhorizontální poloze. Během variského vrásnění, které vedlo k formování desenské klenby, byly tyto vrstvy vyzdviženy. I přes svou pevnost byly vápencové vrstvy ve Vitošově zvrásněny různě velkými a tvarovanými záhyby, jejichž ramena byla často narušena přesmykovými pohyby. Tento proces deformoval vápencové těleso a způsobil posuny i uvnitř něj, což výrazně změnilo původní uspořádání vrstev. Během těchto pohybů byly vrstvy vápenců vystaveny silnému tlaku, což vedlo k jejich rozpadu a posunu jednotlivých částí přes sebe. Směrný zlom v centru ložiska souvisí s paralelní zlomovou linií v údolní nivě. Tento zlom není jediným s výrazným posunem, ale je součástí širšího pásma zlomů, které je spojeno s bušínským zlomem. Tyto horizontální a vertikální pohyby podél zlomů ovlivnily vývoj reliéfu svahu v této oblasti, zejména při formování Mohelnické brázdy. Podélný zlom, který prochází ložiskem, se mění v obloukovitý tvar na jihovýchodní straně. Z geomorfologického hlediska je zjevné, že okrajové části kry jsou pokleslé ve srovnání se středovou částí, kde je vyčleněn hlavní dobývací prostor ložiska Vápenky Vitošov (Morávek, 2006).

3.2. Hydrologické poměry

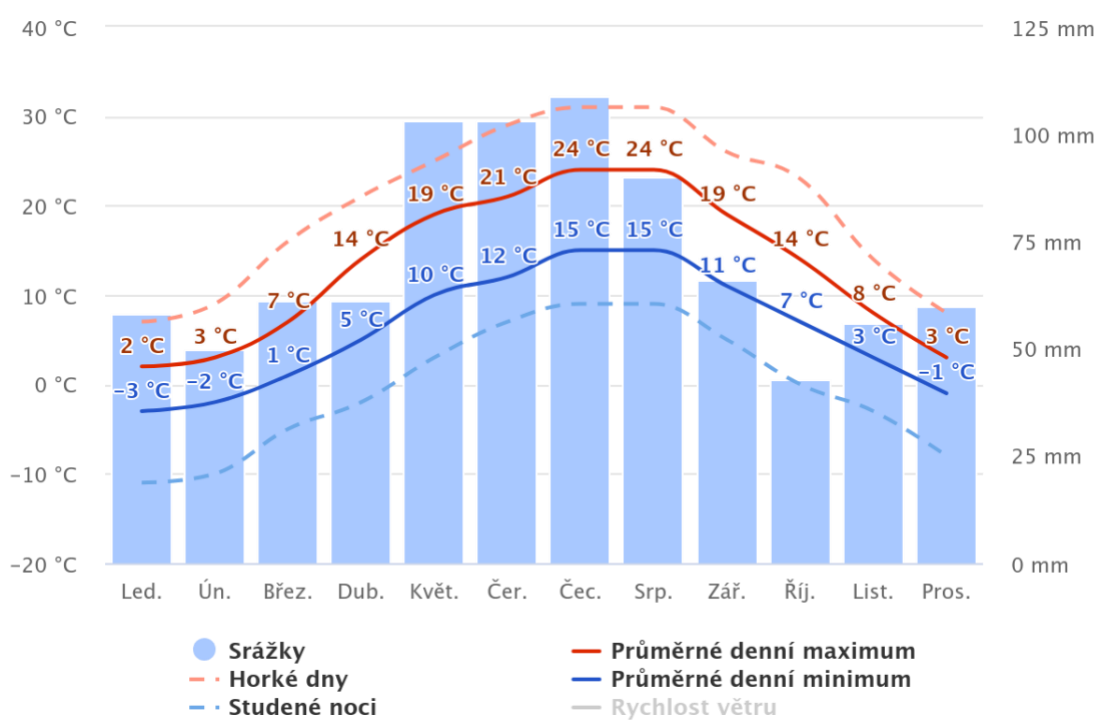
Hydrologické poměry v této oblasti jsou určeny propustností vitošovského vápence. Vápence umožňují infiltraci vod snadněji skrz štěrkopísčité sedimenty Mohelnické brázdy. Atmosférické srážky do vápenců také snadno prostupují. Vitošovské vápence mají propustnost kombinující puklinové a krasové vlastnosti, zatímco okolní krystalické horniny jsou méně propustné. Na východní straně jsou vápence omezeny zelenými břidlicemi, které jsou charakteristické nižší propustností. Ze západní strany vsakování omezují slabě propustné nevápencové horniny. Lom Vitošov se nachází vně hranice CHOPAV řeky Moravy, do lomu zasahuje pouze ochranné pásmo vodního zdroje. Hladina podzemní vody koreluje s hladinou řeky Moravy, která se pohybuje v nadmořské výšce 268 a 270 m n. m. (Charouzek, 2019).

3.3. Podnebí

Území se nachází dle Quitta na rozhraní mírně teplé oblasti MT10 a MT9. Bioregion je bohatý na srážky (Culek, 2013).

Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 7-8 °C. Průměrný úhrn srážek kolísá v rozmezí 550-650 mm (VÚMOP, 2022).

Na obrázku 2 můžeme vidět, že průměrné denní maximální teploty pro obec Leština se pohybují od 2 °C v měsíci leden až po 24 °C v měsících červenec a srpen. Průměrné denní minimální teploty klesají na – 3 °C v lednu a v červenci a srpnu se pohybují kolem 15 °C. Nejdeštivější měsíc je červenec naopak nejméně srážek spadne v říjnu.



Obr. 2 Průměrné denní maximum, průměrné denní minimum, průměr nejteplejších dnů a nejchladnějších nocí pro Leštinu (Meteoblue, 2024)

3.4. Flóra a fauna

Potenciální vegetaci Litovelského bioregionu charakterizují černýšové dubohabřiny ve vyšších polohách a na severovýchodě bioregionu dubohabřiny. V severní části se mění dubohabřiny na bučiny. Vzácně se v krajině vyskytují fragmenty teplomilných doubrav. V nivách řek najdeme porosty olšin. Květenu ovlivňují vyšší polohy, odkud řeka Morava pramení. Vlivem splavení rostlin z vyšších míst zde najdeme např. kýchavice bílá Lobelova (*Veratrum album* subsp. *lobelianum*), oměj pestrý

(*Aconitum variegatum*) a rdesno hadí kořen (*Bistorta major*). V lužních lesích se vyskytují dub letní (*Quercus robur*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), dub zimní (*Quercus petraea*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*) (Culek, 2013).

V blízkosti lomu Vitošov je vyhlášena Přírodní rezervace Pod Trlinou, kde se nachází velké množství zajímavých druhů živočichů. Mezi hnízdící ptáky, které můžeme v PR spatřit, patří všechny naše druhy lejsků (*Ficedula sp.*), krahujec obecný (*Accipiter nisus*), holub doupňák (*Columba oenas*) a moudivláček lužní (*Remiz pendulinus*). V době migrace zde můžeme vidět včelojeda lesního (*Pernis apivorus*), bělořita šedého (*Oenanthe oenanthe*), ťuhýka šedého (*Lanius excubitor*) a brkoslava severního (*Bombycilla garullus*). Z chráněných druhů obojživelníků se zde vyskytuje mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), slepýš křehký (*Anguis fragilis*), ještěrka obecná (*Lacerta gilis*). Mezi savci najdeme plšika lískového (*Muscardinus avellanianus*), plcha velkého (*Glis glis*), plcha lesního (*Dromomys nitedua*), veverku obecnou (*Sciurus vulgaris*) a z letounů netopýra ušatého (*Plecotus auritus*) a netopýra stromového (*Nyctalus leisleri*) (Šafář, 2003).

Na většině území převažuje fauna typická pro kulturní step, která v krajině tohoto bioregionu dominuje. Objevují se zde druhy jako ježek východní (*Erinaceus roumanicus*), myšice malooká (*Apodemus uralensis*), strakapoud jižní (*Dendrocopos syriacus*). Součástí bioregionu je i CHKO Litovelské Pomoraví, které hostí druhy jako např. pisík obecný (*Actitis hypoleucos*), břehule říční (*Riparia riparia*), dvojzubka lužní (*Perforatella bidentata*). Morava se vyznačuje velkým množstvím vodních živočichů. Od bohatých rybích populací až po drobné bezobratlé živočichy. Lipanové pásmo se dál po proudu mění na parmové. Přítoky horského charakteru náleží pstruhovému až parmovému pásmu. Z dalších druhů savců zde najdeme: bobr evropský (*Castor fiber*), netopýr brvitý (*Myotis emarginatus*). Ptáci: luňák červený (*Milvus milvus*). Obojživelníci: kružník Rossmasslerův (*Gyraulus rossmaessleri*). Pavouci: vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*). Korýši: žábronožky, listonoh jarní (*Lepidurus apus*), rak říční (*Astacus astacus*). Hmyz: šidélko přilbovité (*Coenagrion mercuriale*), kobylka zavalitá (*Polysarcus denticauda*), zlatohlávek skvostný (*Protaetia speciosissima*), jasoň dymnivkový (*Parnassius mnemosyne*), ohniváček rdesnový (*Lycaena helle*), okáč hnědý (*Coenonympha hero*) (Culek, 2013).

4. Těžba vápence

Produkty minerálních surovin byly lidmi využívány od nepaměti. Pro lidstvo představují důležitou ekonomickou aktivitu, která má významný přínos pro sociálně-ekonomický rozvoj. Na druhé straně stojí nepříznivé účinky těžby jako je odstraňování svrchních vrstev půdy a hornin i s vegetačním krytem. Tyto zásahy do krajiny vedou k odlesňování a degradaci půdy. Rozsah poškození vegetačního krytu závisí na způsobu těžby. Těžba vápence může probíhat jak podpovrchovou, tak povrchovou těžbou. Podzemní metoda těžby vápence v dolech se používá při masivní nadložní vrstvě, která se nachází nad vápencovou žílou. Jedná se o rozsáhlé operace, které mohou dosahovat stovky km². Povrchová metoda těžby probíhající v lomech je oproti podpovrchové více zatěžující pro okolní životní prostředí, ale z ekonomického hlediska je výhodnější (Haule et al., 2016).

Lom Vitošov je těžen povrchově s celkovou výměrou dobývacího prostoru 50,4573 ha. Výtěžnost ložiska činí 900 000 tun za rok (Charouzek, 2019).

4.1. Historie těžby

Pro Českou republiku je těžba karbonátových hornin velice významná. Těží se vysokoprocenní vápence, ostatní vápence i vápence pro zemědělské účely. V druhé polovině 20. století nastává novodobá éra v dobývání vápenců. Na řadě lokalit se zahájila velkoobjemová lomová těžba, která se začala projevovat negativně na přírodní prostředí (Smolová, 2008).

Těžba vápence u Vitošova na jižním svahu kóty Bílého kamene v nadmořské výšce 588 m začala pravděpodobně již ve středověku. V této době se těžil vápencový kámen jen výjimečně a sloužil ke stavebním účelům, kdy se pomocí primitivních nástrojů zpracovával na pálené vápno. Výroba vápna pro průmysl spadá až do roku 1872. V tomto roce byla postavena i první šachtová pec na pálení vápna. O sedm let později, po zahájení průmyslové těžby na lokalitě Vitošov, vzniká firma „Franc Cerlich, Kalkbrennerei Hrabová – Vitošov“. V roce 1890 byla postavena další pec na pálení vápna. V průběhu 20. století byly postaveny další pece a rozšířena těžba vápence. V roce 1937 byl podnik prodán a v roce 1938 přešel do německé správy. Po skončení druhé světové války byly vápenky začleněny pod národní správu. V roce 1945 byla ukončena těžba v jedné z vápenek. Od 50. let byla Vitošovská vápenka součástí národního podniku v Hranicích na Moravě. V 60. letech začal rozvoj a modernizace výroby, zejména pro potřeby hutního průmyslu v Ostravě a Třinci. V roce 1960 převzaly Vitošovskou

vápenku Rudné doly, které zahájily rozsáhlou investiční výstavbu a otevřely velkolom. Následovala modernizace výrobních linek a vybudování nových zařízení. V roce 1992 byla společnost privatizována a od té doby proběhly další rekonstrukce a úpravy podle standardů ISO. V následujících letech byly vybudovány moderní provozovny pro výrobu omítkových a maltových směsí. V roce 2017 se společnost stala součástí nadnárodního koncernu GRH Group, který je jedním z největších výrobců stavebních materiálů na světě (Vápenka Vitošov, 2013).

