

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra plánování krajiny a sídel



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Diplomová práce

Vliv biouhlu na výsypkovou vinici Mariana

Autor: Bc. Kamila Hüttnerová

Vedoucí práce: Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kamila Hüttnerová

Regionální environmentální správa

Název práce

Vliv biouhlu na výsypkovou vinici Mariana.

Název anglicky

Influence of biochar on the Mariana landfill vineyard.

Cíle práce

Vinice na Čepirožské výsypce se nachází v blízkosti obytné části města Most – Čepirohy na Severočeské hnědouhelné pánvi. V rámci rekultivace byla na jižně orientovaném svahu výsypky založena vinice, která měla od začátku problémy s lokálními sesuvy půdy. Z důvodu ohrožení vodní erozí jsou všechny vinice trvale zatravněny. V nejuvýchodnější části vinice, kde se nachází vinice Mariana dochází k vysokému počtu úhynu mladých sazenic. Za účelem zjištění ujímavosti sazenic se rozhodlo české vinařství Chrámce, které v oblasti hospodaří, vytvořit spolu ve spolupráci s FŽP experimentální výsadbu s aplikací biocharu následně i kompoCharu. V rámci experimentu jsou kladeny naděje na lepší ujímavost, zvýšení a snížení nepříznivých vlivů sucha. Tato diplomová práce si klade za cíl zhodnotit vliv biouhlu v lokalitě Čepirohy. Mezi dílčí cíle patří: vyhodnocení ujímavosti nově vysazených sazenic vinné révy na výsypkové vinici Mariana s různými substráty: biouhlem, kompoCharem a kompostem. V rámci vyhodnocení bude porovnávána mortalita a ujímavost v rámci 3 typů substrátů: biouhlu, kompoCharu a kompostu. Dalším cílem bude vyhodnocení vzorků chemického složení půdy a půdní vlhkosti.

Metodika

Praktická část byla provedena na výsypkové vinici Mariana v Čepirohách, kde na jaře roku 2020 a 2021 byla zrealizována dosadba nových sazenic vinné révy. Pro účely výzkumu byla do různých jamek umístěna směs biocharu, kompoCharu a kompostu. Biochar byl vyroben z dřevní štěpky, vykazující vysokou retenční schopnost

a před aplikací byl umístěn v optimalizovaném poměru 1:10 s kompostem. Kvůli technologii výsadby se jednotlivé typy půdních substrátů střídají v řádcích, kde byla zaznamenána pozice dosazovaných sazenic. Každé sazenici byl přidělen štítek s unikátním číselným kódem, kdy se eviduje taktéž řada a typ přidané směsi (biouhel, kompoChar, kompost). Po výsadbě a dále dle potřeby byla provedena zálivka u všech sazenic. U zvolených sazenic byla umístěna čidla pro kontinuální měření půdní vlhkosti. Do středu studijního území s dosadbami bylo instalována taktéž meteorologická stanice. Stav sazenic byl pravidelně v období léta monitorován a zapisován. Ujímavost/mortalita sazenic v jamkách s kompostem obohaceným o biouhel, nebo kompoCharem budou porovnány s pěstebními výsledky konvenční výsadby.

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

biouhel, vinná réva, Čepihory, výsypka, půdní vlhkost

Doporučené zdroje informací

- Ameloot, N., Graber, E. R., Verheijen, F. G., & De Neve, S. (2013). Interactions between biochar stability and soil organisms: review and research needs. *European Journal of Soil Science*, 64(4), 379-390.
- BEJČEK, V. *Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku : rekultivace Severočeských dolů a.s. Chomutov [autorský kolektiv Vladislav Bejček ... et al.]*. Chomutov: Unico Agris, 2003. ISBN 80-213-1574-1.
- Jačka, L., Trakal, L., Ouředníček, P., Pohořelý, M., & Šípek, V. (2018). Biochar presence in soil significantly decreased saturated hydraulic conductivity due to swelling. *Soil and Tillage Research*, 184, 181-185.
- Sun, F., & Lu, S. (2014). Biochars improve aggregate stability, water retention, and pore-space properties of clayey soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177(1), 26-33.
- Wilson, A. M. (2016). Effects of Biochar, Fertilizer and Shelter Treatments on the Vegetation Development Following Coal Mine Reclamation.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv biouhlu na výsypkovou vinici Mariana vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 30.3.2022

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Markétě Hendrychové, Ph.D. za odborné vedení, podnětné konzultace a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovala svým rodičům za podporu během celého studia, která mi umožnila věnovat se naplno studiu.

Abstrakt:

Vinice na Čepirožské výsypce se nachází v blízkosti města Most v Severočeské hnědouhelné pánvi. V rámci rekultivace byla na jižně orientovaném svahu výsypky založena vinice, která měla od začátku problémy s lokálními sesuvy půdy. V nejuvýchodnější části vinice se nachází vinice Mariana, u které dochází k vysokému počtu úhynu mladých sazenic. Za účelem zjištění ujímavosti sazenic se rozhodlo České vinařství Chrámce, které v oblasti hospodaří, vytvořit ve spolupráci s Fakultou životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze experimentální výsadbu. Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv přidaných substrátů: směsi biouhlu, kompoCharu a kompostu na ujímavost nově vysazených sazenic vinné révy v zájmovém území. Dále jsou zkoumány vzorky chemického složení půdy a půdní vlhkosti. Praktická část byla provedena na výsypkové vinici Mariana, kde byla na jaře roku 2021 zrealizována dosadba nových sazenic vinné révy. U zvolených sazenic byly umístěny půdní sondy pro zjištění půdní vlhkosti. Výsledné hodnoty ujímavosti souvisely s naměřenou půdní vlhkostí. Nejvyšší naměřená vlhkost 63,3 % byla zjištěna u substrátu kompoCharu v hloubce 50 cm, zároveň u tohoto substrátu přežilo nejvíce sazenic z celkového počtu vysazených sazenic do daného substrátu. V rámci analýzy vlhkosti a ujímavosti byly hodnoty směsi biouhlu o něco nižší než u kompoCharu. U směsi biouhlu přežilo 28 % z celkového počtu vysazených sazenic a byla naměřena vlhkost 41,2 % v hloubce 50 cm. Nejnižší hodnoty půdní vlhkosti i ujímavosti byly zjištěny u substrátu kompostu. Z celkového počtu vysazených sazenic s kompostem přežilo pouze 20 %, vlhkost v hloubce 50 cm byla rovněž nejnižší 36,4 %. Hodnoty chemických vzorků bude adekvátnější a více vypovídající zhodnotit v pozdějším rozboru, kdy substráty projdou přirozenými procesy. Z výsledků diplomové práce vyplynulo, že kompoChar i směs biouhlu mají pozitivní vliv na zadržení vlhkosti v půdě a přispívají k lepším půdním vlastnostem. Aplikace substrátů do půdy může být nápomocná především v oblastech s nedostatkem srážek a živin, kde se předpokládá, že přidané substráty dokáží udržet živiny v půdě delší časové období než původní viniční zemina.

Klíčová slova: biouhel, vinná réva, Čepirohy, výsypka, půdní vlhkost

Abstract:

The vineyard at Čepirožská Spoil heap is located near the town of Most on the North Bohemian Brown Coal Basin. As part of the reclamation, a vineyard was established on the south-facing slope of the dump, which had problems with local landslides from the beginning. In the easternmost part of the vineyard is the Mariana vineyard, where there is a high number of deaths of young seedlings. In order to find out the interest of the seedlings, the Czech winery Chrámce, which manages the area, decided to create an experimental planting plant in cooperation with the Faculty of the Environment of the Czech University of Life Sciences in Prague. The aim of the diploma thesis is to evaluate the influence of added substrates: mixtures of biochar, kompoChar and compost on the attractiveness of newly planted vine seedlings. In the area of interest. Samples of soil chemical composition and soil moisture are also examined. The practical part was carried out at the Mariana landfill vineyard, where the planting of new vine seedlings was carried out in the spring of 2021. Soil probes were placed at selected seedlings to determine soil moisture. The resulting values of yield were related to the measured soil moisture. The highest measured humidity of 63.3 % was found for the KompoChar substrate at a depth of 50 cm, at the same time most of the seedlings out of the total number of seedlings planted in the given substrate survived. In the analysis of moisture and absorbency, the values of the biochar mixture were slightly lower than those of kompoChar. In the biochar mixture, 28 % of the total number of planted seedlings survived and a moisture content of 412 % was measured at a depth of 50 cm. The lowest values of soil moisture and yield were found for the compost substrate. Of the total number of planted seedlings with compost, only 20 % survived, the humidity at a depth of 50 cm was also the lowest at 36.4 %. The values of chemical samples will be more adequate and more meaningful to evaluate in a later analysis, when the substrates go through natural processes. The results of the diploma thesis showed that kompoChar and a mixture of biochar have a positive effect on moisture retention in the soil and contribute to better soil properties. The application of substrates to the soil can be helpful especially in areas with a lack of precipitation and nutrients the added substrates are believed to be able to retain nutrients in the soil for a longer period of time than the original vineyard soil.

Keywords: biochar, grapevine, Čepirohy, spoil tip, soil moisture

OBSAH

1. Úvod.....	10
2. Cíle práce	11
3. Metodika	12
3.1. Charakteristika studijního území.....	12
3.2. Popis přírodních charakteristik.....	14
3.2.1. Geologie a geomorfologie.....	14
3.2.2. Hydrologie a Pedologie.....	15
3.2.3. Flora a Fauna.....	15
3.2.4. Ochrana přírody	17
3.2.5. Klimatické podmínky.....	18
3.3. Sběr dat.....	19
4. Literární rešerše.....	25
4.1. Krajina	25
4.1.1. Proměny krajiny	26
4.1.2. Vliv těžby na krajinu.....	28
4.2. Historie těžby na Mostecku.....	30
4.3. Rekultivace krajiny.....	31
4.3.1. Historie rekultivace na Mostecku.....	33
4.3.2. Způsoby rekultivace	33
4.3.3. Přírodě blízká obnova	36
4.3.4. Fáze rekultivačního procesu.....	37
4.4. Biouhel	39
4.4.1. Výroba biouhlu	40
4.4.2. Biouhel v půdě	42
4.5. Pěstování vinné révy	43
5. Výsledky práce.....	46
5.1. Zdravotní stav nově vysazených sazenic.....	46
5.2. Potenciál půdní vody studijního území A	48
5.3. Objemová vlhkost studijního území B	51
5.4. Objemová vlhkost u profilové sondy Sentek	53
5.5. Objemová vlhkost hloubkových vlhkoměrných sond.....	57
5.6. Chemické složení půdy	59
6. Diskuse.....	60

7.	Závěr a přínos práce	63
8.	Přehled literatury a použitých zdrojů	65
8.1.	Odborné publikace	65
8.2.	Legislativní zdroje	69
8.3.	Disertační práce	69
8.4.	Internetové zdroje	70
9.	Seznam obrázků	72
10.	Seznam tabulek	72
11.	Přílohy	73

1. Úvod

Těžbou uhlí dochází k degradaci půdy, odstranění vegetačního krytu a ke snížení biologické rozmanitosti. Území po antropogenním narušení nedosahuje stejných funkcí jako v době před zásahem člověka. Krajina strádá a je potřeba ji pomoci, proto je důležité napravit antropogenní zásahy prostřednictvím rekultivačních činností v místech nezbytných. Stabilizovat půdní substrát, minimalizovat kontaminaci, snížit míru vlivu eroze a zvýšit biologický a estetický potenciál v krajině. Vlivem těžby dochází ke změně fyzikálních a chemických vlastností půdy. Území dotčené těžbou uhlí má nízkou retenční schopnost, což omezuje růst vegetace (Ghosh et Maiti, 2020).

U města Most se nachází velké množství dokončených rekultivačních prací (parků, rekreačních středisek, jezer a vinic), které byly vytvořeny z důvodu antropogenní činnosti (Město Most, ©2021). Na Čepirožské výsypce nacházející se v blízkosti města Most vznikla v 60. letech 20. století externí výsypka hnědouhelného lomu Šmeral. Na této výsypce panují extrémní podmínky, vyznačující se výkyvy teplot, suchem a nestabilitou podloží. Na terénně upravenou jílovitou výsypku byla navezena ornice ve výšce vrstvy 30 cm až 50 cm. Na území vznikla vinice Marina, která se snaží bojovat s nepříznivými podmínkami.

V největším ohrožení jsou vysazené sazenice, které nedokážou v prostředí přežít a ve velké míře odumírají. V roce 2015 zapříčinilo horké léto úhyn 80 % rostlin, proto byly na vinici v letech 2016 až 2018 dosazovány nové sazenice. Nově vysazené sazenice ve velké míře uhynuly, jelikož nemají tak vyvinutý kořenový systém jako starší sazenice, které mají hluboké kořeny a lepší přístup k vodě (České vinařství Chrámce, ©2021). Potencionální pomocí jak se vyrovnat s nepříznivým prostředím a zvýšit ujmavost sazenic by mohl být biouhel, zuhelněná biomasa sloužící k rychlejší obnově antropogenně narušené krajiny. Díky své struktuře zadrží větší objem vody a živin v půdě. V porovnání s půdou ponechanou samovolné sukcesi se u zeminy, do které byl aplikován biouhel zvyšuje klíčivost a ujmavost sazenic, což by mohlo napomoci ke snížení počtu uhynulých sazenic (Qambrani et al., 2017).

2. Cíle práce

Tato diplomová práce si klade za cíl zhodnotit vliv biouhlu v lokalitě Čepirohy. Mezi dílčí cíle patří: vyhodnocení ujímavosti/mortality nově vysazených sazenic vinné révy na výsypkové vinici Mariana s různými substráty: biouhlem, kompoCharem a kompostem. Dalším cílem je vyhodnocení vzorků chemického složení půdy a půdní vlhkosti kontinuálně měřících sond.

3. Metodika

3.1. Charakteristika studijního území

Okres Most patří s rozlohou 467 km² k nejmenším okresům celé České republiky, velká část okresu hraničí se Spolkovou republikou Německo, na jihu s okresem Louny, východně s Teplicemi a západně s Chomutovem. Mezi nejvýznamnější části okresu Most patří Loučenské pohoří (východní křídla Krušných hor), vrcholy: Lesenská pláň (921 m. n. m), Loučná (nejvyšší bod okresu 956 m n. m.), Medvědí skála (926 m n. m.), nebo Kamenný vrch (842 m n. m.). Ve střední části okresu se nachází Mostecká pánev, která se během období socialismu význačně přeměnila důsledkem těžební činností hnědého uhlí. V tomto období byl na území Mostecka velmi špatný stav životního prostředí. Po částečném útlumu těžby se krajina výrazně přeměnila, v území vznikly nové lesní, zemědělské i vodní plochy. V části území pokračuje stále těžba hnědého uhlí, přičemž v lokalitách s ukončenou těžbou již probíhají rekultivační práce (Zaniklé krajiny, ©2022). Studijní území se nachází na Čepirožské výspě na jihozápadním okraji statutárního města Most v Ústeckém kraji (viz obrázek č. 1).