4.2. Technologie zpracování vápence

Vápenec se ve vápence Vitošov zpracovává podle zákona o integrované prevenci.

Na zpracování se používají regenerativní pece typu Maerz č. 1 a č. 2 – tříšachtové s vnitřním souproudým spalováním, kapacita 270 t/den, palivo – zemní plyn, lehký topný olej, kapalné nízko siriné palivo na bázi užitých minerálních olejů (tzv. ostatní oleje).

Regenerativní pec typu Maerz č. 3 – dvoušachtová s vnitřním souproudým spalováním, kapacita 600 t/den, palivo – zemní plyn, lehký topný olej, kapalné nízko siriné palivo na bázi užitých minerálních olejů (tzv. ostatní oleje), mleté práškové černé uhlí nebo hnědouhelný multiprach s max. obsahem síry 2 %.

Úpravna vápenců zahrnuje procesy drcení, praní včetně technologické linky kalolisu a třídění. Kapacita drtící a třídící linky je maximálně 400 t/hod. Mletí vápenců se provádí jednokomorovým mlýnem s kapacitou 30 t/h. Vysoušení vápenců při mletí je prováděno uvnitř spalovací komory, která je instalována u mlýna. Mletí vápna se děje pomocí mlýnice vápna (kapacita 42 t/h), která se skládá z válcového mlýna POLYCOM. Mletí umožňují dva protiběžné válce. Následuje hydratace vápna. Vápno se z mlýnice převezde do zásobníků na hydrataci, kde se v hydratační vaně míchá s vodou. Produktem z vany je hašené vápno (vápenný hydrát) o vlhkosti max. do 1 %, které se převáží do zásobníků a připravuje k expedici. K expedici se využívá železniční i automobilová doprava (Pospíšil, 2015).

4.3. Chemické složení těžných surovin

Produkty, které vzniknou z vápence se využívají v různých průmyslových odvětvích. Nejčastější využití najdou ve stavebnictví, zemědělství a v ekologii. Mezi produkty vyráběné ve Vápence Vitošov patří drcené vápence, mleté vápence, kusové vápno, mleté vápno, vápenný hydrát, směsi AGRO, minerální steliva, pojiva pro stabilizaci zemin, pojiva pro studenou recyklaci, směsný sorbet a přirozené

hydraulické vápno. Chemické složení vybraných produktů je popsáno v tabulkách níže (Vápenka Vitošov, 2013).

Tab. 1 *Chemické složení vápencové drti*

Vápencová drť	
SiO ₂	370 g/kg
Fe ₂ O ₃	max. 60 g/kg
As	<1,17 mg/kg
Cd	<0,2 mg/kg
Pb	<1,0 mg/kg
Cr	<10,0 mg/kg
Hg	<0,5 mg/kg

Tab. 2 *Chemické složení mletého vápence*

Mletý vápenec	
CaCO ₃	97,5 %
MgCO ₃	0,7 %
SiO ₂	0,6 %
Fe ₂ O ₃	0,2 %
Al ₂ O ₃	0,3 %
SO ₃	0,03 %

Tab. 3 *Chemické složení kusového vápna a vápna CL 90-1 min.*

Kusového vápno	
CaO	99 %
MgO	0,60 %
SiO ₂	0,40 %
SO ₃	0,06 %
Vápno CL 90-1 min.	
CaO	95,0 %
MgO	0,6 %
SiO ₂	0,5 %
Fe ₂ O ₃	0,1 %
Al ₂ O ₃	0,2 %
SO ₃	0,1 %
CO ₂	3,0 %

Tab. 4 Chemické složení vápna CL 90-2,5 min. a vápna CL 90-6 min.

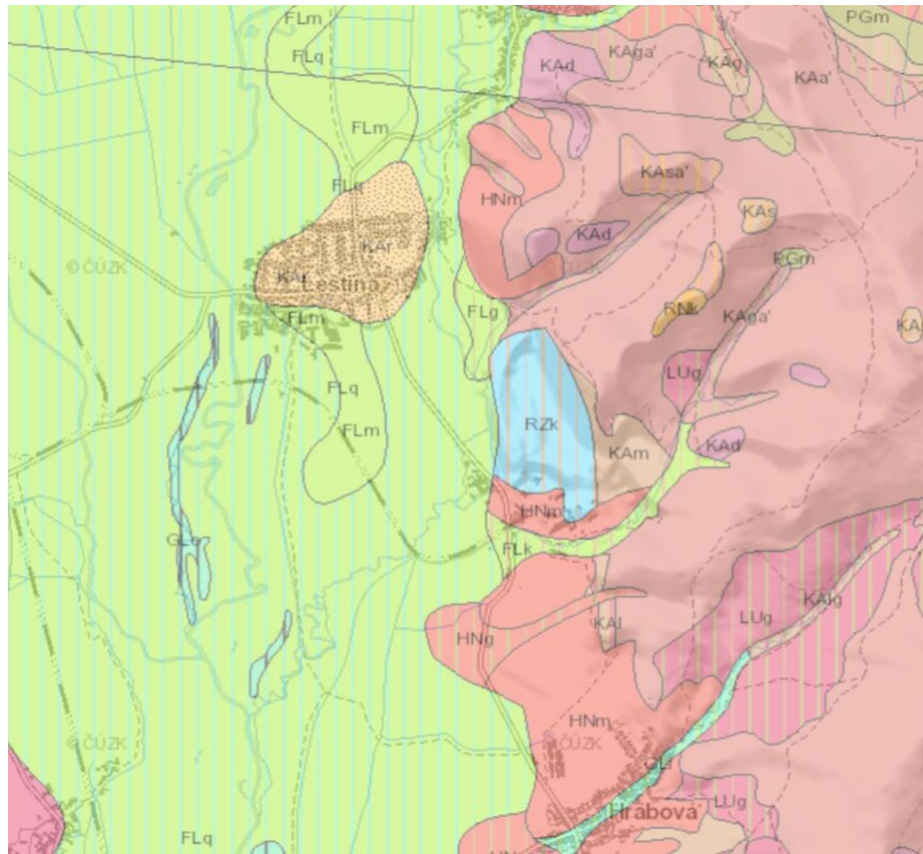
Vápno CL 90-2,5 min.	
CaO	94,5 %
MgO	0,6 %
SiO ₂	0,6 %
Fe ₂ O ₃	0,2 %
Al ₂ O ₃	0,3 %
SO ₃	0,1 %
CO ₂	3,7 %
Vápno CL 90-6 min.	
CaO	93,5 %
MgO	0,6 %
SiO ₂	0,6 %
Fe ₂ O ₃	0,2 %
Al ₂ O ₃	0,3 %
SO ₃	0,3 %
CO ₂	3,7 %

5. Půdy

Kolem lomu Vitošov se nachází řada zemědělských pozemků, lesů, zatravněné pásy a zastavěné plochy. Zemědělské pozemky se obhospodařují konvenčním způsobem hospodaření. Mezi hlavní půdní typy patří fluvizemě oglejená (FLg), fluvizemě glejová (FLq), kambizem mosambická (KAa'), hnědozem oglejená (HNg), hnědozem modální (HNm) a kambizem modální (Kam). Fluvizem glejová a oglejená se řadí mezi půdy hluboké, s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení vodou, s celkovým obsahem skeletu do 10 %. Jde o půdy jen s omezeně propustnou jílovitohlinitou až jílovitou vrstvou v půdním profilu. Vyskytují se na rovinách se sklonem do 3°. Jedná se o půdy se střední rychlostí infiltrace, středně hluboké až hluboké, s mírným sklonem a všesměrnou expozicí. Kambizem modální se řadí mezi půdy hluboké se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení. Tyto půdy jsou středně až dobře odvodněné a hlinitopísčité až jílovitohlinité. Vyskytují se na mírných svazích se sklonitostí od 3° do 7°. Obsah skeletu 10–25 %. Hnědozem modální patří do půd středně hlubokých až hlubokých vyskytujících se na svazích se všesměrnou expozicí. Rychlost infiltrace je střední. Jílovitohlinité složky zajišťují střední až dobré odvodnění těchto půd. Výskyt je nejčastější na rovinách s obsahem skeletu do 10 % (VÚMOP, 2022).

Mocnost půd je výsledkem morfologie a podložního substrátu. Potenciální pH půdy se pohybuje od 4,6 – 6,5, kyselá až slabě kyselá reakce (Šimek, 2005).

Obrázek 3 nám ukazuje rozmístění hlavních půdních typů v okolí lomu Vitošov.



Obr. 3 Půdní mapy 1:50 000 (Převzato z <https://mapy.geology.cz/pudy/> Česká geologická služba, 2024)

5.1. Složení půd (vybrané prvky)

Mnoho environmentálních faktorů (např. matečná hornina, klimatické faktory, biotické faktory a antropogenní aktivity) přispívají k prostorové variabilitě půdy. Tyto faktory určují kvalitu půdy a ovlivňují pohyblivost prvků v půdním profilu. Některé přírodní faktory, jako jsou klima, sklon, nadmořská výška a matečný materiál, nejsou jediné faktory, které ovlivňují vývoj a chemickou formaci půdy, ale lidské faktory, jako jsou zdroje znečištění, emise vozidel, zemědělství, domácí odpady a průmysl, mají také významný vliv na chemickou podobu půdy (Agyeman et al., 2021).

V případě lomu Vitošov se jedná o zvýšenou prašnost, která by mohla ovlivňovat okolní pozemky nadměrným výskytem jemných částic ve vzduchu a následnou infiltrací do půdního profilu. Vybrané chemické prvky se nachází ve složení těžného materiálu, a tím pádem by se mohly dostat i do okolí a ovlivnit chemické složení přilehlých půd.

Podle chemického složení těžného materiálu bylo vybráno sedm prvků, které jsou popsány v textu níže.

5.1.1. Kovy

Nezbytnou součástí půdy jsou kovy, které hrají důležitou roli při vývoji a fungování všech živých organismů. Ovšem zásadní je jejich množství. Pro správné fungování živých systémů je důležité jen stopové množství těchto prvků. Při vyšších koncentracích se z nepostradatelného prvku stává prvek toxický. Správné množství se ale mezi organismy liší. Obzvláště rostliny jsou citlivé na absenci či přemíru kovů v půdě (Bečvářová, 2020).

Těžké kovy, které se nachází v půdách se mohou, vlivem chemického zvětrávání, v půdním profilu pohybovat. Zvýšené obsahy těchto kovů mají za následek úbytek živočichů, pro které je půda primárním prostředím a celkové narušení půdního ekosystému (Palková et al., 2013).

V každé půdě najdeme určité množství kovů, které se tam vyskytují přirozeně. Důsledkem lidské činnosti dochází k unikání těžkých kovů do okolního prostředí a jejich akumulace (Richter, 2004).