Obrázek 1: Poloha zájmového území, podklad: základní mapa ČR (ČUZK), autor: Kamila Hüttnerová



Původní vesnice Čepirohy existovala již v 13. století. Mezi lety 1968 a 1972 byla většina obce zbourána a zbylá část byla připojena k městu Most. Město bylo v minulosti obklopeno početným množstvím povrchových dolů, v kterých probíhala těžba hnědého uhlí. V současnosti se v území nachází velké množství rekultivací vytvořených parků, nebo rekreačních středisek u zatopených dolů (jezero Vrbenský, nebo jezero Matylda). V zrektivovaném území vznikly také vinice vinné révy, které se nacházejí na ploše s rozlohou okolo 30 ha. Od 80. let 20. století se réva vinná stala novodobě využívanou rekultivační plodinou. Má charakteristické vlastnosti, které jsou nenáročné na půdní podmínky a mají významnou schopnost zakořenění až do hloubky několika metrů (Město Most, ©2021).

Na upravenou výsypku byla navezena ornice v rozmezí 30 cm až 50 cm (se sazenicemi vysazenými ve sponu 1 m x 3 m po spádnicí). Jednotlivým vinicím v okolí statutárního města Most byla dána ženská jména Mariana, Libuše a po patronce horníků Barbora (České vinařství Chrámce, ©2021). Pro diplomovou práci bylo vybráno zájmové území výsypky Mariana, která vznikla na rozloze 10 ha v roce 1981. Na lokalitě byly vysazeny v roce 1981 odrůdy: Ryzlink rýnský, Svatovavřínecké a Zweigeltrebe. Po 30 letech se rozhodlo o obnově zastarávajících vinic. Modré odrůdy byly obměněny žádanějšími bílými odrůdami. Mezi lety 2012 a 2013 byla vinice Mariana vytlučena, v půdě byla provedena hluboká orba a na jaře roku 2014 byla na území vysazena odrůda Müller Thurgau a Tramín. O rok později byly meziřádky vinice zatravněny pro zmírnění eroze půdy a zvýšení stability, což lze vidět na obrázku č. 2. Horké léto roku 2015 způsobilo početný úhyn rostlinek až do míry 80 %, proto bylo během let 2016 až 2018 dosazováno velké množství sazenic, které přes velkou snahu nebylo úspěšné. Nové sazenice nemají dostatečně rozvinutý kořenový systém, proto si nejsou schopny při nízké vlhkosti půdy zajistit potřebné množství vody pro růst a z velké části hynou (České vinařství Chrámce, ©2021).

Obrázek 2: Zatravněná vinice Mariana, autor: Kamila Hüttnerová.



3.2. Popis přírodních charakteristik

3.2.1. Geologie a geomorfologie

Česká republika disponuje pestrou geologickou stavbou, kdy se na území republiky nachází většina významných typů nerudných i rudných ložisek (Ministerstvo životního prostředí, 2010). Geologická stavba severozápadních Čech je velice rozmanitá, v území se vyskytují sedimenty křídly a krystalinik, písky, jíly, hnědé uhlí a nadložní štěrk (Statutární město Ústí nad Labem, ©2021). Geologická stavba studijního území je řazena jako většina území České republiky do geologické oblasti Českého masivu, který se tvaroval do současné podoby posledních pět milionů let (Cháb, 2010). Tvárnost krajiny se vyvíjela zhruba jednu miliardu let, během které se vytvořily tři geomorfologické jednotky. Na jihu vzniklo České středohoří, na severu Krušné hory a uprostřed Mostecká pánev (Hurník, 2001).

Zájmová lokalita se nachází v geomorfologické jednotce Mostecká pánev, která se rozkládá na výměře 1 420 km², z toho je 850 km² uhlonosných. Spolu s Chebskou pánví patří do evropsky významných geologických struktur–oháreckého riftu. Náznakem vzniku riftu byla vrcholící sopečná činnost, která byla v dané oblasti zpozorována před cca 40–25 miliony let, po které následovala tektonická aktivita. Hlavní část vyplňování mostecké pánve usazeninami proběhla v období

od 21 do 16 milionů let. Písčité a jílovité usazeniny se do území dostaly pomocí řek z jihozápadních Čech. Hlavní uhelná sloj, nacházející se v Mostecké pánvi se vytvořila jako jedna z prvních vrstev, proto se nachází v hloubkách 50 m až 400 m (Severočeské doly, ©2021). Z hlediska geomorfologie se jedná o nevýraznou pahorkatinu s nepatrnou dynamikou reliéfu (Štýs et al., 2014). Z velké části je vyplněna miocenními písčito–jílovitými sladkovodními usazeninami a až 30 m hnědouhelnou slojí (Statutární město Ústí nad Labem, ©2021). Pro oblast Mostecké pánve je průměrná výška okolo 272,1 m n. m. Nejvyšší bod se nachází jižně od obce Libouchce ve výšce 450 m n. m. (Zaniklé krajiny, ©2022).

3.2.2. Hydrologie a Pedologie

Těžba hnědého uhlí v Mostecké pánvi zanechala výrazné změny na povrchu krajiny, které ovlivnily hydrologické poměry v území. V období před vznikem hlubinných a povrchových dolů byla hydrologická skladba pánve spleť s velkým výskytem podzemních vod, potoků, mokřadů, jezer nebo jezírek. V rámci těžební činnosti je zapotřebí stálé odčerpávání důlních vod, které krajinu vysušuje a tím snižuje hladinu podzemních vod. Pro zlepšení ekologické situace bude žádoucí, po ukončení těžebních činností, povrchové doly zaplnit vodou. Od tohoto kroku se očekává zvýšení návštěvnosti území. Těžba zde bude trvat do poloviny 21. století, kdy po jejím ukončení zůstanou terénní prohlubně o rozloze 3 mld. m³. Nové plochy se stanou zdrojem vody, která bude celorepublikově významná z hlediska rekreace a jako zdroj vody (současně se v České republice nachází cca 4 mld. m³ vody).

V Mostecké a Sokolovské pánvi jsou těžební lokality charakterizovány dlouhou časovou prodlevou, kdy se krajina vyskytuje bez vegetačního krytu. Tímto se těžební lokality odlišují od krajiny kulturní. Vývoj půd závisí na faktorech a činitelích, kterými jsou: voda, člověk, klima a způsob rekultivace v souvislosti s mateční horninou. V Mostecké pánvi vznikly nejkvalitnější půdy na hlinitých horninách sprašového původu a spraších. V oblasti Mostecké pánve převládají půdy středně těžké a těžké (Štýs, 2012).

3.2.3. Flora a Fauna

Nejteplejší zóny Mostecké pánve jsou řazeny do subacidofilních střeoevropských teplomilných dobrav. Další zóny spadají do sféry lipových dobrav a dubohabřin (Štýs et al., 2014). Z důvodu nedostatku lesních struktur a velkoplošné zdevastované krajiny je fauna v Mostecké pánvi ochuzena o početné výskyty živočichů. I přesto

se na území Mostecké pánve vyskytují nejrůznější druhy organismů. Například se zde nacházejí savci: prase divoké (*Sus scrofa*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), netopýr velký (*Myotis myotis*) nebo zajíc polní (*Lepus europaeus*). V území se nalézají izolované okrsky, kde se vyskytuje myšice malooká (*Apodemus uralensis*) (Culek et al., 2013).

Na výsypkách platí postupné osidlování zoocenózami, fytocenózami a mikrobiálními společenstvy. Pro výsypky nacházející se v Mostecké pánvi je typické, že rostlinná společenstva osidlují výsypky v posloupnosti, která na sebe navzájem navazuje. Mezi první obyvatelé výsypky patří jednoleté rostliny. Tyto rostliny celý cyklus od vyklíčení po uzrání semene zažívají během jednoho vegetačního období a nepříznivou dobu roku přetrvávají ve formě semen. V pozdějším stádiu osidlují výsypku dvouleté rostliny, dřeviny a vytrvalé rostliny (Štýs et al., 2014). Mnoho specifických a vzácných druhů se vyskytuje v lokalitě ihned po vzniku výsypky, což je typické pro bělořita šedého (*Oenanthe oenanthe*) a lindušku úhorní (*Anthus campestris*), při stádiu vyšší pokryvnosti vegetace hnízdí v území strnad zahradní (*Emberiza hortulana*) (Šťastný et al., 1994). Na malých částech území nedotčených těžební činností přežívají teplomilná společenstva, například měkkýši: suchomilka rýhovaná (*Helicopsis striata*) a trojzubka stepní (*Chondrula tridens*) nebo některé druhy hmyzu (Culek et al., 2013). Dle Hendrychové et al., (2009) bylo na Mostecké výsypce zjištěno, že lesní stanoviště po povrchové těžbě hnědého uhlí obývají nejpočetněji druhy: budníček menší (*Phylloscopus collybita*), pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*), krutihlav obecný (*Jynx torquilla*), lejsek černohlavý (*Ficedula hypoleuca*) a pěnice vlašská (*Sylvia nisoria*).

Mezi dominantní druhy vyskytující se v území ponechaném samovolné sukcesi po dobu delší než 20 let a více se řadí například pěnice vlašská (*Sylvia nisoria*). Mezi významná ornitologická místa se zařazují lokality s mělkou stojatou vodou, vznikající v propadlinách po hlubinné těžbě, nebo pod svahelem výsypky (Bárta et al., 1970). Z hlediska ornitologie jsou v Mostecké pánvi významné vodní plochy v zimním období a době tahu, kdy se na vodní ploše objevují: potáplice severní (*Gavia arctica*), potáplice lední (*Gavia immer*), morčáci velcí (*Mergus merganser*), morčáci bílí (*Mergellus albellus*) a raci chechtaví (*Chroicocephalus ridibundus*) (Bejček, 1974). Pro zachování početné populace ptactva na území Mostecké pánve je při rekultivaci důležité respektovat ekologická hlediska. U hydrických rekultivací je podstatné ponechat část břehů jako mělké mokřady pro hnízdění vodního ptactva.

Při rekultivačních pracích je vhodné nenásilně propojit rekultivovanou krajinu s okolním územím (Bejček et al., 2000).

V nejteplejších lokalitách Mostecké pánve se převážně vyskytují teplomilné mochnové doubravy, které jsou vhodné pro rekultivace sadů, nebo pro pastevní hospodářství. Půdy mochnové doubravy obsahují dostatečné množství živin, které je vhodné pro pěstování náročnějších plodin, například: chmele, slunečnice, nebo kukuřice. Mezi přirozenou vegetací patří velké množství exklávních prvků s reliktní povahou, obvykle kontinentálního ladění, mezi které je řazen: kavyl tenkolistý (*Stipa tirsia*), pelyněk pontický (*Artemisia pontica*), hadí mord nachový (*Scorzonera purpurea*), vlnice chlupatá (*Oxytropis pilosa*) nebo řebříček štetinovitý (*Achillea setacea*). Mezi druhy submediteránní se řadí například: hadí mordec dřipený (*Scorzonera laciniata*), tužanka tvrdá (*Sclerochloa dura*) nebo dub pýřitý (*Quercus pubescens*). Ve velmi malém rozsahu se v oblasti vyskytují subatlanské druhy, mezi které patří například nahoprutka písečná (*Teesdalia nudicaulis*) a paličkovec šedý (*Corynephorus canescens*). V Mosteckém regionu se vyskytuje cenný ekosystém borovice lesní (*Pinus sylvestris*), který se rozkládá na výměře okolo 100 ha. Mostecká pánev se odlišuje zvláště rozsáhlým ruderálním společenstvem, které osidluje antropogenně narušené stanoviště. Převážně se jedná o r–stratégy, kteří jsou velice schopní a přizpůsobiví na velkém množství stanovištích. Mezi r-stratégy vyskytující se v Mostecké pánvi patří například rody podbělu, lopuchu, nebo komonice (Culek et al., 2013).

3.2.4. Ochrana přírody

Účelem zákona České národní rady o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. je přispět k obnově a udržení přírodní rovnováhy v krajině a ochraně přírodních hodnot. Mostecký bioregion je výrazně antropogenně ovlivněným územím, přesto se v obci s rozšířenou působností Most, dále jen ORP Most nacházejí významné prvky. Na území se vyskytují maloplošné zvláště chráněné území: I) národní přírodní památka Jánský vrch, II) národní přírodní rezervace: Bořeň a Zlatník, III) přírodní památky: Velká Volavka, Chloumek, Kopitská výsypka a Lužické šipáky a IV) přírodní rezervace Milá a Písečný vrch. V rámci velkoplošných zvláště chráněných oblastí do území nezasahuje žádný národní park, pouze chráněná krajinná oblast České středohoří. Vyjma zvláště chráněných území jsou v území vyhlášené památné stromy, které tvoří významný krajinný prvek lokality. V ORP Most

se vyskytují památné stromy: borovice Schwerinova na Zahražanech, dub letní pod Ressellem, dub letní pod Lajsníkem, lipové stromořadí u Oblastního muzea v Mostě, dub u jezírka, hrušeň u Skršína, dub u muzea, lípa v Lužici, jírovec maďal u vily RICO, nebo dub v sadech a Lužické šipáky (AOPK ČR, ©2022). V ORP Most se vyskytují 4 evropsky významné lokality: Bořeň, vrch Milá, východní Krušnohoří a Kopistská výsypka, které patří mezi typ chráněného území v rámci soustavy Natura 2000. V rámci územního systému ekologické stability sousedí Čepirožská výsypka s regionálním biocentrem Rýzel. Východně od Čepirožské výsypky se nachází osa regionálního biokoridoru Rýzel–luční potok (AOPK ČR, ©2022).