5.1.2. Chróm

Obsah chrómu v půdách se pohybuje od 5 do 120 mg.kg⁻¹. Většina chrómu v půdě existuje ve formě málo pohyblivých kationtů Cr³⁺, které jsou vázány na železné a hliníkové oxidy. Pohyblivost chrómu v půdě je ovlivněna půdní reakcí, mírou rozkladu organické hmoty, obsahem jílových minerálů a redoxním potenciálem půdy. Při oxidaci se chróm mění na chromany (CrO₄²⁻), které jsou velmi pohyblivé v půdním profilu a jen slabě se vážou na jíly a oxidy. Dobře rozpustný chróm je toxický pro rostliny i zvířata, proto se musí sledovat v jaké formě se v půdě nachází (Richter, 2004).

5.1.3. Měď

Obsah mědi v běžných zemědělských půdách se pohybuje v rozmezí 1-50 mg.kg⁻¹. Měď se relativně pevně váže na organickou hmotu, oxidy hliníku, železa, manganu a na jílové minerály. Při navázání na oxidy se stává nedostupná pro rostliny. Při vyšším pH dochází ke klesání volných iontových forem mědi, ale naopak organicky komplexovaná měď stoupá kvůli rozpustnosti organické hmoty. Na vápenatých půdách může být měď součástí rozpustných komplexů (Čermák et al., 2017).

V Evropě se v půdách obecně vyskytuje ve vysokém množství, ale rostliny potřebují jen stopové množství mědi (Bečvářová, 2020).

5.1.4. Nikl

Nikl patří mezi středně toxické těžké kovy. Jeho chování závisí na jeho množství. Při stopovém množství se jeví jako esenciální prvek, ale ve větší míře působí toxicky (Palková et al., 2013).

Celkové zastoupení niklu v půdě závisí na matečné hornině. Jeho rozložení v půdním profilu není většinou konstantní. S rostoucí hloubkou jeho koncentrace může růst ale i klesat. Za průměrnou hodnotu jeho obsahu v půdě se považuje 20 mg.kg^{-1} (Poláková et al., 2016).

5.1.5. Olovo

Olovo se v půdách přirozeně vyskytuje v koncentracích $2\text{-}300 \text{ mg.kg}^{-1}$. Nejčastější zastoupení se pohybuje v hodnotách $10\text{-}20 \text{ mg.kg}^{-1}$. V přírodě olovo najdeme jako součást galenitu a draselných nerostů (živce, slídy). V půdě se vyskytuje ve formě Pb^{2+} . Největší zastoupení má ve vyvřelých horninách s kyselým pH, v ultrabazických horninách se téměř nevyskytuje (Richter, 2004).

V půdě se jedná o málo mobilní prvek, který při vysokých koncentracích ohrožuje biologickou aktivitu půdy. Jeho rozpustnost klesá s rostoucí hodnotou pH. Dobře se váže na humus a jílovou frakci, takže při kontaminaci půdy tímto prvkem se snadno dostává do svrchních humusových vrstev (Tlustoš et al., 2007).

5.1.6. Zinek

Zinek ve formě Zn^{2+} je nejběžnější a nejvíce pohyblivou formou. Jeho obsah v půdě závisí na matečné hornině. Průměrná koncentrace se pohybuje kolem 10 až 300 mg.kg^{-1} . Se vzrůstajícím pH půd se jeho přístupnost snižuje (Čermák et al., 2017).

Celosvětově se v půdách vyskytuje v deficitním množství (Bečvářová, 2020).

Zinek se lépe uvolňuje v kyselých půdách. Je lehce adsorbován organickou a minerální složkou půdního profilu a akumuluje se ve svrchním horizontu (Tlustoš et al., 2007).

5.1.7. Železo

Z velké části se vyskytuje v zemské kůře. V půdách se objevuje ve formě oxidů jako hematity (Fe_2O_3), ilmenity (FeTiO_3) a magnetity (FeO_3). Nejčastěji se nachází jako součást minerálů. Obsah rozpustného železa je, v porovnání s jeho celkovým obsahem, malý. Jeho rozpustnost závisí na přítomnosti hydroxidů Fe (OH_3). Pro příjem Fe rostlinami je důležitá hodnota pH. Rovnoměrný příjem je v rozmezí pH 5,5-6,5 (Čermák et al., 2017).

5.1.8. Vápník

Vápník je hlavní složkou jílovitých minerálů a jako takový je významnou složkou půd. Jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů vápníku je matečná hornina. Může jít o vápenec nebo křídly, kde se vápník vyskytuje jako uhličitan vápenatý. Vápník se v horninách vyskytuje také jako směs uhličitanů vápenatých a hořečnatých (dolomit). Půdy nad takovými horninami často obsahují velké množství uhličitanu vápenatého, i když ne vždy. Přestože je uhličitan vápenatý málo rozpustný ve vodě, lze jej odstranit vyluhováním, takže půda může být ochuzena o uhličitan vápenatý a být kyselá. Některé půdy obsahují síran vápenatý (sádrovec), ale většinou jen v aridních oblastech. Dalším zdrojem vápníku v půdách je apatit nebo fluorapatit a další. Koncentrace Ca^2 v půdě mohou být ovlivněny antropogenními procesy. Je známo, že kyselé depozice snižují koncentrace Ca^2 v půdě, což sice nemusí přímo ovlivňovat výnosy rostlin, ale může mít velký dopad na dynamiku ekosystémů (Barker, & Pilbeam, 2007).

Vápník je v půdním roztoku nezbytný. Dostatečné množství je klíčové ke správné produkci plodin. Na většině zemědělských půd je zastoupen v dostatečném množství. Podílí se na výživě rostlin a do rostlin vstupuje prostřednictvím kořenových buněk iontovými kanály v xylému (Karley & White, 2009).

Obsah vápníku v půdách může kolísat od 0,15 % v kyselých písčitéch půdách v humidních lokalitách až po 10 % i více v půdách s velkým obsahem karbonátových složek. Velká část vápníku v půdě je pro rostliny nepřístupná, protože je součástí sloučenin, které jsou těžce rozpustné (uhličitanu, křemičitanu, sírany, hlinitokřemičitanu). Dolomity, vápence a anortity jsou nejhojnější sloučeninou Ca. Podle pH půdy dochází k rozpustnosti uhličitanů. Lepší rozpustnost je v kyselejších půdách. Na rozpustnost má vliv i koncentrace CO_2 . Po rozkladu CaCO_3 vzniká hydrogenuhličitan Ca (HCO_3), který se dobře rozpouští ve vodě. To mu umožňuje snadný pohyb v půdním profilu a vyplavování. Přítomnost vápence a hydrogenuhličitanu vápenatého v půdě přispívá ke správné funkci a neutrální reakci půdy. Významný z hlediska úrodnosti a výživy rostlin je výměnný vápník, který je navázaný na půdní koloidy. Vápník převažuje jako kationt v půdním roztoku. Do půdní vody se dostává zvětráváním křemičitanů, rozpouštěním uhličitanů a výměnou za jiné kationty. Jeho obsah se u běžných půd pohybuje v rozmezí 100-300 mg Ca. l^{-1} , ale může být i vyšší. Vysoký obsah vápníku v půdě nepůsobí negativně. Nejčastější formou je Ca^{2+} . Průměrný obsah přístupného vápníku pro zemědělské půdy v ČR je 2821 mg.kg⁻¹ v O horizontu. V horizontu P se hodnota vápníku pohybuje kolem 2994 mg.kg⁻¹. Obsahy vápníku v lučavce královské jsou

pro zemědělskou půdu v průměru $4967 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ v horizontu O a $5010 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ v horizontu P (Prášková & Němec, 2016).

5.1.9. pH půd

Agrotechnické postupy používané v České republice v konvenčním hospodaření přispívají ke snižování hodnoty pH půd. To má negativní následky pro produkci rostlin, protože pH ovlivňuje dostupnost živin pro rostliny, růst kořenů a půdní strukturu (Černý et al., 2018).

pH zásadně ovlivňuje i mobilitu kovů v půdním profilu. V neutrálních až alkalických půdách je přístupnost kovů pro rostliny většinou nižší než u kyselých, lehkých půd. U lehkých půd dochází ke snadnému vyplavování kovů oproti půdám těžkým, kde jsou kovy lépe vázány na půdní částice. Vyšší hodnoty pH půdy ($> 6,5$) účinně imobilizují všechny prvky, které negativně korelují s hodnotou pH půdy a jsou ve větším množství rizikové pro rostliny (Tlustoš et al., 2007).

Pro ornou půdu se v rámci ČR uvádí průměrná hodnota půdní reakce 6,1 (Smetanová, 2023).

6. Metodika

6.1. Vzorkování půd

Před každým vzorkováním půdy se musí stanovit plán odběru vzorků. Plán odběru by měl obsahovat účel odběru vzorků, vzorkovací schéma, typ zařízení pro odběr a popsanou techniku vzorkování, hloubku odběru vhodnou pro typ půdy i účel vzorkování, hmotnost směšného vzorku, počet individuálních odběrů dle použitého odběrového zařízení, čas vzorkování, úpravu, balení, přepravu a uložení vzorků, rozsah analýz, dokumentaci v podobě protokolu o odběru a popis průběhu odběru všech vzorků (Vyhláška č. 153/2016 Sb., 2016).

6.1.1. Způsob a technika vzorkování

Způsob a technika vzorkování se provádí s ohledem na typ substrátu, hloubku odběru, množství vzorků a následné analýzy. Mezi základní typy vhodné pro ruční odběry se řadí žlábkové sondýrky, spirálové vrtáky typ Edelman, žlábkový vrták, šroubové vrtáky a pouzdrové sondýrky. Využit se dá i rýče, lopatky nebo špachtle. Nářadí musí být vyrobeno z nerezové oceli a bez ošetrujícího nátěru. Při odběru musíme zamezit kontaminaci vzorků skrze odběrové nástroje. Proto je nutné, aby mezi jednotlivými odběry byly nástroje řádně očištěny (Kotlík et al., 2016).

6.1.2. Počet vzorků

Vzorky se odebírají jako směšné vzorky, které jsou porušené (Vyhláška č. 153/2016 Sb., 2016).

Můžeme je odebírat individuálně nebo kompozitně. Kompozitní neboli směšný odběr se skládá z více jednotlivých odběrů na několika lokalitách (*spatial composite*) nebo v několika hloubkách (*vertical composite*). Kompozitní vzorek je možné odebrat z plochy menší než 1 ha. Počet individuálních odběrů na jeden směšný vzorek by mělo být 5-9. Minimální počet jsou tři odběry na jeden směšný vzorek. Schéma odběru individuálních vzorků se liší v závislosti na podmínkách lokality a účelu vzorkování (Kotlík et al., 2016).

6.1.3. Směšný vzorek

Směšné vzorky snižují lokální variabilitu a umožňují nám konkrétněji stanovit průměrnou hodnotu koncentrace na určité plochu. Porušený vzorek může mít charakter směšného vzorku a využíváme ho pro chemické analýzy. Důležitým krokem je správná homogenizace, která nám zajistí promíchání směšného vzorku a výsledky, které charakterizují většinu plochy, ze které jsou vzorky odebrány. Homogenizace se provádí

tak, že vzorek rozprostřeme do tvaru čtverce a dvěma liniemi ho rozdělíme na čtyři stejně velké plochy tzv. kvartace. Dvě čtvrtiny v protilehlých rozích odstraníme a zbylé dvě čtvrtiny smícháme a připravíme směsné vzorky k analýze (Zoubková, 2014).

6.1.4. Hloubka a časové období odběru směsných vzorků

Podle cíle práce a vlastností půdy zvolíme odběrovou hloubku. Pro zemědělské půdy se volí hloubka 25-30 cm (z orníční vrstvy). Pro lesní půdy a výjimečně i pro zemědělské půdy jsou individuální vzorky odebrány podle hlavních diagnostických horizontů. Období, ve kterém vzorkování probíhá, stanovujeme podle konkrétních cílů. V případě mikrobiologických a biochemických charakteristik se vzorkování provádí na jaře nebo na podzim (Kotlík et al., 2016).

6.1.5. Hmotnost vzorku

Vždy musíme odebrat větší množství vzorku, než potřebujeme k analýze. Pro chemické analýzy je hmotnost směsného vzorku cca 1 kg. Důvodem je správná homogenizace. Je nutné započítat ztráty, ke kterým dochází během přípravy vzorku a nutnost archivace vzorku, kdybychom potřebovali analýzu opakovat (Kotlík et al., 2016).

6.1.6. Příprava vzorků k analýzám

Homogenizované vzorky se nechají přirozeně vysušit po dobu 5 až 10 dnů (záleží na vzdušné vlhkosti v místnosti, kde sušení vzorků probíhá). V laboratoři se vzorky analyzují ve formě jemnozeme I, kdy je průměr částic menších než 2 mm. Z vysušeného vzorku nejprve odstraníme rostlinné, živočišné zbytky a větší částice skeletu a následuje prosetí vzorku. Vzorek proséváme přes síto 2 mm (Zoubková, 2014).

6.2. Studované území

Území se nachází v blízkosti města Zábřeh na Moravě. Povrchový lom je dobře viditelný z širokého okolí. Odběrové lokality byly vybrány kolem lomu. Jedná se o 5 zemědělských pozemků a les nad lomem. Všechny lokality se nachází do 400 metrů od hranice lomu.

6.3. Metody odběru

Bylo odebráno 21 směsných půdních vzorků ze 4 vzdáleností od hranice lomu. Ze vzdálenosti 50 m, 100 m a 200 m a kontrolní vzorek se odebíral ze vzdálenosti 400 m. Z každé vzdálenosti byl odebrán jeden směsný vzorek minimálně z pěti jednotlivých vpichů od sebe vzdálených 50 m. Celkem 21 směsných vzorků. Před samotným odběrem

se odstranil svrchní drn pomocí rýče a následoval samotný odběr. Hloubka odběru všech vzorků byla 30 cm. Odběr se prováděl pomocí vrtáku typu Edelman (obrázek 4).



Obr. 4 Vzorkovací půdní vrták Edelman (Převzato z <https://shop.odberaky.cz>, 2024)

Pro zamezení kontaminace vzorků se vzorek před každým jednotlivým odběrem očistil. Vzorky se homogenizovaly kvartálním dělením na čtvercovém podkladu. Zhomogenizovaný vzorek se uchovával v jednotlivých plastových sáčcích řádně označených podle lokality, vzdálenosti a času odběru. Každý směsný vzorek vážil 1 kg. Vzorkování probíhalo v listopadu 2023 po sklizni všech plodin na zemědělských pozemcích.

6.4. Laboratorní analýzy

Všechny laboratorní analýzy byly provedeny podle Jednotných pracovních postupů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského dle Zbírala et al., 2011.

6.4.1. Příprava vzorků pro analýzy

Homogenizované vzorky se nechaly přirozeně vysušit po dobu 5 dní. Důležité bylo zamezení kontaminace vzorků z okolí při sušení a omezení prašnosti na minimum. Takhle částečně vysušené vzorky se převezly do laboratoře, kde následovalo dosušení. Jednotlivé vzorky byly přesety přes síto 2 mm a po 15 g uloženy do sáčků z filtračního papíru. Následovalo dosušení v sušárně po dobu 1,5 hodiny při teplotě 105 °C.

6.4.2. Aktivní pH

Příprava analýzy pro měření aktivního pH začíná navážením 5 g suché proseté půdy pomocí laboratorních vah do 100 ml PET láhve. Takhle připravený vzorek se zalije 25 ml destilované vody pomocí odměrného válce. Necháme 5 minut třepat na třepače, přefiltrujeme přes filtrační papír a hned měříme aktivní pH pomocí pH metru.

6.4.3. Extrakční roztok podle Mehlicha III.

Extrakční roztok je hojně využíván jako náhrada za ekstrakční roztok podle Mehlicha II. Korelační koeficienty pro základní živiny stanovené oběma metodami jsou vždy vyšší než 0,9. Výsledky pro většinu prvků jsou stejné. Oproti roztoku podle Mehlicha II. má ekstrakční roztok podle Mehlicha III. nižší korozivní účinky na laboratorní techniku a můžeme pomocí něj stanovit více významných mikroelementů. Jako jsou Cu, Zn, Mn, Fe, B. Extrakt je vhodný pro kyselé až neutrální půdy. Princip spočívá v tom, že se půda extrahuje kyselým roztokem, který obsahuje fluorid amonný. Ten účinkuje na různé formy fosforu vázaných na železo a hliník a zvyšuje jejich rozpustnost. Desorpci draslíku, hořčíku a vápníku ovlivňuje přítomnost dusičnanu amonného. Kyselina octová a dusičná zajišťují kyselou reakci vyluhovacího roztoku, který nám dobře ukazuje přístupnost živin v půdě pro rostliny.

Zásobní roztok fluoridu amonného a EDTA připravíme rozpuštěním 6,945 g fluoridu amonného v 30 ml destilované vody a přidáním 3,675 g kyseliny ethylendiaminotetraoctové. Po rozpuštění objem doplníme do 50 ml destilovanou vodou. Roztok uchováváme v plastových nádobách.

Extrakční roztok podle Mehlicha III. v nádobě o objemu 1500 ml. V 1500 ml destilované vody necháme rozpustit 40 g dusičnanu amonného, přidáme 8 ml fluoridu amonného – EDTA. Dále přidáme 23 ml koncentrované kyseliny octové a 1,65 ml koncentrované kyseliny dusičné. Výsledný objem upravíme na 2000 ml pomocí destilované vody.

Do uzavíratelné PET nádoby o objemu 250 ml navážíme 5 g půdního vzorku upraveného podle kritérií. Pomocí odměrného válce přilijeme 50 ml extrakčního roztoku podle Mehlicha III. Uzavřeme nádobu a extrahujeme na rotační třepačce po dobu 5 minut. Po extrakci se suspenze ihned filtruje přes hustý filtrační papír.

6.4.4. Rozklad lučavkou královskou

Rozklad lučavkou královskou je vhodný pro vzorky minerálních a organických půd, kalů a sedimentů. Můžeme stanovit obsah Li, Be, B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn a další. Postup není vhodný pro stanovení halogenů a C, N. Problém by mohly vyvolat i vzorky s obsahem uhlíkatého materiálu z více než 20 %. V tomto případě je nutné snížit navážku nebo přidat více kyseliny dusičné. Účinnost rozkladu lučavkou královskou se liší pro různé prvky.

Směs kyseliny dusičné a kyseliny chlorovodíkové rozkládá upravený vzorek. Jedná se o mikrovlnný rozklad za zvýšené teploty a tlaku po dobu 2 x 20 minut. Příprava začíná navážením půdního vzorku, ke kterému potřebujeme laboratorní váhy a lžičku. Do mineralizační tuby navážíme 0,50 g vzorku. Pomocí pipety napipetujeme 6 ml HCl a 2 ml HNO₃. Mineralizační nádoby se uzavřou a vloží do mineralizátoru. Na mineralizátoru se nastaví program podle normy ISO 11466, který trvá 20 minut. Zmineralizované vzorky se otevřou a pomocí odměrky a stříčky doředí do 50 ml. Tento naředěný vzorek se nejprve protřepe a záhy se přefiltruje přes hustý filtrační papír do lahvíček o objemu 50 ml. Stanovení jednotlivých prvků se provádí metodou atomové absorpce na přístroji AAS Avanta.

6.4.5. Zpracování výsledků

Výsledky byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel. Z nasbíraných dat byly vytvořeny sloupcové grafy pro lepší interpretaci výsledků.

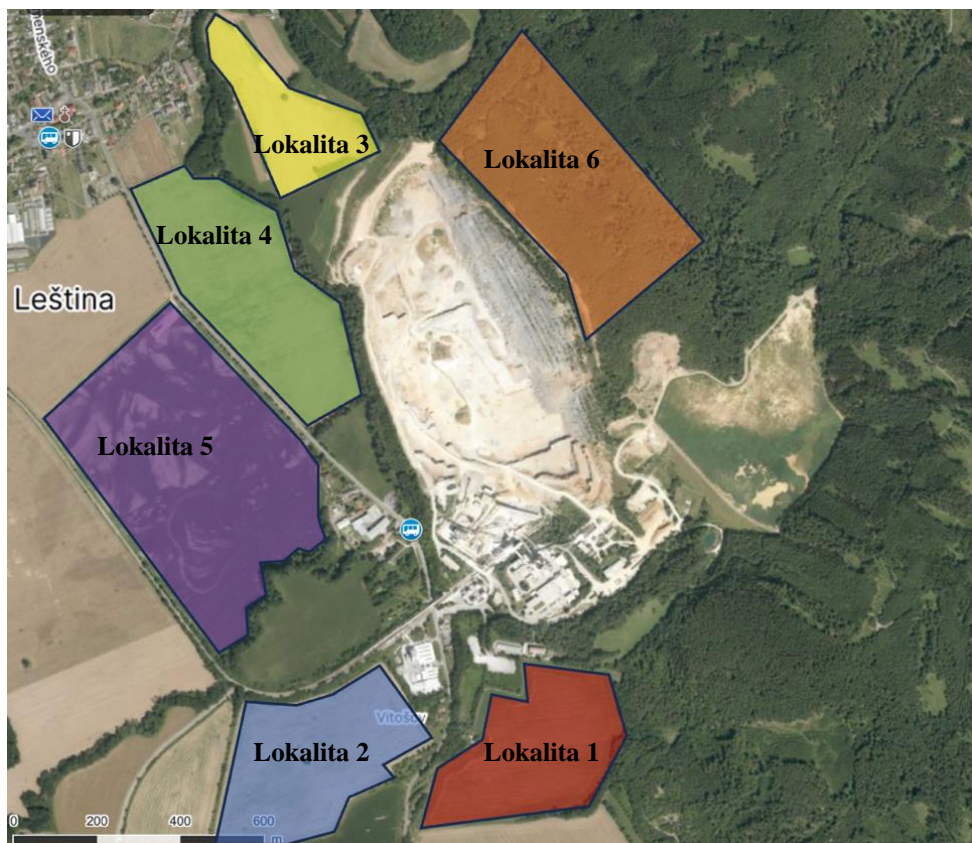
7. Výsledky

Tab. 5 *Popis odběrových lokalit*

Vzorek č.	Lokalita	Vzdálenost	Datum	Počasí	Teplota
1	1	50 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
2	1	100 m	11.11.2023	zataženo	5 °C
3	1	200 m	11.11.2023	zataženo	5 °C
4	1	400 m	19.11.2023	zataženo	1,5 °C
5	2	50 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
6	2	100 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
7	2	200 m	12.11.2023	mrholení	5 °C
8	2	400 m	19.11.2023	zataženo	1,5 °C
9	3	50 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
10	3	100 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
11	3	200 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
12	3	400 m	18.11.2023	slunečno	4 °C
13	4	50 m	26.11.2023	slunečno	0 °C
14	4	100 m	26.11.2023	slunečno	0 °C
15	4	200 m	26.11.2023	slunečno	0 °C
16	4	400 m	26.11.2023	slunečno	0 °C
17	5	400 m	26.11.2023	slunečno	0 °C
18	6	50 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
19	6	100 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
20	6	200 m	12.11.2023	slunečno	6 °C
21	6	400 m	18.11.2023	slunečno	4 °C



Obr. 5 *Vlastní odběrové body* (Převzato z <https://webgis.nature.cz/mapomat/> MapoMat, 2024)