3.2.5. Klimatické podmínky

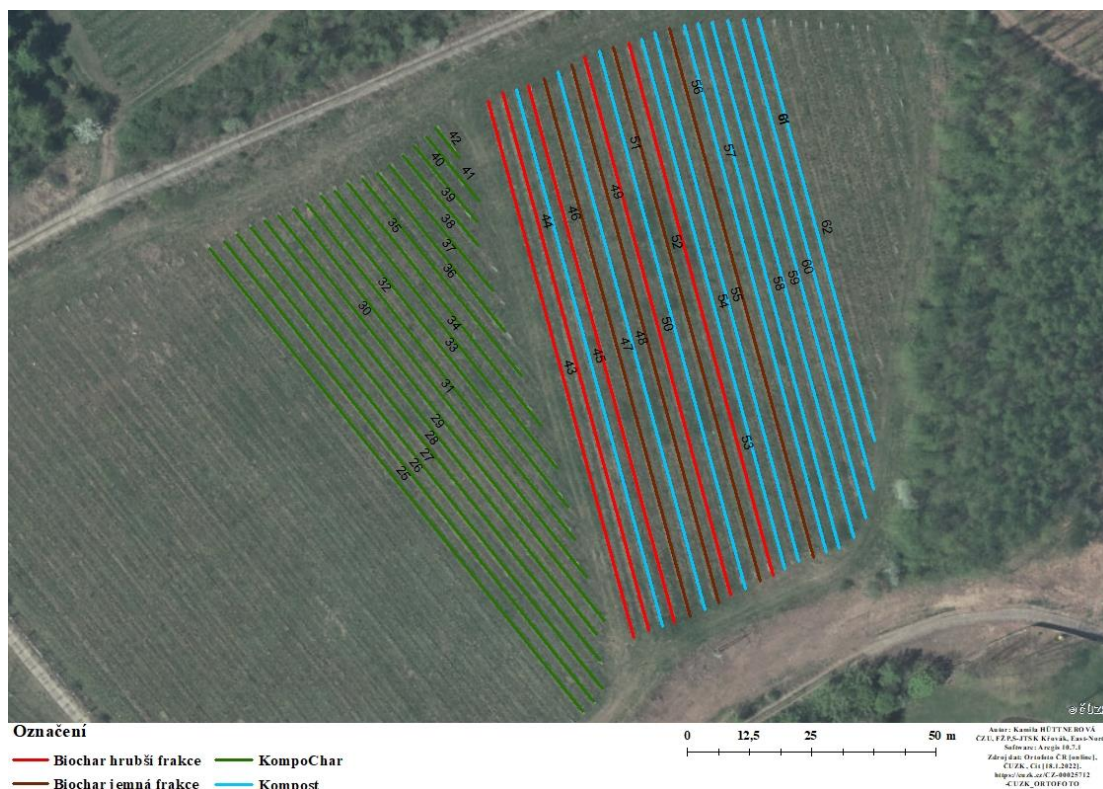
Klimatické podmínky jsou dány nadmořskou výškou, charakterem povrchu, členitostí a expozicí v souvislosti s převládajícím prouděním větru a srážkami (Štýs et al., 2014). Mostecká pánev spadá do teplé klimatické oblasti do výšky 300 m n. m. (Bejček, 2003). Zájmové území patří dle Quitta (1971) do teplé klimatické oblasti T2, která je typická krátkým mírně teplým až teplým jarem. Dlouhým suchým létem, krátkým teplým podzimem a krátkou suchou zimou, která je mírná s malou nebo nestálou sněhovou pokrývkou, nebo mlhavá. Teplá klimatická oblast T2 se kromě Mostecké pánve vyskytuje v Poohří, Polabí a na Žatecku (Quitt, 1971).

Srážky v oblasti jsou velice proměnlivé, závisí na členitosti terénu a nadmořské výšce v souvislosti s prouděním západních větrů. Vliv má i srážkový stín Krušných hor, který má za důsledek teplé klima s drobným množstvím srážek. Průměrně roční úhrny v zájmovém území kolísají v rozmezí 450 mm až 600 mm srážek. Například v Sokolovské a Chebské pánvi se průměrné roční úhrny pohybují v rozmezí 600 mm až 700 mm srážek. Průměrné roční teploty kolísají v rozmezí mezi 8 °C až 9 °C. V území převládají větry západního kvadrantu severozápadní až jihozápadní. Povrch výsypek je tvořen zeminami, které byly přesunuty z nadloží uhelných slojí. Pánevní úsek Mostecké pánve kromě horské části patří do oblasti s podprůměrnými srážkami a průměrnými teplotami (Štýs et al., 2014).

Extrémní vlastnosti výsypkových substrátů může značně ovlivnit regionální klima. Skladba rostlinných druhů u výsypek vlhčích a studenějších vyskytujících se v Sokolovské pánvi je rozdílná než v pánvi Mostecké, kde je klima teplejší. Vyšší výdej vody a teplotní extrémy přispívají k řídkému bylinnému pokryvu v období prvních 10 let od nasypání výsypky (Šefl et al., 2021).

Celkové počty jednotlivých substrátů se rozlišují nepatrně z důvodu zahrnutí vždy celých řad do hodnocení. Účelem aplikace směsi biouhlu a kompoCharu bylo zjištění zvýšení retenční schopnosti půdy a vyhodnocení ujmavosti nově zasazených rostlin v porovnání s běžně používaným kompostem. Během aplikace organické hmoty směsi biouhlu, kompostu a kompoCharu byly použity nástroje, které jsou běžně používány (lopata, krumpáč atd.).

Obrázek 4: Označení řad vinice Mariana, autor: Kamila Hüttnerová.



U vybraných sazenic byly instalovány v roce 2020 kontinuálně měřící sondy, které byly umístěny ve čtyřech různých pozicích vůči svahu: v dolní části řady, v 1/4, uprostřed a v horní části řady. Dohromady bylo rozmístěno osm sond ve studijním území A, a to vždy ve dvojicích paralelně do řad: 45 s kompostem a 46 se směsí biouhlu a kompostu (viz obrázek č.5). Sondy byly umístěny do stejné hloubky 30 cm, tak aby bylo zaručeno reprezentativní měření v půdě s intenzivním výskytem kořenového vlášení. Těchto osm kontinuálně měřících sond zaznamenává teplotu půdy a potenciál půdní vody. Pro vizualizaci a interpretaci dat byla použita webová aplikace AgriClima, která zobrazuje naměřená data z jednotlivých kontinuálně měřících sond.

Obrázek 5: Paralelní umístění kontinuálně měřících sond v řadě 45 a 46, autor Kamila Hüttnerová.



V roce 2021 byly ve studijní území B rozmístěny vlhkoměrné kontinuálně měřící sondy, které zaznamenávají objemovou vlhkost půdy v úrovni kořenů sazenic. Tyto sondy byly rozloženy do řad: 31, 28 a 27, kde byl přidán do půdy kompoChar. Sondy byly rozmístěny v úrovni dolní, střední i horní části vinice. V příloze č.1 lze vidět rozmístění sond s označením řady a číselným umístěním. V polovině měsíce července roku 2021 byla přidána do zájmového území profilová sonda Sentek, která zjišťuje vlhkost v jednotlivých úrovních hloubky (viz obrázek č.6). Tato sonda měří vlhkost na dně jamky, v ornici a v úrovni kompoCharu. Nachází se v řadě 32 s číselným označením 0044919, kde byl do půdy přidán kompoChar.

Obrázek 6: Profilová kontinuálně měřící sonda Sentek, autor Kamila Hüttnerová.



K řízení a komunikaci byly použity telemetrické stanice AgroNode, které jsou v modifikaci se solárním panelem a interním akumulátorem. Přenos dat zajišťuje jednotka AgroNode (viz obrázek č.7), která umožňuje jednoduchou instalaci senzorů v oblastech bez pokrytí signálu bez nutnosti budování vlastní sítě.

Obrázek 7: Autonomní telemetrické stanice Agronode na vinici Mariana, autor: Kamila Hüttnerová.



Na následujícím obrázku č.8 je uprostřed řady č. 46 v právě části zájmového území vinice umístěna meteorologická stanice, která zaznamenává stav lokálních podmínek.

Obrázek 8: Meteorologická stanice uprostřed vinice Mariana, autor: Kamila Hüttnerová.



V rámci kontroly 30. června byly umístěny do země tři hloubkové vlhkoměrné sondy měřící vlhkost. Na obrázku č. 9 je zobrazeno umístění jedné z půdních sond. Na obrázku č.10 lze vidět finálně připravenou půdní sondu, která je nachystána pro měření objemové vlhkosti půdy v hloubce 10 cm a 50 cm. Za účelem získání přehledu o nejhodnější organické hmotě byly sondy rozmístěny do řad s rozdílnými substráty (směs biouhlu, kompoChar, kompost). Měření bylo provedeno manuálně při pravidelných návštěvách vinice, zasunutím tyčové sondy do zakopané duté chráničky. Experiment hodnotí vliv klimatických změn na vinici Mariana a současně se zabývá aplikací směsi biocharu a kompoCharu do půd s cílem zmírnění dopadů změn a zvýšení, či stabilizování výnosu na vinici.

Obrázek 9: Půdní sonda, autor: Kamila Hüttnerová.



Obrázek 10: Připravená půdní sonda pro měření ambulantní vlhkostní sondou, autor: Kamila Hüttnerová.



4. Literární rešerše

4.1. Krajina

Velké množství definic krajiny od rozsáhlého počtu autorů je důkazem, že na první pohled srozumitelný pojem, nemusí být vždy jednoznačně definován. Díky velké rozmanitosti nelze určit pouze jednu definici, která by obsahovala všechny důležité prvky. Na krajinu lze nahlížet a definovat ji několika různými způsoby. Jinak nahlíží na krajinu neodborná veřejnost, která má svou rozsáhlou škálu podob, nebo odborně vzdělaní lidé. V rámci odborného pojetí krajiny, lze jiné způsoby vnímání upozorovat u legislativy, historie, nebo ekologie (Sklenička, 2003). Legislativní pohled na krajinu je ukotven v platném zákoně České národní rady o ochraně přírody a krajiny: „*Krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořena souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky*“ (§ 3 odst. písm. m, zák. č. 114/1992 Sb.). Ekologické pojetí krajiny chápe Forman a Godron (1986) jako pestré území zemského povrchu, které se skládá ze sbírky vzájemně se ovlivňujících a doplňujících ekosystémů, které se v určitém úseku povrchu v obdobných formách opakuje. Historie hledí na krajinu jako na území, které se po dané období vyvíjelo geopoliticky, hospodářsky a kulturně v souvislosti s přírodními podmínkami a zeměpisnou polohou. Každá definice krajiny vyhovuje lépe, či méně pro daný účel, proto nelze určit jednu definici, která by vyhovovala perfektně pro všechny oblasti (Sklenička, 2003). Krajina je živou soustavou, která má svou dynamiku projevující se geologickými procesy, jež svými cykly a trváním přesahují život jedné i více lidských generací. Na krajinu a její dynamiku lze nahlížet jako na celek, kterého jsou generace lidí účastníky, na jež působí vlastním jednáním. Člověk z jedné strany pohledu krajinu přetváří (například při stavbě silnic, dálnic, železnic, nebo při těžbě hnědého uhlí). Z druhé strany pohledu krajina funguje jako jistý samoregulační systém, jenž směřuje k rovnovážnému stavu a má svůj vlastní zcela určitý systém řízení, který člověk do jisté míry narušit nedokáže (Sádlo, 1994).

Paměť krajiny znamená schopnost disponovat svými tradičními strukturami a zároveň se dokázat přizpůsobit. Paměť jak lidská, tak krajinná dokáže uchovat částečně i některé krajinné atributy, taktéž je schopna regenerovat do jisté míry původní stav, záleží, do jaké míry byla postihnutá (Sádlo, 1994). Pokud krajinu zasáhne významný prvek, který antropogenním působením dokáže odstranit i historicky trvalé charakteristiky krajiny (např. reliéf), dá se mluvit o ztrátě paměti. O ztrátě paměti lze

z určitého pohledu hovořit i u pánevních oblastí devastovaných povrchovou těžbou. Je-li paměť, existuje i možnost její ztráty. V malém měřítku je tato ztráta možná k vidění na území Mostecka, kde bývala dříve stará zemědělská krajina je dnes shluk mrtvé zeminy výsypek, čekající na obnovu v rámci rekultivací. Krajina potřebuje určitý čas, aby se zvládla vypořádat se zásahy jak antropogenními, tak přírodními (Sklenička, 2003).

4.1.1. Proměny krajiny

V rámci proměn v krajině lze procesy rozdělit na tři základní: dlouhodobý, střednědobý a krátkodobý. Dlouhodobý proces lze přirovnat k vývoji hory, která se vytváří v řádu milionů let a je tvořena pouze přírodou. Střednědobý proces může být přirovnán například k růstu a vývoji lesa, který trvá několik desítek let, popřípadě i stovek let. Na rozdíl od dlouhodobého procesu, který je zcela bez zásahu člověka, u střednědobého do určité míry člověk zasahuje, například u umělé výsadby lesa. U krátkodobého procesu je podstatný zásah člověka, kdy růst objektů může dosahovat závratných rychlostí (např. růst měst, průmyslových zón). Lze spekulovat, zda takováto krajina patří do kulturní krajiny. Z důvodu toho, že krátkodobý proces nastává v krajině a přeměňuje ji, bude patřit do typu kulturní krajiny. Jen to není tak malebné území, ale lokalita k lidskému užítku (Sádlo, 1994).

V české krajině již neexistuje žádné místo (ekosystém), které by nebylo antropogenně ovlivněno. Krajina přírodní vytvářena přírodními, krajinoformujícími procesy bez vlivu člověka nebo jen s minimálním zásahem přetrvávala až do neolitu, než byla přetvářena pro zemědělské účely (Manych, 1988). S přechodem k zemědělství se změnil charakter osídlení, začaly se budovat první stálá sídla, což mělo za důsledek prvotní zrod změn v krajině (odlesňování, obdělávání půdy v okolí sídel). Další významný zlom nastal v době bronzové, kdy se přetvořil vztah krajiny a člověka. Zemědělské půdy byly rozšiřovány na úkor lesa, též se rozšiřovaly osady až do podhorských oblastí. S rozvojem metalurgie začal člověk získávat nerostné suroviny, které poté prodával. Pro obchodní potřebu vytvořil cestní síť, které protkaly krajinu. Na začátku 13. století lze spatřit již rozvinutou cestní síť, která narušuje lesní celistvost (Klápště, J., 1994). V moderní historii české krajiny se odráží nejvýrazněji průmyslová revoluce a industrializace. Od neolitu se již změnil charakter české krajiny z přírodní na kulturní, která je kombinací kultury a přírody. Nejvýraznějšími důvody, které

přeměnily přírodní krajinu na kulturní jsou především zemědělství, lesnictví, těžba nerostných surovin a průmysl (Sklenička, 2003).

Důsledkem ekonomického rozvoje jsou kladeny ve všech vyspělých státech početné nároky na spotřebu surovin a energie. Získávání a zpracovávání nerostných surovin má stále ve velké míře podíl na znečišťování přírodního prostředí. Těžba odebírá plochy z lesního i zemědělského půdního fondu (Jonáš, 1986). Nejvíce negativně zasažené jsou lokality, kde probíhá nebo probíhala těžba černého a hnědého uhlí. Již před necelými 30 lety bylo zdevastováno více než 30 000 ha pozemků. K záporným prvkům těžby uhlí, rudných i nerudných surovin patří také vlivy doprovázející průmysl, který je vázaný na energetický a surovinový zdroj. Česká republika má pestrou geologickou skladbu, čemu odpovídá i množství ložisek nerostných surovin. Mezi dvě nejvýznamnější hnědouhelné a lignitové pánve České republiky patří Severočeská hnědouhelná pánev a Sokolovská hnědouhelná pánev. Těžba lignitu je realizována hlubinným způsobem, přičemž těžba hnědého uhlí je hlavně uskutečňována povrchovými postupy. Krajinný ráz v oblasti Krušných hor Ústeckého kraje, kde se nacházejí Severočeská hnědouhelná pánev a Sokolovská hnědouhelná pánev, se výrazně proměnil hlavně během 20. a 21. století (Lhotský, 1994). Severočeská hnědouhelná pánev byla díky velkému nerostnému bohatství předurčena, že se stane významnou lokalitou pro těžbu (Bejček, 2003).

Kromě kladného ekonomického zisku z těžby převažují v těžebním území závažné záporné následky, které se projevují omezením retenční schopnosti krajiny, ztrátou půdního krytu, habitatu, znehodnocením estetické a hygienické hodnoty a produktivity krajiny. Zvláště při těžbě uhlí dochází k úbytku půdy, kdy se rozrušuje půdní profil (Lhotský, 1994). Těžba nerostných surovin způsobuje nevratné úpravy krajiny, odstraňuje vegetaci a půdní kryt, kdy dochází k náhlé, nebo postupné ztrátě biotopů. Na druhou stranu vytváří po revitalizaci nová místa v krajině (například skalní stěny, sutě, nebo vodní plochy). Tyto plochy jsou často v kontrastu s okolní krajinou (Chupman T., 2015).

Posledních pár desítek let se změnil trend přeměny umělé krajiny k lepšímu, kdy po roce 1989 zásluhou privatizace, pozemkových úprav, územního plánování, nebo krajino tvorných procesů, či rekultivačních prací začaly lokality vzkvétat. Místa, která celá generace obyvatel odvrhla a přestala je navštěvovat, znovu nacházejí zalíbení (Štýs, 2012). Česká krajina utrpěla mnoho zásadních věcí, jak úmyslných,

tak těch, které zprvu vypadaly jako správné, ale časem se poukázalo, že byly nesprávné. Vzácným věcným podkladem a zdrojem poznání pro účely vrácení k původnímu stavu je paměť krajiny. V případě vytváření zcela nové krajiny nelze opomínat na její historický vývoj (Sklenička, 2003).

4.1.2. Vliv těžby na krajinu

Těžba a následné využití uhlí má a mělo vždy významný vliv na krajinu. Povrchová těžba uhlí směřuje k velké míře ekologických poruch a problémů. Krajinná ekologická síť udržuje ekologickou rovnováhu v prostředí, ochraňuje biodiverzitu a předchází znečištění v krajině, která při narušení ztrácí schopnost svou úlohu plnit (Wu et al., 2021). Velká část nerostných surovin je zařazena do vyčerpateľných přírodních zdrojů, které není možné v současné době v takovém rozsahu a kvalitě uchovat. Spolu s těžbou nerostných surovin probíhá deformace reliéfu (Vráblíková et al., 2014). V České republice má těžba nerostných surovin tradici již v řádu staletí. Produkty získávané z těžby nerostných surovin jsou důležité nejen pro průmyslové odvětví ve formě vstupních surovin, ale také pro energetické využití (spalování) (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2019). S rozvojem mechanizace a technologie se zvyšuje ještě více poptávka po surovinách, které jsou pořád závislé na těžbě energetických surovin.

Doprovodným jevem těžby jsou technogenní přeměny krajiny, kdy dochází k narušení přírodních prvků v krajině v prostoru litosféry, troposféry, hydrosféry, biosféry a pedosféry. Současně s proměnou struktury krajiny dochází i ke změnám funkčním v ekologické a sociálně–ekonomické sféře. Mezi nejdůležitější negativní vlivy, které narušují horninové prostředí při těžbě hnědého, nebo černého uhlí jsou: a) vznik trhlin v zemském povrchu, b) změny vlastností půd, c) poklesy povrchu, d) trvalý zábor zemědělské půdy, e) změny reliéfu krajiny. Ve vážných případech mohou v území vznikat propady, které negativně ovlivňují strukturu krajiny. V krajině se dají zpozorovat i pozitivní prvky, které v rámci rekultivačních prací vznikají, například rekreační areály, vodní plochy, nebo lokality s vyšší biodiverzitou, významné krajinné prvky, nebo se mohou vytvořit významné zdroje pitné vody (Štýs et al., 2014). V rámci celé České republiky je nejvíce zasaženou antropogenní oblastí Podkrušnohorská oblast, do které patří Severočeská hnědouhelná pánev. Ta je s výměrou 140 000 ha nejrozsáhlejší hnědouhelnou pávní v celé České republice.

Těžba uhlí ovlivnila nejvýrazněji okresy Ústí nad Labem, Sokolov, Teplice, Chomutov a Most (Vráblíková et al., 2014). Tabulka č.1 vyobrazuje hlavní vlivy těžby na krajinu.

Tabulka 1: Vliv těžby na krajinu (Vráblíková et al., 2014).

<i>Jak zasahuje těžba do krajiny</i>	
<i>Proměny krajiny</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Vznik nového reliéfu</i> ▪ <i>Změna stratigrafických poměrů</i> ▪ <i>Narušení hydrogeologických poměrů</i> ▪ <i>Devastace pedosféry – orniční a podorniční vrstvy</i> ▪ <i>Ovlivnění atmosféry, mikroklimatu a kvality ovzduší</i> ▪ <i>Narušení biosféry (fytocenóz, zoocenóz a mikrobiálních cenóz)</i>
<i>Recentní útvary</i>	<p><i>Po těžbě zůstávají:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Zbytkové jámy</i> ▪ <i>Výsypky</i> <p><i>Charakteristika recentních útvarů:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Ekologicky extrémní</i> ▪ <i>Nestabilní a neproduktivní ekosystémy</i>

Území Mostecká je silně ovlivněno antropogenní krajinou, hlavně v důsledku důlních činností. Na mnoha místech nejen v Mostecku, ale v celé České republice dochází k útlumu těžby, což má pozitivní vliv na přírodní prostředí, ekonomické a sociální složky v území. Po částečném útlumu těžby na Mostecku, je potřeba odstranit sociální problémy, restruktulizovat ekonomiku, vyvážit podmínky pro udržitelný rozvoj a zahájit rekultivační práce (Zubíček, © 2021). Těžba nerostů, která zásadně ovlivňuje krajinu, postihuje 1 % povrchu země na celém světě. Dobývacích prostorů v České republice bylo v roce 1993 okolo 1 148 na celkové ploše 2 161 km². V roce 2015 se čísla snížila na počet 976 dobývacích míst s celkovou rozlohou 1 296 km². Podle nejnovějších údajů ke dni 1.10.2021 probíhá těžba nerostných surovin na ploše 1 097 km² (ČSÚ, ©2021).

Odstraňování škod po těžbě je světovým problémem, na který se všechny vyspělé země zaměřují a dávají mu značnou váhu důležitosti. Vyspělé státy ukládají v rámci legislativních dokumentů povinnost rekultivovat poškozené plochy v rámci jejich působnosti. Česká legislativa má tuto část ukotvenou v § 31 zákona č.44/1988 Sb. Povinnost rekultivovat začala být potřebná, když negativní činnosti vedly k poškozování půd, které jsou hlavním potřebným prostředkem pro výrobu potravin k obživě lidstva (Lhotský, 1994). Od roku 1993 začaly být povinně vytvářeny finanční rezervy těžebními organizacemi na sanaci, důlní škody a rekultivaci pozemků, které byly poznamenány hornickou činností. V rámci § 37a zákona č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství je těžební organizace povinna zajistit sanaci

a rekultivaci všech pozemků dotčených těžbou. Tento zákon ukládá povinnost těžební organizaci vkládat peněžní prostředky na zvláštní účet. Žádosti o čerpání finančních rezerv posuzuje obvodní báňský úřad. Sanací se pro účely tohoto zákona rozumí uvedení území dotčeného vlivy hornické činnosti do stabilního a bezpečného stavu. Součástí sanace je technická likvidace dolu nebo lomu. Sanace pozemků uvolněných v průběhu dobývání se provádí podle plánu otvírky, přípravy a dobývání (zákon č. 44/1988 Sb.). Česká republika uplatňuje specifické rekultivačně technologické postupy vzhledem ke geologickým, klimatickým, hospodářským, společenským a půdním podmínkám v dané lokalitě. Postupy pomáhají urychlit zdevastované plochy do produkčního procesu a obnovit prostředí v lokalitě (Smolík et. Dirner, 2009).

4.2. Historie těžby na Mostecku

Začátek dobývání uhlí v Podkrušnohorské oblasti je datován na konec středověku. Nejstarší písemně dochovaná zmínka pochází z roku 1403, kdy 16.5.1403 prodal místní měšťan svoji část uhelného dolu v obci Krigvald skupině horníků. Tato událost byla zapsána duchovním kronikářem do městské knihy o prodeji. Uhlí v tomto období bylo bráno jako surovina pro výrobu kamence a chemických látek, nikoliv jako palivo. Druhá písemná zmínka pochází z roku 1550, kdy královský hejtman Bohuslav Felix Hasištejnský z Lobkovic oznámil arcivévodovi Ferdinandovi, že plánuje vybudovat důl na kamenné uhlí (Štýs, Helešicová, 1992). Zpočátku bylo dobývání prováděno z velké části povrchovou metodou, později hlubinnou (pomocí štol, nebo nehlubokých dolů). Těžba uhlí probíhala jednoduchým způsobem s výnosností okolo 15 % maximálně 20 % z celkové těžby. Urychlení dopravy hnědého uhlí napomohlo roku 1830 k využití lodní dopravy po Labi do Německa, následné otevření úseku Praha–Podmokly a jeho napojení na trať Drážďany–Hřensko. V roce 1867 byly železniční stanice propojeny s prvními doly, čímž se zvýšila těžba a následný odbyt hnědého uhlí na jeden milion tun za rok. O 12 let později dosáhla těžba více než pětinasobku oproti roku 1867 (Podkrušnohorské technické muzeum, ©2021).

Během 70. let 19. století vznikly těžební společnosti, například Severočeské uhelná společnost, Mostecká společnost pro dobývání uhlí, Těžařovo Lomské uhelné doly a Státní doly. Na přelomu 19. století a 20. století existovalo na území severozápadních Čech několik desítek hlubinných dolů a první povrchové doly. Druhá světová válka zapříčinila změnu ve vedení Severočeské uhelné společnosti, kdy těžbu převzala

Sudetoněmecká důlní akciová společnost, kterou kontroloval německý stát. Na území Severočeské hnědouhelné pánve se během roku 1945 vyskytovalo 34 hlubinných a 24 povrchových dolů. V roce 1945 díky dekretu prezidenta republiky č. 100/1945 Sb. o znárodnění dolů a některých průmyslových podniků byly po válce důlní podniky znárodněny a začleněny do po národního podniku Severočeské hnědouhelné doly (IUHLI, ©2016). Po druhé světové válce na základě mezinárodních dohod byla velká část německého obyvatelstva odstěhována. Nově území osídlili obyvatelé z vnitrozemí a ze Slovenska. Do pohraničí přišlo mnoho mladých obyvatel, kteří vytvořili mladší věkovou strukturu obyvatelstva. Rozvojem pro těžební a zpracovatelský průmysl se staly velké zásoby hnědého uhlí v území, které ovlivnily ekonomický profil lokality (Štýs et al., 2014). Během poloviny 50. let 19. století bylo v rámci podniku Severočeského hnědouhelného dolu v provozu zhruba 60 hnědouhelných lomů s celkovou těžbou 37,6 milionů tun za rok (IUHLI, ©2016). V roce 1970 dosáhl Severočeský kraj 70,4 % celkové těžby hnědého uhlí v rámci celé tehdejší Československé socialistické republiky, taktéž zabezpečoval 32,7 % celostátní výroby energetiky. Severočeský kraj se s dnešním Ústeckým krajem územně rozlišuje v rámci rozlohy území. Jelikož těžba hnědého uhlí byla v tehdejších Severočeském kraji soustředěna především do lokality dnešní Severočeské hnědouhelné a Sokolovské pánve, minimálně co do množství lokalit na území dnešní Slovenské republiky, lze čísla informativně používat pro přehled těžby během poloviny 19. století (Štýs et al., 2014). Výše těžby v roce 1970 dosahovala v Severočeském hnědouhelném podniku 60 milionů tun ročně, povrchové lomy byly rozšiřovány na úkor hlubinných, kdy se jejich počet snížil na 12. V polovině 80. let bylo vydolováno skoro 75 milionů tun za rok. Těžba hnědého uhlí probíhala kromě Mostecké pánve také v Sokolovské a Chebské podkrušnohorské pánvi, v menší míře také na Liberecku a Hodonínsku. Poslední hlubinný hnědouhelný důl na severu Čech (důl Centrum) ukončil svou činnost roku 2016 (IUHLI, ©2016).

4.3. Rekultivace krajiny

Rekultivace zdevastovaných ploch, odvalů, výsypek a odkališť patří mezi konkrétní projev péče o krajinu. Tento proces je dlouhotrvající, odpovídá nejnovějším vědeckým poznatkům a snaží se aplikovat vhodné technologické postupy (Lhotský, 1994). Principem rekultivace je obnova neboli vytvoření kultur, zemědělských pozemků, vodních a lesních ploch. Obnova má snahu zahladit stopy po antropogenní činnosti

a vytvořit stabilitu v území. Cílem rekultivace je obnova krajiny, takovým způsobem, aby byla produkční, ekologicky stabilní a využitelná pro nadcházející rozvoj území (Štýs et. Helešicová, 1992). V rámci rekultivace není smyslem dospět k původním funkcím a sktraktuře krajiny. Princip stojí na vytvoření nové struktury a funkcí krajiny, tak aby bylo docíleno estetickému a ekologickému vyvážení. Nejčastější příčinou v České republice je narušení krajiny těžbou nerostných surovin, proto je největší podíl rekultivovaných ploch následkem těžby uhlí, které zasáhlo nejvýrazněji oblast v Ústeckém a Karlovarském kraji (Kunc, 2016). Mezi lety 1950 až 2008 bylo v Severočeském hnědouhelném revíru dokončeno 5 670 ha lesnických rekultivací (48,6 %), 3 504 ha zemědělských rekultivací (29,8 %), 320 ha hydrických (2,6 %) a 2 462 ha (21 %) ostatních rekultivací. Nejmenší podíl z celkového počtu rekultivací zaznamenala hydrická rekultivace, která v současné době představuje daleko větší podíl z celkové rekultivace (Vráblíková, 2010).