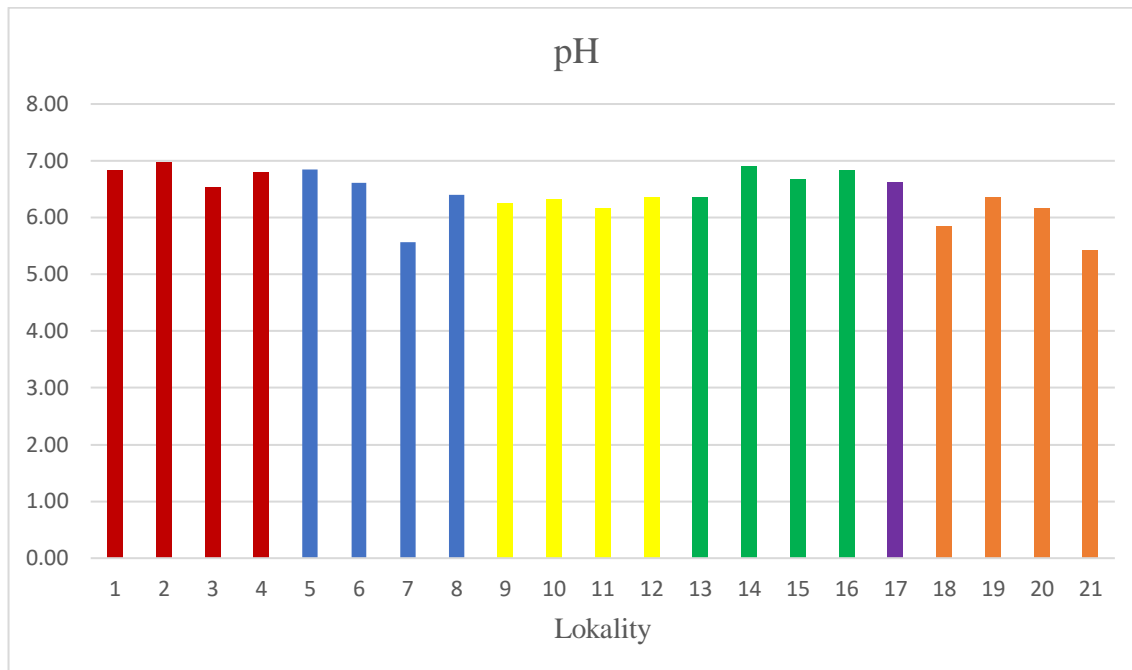


Obr. 6 *Lokality odběru vzorků* (Převzato z <https://mapy.cz/>)

7.1. pH na pozorovaných lokalitách

Na obrázku 7 můžeme vidět relativně podobné hodnoty pH u všech vzorků.

Obr. 7 Hodnoty aktivního pH



Poznámka. 1-4 = lokalita č. 1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

Dva vzorky se nachází v rozmezí 5,1 až 5,5, jde o „kyselou“ reakci. Jedná se o vzorek 7, který byl odebrán z lokality č. 2 ve vzdálenosti 200 metrů od hrany lomu a o vzorek 21, který byl odebrán na lokalitě č. 6 v lese ve vzdálenosti 400 metrů od hrany lomu. Neutrální pH s nejvyšší hodnotou ze všech měřených vzorků se nachází na lokalitě č. 1 ve vzdálenosti 100 metrů od hrany lomu. Minimální naměřená hodnota je 5,43 a nejvyšší 6,97.

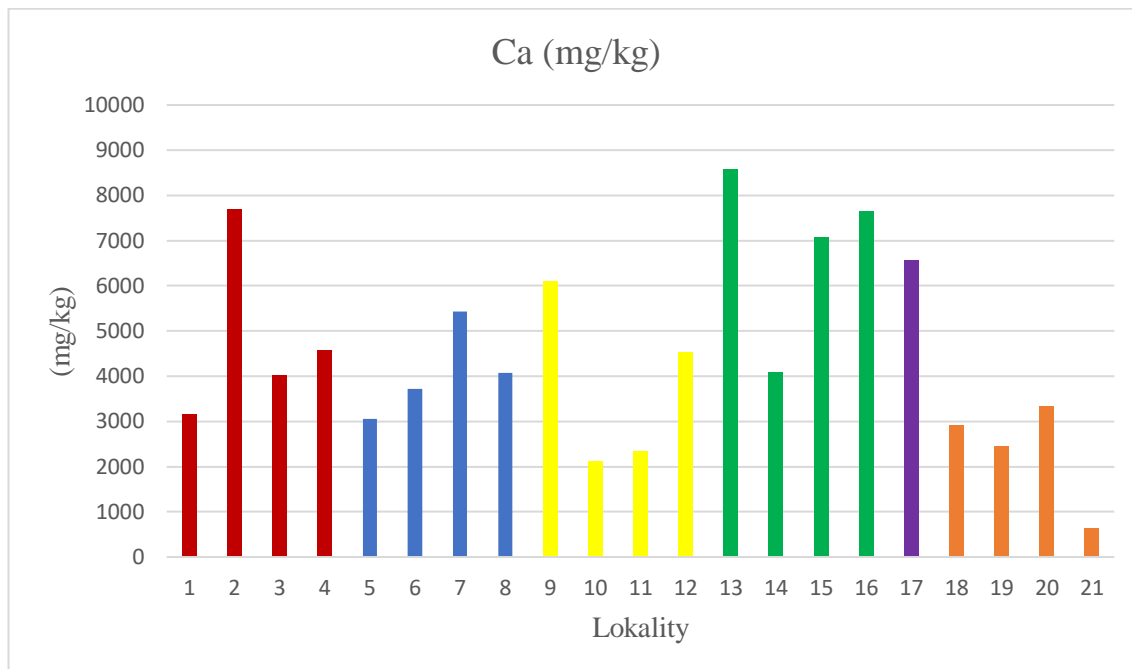
Korelace mezi vzdáleností od lomu a pH je -0,12026. Korelace mezi intenzitou a směrem větru a hodnotou pH je -0,5213623.

7.2. Obsah přístupného vápníku

Obrázek 8 znázorňuje obsah vápníku, který je velmi proměnlivý. Nejméně můžeme pozorovat u vzorku 21, naopak nejvíce vápníku obsahuje vzorek 13. Nejvyšší obsah přístupného vápníku je na lokalitě č. 4 6841 mg.kg⁻¹ naopak nejmenší hodnoty vidíme na lokalitě č. 6 v lese 2329 mg.kg⁻¹. Průměr přístupného vápníku na lokalitě č. 1 je 4854 mg.kg⁻¹. Pro lokalitu č. 2 je průměrný obsah 4071 mg.kg⁻¹ přístupného vápníku.

Ze zemědělské půdy jsou nejnižší koncentrace přístupného vápníku na lokalitě č. 3 a to 3769 mg.kg^{-1} .

Obr. 8 Hodnoty obsahu Ca (mg/kg)



Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

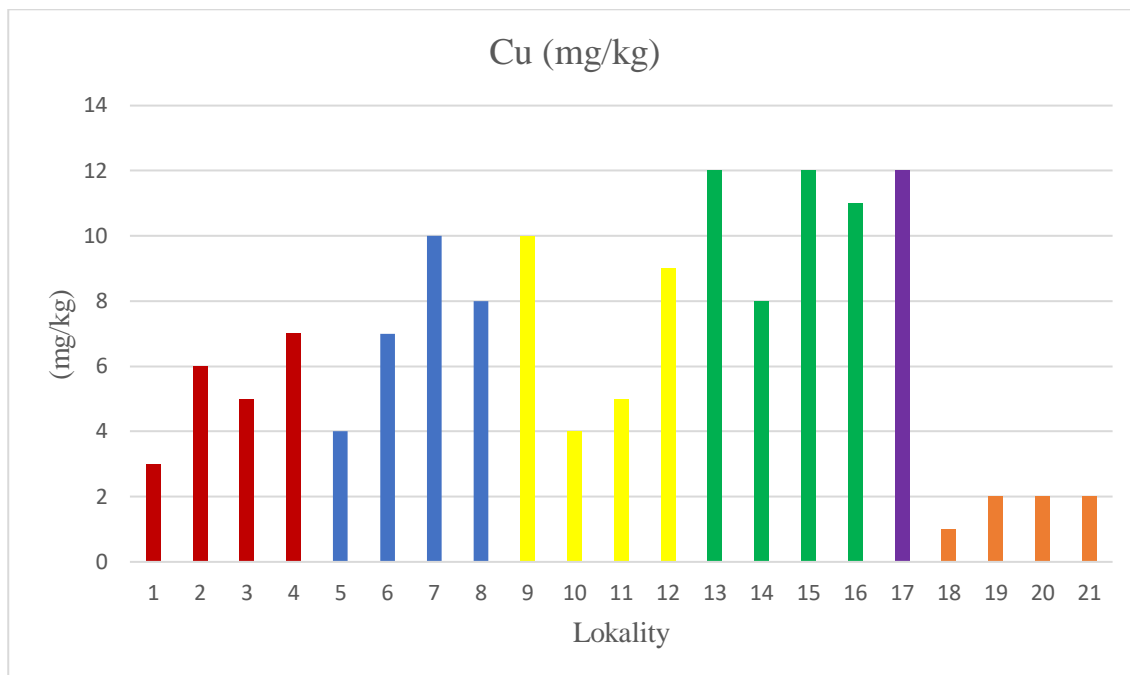
Korelační koeficient mezi vzdáleností od lomu a obsahem Ca v půdě je 0,01417741. Korelace mezi intenzitou a směrem větru a hodnotou Ca je -0,6821353.

7.3. Obsah mědi

Na obrázku 9 jsou znázorněné hodnoty mědi ve všech 21 vzorcích. U vzorku 18 je nejnižší hodnota naměřené mědi. Jedná se o lokalitu č. 6 v lese s naměřenou hodnotou 1 mg.kg^{-1} . Nejvyšší obsah mědi je ve vzorku 13, 15 a 17 s hodnotou 12 mg.kg^{-1} . Vzorky 13 a 15 se odebíraly na lokalitě č. 4 a vzorek 17 na lokalitě č. 5. Průměrný naměřený obsah mědi na všech lokalitách je 7 mg.kg^{-1} .

Korelace mezi obsahem Cu a vzdáleností od lomu je 0,25858929. Korelace mezi převládajícím směrem větru a obsahem Cu v půdě je -0,775928.