Rekultivace dotčených lokalit lze brát jako řízený proces obnovy, který zahrnuje rekultivace, revitalizace a resocializace. Rekultivace dotčeného území směřuje k obnovení funkcí a produkčních vlastností v antropogenně ovlivněné krajině. Zahrnuje práce jak biologického, tak technického charakteru. Technologie rekultivace je velmi rozmanitá, vychází z charakteru pozměněné lokality a musí také odpovídat plánu, který byl vytvořen při otevření dolu, který je postupem času aktualizován. Při realizaci je upravováno území tak aby bylo docíleno nejlepších podmínek ve prospěch požadovaného rekultivačního cíle. Během těžby je kladen důraz na vhodně umístěné místo výsypek, tak aby byla místa v souladu s následnou rekultivací (Bejček, 2003). Mezi činnosti technického charakteru lze zařadit hydrotechnická opatření, případně terénní úpravy. Biologické činnosti obnovy jsou například lesní výsadba, výsadba vinné révy, pěstební péče (Vráblíková, 2010).

Rekultivovanou plochu lze uchopit podle vztahu k okolní krajině, zda rekultivovaná plocha má splynout s okolím, či má vyniknout vůči okolí (Sklenička, 2003). Výskyt přírodních a přírodě blízkých ekosystémů v lokalitách po těžbě nerostných surovin zvyšuje ekologickou stabilitu v dotčené krajině. Při těchto podmínkách dokáže prostředí poskytovat stabilnější podmínky pro život a kvalitnější přístup ke zdroji látek a energii (Gremlica et al., 2011).

4.3.1. Historie rekultivace na Mostecku

Nejstarší písemně doložená zmínka o rekultivaci pochází z roku 1892, kdy byla Říšské radě představena osnova zákona o povinnosti rekultivovat dotčené území, která nebyla v této době přijata. Bylo zřejmé, že velká míra rozsahu devastace donutí obyvatele přijmout některá opatření. O 14 let později rozhodla Vídeň o vytvoření rekultivační pobočky v Duchcově (město v severních Čechách v okrese Teplice), kde byl rozsah těžby největší a tím i nejrozsáhlejší devastace krajiny. Tato pobočka pracovala na prvních rekultivačních pracích v území, které nebyly v této době povinné a ukotvené v žádném zákoně. O povinnosti rekultivovat se začalo snažit až v roce 1938 Ministerstvo zemědělství, které opět nepřineslo výsledný úspěch. V roce 1954 byl vytvořen Obecný horní zákon, který napomohl ke zmírnění devastace krajiny v rámci hlubinné a v pozdějším období i povrchové těžby hnědého uhlí. Tento zákon povoloval vyšší míru a intenzitu těžby hnědého uhlí, což přispělo k rozsáhlejší devastaci krajiny a nesouhlasu místních sedláků, kteří přicházeli o půdu a tím i potraviny z ní vypěstované. O tři roky později byl vytvořen nový zákon č. 41/1957 Sb. o využití nerostného bohatství (horní zákon), který ukládal všem zestátněným těžebním společnostem rekultivovat těžbou narušené pozemky. Až od roku 1998 byly formovány dlouholeté koncepční plány tzv. General rekultivaci, které pracovaly s obnovou větších krajinných ploch. Tyto plány byly ve své době velice unikátní, inspirativní a vytvářeli předpoklady pro následnou rekultivaci, která byla zásadní pro záchranu ornice a nadzemních úrodných zemin (Štýs, 2012).

4.3.2. Způsoby rekultivace

Volba vhodného způsobu rekultivace je důležitým krokem, který bude ovlivňovat lokalitu rekultivovaného území a jeho okolí. Rekultivační a projektové práce jsou stanoveny podle typu a míry degradace lokality. Dle typu devastace je určeno, jak bude dotčená plocha využita (Smolík et. Dirner, 2009). V odborných publikacích se uvádí čtyři základní druhy rekultivací, rozdělené podle způsobu cílového využívání lokality: I) rekultivace zemědělská, II) lesnická rekultivace, III) vodní rekultivace a IV) ostatní rekultivace.

I) Zemědělská rekultivace je záležitostí, která je finančně i technicky náročnou po stránce přípravy výsypky (výběr kvalitních zemin). Pokud byly plochy odebrány ze zemědělského půdního fondu s cílem v Plánu rekultivace území dotčeného těžbou zemědělské využívání, tak po ukončení technické úpravy následuje zemědělská

rekultivace. Provedení rekultivace musí brát zřetel na ustanovení zákona č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu. Postup u zemědělského způsobu rekultivace je dán podle požadovaného výsledku (orná půda, vinice, sady, trvalé travní porosty). Osevní postupy jsou realizovány v období mezi 2-6 lety, kdy obvyklý způsob spočívá v dovezení a rozprostření organické hmoty na lokalitu. Následuje orba, vláčení, smykování, sadba přípravných plodin (zaorání jich), hnojení a v poslední části pěstování konečných (cílových) plodin. Pro zemědělskou rekultivaci jsou nejvíce vhodné ucelené, rovné plochy případně mírné svahy. Plochy musí být pečlivě vybrány tak aby respektovali půdně ekologické a produkční prvky. Zemědělská rekultivace může být dělena na dva základní technologické postupy: přímý a nepřímý. Postup přímý je takový, kdy se povrch ornice nepřekrývá a přímo se do něj seje. U nepřímé technologie se výsypkový povrch překrývá ornici, kdy optimální převrstvení je okolo 50 cm. Při navrhování obsáhlých zemědělských rekultivací je potřeba se zamyslet, zda v České republice v době radikálních přeměn sociálně ekonomické struktury je potřebné, aby vznikali nové zemědělské plochy, když v rámci klesající tendence o zaměstnání v primárním sektoru nevypadá, že by v následujících letech chtěl někdo plochy obhospodařovat. Přeměny sociálně ekonomické struktury jsou charakterizovány přemístěním pracovních sil z primárního sektoru (lesnictví, zemědělství, rybolov) do sekundárního sektoru (průmysl), v současné době primárně do terciálního sektoru (obchod, služby, doprava, komunikace, zdravotnictví, vzdělávání). Z dlouhodobého pohledu je dobré počítat s faktem, že v důsledku navyšování cen pohonných hmot dojde k nárůstu cen za dopravu a potraviny. Z hlediska potravinové bezpečnosti je dobré na místech, které jsou po antropogenní činnosti vhodné pro zemědělské účely uskutečnit zemědělskou rekultivaci. V současné době modernizace není kladen takový důraz na množství zaměstnanců v primárním sektoru jako dříve a více využívá moderní technologie (Gremlica et al., 2011).

II) Lesnická rekultivace je druhým dominantním typem. Lesnickou rekultivací se myslí především založení nových lesních porostů, mezi které náleží lesoparky, doprovodná zeleň, nebo parky (Bejček, 2003). Lesnická rekultivace výsypek se rozlišuje od zalesňování zemědělské a lesní půdy. Při lesnické rekultivaci výsypky působí na tento typ rekultivace ekologické faktory, například absence vyvinutého organominerálního a organického půdního horizontu. V případě přítomnosti dokáže půdní horizont částečně tlumit nepříhodné chemické a fyzikální vlastnosti substrátu

(Šefl et al., 2021). K lesnické rekultivaci výsypek jsou používány sazenice, které jsou zdravé a silné (Bejček, 2003). Šefl et al., (2021) uvádí mezi vhodné sazenice dub, lípu a habr. V souvislosti s nestálou půdní strukturou výsypkového substrátu se pohybuje v lokalitě různá hloubka prokořenění v rozmezí 20 cm až 40 cm. Podle míry aktuálnosti a naléhavosti se přistupuje k rozdílné intenzitě rekultivace od řízené sukcesí po standartní lesnickou rekultivaci. U řízené sukcese může být limitujícím prvkem vzdálenost od druhově bohatých biotopů (Šefl et al., 2021).

Od 90. let 20. století do současnosti v souvislosti s oslabením zájmu o zemědělskou výrobu, začala být preferována u ekologické obnovy velkoplošných lokalit lesnická rekultivace. Výsledek lesnických rekultivací musí být v souladu s požadavky zákona č. 289/ 1995 Sb. o lesích a změně některých zákonů (lesní zákon). Lesnická rekultivace se dělí na dvě fáze. První fáze trvá 1-3 roky, kdy je tvořena mechanickou a chemickou přípravou půdy a výsadbou zvolených dřevin. Druhá fáze navazuje na první a je tvořena péstební péčí, která trvá 6-8 let. Tato fáze je tvořena hnojením kultur, ožínáním, zavlažováním, ochranou proti zvěři, prořezáváním dřevin a následnou obnovou. Lesnické rekultivace se z velké míry zaměřují na budoucí ekonomické využití (zisk), v menší míře na ostatní využití (Gremlica et al., 2011).

III) Vodní rekultivace neboli hydrická je realizována úplným nebo částečným zatopením jámy po těžbě. Po zatopení vzniknou nové plochy, které mají specifickou velikost, tvar a hloubku. Mezi malé vodní prvky se řadí odvodňovací kanály, stěrková žebra, nebo záchytné příkopy. Mezi významné díla hydrické sítě patří retenční nádrže a poldry. Důležitým prvkem u projektování a následné realizaci jsou opatření, která jsou důležitá pro vytvoření přirozeného vodního režimu v rekultivované krajině. Náležitosti a pravidla realizace jsou ukotveny v zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách a změnách některých zákonů (vodní zákon). V porovnání s ostatními typy rekultivací se hydrická rekultivace z pohledu technickoekonomického zařazuje k nejsložitějším (Dimitrovský, 2000). V současnosti je preferována velkoplošná vodní rekultivace před maloplošnou, v rámci které jsou zaplavovány celé důlní jámy. Tímto způsobem vzniklo například jezero Most u hnědouhelného lomu Most Ležáky. Velké rekultivační jezera a retenční nádrže přispívají k přeměně lokálního klimatu, zadržují velké množství vody v krajině a jsou důležité jako protipovodňové opatření. Negativní skutečností u budování velkých rekultivačních jezer a retenčních nádrží je nepřítomnost přírodních a přírodě blízkých ekosystémů, což způsobuje nízkou

ekologickou stabilitu v okolní krajině, která je určena převážně pro rekreaci. Dalším nedostatkem je odstranění velké části malých tůní v těžebních jámách a jejich okolí při finálních úpravách terénu. Po zániku malých tůní ubývá i množství obojživelníků v lokalitě, kteří využívali tůňky k rozmnožování (Gremlica et al., 2011).

IV) Ostatní rekultivace obsahují především krajinotvorné prvky zeleně, které rostou mimo les. Prvky zeleně se převážně zařazují mezi estetickou a rekreační funkci krajiny. V rámci ostatní rekultivace vznikají území se sportovními i rekreačními plochami (např. cyklotrasy, koupaliště, hřiště). Do krajiny jsou zakomponovány stromořadí podél cest, nebo remízky. U velké části projektů ostatních rekultivací chybí přírodní a přírodě blízké ekosystémy (Gremlica et al., 2011). Tato forma rekultivace primárně necílí na plochy, které by se zaměřovaly na hospodářský účel. Mezi hlavní cíle může být zařazen například rozvoj sportovních areálů, nebo zvýšení ekologické stability v krajině, zesílení biodiverzity v území, vybudování skládek, nebo autodromu (Vráblíková, 2010).

4.3.3. Přírodě blízká obnova

Ponechat krajinu samovolné obnově je pro zastánce technických rekultivací nepředstavitelné. Dle jejich názoru je potřeba antropogenně zdevastované krajiny napomoc. Z vědeckých analýz vyplývá, že téměř všechny plochy s výjimkou velice toxických a kyselých výsypek mají potencionál pro ponechání samovolnému vývoji (spontánní sukcesi). Území, které je ponecháno samovolné sukcesi se obvykle obnovuje v přijatelném časovém horizontu, které nebývá o mnoho delší než území, které bylo rekultivováno běžným způsobem. Z hlediska ekologie, ekologické stability krajiny a ochrany biodiverzity jsou území ponechaná samovolné sukcesi výrazně cennější a kvalitnější. Cílem přírodě blízké obnovy je přímá ochrana chráněných a ohrožených druhů, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, kteří antropogenně narušenou lokalitu používají k hledání potravy a rozmnožování. Porosty vzniklé samovolnou sukcesí odpovídají nadmořským výškám dané lokality, morfologii terénu i zeměpisným polohám. Plochy vzniklé přírodě blízkou obnovou nevyžadují na rozdíl od technických rekultivací velké množství hnojiv, vody nebo pesticidů. Ideálním stavem pro ponechání přirozené sukcese je cca 1/4 území z celkové výměry narušeného území těžbou nerostných surovin. Toto číslo musí být upraveno podle konkrétních podmínek, nelze říct, že 25% ponechání spontánní sukcesi je ideálním stavem pro všechny lokality. Nejvhodnějším východiskem je kombinace

přírodě blízkých způsobů obnovy, technické a biologické rekultivace, které budou klást důraz na přírodě blízké způsoby obnovy s ohledem na budoucí funkční využití místa (Smolík et. Dirner, 2009).

Z velké části mají výsypky schopnost obnovy přírodě blízkými formami. Podle odhadu mají na lokalitách výsypek Mostecká a Sokolovska téměř 100% schopnost obnovy přírodě blízkým způsobem. Nejlevnějším a nejjednodušším způsobem obnovy je přírodě blízký způsob obnovy. Jelikož se jednotlivé těžební oblasti mezi sebou rozlišují, nelze je řešit stejným jednotným způsobem. Na území Mostecká se nachází okolo 150 km² výsypek, jak vnějších (mimo těžební prostory), tak vnitřních (uvnitř těžebních jam povrchových dolů). Na lokalitě probíhá velmi rychle proces primární sukcese, kdy se prvotní semena z okolí pomocí živočichů, větru nebo v některých případech i díky člověku dostávají na území výsypky. Pokryvnost po časovém období pěti let se pohybuje okolo 30 %. Zhruba po 20 letech sukcese se začíná mozaika krajiny měnit do podoby lesostepi (Řehounek et al., 2010). I přesto, že nerekulitované plochy ponechané samovolné sukcesi mají určitou ekologickou hodnotu, stále v České republice převažuje technická rekultivace, která směřuje k jednotnějšímu prostředí, které eliminuje rozmanitost hydraulických útvarů, jež je pro mnoho druhů důležité (Doležalová et al., 2012).