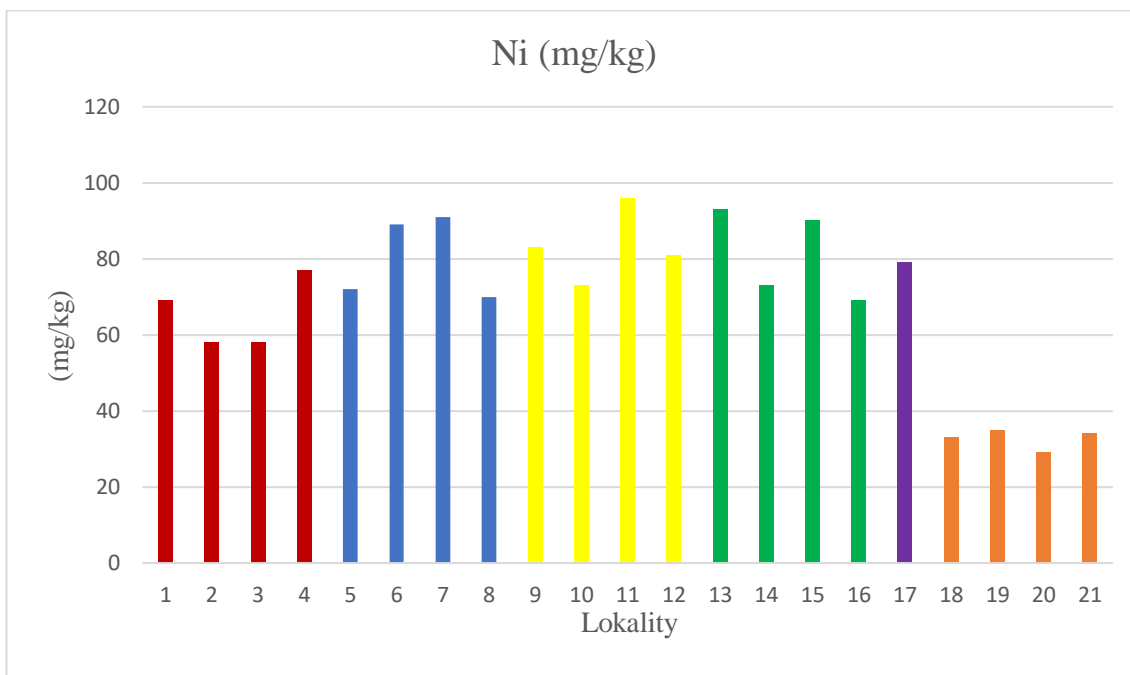
Obr. 9 Hodnoty obsahu Cu (mg/kg)



Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

7.4. Obsah niklu

Obr. 10 Hodnoty obsahu Ni (mg/kg)



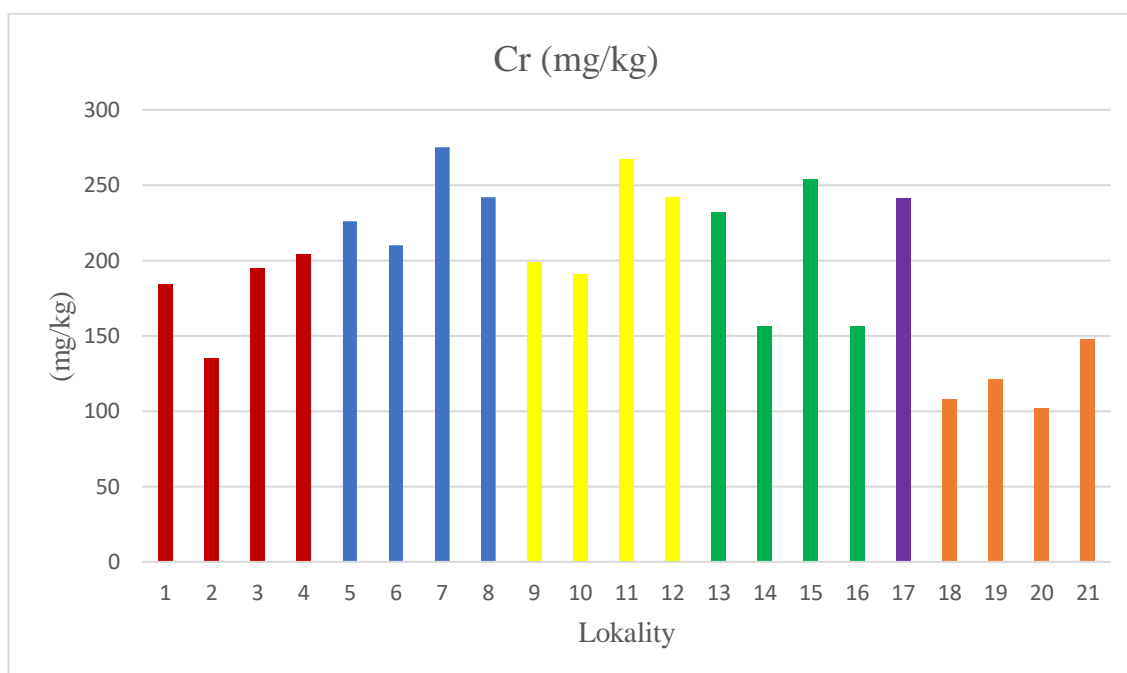
Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

Na obrázku 9 vidíme zastoupení niklu v jednotlivých vzorcích. Nejméně obsaženého niklu ve vzorku najdeme na lokalitě č. 6 v lese naopak nejvíce na lokalitě č. 3. Průměrná hodnota naměřeného niklu ve vzorcích se pohybuje kolem 67 mg.kg^{-1} .

Korelace mezi převládajícím směrem větru a Ni v půdě je $-0,6048965$. Korelace mezi vzdáleností od hrany lomu a obsahem Ni v půdě je $0,00882209$.

7.5. Obsah chromu

Obr. 11 Hodnoty obsahu Cr (mg/kg)



Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

Na obrázku 11 můžeme vidět značné odchylky v obsahu chromu u jednotlivých vzorcích. Nejvyšší hodnoty se vyskytují ve vzorku 7, který byl odebraný z lokality č. 2. Naopak nejmenší hodnota naměřeného chromu je ve vzorku 20 z lokality č. 6 v lese. Průměrná hodnota ve všech vzorcích se pohybuje kolem 187 mg.kg^{-1} .

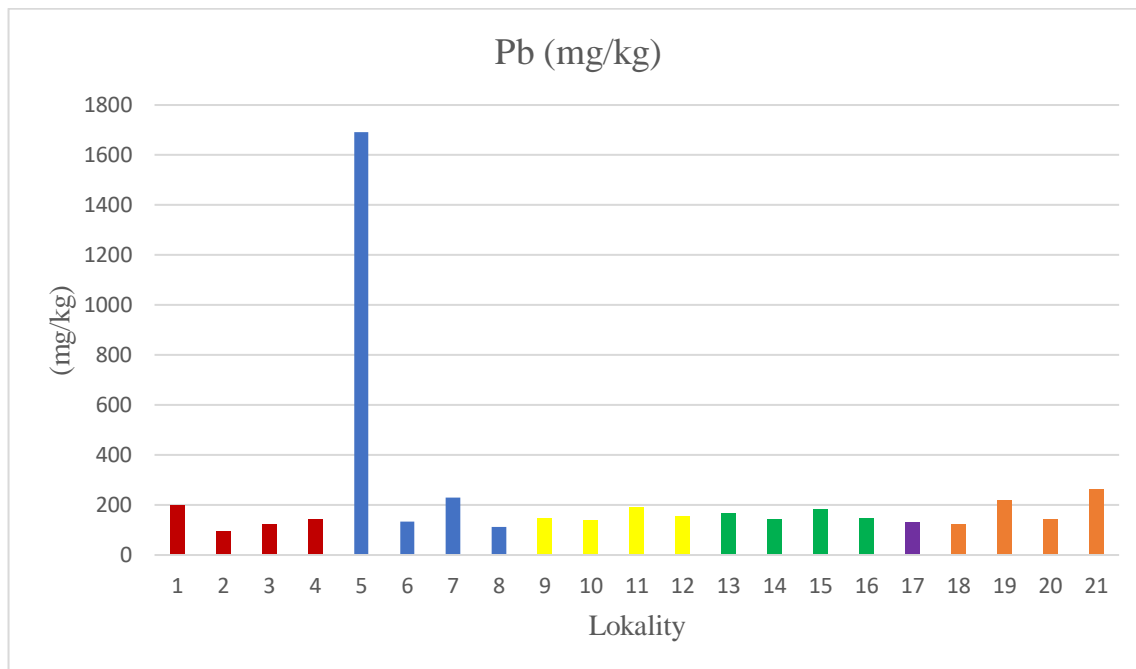
Korelace mezi vzdáleností a obsahem Cr v půdě je $0,22439612$. Korelační koeficient pro obsah Cr a převládající směr větru je $-0,4346647$.

7.6. Obsah olova

Při analýze olovo se u vzorku 5 objevily vysoké koncentrace. Pravděpodobně došlo k chybě při měření nebo u přepisování hodnot jednotlivých vzorků do tabulky a tato hodnota bude ve skutečnosti nižší. Pro zbytek vzorků je průměr 153 mg.kg^{-1} . Druhá nejvyšší naměřená hodnota olova je 263 mg.kg^{-1} ve vzorku 21 z lokality č. 6 v lese.

Korelace mezi vzdáleností od lomu a obsahem Pb v půdě je - 0,2994497. Korelace mezi převládajícím směrem větru a obsahem Pb v půdě je -0,0693793.

Obr. 12 Hodnoty obsahu Pb (mg/kg)



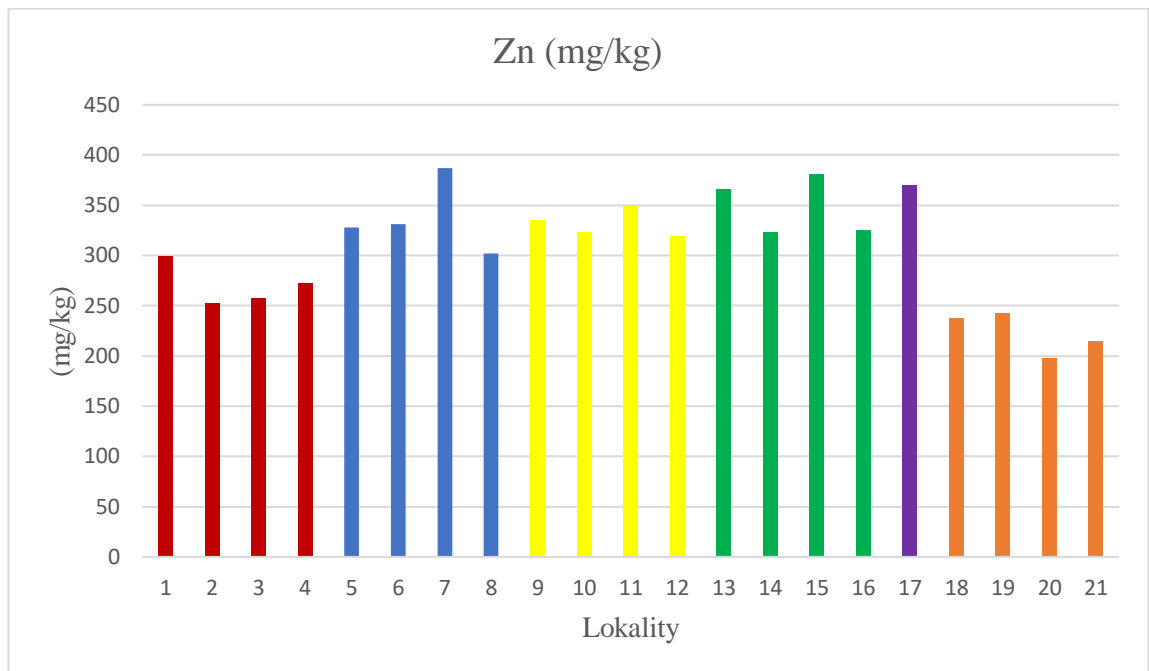
Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

7.7. Obsah zinku

Na obrázku 13 vidíme hodnoty Zn u všech analyzovaných vzorků. Zinek se v půdním profilu vyskytuje do 400 mg.kg^{-1} u všech vzorků. Průměrná hodnota je 292 mg.kg^{-1} . Nejnižší hodnoty najdeme u vzorku 20 a to 198 mg.kg^{-1} . Nejvyšší naopak u vzorku 7 s hodnotou 387 mg.kg^{-1} .

Korelace mezi vzdáleností a obsahem Zn v půdním profilu je -0,0394771. Korelace mezi převládajícím směrem větru a obsahem Zn v půdě je -0,6879767.