4.3.4. Fáze rekultivačního procesu

Rekultivace jsou součástí systému využívání nerostného bohatství. Z časového hlediska lze rekultivační cyklus dělit na základní čtyři etapy (fáze) rekultivačního cyklu na: I) fázi přípravnou, II) důlně-technickou, III) biotechnickou (tuto fázi lze rozdělit na fázi technickou a biologickou) a IV) postrekultivační. Obrázek č. 11 znázorňuje postup při rekultivaci antropogenně ovlivněného území po těžbě uhlí.

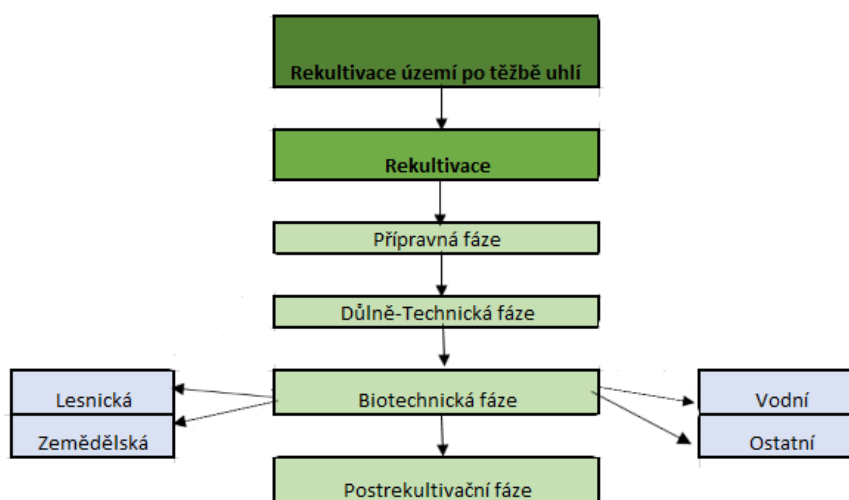
I) Přípravná fáze: během první fáze se vytvářejí příhodné podmínky pro rekultivační cyklus, převládají zde průzkumné, koncepční a projektové aktivity. Tato etapa se uskutečňuje již v prvotní fázi v době otvírkových prací, kdy má především preventivní funkci. Během přípravy je nezbytné již z počátku řešit preventivně střety zájmů s cílem prosazení celospolečenských priorit (Mauer, 1985). Průzkum ložisek je zpracováván tak, aby obsahoval informace a podklady pro otvírku a pro zvážení nadcházející rekultivace (Smolík et. Dirner, 2009).

II) Důlně–technická fáze: má z velké části preventivní ráz. Již z počátku těžby je potřeba řešit ekonomicky přijatelná, technická a realizovaná opatření. Během těžby je kladen důraz na minimalizaci zhoršujících vlivů na prostředí v dotčené lokalitě. Význačný důraz je věnován vhodnému umístění výsypek a tvarování, jelikož již během této etapy lze ovlivnit míru devastace krajiny (Smolík et. Dirner, 2009). Tato fáze připravuje území tak aby mělo, co nejpříhodnější podmínky pro následnou rekultivaci (Vráblíková et al., 2014).

III) Biotechnická fáze: obsahuje opatření jak biologického, tak technického charakteru. Úkolem této etapy je zlepšit ekologické vlastnosti krajiny. Do technických opatření řadíme jak terénní úpravy (úprava reliéfu, horninového prostředí), tak zlepšování fyzikálních, biologických a fyzikálně–chemických podmínek pro účinný vývoj půdotvorných procesů, technickou stabilizaci svahů a výstavbou komunikací. Mezi technické opatření se zařazují i hydrotechnická opatření, které se zabývají obnovou a tvorbou nových hydrografických soustav v daném úseku krajiny. Biotechnická fáze se zabývá rovněž biologickými prvky, které mají finální charakter během celého cyklu rekultivačních prací (například agrotechnická opatření, nebo soubor lesnických prací v rámci zakládání kultur) (Smolík et. Dirner, 2009). Biologická fáze usiluje o dosažení klimaxu (případně edafického klimaxu), finálního stádia sukcese se společenstvy stabilními a neměnnými. Tato fáze zahlazuje poslední stopy těžby, které mají finální charakter během celého cyklu rekultivačních prací (Sklenička, 2003). Důležitou roli ve výběru způsobu rekultivace hraje sklon. U ovocných sadů, orné půdy a vinic by se mělo přistupovat pouze v lokalitách se sklonem do 8 °, u dočasných pastvin a luk by se měl pohybovat sklon v rozmezí od 8 ° do 12 °. Trvalé pastviny a louky se mohou pohybovat maximálně mezi 12 ° až 20 °. U zalesňování je optimální sklon svahu v rozmezí mezi 20 ° až 30 ° (Štýs et al., 1981).

IV) Postrekultivační fáze: je poslední etapou, která se uskutečňuje po zařazení pozemků do běžného obhospodařování. V této fázi jsou zrekontrovaná pozemky předávány do vlastnictví jejich budoucím uživatelům (Kryl et al., 2002).

Obrázek 11: Postup při rekultivaci území po těžbě uhlí, vlastní zpracování dle (Vráblíková et al., 2014).



4.4. Biouhel

Biouhel (anglicky biochar) je produktem zuhelněné biomasy, který svou strukturou dokáže zadržovat větší množství vody a živin v půdě. Biouhel se skládá z 50 % až 90 % ze stabilního uhlíku, který zůstává stabilní v nezměněném stavu až po dobu stovek let. Díky blahodárným vlastnostem se používá jako „půdní výživa“, která je vhodná pro zemědělské využití. Zásoba organického uhlíku v půdě v důsledku zemědělského obhospodařování výrazně klesá. Přidáním biouhlu do půdy se zvyšuje množství uhlíku, které je důležité pro udržitelné zemědělské výnosy a zvyšování úrodnosti (Qambrani et al., 2017).

Přirozený proces obnovy narušené krajiny je pomalý, trvající průměrně 50 až 100 let. K urychlení procesu obnovy je nutný antropogenní zásah. Klíčovými faktory pro urychlení procesu obnovy krajiny jsou: I) ideální struktura půdního substrátu, II) optimální hodnota pH půdy, III) zajištění koloběhu živin. Hlavním cílem výzkumů, zabírajících se použitím biouhlu je zjištění přínosů při jeho aplikaci v územích dotčených těžbou. Mezi dílčí cíle se řadí: I) shrnutí a systematizování vlastností biouhlu, II) identifikace účinnosti při odstraňování toxických látek, III) zjištění míry úspěšnosti při aplikaci na degradovaných půdách. Nejdůležitější snahou během rekultivace je přeměnit území degradované antropogenní činností na místo vhodné pro opětovný růst flóry a výskyt fauny. Aplikace biouhlu do půd zvyšuje klíčivost semen

a růst rostlin v porovnání s půdou ponechané samovolné sukcesi. Použití biouhlu přináší zlepšení lokálních podmínek v daném území (zvýšení vlhkosti v půdě a intenzivnější mikrobiální aktivitu v půdě), lze ho použít jako účinný prostředek pro sanaci území kontaminačními látkami. Biouhel upravuje vlastnosti půdy, mění jeho fyzi chemické, nutriční a biologické vlastnosti. Zároveň biouhel snižuje zastoupení těžkých kovů a toxických látek v těžební oblasti (Ghosh et Maiti, 2020). Aplikace biouhlu může zvýšit pórovitost a stabilitu půdních agregátů. Dle Foster et al., (2016) bylo zjištěno, že obsah vody po aplikaci biouhlu se zvýšil o 15 %. V dalším experimentu provedeným Sun et Lu, (2014) bylo analyzováno, že aplikace biouhlu zvýšila agregaci o 115 % až 130 %, půdní retenci o 1,4 % až 18,4 % a zlepšila stabilitu agregátu o 9 % až 30 %. Liu et al., (2018) uvádí, že při aplikaci biouhlu se významně zvýšila hladina dusíku o 97 %, draslíku o 66 % a fosforu o 90 % v nové regenerované oblasti uhelných dolů (Ghosh et Marti, 2020). Odhady tvrdí, že 1 000 000 t vytěženého uhlí způsobuje degradaci 4 až 6 ha půdy. Použití biouhlu by mohlo napomoci v boji nejen s degradací půdy. Celoplošné využívání biouhlu je podmíněné levnou výrobní technologií, která je snadno dostupná a jednoduše proveditelná. Podle Gera Hol et al., (2017) měla půda po použití biouhlu pozitivní účinky na abiotické vlastnosti půdy, avšak biotické vlastnosti byly vážně poškozeny. Biouhel se primárně používá pro rekultivace oblastí zasažených těžební činností, ale také byl již aplikován v procesu čištění odpadních vod, při filtraci pitné vody, nebo k sanaci zemědělské půdy. Aplikovat biouhel lze dvojím způsobem: I) přímo na povrch při množství 2 t až 60 t na 1 hektar půdy (primárně je podpořen růst trávy), II) aplikací do jámy o velikosti 40 cm x 45 cm x 40 cm v dávce 2 kg na 1 jámu s cílem vyšší ujmavosti například při výsadbě stromků, keřů nebo u sazenic vinné révy.

4.4.1. Výroba biouhlu

Biouhel je pevný materiál, který se vyrábí z různých organických materiálů (např. slámy, papírenského odpadu, čistírenských kalů, biologicky rozložitelného odpadu, ze zbytků dřeva nebo drůbežího trusu). Rozdílné druhy biomasy a termochemické podmínky ovlivňují kvalitu a potencionální využití biouhlu. Zhotovení biouhlu je při jednodušších technologiích podobná výrobě dřevěného uhlí. Rozlišuje se využitím a strukturou. Výsledný produkt není primárně využíván jako palivo, což je typické u výroby dřevěného uhlí. Významný vliv na kvalitu biouhlu má teplota, doba zdržení v aktivní zóně reaktoru, rychlost ohřevu vstupního materiálu a typ biomasy,

který byl použit. K výrobě biouhlu se používá proces pyrolýza, která se vyrábí použitím vícero rozdílných technologií. Na výrobu se používá zařízení, které je založené na principu vyhřívání s jedním nebo dvěma spirálami (neboli šneky). Dále se používají rotační pece, nebo centrifugální pyrolyzéry, či zařízení založené na základě využití nehybné či pomalu sunoucí vrstvy biomasy. Výběr příhodného zplyňovače (pyrolyzéro) a jeho uspořádání závisí do určité míry na teplotě pyrolýzy, povaze vstupních surovin, rychlosti ohřevu, pracovním tlaku (podtlak, normální tlak, přetlak) a na čase zdržení. Většina evropských zemí využívá za účelem výroby biouhlu pro pyrolýzu biomasy pyrolyzér s jedním nebo dvěma spirálami (šneky). Mezi nejznámější evropské firmy na výrobu biouhlu jsou firmy PYREG a ETIA s produkty řady BIOGREEN (Pohořelý et al., 2019).

Termochemický proces rozkladu rozdílných organických materiálů, kterým je získáván biouhel se nazývá pyrolýza. V reaktoru je vstupní materiál zahříván, kdy se rozkládá na jednodušší a drobnější části (pevné zbytky, olej, molekuly plynu) (Břendová et al., 2014). Při procesu pyrolýzy jsou předem definovány následující parametry: určená teplota a celková doba průběhu. Podle konečné teploty na konci procesu a času trvání se dělí pyrolýza na pomalou a rychlou. I) Pomalá pyrolýza je proces tepelné transformace, která je charakterizována pomalou rychlostí ohřevu. V tomto procesu výroby biouhlu jsou použity různé typy reaktorů (například nejvyužívanější rotační pec se šnekovými pyrolyzéry). Reaktor při pomalé pyrolýze využívá nízké teploty okolo 300 °C až 700 °C, dlouhé doby zdržení (v rádech hodin až dnů), vysokého tlaku, optimalizované integraci tepla a nízké rychlosti ohřevu. Větší výtěžky biouhlu při pomalé pyrolýze zvyšuje biomasa, která má vyšší obsah ligninu a popela s velkými částicemi. Pomalá pyrolýza je méně nákladný, jednoduchý proces, který je možný využít v malém měřítku například na farmách. II) Rychlá pyrolýza je proces tepelné transformace, která je charakterizována vysokou rychlostí ohřevu, krátkou dobou zdržení, teplotou 500 °C až 1 000 °C. V tomto procesu jsou z biomasy získávány vysoké výnosy bio oleje (75 %), nekondenzované plyny (13 %) a pevný biouhel (12 %). Tento proces se zaměřuje na vysoký zisk bio oleje a je tedy i jejím hlavním produktem. U rychlé pyrolýzy bylo zjištěno, že lepší výnos mají malé suroviny o velikosti do 3 mm. Tento proces zahrnuje rovněž sušení suroviny s obsahem vody do 10 %. Z důvodu energetické náročnosti sušení vlhkých surovin a z ekonomicky neudržitelného hlediska začala být používána metoda hydrotermální

karbonizace (HTC), která je využívána pro sušení surovin obsahujících větší vlhkost při teplotě 180 °C až 300 °C (viz tabulka č.2) (Qambrani et al., 2017).

Tabulka 2: Reakční podmínky a distribuce různých prvků pyrolýzy (Qambrani et al., 2017).

Proces	Teplota (°C)	Doba zdržení	Výnosnost v %		
			Biouhel	Bio-olej	Syngas
Pomalá pyrolýza	300 – 700	hodiny až dny	35	30	35
Rychlá pyrolýza	500 – 1000	< 2 sekund	12	75	13
Meziproduktová pyrolýza	~ 500	10 až 20 sekund	20	50	30
Zplyňování	~ 750 – 900	10 až 20 sekund	10	5	85
Hydrotermální karbonizace (HTC)	180 – 300	1 až 16 hodin	50 až 80	5 až 20	2 až 5
Torefikace	~ 290	~ 10 – 60 minut	80	0	20

Podle výhřevnosti vstupního materiálu a efektivity během pyrolýzy vzniká i jisté množství tepelné energie. Například u dřevní štěpky při vlhkosti 10 % je výhřevnost 16,4 MJ/kg, na rozdíl od dřevní štěpky s vlhkostí 40 %, kdy je výhřevnost 10,1 MJ/kg. U kukuřičné slámy s vlhkostí 10 % dosahuje výhřevnost 14,4 MJ/kg a u obilné slámy s 10 % vlhkostí 15,45 MJ/kg (Břendová et al., 2014). V zájmové lokalitě byl použit biouhel vyrobený z dřevěné štěpky, smíchaný v poměru 1:10 s kompostem. V lokalitě bylo pracováno taktéž s kompoCharem, který se od biouhlu použitého na vinici rozlišuje postupem výroby. KompoChar se skládá z biouhlu nasýpaného do čerstvé biomasy, se kterou je společně kompostován, přičemž varianta směsi biocharu byla smíchána již s hotovým produktem kompostu.