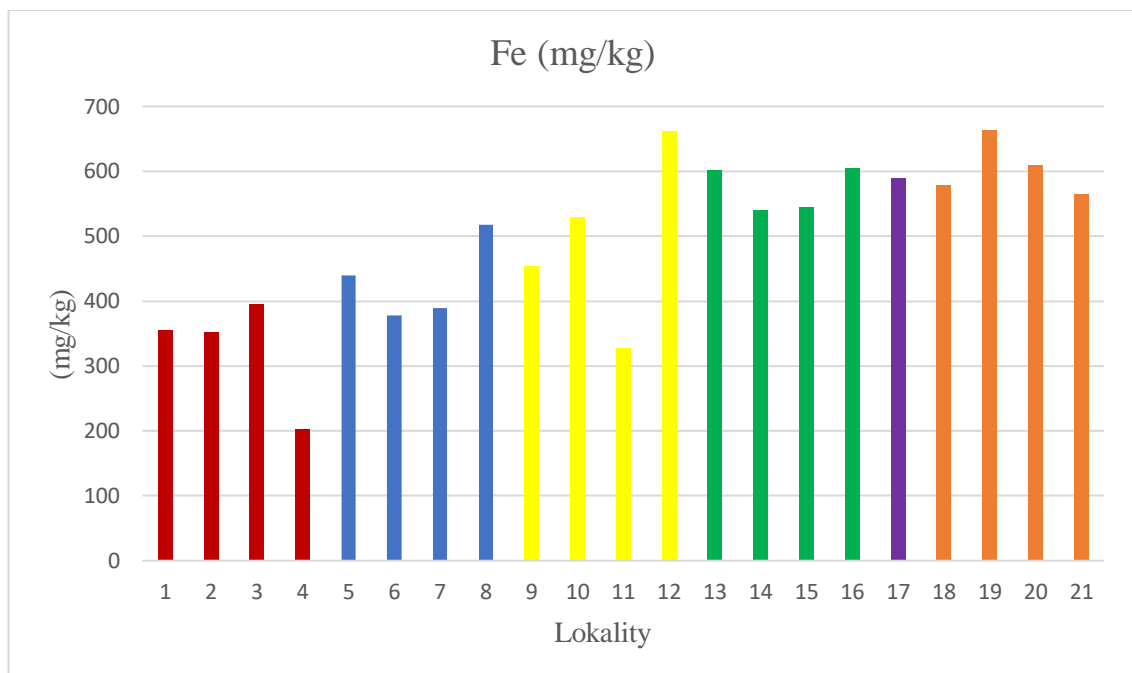
Obr. 13 Hodnoty obsahu Zn (mg/kg)



Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

7.8. Obsah železa

Obr. 14 Hodnoty obsahu Fe (mg/kg)



Poznámka. 1-4 = lokalita č.1, 5-8 = lokalita č. 2, 9-12 = lokalita č. 3, 13-16 = lokalita č. 4, 17 = lokalita č. 5, 18-21 = lokalita č. 6.

Z obrázku 14 vyplývá, že nejméně naměřeného železa se vyskytuje ve vzorku 4 z lokality č. 1 s obsahem 203 mg.kg^{-1} , naopak nejvíce železa obsahuje vzorek 19 s obsahem 664 mg.kg^{-1} , který byl odebrán na lokalitě č. 6 v lese. Průměrná hodnota Fe se pohybuje kolem 469 mg.kg^{-1} .

Korelace mezi vzdáleností a obsahem Fe je $0,0802772$. Korelace mezi obsahem Fe a převládajícím směrem větru je $-0,0052002$.

8. Diskuse

8.1.1. Srovnání vybraných lokalit s průměrnými hodnotami v ČR

Průměrný obsah přístupného Ca pro zemědělské půdy v ČR je 2821 mg.kg⁻¹ (Prášková & Němec, 2016).

V porovnání s průměrným obsahem přístupného Ca na měřených lokalitách, které se nachází na zemědělské půdě v okolí lomu Vitošov, vidíme vyšší obsah Ca u lokalit kolem lomu Vitošov. Průměrný obsah přístupného Ca se tady pohybuje kolem 4707 mg.kg⁻¹. Vzhledem k výskytu těchto lokalit na karbonátových horninách, není nic neobvyklého, že je zde nadprůměrný výskyt Ca. Vápník se uvolňuje z matečné horniny a dostává se do svrchních vrstev půdy (Barker, & Pilbeam, 2007).

Průměrná koncentrace Zn v půdách v ČR se pohybuje kolem 10 až 300 mg.kg⁻¹ (Čermák et al., 2017).

Na měřených lokalitách byla průměrná koncentrace Zn 292 mg.kg⁻¹. Díky jeho snadné akumulaci ve svrchním horizontu můžeme odůvodnit spíše vyšší obsah Zn ve vzorcích (Tlustoš et al., 2007).

Obsah Cr v půdách se pohybuje od 5 do 120 mg.kg⁻¹ (Richter, 2004).

Na měřených lokalitách byla zjištěna průměrná koncentrace Cr 187 mg.kg⁻¹. Jde o lehce nadprůměrný výsledek oproti průměrné koncentraci, který si můžeme odůvodnit vyšším zastoupením Cr v bazických horninách, kde se vyskytuje do 200 mg.kg⁻¹ (Raclavská et al., 2008).

Obsah mědi v běžných zemědělských půdách v ČR se průměrně pohybuje v rozmezí 1-50 mg.kg⁻¹ (Čermák et al., 2017).

Na měřených lokalitách byla průměrná koncentrace Cu 7 mg.kg⁻¹. Jde o běžný obsah Cu v půdě.

Za průměrnou hodnotu Ni v půdě se považuje 20 mg.kg⁻¹ (Poláková et al., 2016).

Na měřených lokalitách byla průměrná koncentrace Ni 67 mg.kg⁻¹. V porovnání s obsahy Ni, které byly zjištěny v rámci Bazálního monitoringu půd 1995–2013, je tato hodnota normální. V rámci BMP se obsahy Ni v půdách pohybovaly od 3,90 až do 136 mg.kg⁻¹ (Poláková et al., 2016).

Průměrné zastoupení Fe na zemědělských půdách je 309 mg.kg⁻¹ (Smetanová, 2023). Průměrný obsah Fe na vybraných lokalitách kolem lomu je 469 mg.kg⁻¹. Jedná se o vyšší hodnoty, než je průměr v rámci ČR.

8.1.2. Vliv vzdálenosti od lomu na obsah vybraných prvků a hodnotu pH

Se zvětšující se vzdáleností od lomu klesá zastoupení prvků, které jsou obsažené v těženém vápenci a mohly by se pomocí větru dostat do okolí. Pro vyvrácení nebo potvrzení této hypotézy byla použita korelace mezi vzdáleností od lomu a obsahem jednotlivých prvků a pH.

Korelace mezi vzdáleností od lomu a pH je $-0,12026$. Tento korelační koeficient říká, že není žádná souvislost mezi pH půdy a zvětšující se vzdáleností od lomu.

Korelační koeficient mezi vzdáleností od lomu a obsahem vápníku v půdě je $0,01417741$. Není žádný vztah mezi vzdáleností od lomu a obsahem vápníku v půdě.

Korelace mezi obsahem mědi a vzdáleností od lomu je $0,25858929$. Není žádný vztah mezi zvětšující se vzdáleností od lomu a obsahem mědi v půdě.

Korelace mezi vzdáleností od hrany lomu a obsahem Ni v půdě je $0,00882209$. Souvislost mezi vzdáleností od lomu a obsahem Ni v půdě není patrná.

Korelace mezi vzdáleností a obsahem Cr v půdě je $0,22439612$. Tento slabý korelační koeficient naznačuje žádnou nebo nevýznamnou korelaci mezi vzdáleností a obsahem Cr v půdě.

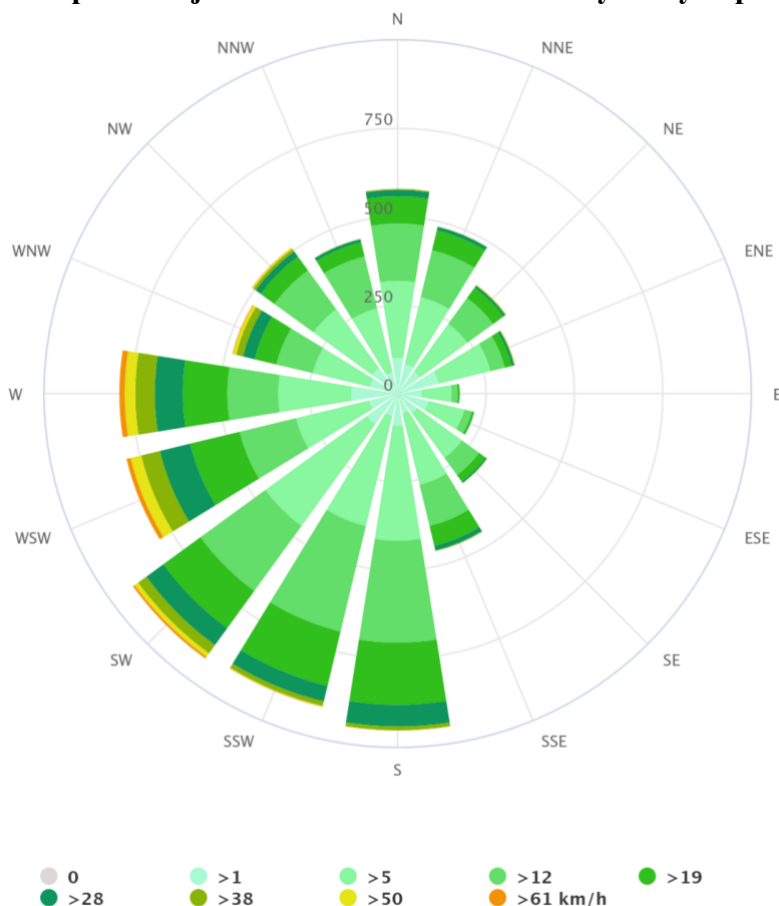
Korelace mezi vzdáleností od lomu a obsahem Pb v půdě není významná. Číslo $-0,2994497$ se blíží spíše číslu 0 než číslu -1 .

Korelace mezi vzdáleností a obsahem Zn v půdním profilu je $-0,0394771$. Vzdálenost od lomu nijak neovlivňuje měnící se hodnoty zinku v půdě.

Korelace mezi vzdáleností a obsahem Fe je $0,0802772$. Jde o nevýznamnou korelaci mezi obsahem Fe v půdě a měnící se vzdáleností od lomu.

Z výsledků vyplývá, že vzdálenost od lomu není významná na rozmístění vybraných prvků.

8.1.3. Vliv převládajícího směru větru na obsah vybraných prvků a pH



Obr. 15 Větrná růžice pro Leštinu zobrazující převládající směr větrů (Meteoblue, 2024)

Větrná růžice pro obec Leština znázorňuje převládající směr větru (počet hodin, kdy vítr fouká z jednoho směru). Z obrázku 15 můžeme vidět, že převládající směr větru je z jihozápadního směru. Nejvyšší rychlosti vítr dosahuje ze západu směrem na východ. Podle naměřených výsledků byla pro každou lokalitu spočítána korelace pro převládající směr větru a obsah jednotlivých měřených prvků a pH.

Korelace mezi intenzitou a směrem větru a hodnotou pH je $-0,5213623$. V porovnání s korelací mezi vzdáleností od lomu a pH je tento vztah patrnější. Na lokalitách, kam vítr fouká během roku častěji ze směru od lomu a vápenky Vitošov, jsou nižší hodnoty pH než u lokalit, které nejsou během roku tak často vystaveny větru, který fouká ze strany od lomu.

Korelace mezi intenzitou a směrem větru a hodnotou Ca je $-0,6821353$. Tento korelační koeficient nám říká, že je slabá záporná korelace mezi intenzitou a směrem větru a obsahem vápníku v půdě. Lokality, které se nachází na severovýchodě, jsou více vystaveny větru, který by mohl unášet prachové částice z lomu Vitošov. Na těchto

lokalitách bylo naměřeno méně vápníku než u lokalit, které jsou jihozápadním směrem a během roku na ně méně fouká ze strany od lomu a vápenky.

Korelace mezi převládajícím směrem větru a obsahem Cu v půdě je $-0,775928$. Jde o slabou, zápornou korelaci. Lokality nacházející se po většinu roku na návětrné straně od vápenky obsahují méně mědi než lokality, na které během roku více fouká ze směru od lomu a vápenky.

Korelace mezi převládajícím směrem větru a Ni v půdě je $-0,6048965$. Jedná se o slabou zápornou korelaci. Vzorky, které byly odebrány na návětrných stranách obsahují méně niklu než vzorky, které se odebíraly na lokalitách, které jsou po směru větru.

Korelační koeficient pro obsah Cr a převládající směr větru je $-0,4346647$. Značí slabou zápornou korelaci.

U korelace mezi převládajícím směrem větru a obsahem Pb v půdě se korelační koeficient blíží $-0,0693793$. Distribuce olova v okolí vápenky a lomu Vitošov není ovlivněna ani jedním z určených kritérií.

Korelace mezi převládajícím směrem větru a obsahem Zn v půdě je $-0,6879767$. Jde o slabou zápornou korelaci. Vzorky, které byly odebrány na lokalitách vystavených po směru větru z lomu Vitošov, obsahovaly méně Zn než lokality na závětrných stranách.

Korelace mezi obsahem Fe a převládajícím směrem větru je $-0,0052002$. Jedná se o nevýznamnou zápornou korelaci.

Vzhledem k poloze dobývacího prostoru lomu Vitošov je pravděpodobné, že dochází ke stáčení a změně směru převládajícího větru. Stěna lomu může tvořit překážku pro vítr vanoucí z jihozápadu, který během roku převládá, a tím ovlivňovat směr větru a potenciální distribuci prachových částic. Dalším důvodem může být absence zemědělských lokalit na návětrných stranách, se kterými by se výsledky mohly porovnat.

9. Závěr

Hlavním cílem práce bylo posoudit možný vliv lomu Vitošov na okolní pedosféru. K naplnění tohoto cíle bylo provedeno určení odběrových lokalit a následný odběr půdních vzorků, jejich analýza v laboratoři a porovnání jednotlivých sledovaných prvků v závislosti na vzdálenosti od lomu a převládajícím směru větru během roku. Jednotlivé lokality byly ještě srovnány s průměrnými hodnotami obsahu Ca, Cu, Pb, Cr, Fe, Ni, Zn v rámci ČR. Z naměřených výsledků vyplývá, že u většiny sledovaných prvků se lokality kolem lomu Vitošov nevzdalují od průměrných hodnot v rámci ČR. Jen u vápníku byly naměřeny vyšší hodnoty. U zvětšující se vzdálenosti od lomu bylo zjištěno, že vzdálenost nehraje významnou roli v koncentraci jednotlivých prvků v půdě. Ani na jedné lokalitě se nepotvrdilo, že se vzrůstající vzdáleností od lomu klesá obsah vybraných prvků v půdě. Obdobný výsledek byl zjištěn i u hodnoty pH půdy. Z hlediska převládajícího směru větru během roku byly zjištěny poněkud neočekávané výsledky. Na lokalitách, kam vítr foukal během roku častěji ze směru od lomu a vápenky Vitošov, bylo naměřeno nižší zastoupení vybraných prvků než u lokalit, na které během roku fouká méně ze strany od lomu a vápenky Vitošov.

10. Literatura

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. (2024). *Přírodní poměry*. Retrieved April 11, 2024, from <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/>

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. (2024). *MapoMat*. Retrieved July 25, 2024, from <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/>

Agyeman, P. C., Ahado, S. K., Kingsley, J., Kebonye, N. M., Biney, J. K. M., Borůvka, L., Vasat, R., & Kocarek, M. (2021). *Source apportionment, contamination levels, and spatial prediction of potentially toxic elements in selected soils of the Czech Republic*. *Environmental Geochemistry and Health*, 43(1), 601-620. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00743-8>

Barker, A. V., & Pilbeam, D. J. (2007). *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton, FL CRC Press United States.

Bečvářová, J. (2020). *Kovy v rostlinách. V malém množství nezbytné, ve velkém jedovaté*. Akademie věd České republiky. Retrieved May 3, 2024, from <https://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/biologicko-ekologicke-vedy/Kovy-v-rostlinach.-V-malem-mnozstvi-nezbytno-ve-velkem-jedovate/>

Culek, M. (2013). *Biogeografické regiony České republiky*. Masarykova univerzita.

Čermák, P., Mühlbachová, G., Káš, M., Vavera, R., & Pechová, M. (2017). *Metodický postup pro stanovení obsahu mikroelementů metodou Mehlich 3 a návrh kritérií hodnocení jejich obsahu v zemědělských půdách*. Výzkumný ústav rostlinné výroby.

Černý, J., Sedlář, O., Kulhánek, M., Balík, J., & Suran, P. (2018). *Vliv pH půdy na obsah vápníku v rostlinách ozimé řepky*. In *Prosperující plodiny* (pp. 17-19).

Godany, J. (2014). *Pasportizace lomů přírodního kameniva ČR*. Česká geologická služba. Retrieved April 20, 2024, from https://pjpgk.rsd.cz/data/USR_001_4_6_5_KAMENIVO/kamenivo.pdf.pdf

Haule, H., Ringo, J., Luvinga, K., Kawonga, S., Mayengo, G. & Morsardi, L. (2016). *Effects of Limestone Mining on Deforestation and Land Degradation in Mbeya Region, Tanzania*. 5, 117-132.

Charouzek, J. (2019). *Posudek rozšíření dobývacího prostoru a pokračování těžby v lomu Vitošov*. Retrieved March 27, 2024, from https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX09WODI0M19wb3N1ZGVrRE9DXzM1OTgxNjA4NDQxNDkwODIwNDkucGRm/OV8243_posudek.pdf

Karley, A., White, P. (2009). *Moving cationic minerals to edible tissues*. Retrieved April 14, 2024, from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S136952660900034X>

Kotlík, B., Langhans, J., Bernáth, P., & Kraják, V. (2016). *Vzorkování*. 2 Theta. <http://www.pedologicky-pruzkum.cz/wp-content/uploads/VZORKOVÁNÍ-PŮD.pdf>

Mapy.cz. (2024). *Ortofoto mapa Leština*. Retrieved July 25, 2024, from <https://mapy.cz/letecka?x=16.9498580&y=49.8636483&z=15>

Meteoblue. (2024). *Počasí Leština*. Retrieved April 15, 2024, from https://www.meteoblue.com/cs/pocasi/tyden/leština_Česko_3072155

Morávek, R. (2006). *Souhrnné výsledky sledování a záchranného výzkumu těženého vápencového ložiska ve Vitošově za období let 2001–2005*, 13, 9-13. <https://journals.muni.cz/gvms/article/view/4847/3911>

Palková, H., Sovová, T., Koníčková, I., Kočí, V., Bartůňek, V., & Sofer, Z. (2013). *Aplikace niklu a nanoniklu do terestrického prostředí*. *Chemicke Listy*, 107(11), 885-891.

Plíšek, A. (2004). *Databáze významných geologických lokalit*. Retrieved April 20, 2024, from <http://lokality.geology.cz/1090#>

Poláková, Š., Němec, P., Prášková, L., Kubík, L., & Sušil, A. (2016). *Bazální monitoring zemědělských půd obsah rizikových prvků 1995 - 2013*. Retrieved April 20, 2024, from https://eagri.cz/public/web/file/478795/ZZ_PRVKY_BMP_final.pdf

Pospíšil, M. (2015). *Základní zpráva pro areál firmy Vápenka Vitošov s.r.o.* Retrieved April 15, 2024, from [https://ippc.mzp.cz/ippc/ippc.nsf/\\$pid/MZPSKHTZV78L](https://ippc.mzp.cz/ippc/ippc.nsf/$pid/MZPSKHTZV78L)

Prášková, L., & Němec, P. (2016). *Bazální monitoring zemědělských půd půdní reakce a obsah živin*. In (pp. 47-54). Retrieved April 14, 2024, from https://eagri.cz/public/web/file/458807/BMP_ZIVINY_text_opr.pdf

Raclavská, H., Kuchařová, J., & Plachá, D. (2008). *Podklady k provádění Protokolu o PRTR – Přehled metod a identifikace látek sledovaných podle Protokolu o registrech úniků a přenosů znečišťujících látek v únicích do půd*. Ministerstvo životního prostředí.

Richter, R. (2004). *Těžké kovy v půdě*. Retrieved April 16, 2024, from https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_tk.htm

Smatanová, M. (2023). *Výsledky agrochemického zkoušení půd a jejich využití v praxi*. Agromanuál. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vysledky-agrochemickeho-zkouseni-pud-a-jejich-vyuziti-v-praxi>

Smolová, I. (2008). *Těžba nerostných surovin na území ČR a její geografické aspekty*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Šafář, J. (Ed.). (2003). *Olomoucko*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Šimek, M. (2003). *Základy nauky o půdě*. Jihočeská univerzita.

Tlustoš, P., Száková, J., Šichorová, K., Pavlíková, D., & Balík, J. (2007). *Rizika kovů v půdě v agrosystémech v ČR*. Výzkumný ústav rostlinné výroby.

Vápenka Vitošov s.r.o. (2013). *Historie*. Retrieved March 27, 2024, from <https://www.vitosov.cz>

Vápenka Vitošov s.r.o. (2013). *O společnosti*. Retrieved March 27, 2024, from <https://www.vitosov.cz>

Venera, Z. (2016). *Stanovení zásob podzemních vod*. Retrieved March 27, 2024, from http://www.geology.cz/rebilance/vysledky/1610_zprava.pdf

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (2022). *eKatalog BPEJ*. Retrieved March 27, 2024, from <https://bpej.vumop.cz/55800>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (2022). *eKatalog BPEJ*. Retrieved March 27, 2024, from <https://bpej.vumop.cz/52212>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (2022). *eKatalog BPEJ*. Retrieved March 27, 2024, from <https://bpej.vumop.cz/52212>

Vyhláška č. 153/2016 Sb. o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu (2016).

Zbíral, J., Honsa, I., Malý, S., & Váňa, M. (2011). *Analýza půd* (Vyd. 3., přeprac. a rozš.). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

Zoubková, L. (2014). *Návody k laboratorním cvičením z pedologie*. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí.

11. Přílohy

Lokalita	Vzorek	Ca	Fe	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	pH
1	1	3151	66561	184	3	69	299	200	6,83
1	2	7680	61959	135	6	58	252	95	6,97
1	3	4012	65587	195	5	58	257	123	6,53
1	4	4574	69250	204	7	77	272	143	6,80
2	5	3054	69222	226	4	72	328	1692	6,85
2	6	3724	72286	210	7	89	331	135	6,61
2	7	5436	75604	275	10	91	387	231	5,57
2	8	4068	69008	242	8	70	302	113	6,40
3	9	6093	71789	199	10	83	335	148	6,25
3	10	2107	72465	191	4	73	323	139	6,32
3	11	2344	75080	267	5	96	349	189	6,16
3	12	4533	69885	242	9	81	319	153	6,36
4	13	8579	73396	232	12	93	366	166	6,36
4	14	4074	66490	156	8	73	323	144	6,90
4	15	7070	71355	254	12	90	381	182	6,67
4	16	7641	67659	156	11	69	325	147	6,84
5	17	6565	70465	241	12	79	370	129	6,62
6	18	2913	55701	108	1	33	237	123	5,84
6	19	2437	57521	121	2	35	242	219	6,36
6	20	3338	48882	102	2	29	198	144	6,16
6	21	626	54814	148	2	34	215	263	5,43

Příloha 1: Obsahy všech měřených prvků pro každý vzorek (mg/kg)