4.4.2. Biouhel v půdě

Během posledních 100 let obsah uhlíku v půdě poklesnul v průměru o 50 %. Ke zlepšení půdních vlastností je vhodné použít prostředek, který obsahuje uhlík ve stabilní formě, jenž dokáže zvýšit celkový obsah uhlíku v půdě. Biouhel nejen, že zvyšuje obsah uhlíku v půdě, ale také zlepšuje vodní režim v krajině a redukuje případné zápachy (Biouhel, ©2021). Přínosem biouhlu je zvýšená půdní stabilita, která určuje, jak dlouho zůstane v půdě uhlík obsažený v biouhlu (zmírnění proměny klimatu), dokáže také stanovit, jak dlouho bude biouhel přispívat kvalitě půdy, vody a rostlin. Schopnost zadržení vody v půdě neboli vodní kapacita je možné měřit dvojím způsobem I) přímo: množství biouhlu je namočeno do vody na určitou stanovenou dobu a poté je zvaženo, jaké množství vody biouhel nasákl. II) nepřímo: měřením objemu pórů a specifického povrchu. Nepřímá metoda je sice obtížnější, ale má vyšší vypovídající výsledky než metoda přímá (Pohořelý et al., 2019).

Během využívání půdy (pěstování potravin) vzniká velké množství emisí, které značně ovlivňují změny klimatu. U emisí vzniklých ze zemědělství a dopravy se předpokládá, že budou rychleji zvyšovány emise než populační růst. Zemědělská půda v České republice je intenzivně a z velké míry nešetrně používána. Lze predikovat, že by mohly být emise sníženy, pokud dojde ke změnám přístupů k půdě. Půdy zemědělsky využívané obsahují pouze malou část v rámci podílu globálního uhlíku v půdě. Na druhou stranu je toto množství velice významné v poměru k ročnímu atmosférickému toku. Díky stabilizované formě biomasy v biouhlu je vhodné použití přidáním do půdy. Uhlík obsažený v biouhlu dokáže zůstat stabilně v půdě po dlouho řadu let. Mezi další pozitivní vlastnosti biouhlu se řadí: I) úrodnost půdy, kdy biouhel může stimulovat růst rostlin, které spotřebovávají více CO₂, nebo dokáže zvýšit úrodnost půdy, II) zvýšení půdní mikrobiální aktivity, III) výroba energie, IV) snížené vstupy hnojiv (Sophi et al., 2010).

4.5. Pěstování vinné révy

Vinná réva (*Vitis vinifera* L.) se řadí do čeledě révovité (rod: réva), vyznačuje se mohutným kořenovým systémem, který zasahuje do hlubších vrstev půdy, což zvyšuje odolnost rostlin před nepříznivými vlivy (Pavloušek, 2011). Vinná réva se podle morfologie dělí na nadzemní část, která je tvořena listy, dřevem a plody a na podzemní část, která je tvořena kořenovým systémem (Pavloušek et al., 2016). Výrobu a prodej vína upravil dne 1.9.2011 zákon č. 256/2011 Sb., kterým se pozměnil zákon č. 321/ 2004 Sb. o vinohradnictví a vinařství tak, aby bylo došlo k souladu s nařízeními platnými v Evropské unii. Podle pozměnění zákona č. 321/2004 Sb.: *Vinicí je pozemek s trvalým porostem révy vinné nebo révy podnožové o celkové ploše nejméně 1 000 m² u jednoho pěstitele, který leží ve viniční trati, což je soubor pozemků, které jsou pro svoji geografickou polohu, svažitost, délku oslunění a půdně klimatické vlastnosti vhodné pro pěstování révy vinné.*

Vinice, která je kvalitním způsobem zapěstována se vyznačuje značnou odolností proti suchu a vysokým teplotám. V rámci globálního měřítka je vinná réva významnou ekonomickou plodinou, která se pěstuje se na rozloze 7,66 milionů hektarů. Nejvíce se pěstuje v Evropě a to na 58 % z celkové výměry, poté v Asii na 21 % území a v Americe na necelých 13 % rozlohy. Česká republika se řadí s 18 000 ha vinné révy mezi malé vinařské země (Pavloušek, 2011). Pro kvalitní pěstování vinné révy musí lokalita splňovat určité podmínky, kdy průměrná teplota nejchladnějšího měsíce by

neměla být nižší než $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, zároveň by minimální průměrná teplota za rok měla dosahovat nejméně $8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při dozrávání se střídají vyšší denní teploty s nižšími nočními, které mají pozitivní vliv na zrání (na vývoj aromatických a fenolických látek). Teploty během dozrávání by se měly pohybovat průměrně mezi $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kraus, 2012). Délka vegetačního období u vinné révy se dělí na tři období: růst, vyzrávání a klid. Období vegetace trvá obvykle u nejranějších odrůd minimálně 120 dnů a u odrůd pozdních okolo 170 dnů (Pavloušek et al., 2016).

Při výsadbě sazenic je důležité, aby byly stále ve vlhkém prostředí, jinak hrozí jejich úhyn. Výsadba je možná na jaře a na podzim, kdy podzimní výsadba je dražší, jelikož se musí zaorat z důvodů ochrany před zimními mrazy a poté na jaře odkrýt. Před výsadbou jsou sazenice namočeny 1 až 2 dny ve vodě a nejvhodnějším způsobem zasazeny do jamek o půdorysu $0,2\text{ m} \times 0,2\text{ m}$ do hloubky $0,4\text{ m}$. Půda v jamce se může obohatit o kompost, směs biouhlu, nebo například kompoChar (Kraus, 2012). Vinná réva je během pěstování ovlivněna biotickými i abiotickými vlivy. Mezi abiotické faktory, působící rostlině stres se řadí např. nedostatek vody nebo vysoké teploty slunečního záření (Pavloušek, 2011). Půda je pod tlakem vodní a větrné eroze. Také na ni negativně působí znečištění a kontaminace fyzikální struktury, úbytek organické hmoty, humusu a biologická degradace. Pro dlouhodobou schopnost poskytování vhodných podmínek a úrodnosti je důležité udržet půdy kvalitní, živé a s maximální snahou je chránit. K ozelenění meziřadí se používá například směs bylin, která zásobí vinici dusíkem a dalšími živinami. Pro optimální výživu vinné révy je potřeba, aby v půdě byly obsaženy všechny hlavní makroprvky a mikroprvky v dostatečném množství (Kraus, 2012). Mezi nedůležitější makroprvky vinné révy se řadí vápník, fosfor, síra, draslík, dusík a hořčík (Pavloušek et al., 2016).

Statutární město Most se řadí mezi význačná města patřící do vinařské oblasti Čech, ve kterých je pěstována vinná réva. Hrozny vyprodukované na zdejších vinicích se zpracovávají v obci Chrámeck, která je vzdálena 15 km od centra města Most. V obci se nachází České Vinařství Chrámeck, s. r. o., které zpracovává hrozny vinné révy. Na území Mostecká je vinná réva pěstována více jak $1\ 000$ let. Pro pěstování je zde příznivé podnebí, množství srážek i průměrná roční teplota. Během třicetileté války v lokalitě začalo upadat vinařství, které nakonec zaniklo po první světové válce. V roce 1967 se povedlo obnovit vinařství o rozloze 41 ha . O čtyři roky později byly na Čepirožské výsypce provedeny terénní úpravy, během kterých byla navezena

orniční vrstva na upravený povrch výsypky. Následně byla provedena výsadba vinné révy na upravený povrch. V roce 1978 se stala vinná réva významně využívanou rekultivační plodinou. Na Čepirožské výsypce bylo založeno 35 hektarů vinic, po roce 1983 se vinařství rozkládalo na 112 ha vinohradů. V roce 2001 vzniklo České vinařství Chrámce, s.r.o., které v současné době patří k největším výrobcům vína ve vinařské oblasti Čech z vlastních hroznů (České vinařství Chrámce, ©2021). Vinice se v průběhu let musela zaobírat dvěma záležitostmi. Přesto, že vinice znamenitě vynášela, tak roku 1980 se začala potýkat se sníženou kvalitou vína, kterou zapříčinilo zhoršené ovzduší Mostecká z průmyslové exhalace, jež se zachycovalo na povrchu bobulí. Významně pomohl postřik modré skalice a vápenného mléka, které vylepšilo kvalitu bílých, částečně i červených vín. Koncem minulého století se díky odsíření elektráren a ekologizací průmyslových exhalací vyřešil problém s nechutí vína. Kvalita mosteckého vína se opět zvýšila. Druhou záležitostí řešenou na území vinice byla stabilita výsypky, kdy se z důvodů nedostatku slunečního záření vinice orientují na prudkých jižních svazích, které nejsou tak stabilní. Již dvakrát musela být vinice stabilizována a dosázena do původní rozlohy (Štýs, 2012). Na vinici během nové výsadby byla roku 2020 a 2021 vysazena odrůda vinné révy Solaris. V rámci zlepšení vlastností a zjištění odolnosti vinné révy byla ke kořenovému systému aplikována organická hmota s kompostem, směsí biouhlu a kompoCharem.

5. Výsledky práce

V rámci vyhodnocení diplomové práce byl posouzen vliv biouhlu v lokalitě Čepirohy. Cílem diplomové práce je zjištění ujmavosti nově vysazených sazenic vinné révy na výsypkové vinici Mariana s různými substráty: kompoCharem, kompostem a směsí biouhlu. Dalším cílem bylo vyhodnocení vzorků chemického složení půdy a půdní vlhkosti.

5.1. Zdravotní stav nově vysazených sazenic

Během léta roku 2021 byla provedena kontrola nově vysazených sazenic v zájmovém území, které byly rozmístěny podle míst, kde v předcházejícím období rostliny uhynuly. Během kontroly byla vyhodnocena ujmavost a mortalita sazenic v různých typech substrátů, které byly přidány do půdy. Tabulka č. 3 udává hodnoty celkového stavu sazenic po kontrole v létě roku 2021. Z celkového množství vysazených 884 sazenic odumřelo 63,24 % (559 sazenic) a přežilo 36,76 % (325 sazenic).

Tabulka 3: Celkový stav sazenic po kontrole v létě roku 2021, autor: Kamila Hüttnerová.

Stav sazenice	n	%
Živá sazenice	325	36,76
Mrtvá sazenice	559	63,24
Celkem	884	100

Při analýze dat byl zjištěn stav sazenic s přidávanými jednotlivými půdními substráty: kompostem, kompoCharem a směsí biouhlu, tak aby mohl být vyhodnocen nejvhodnější typ pro ujmavost nově vysazených sazenic. Z tabulky č. 4 je patrné, že nejvíce přežilo sazenic, které měli obohacenou půdu kompoCharem, jenž byl přidán k sazenicím ve studijním území B. V příloze č. 2 a č. 3 jsou vyobrazeny tabulky s počty vysazených sazenic v individuálních řadách s označením přidávaných.

Tabulka 4: Stav sazenic v jednotlivých typech substrátu, autor: Kamila Hüttnerová.

Typ substrátu	Mrtvé sazenice (n)	Mrtvé sazenice (%)	Živé sazenice (n)	Živé sazenice (%)	Celkem
KompoChar	98	17,5	190	58,5	288
Biochar	211	37,7	84	25,8	295
Kompost	250	44,7	51	15,7	301
Celkem	559	100,0	325	100,0	884

Tabulka č.5 podrobněji představuje počet mrtvých a živých sazenic u frakcí směsi biocharu. Sazenic obohacených biocharem hrubší frakce (větší než 2 mm) přežilo 68 (38 %) a uhynulo 110 (62 %). V porovnání s jemnou frakcí biocharu (do 2 mm)

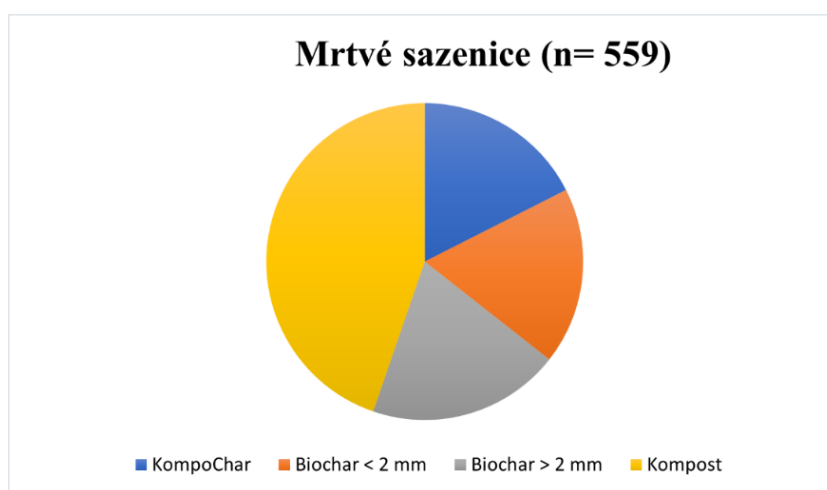
přežilo pouze 16 sazenic (14 %) z celkových 117 vysazených sazenic. Podle výsledků byla vyšší ujmavost vyhodnocena u sazenic s hrubší směsí biocharu.

Tabulka 5: Stav sazenic v rámci dvou frakcí biocharu, autor: Kamila Hüttnerová.

Typ substrátu	Mrtvé sazenice (n)	Živé sazenice (n)	Celkem sazenic
Biochar < 2 mm	101	16	117
Biochar > 2 mm	110	68	178

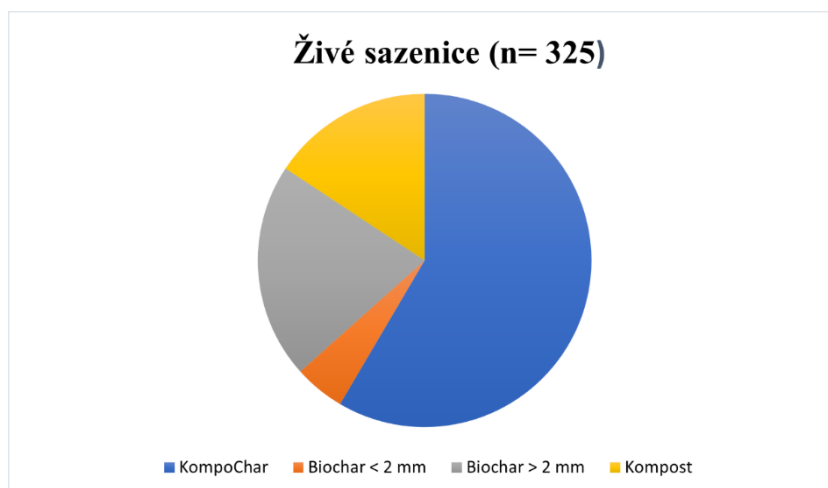
Následující obrázek č. 12 graficky znázorňuje celkový počet odumřelých sazenic po kontrole v létě roku 2021 a jeho procentuální rozložení. Nejvíce odumřelo sazenic, které byly obohaceny pouze kompostem. Jednalo se o 44,7 % sazenic z celkového počtu odumřelých sazenic (n=559). Směs biocharu dle výsledků vykazovala vyšší hodnoty ujmavosti než sazenice obohacené pouze samotným kompostem. Z celkového počtu odumřelých sazenic nepřežilo 37,7 % se směsí biocharu, což představuje 211 sazenic.

Obrázek 12: Stav sazenic po kontrole, autor: Kamila Hüttnerová.



Obrázek č. 13 graficky znázorňuje stav živých sazenic po kontrole, která proběhla v létě roku 2021. Nejvyšší ujmavost byla zaznamenána u sazenic, které byly obohaceny kompoCharem a to 58,5 % z celkového počtu živých sazenic (n=325). KompoChar se ukázal jako nejvhodnější substrát pro zvýšení ujmavosti sazenic.

Obrázek 13: Stav sazenic po kontrole, autor: Kamila Hüttnerová.



V příloze č.4 je mapově znázorněno rozložení odumřelých a živých sazenic v zájmovém území vinice Mariana. Sazenice vysazené ve studijním území B vykazují lepší vitalitu než sazenice ve studijním území A, kde jsou v řadách přidány substráty směsi biocharu a kompostu.

5.2. Potenciál půdní vody studijního území A

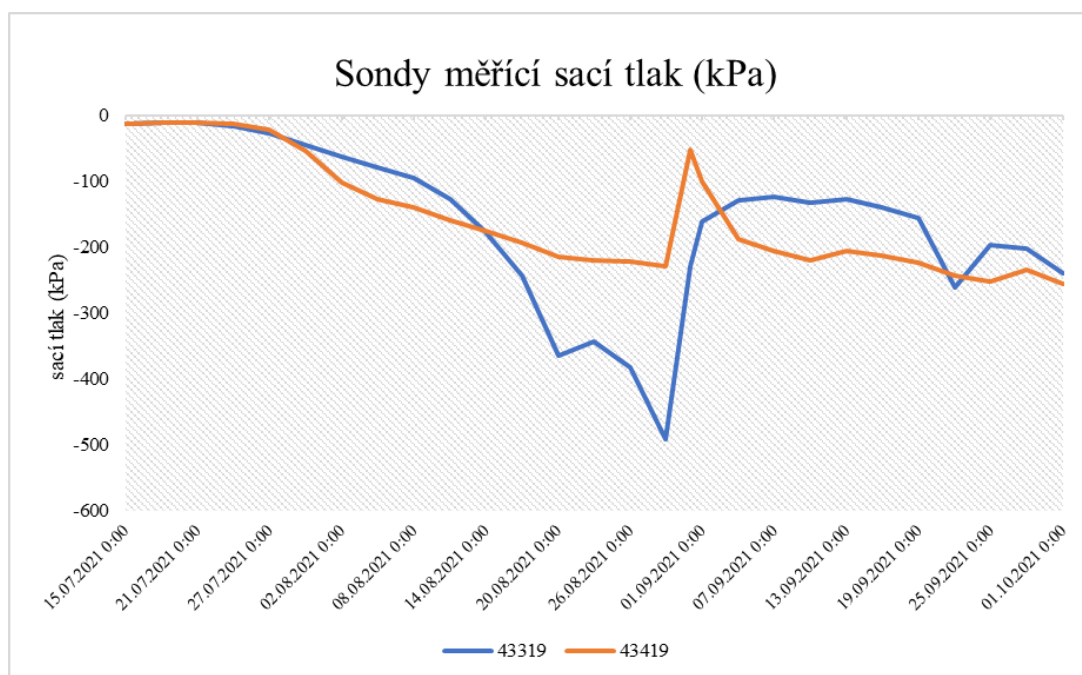
Pro analýzu dat bylo zvoleno časové období od 14.7.2021 do 1.10.2021. Na obrázku č.14 jsou lokalizovány sondy měřící potenciál půdní sondy a teplotu půdy ve studijním území A.

Obrázek 14: Sondy měřící potenciál půdní vody a teplotu půdy, autor: Kamila Hüttnerová.



Naměřené extrémní hodnoty sahající do záporných čísel několika tisíců kPa, musely být z měření vyjmuty. Jedná se o sondy měřící sací tlak: 0043619, 0043819 a 43319. Taktéž byla z vyhodnocení vyjmuta sonda 0043219, která ve zvoleném období nefungovala a nenaměřila žádné hodnoty. Na obrázku č.15 jsou vyhodnocena data získaná z fungujících sond měřící sací tlak, který udává potenciál půdní vody. Z analýzy dat vyplývá, že potenciál půdní vody v jednotlivých jamkách byl variabilní napříč oběma substráty. Při hodnocení rozdílů je potřeba porovnávat jednotlivé páry, které jsou umístěny ve stejné pozici vůči svahu. Z důvodu velké nefunkčnosti sond zůstaly k porovnání rozdílů pouze sondy 43319 a 43419. Sondy 43519 a 43819 se nacházejí bohužel v jiné pozici vůči svahu. Data z funkčních sond jsou uvedena v příloze č.5. Z párového srovnání výsledků vyplývá, že vlhčí podmínky byly v jamce u sazenice se směsí biouhlu. Medián u sazenice s biouhlem byl -136 kPa a u sazenice s kompostem -191 kPa.

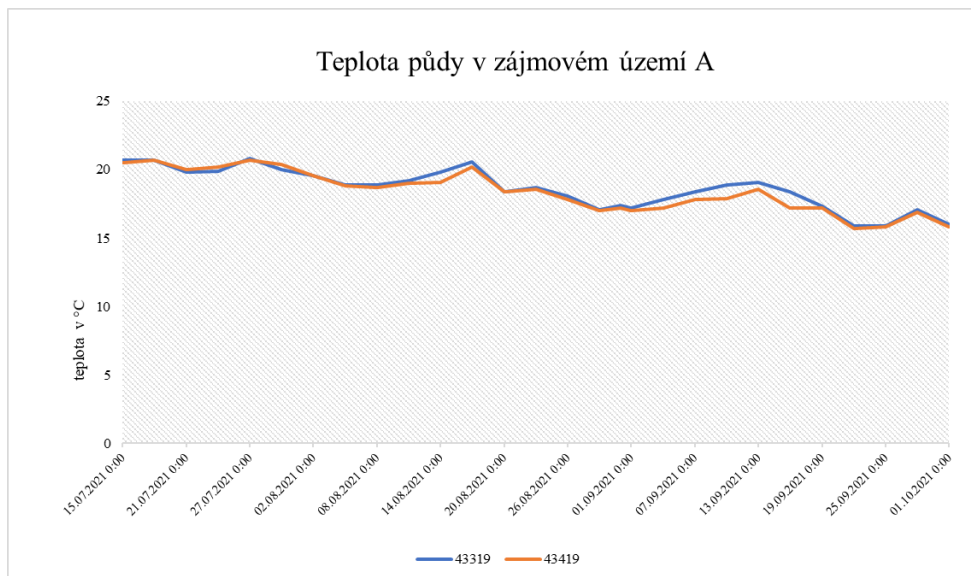
Obrázek 15: Sondy zjišťující potenciál půdní vody, autor: Kamila Hüttnerová.



V rámci analýzy dat byla vyhodnocena teplota půdy v hloubce 30 cm (viz obrázek č.16). Průměrná teplota půdy se během zkoumaného období od 15.7.2021 do 1.10.2021 pohybovala u vyhodnocených sond 43319 a 43419 v rozmezí od 18,4 °C do 18,6 °C. V rámci analýzy nebyly shledány významně rozdílné průměrné teploty u sondy se směsí biouhlu a kompostu. Z důvodu nefunkčnosti sond během sledovaného období musely být z analýzy vyjmuty sondy: 0043619, 0043819 a 43319, 0043219. Číselné hodnoty ze sond 43519 a 43819, které fungovaly během sledovaného období

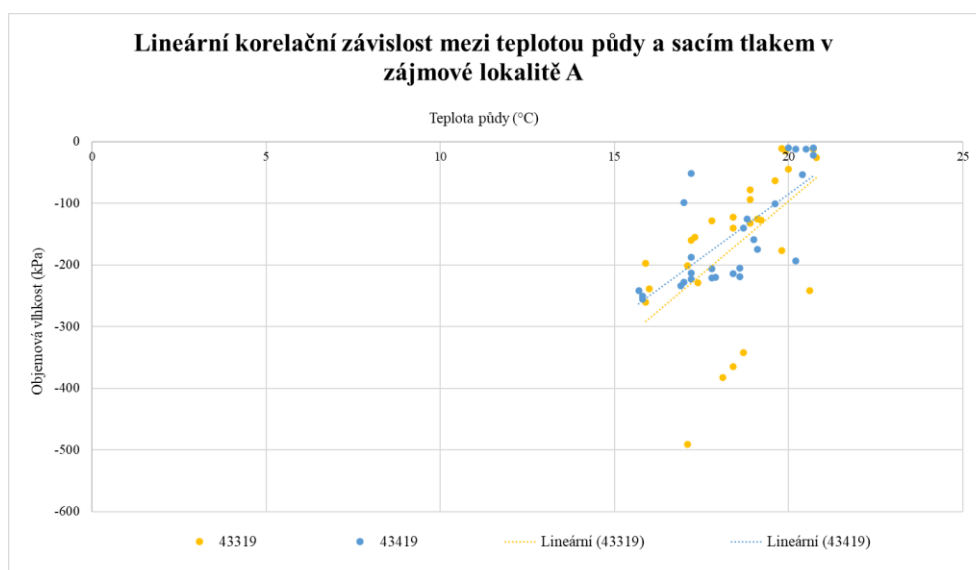
jsou spolu se sondami 0043619, 0043819 uvedeny v příloze č. 6. Bohužel z důvodu párové neporovnatelnosti nejsou v rámci diplomové práce sondy 0043619 a 0043819 podrobněji analyzovány.

Obrázek 16: Teplota půdy v zájmovém území A, autor: Kamila Hüttnerová.



Výpočtem korelačního koeficientu mezi teplotou půdy a sacím tlakem u sond 43319 a 43419 bylo zjištěno, že vztah mezi veličinami je považován za signifikantní. Hodnota korelace u sondy 43319 vyšla 0,56. U sondy 43419 byla zjištěna hodnota 0,74. U obou sond byl vyhodnocen kladný korelační vztah mezi hodnotami. Těsnost závislosti u sondy 43319 s kompostem byla posouzena jako význačná ($0,5 \leq r < 0,7$). Sonda se směsí biouhlu 43419 byla vyhodnocena jako těsnost velká ($0,7 \leq r < 0,9$). Na obrázku č. 17 je grafické znázornění závislosti.

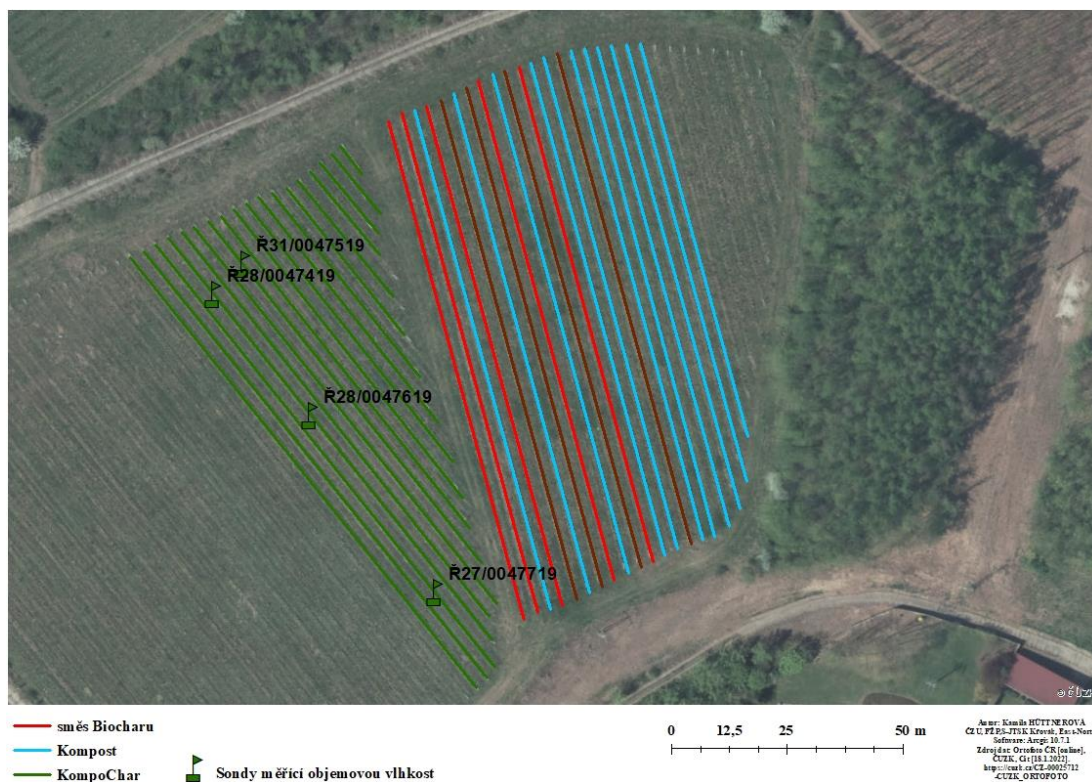
Obrázek 17: Lineární korelační závislost v zájmové lokalitě A, autor: Kamila Hüttnerová.



5.3. Objemová vlhkost studijního území B

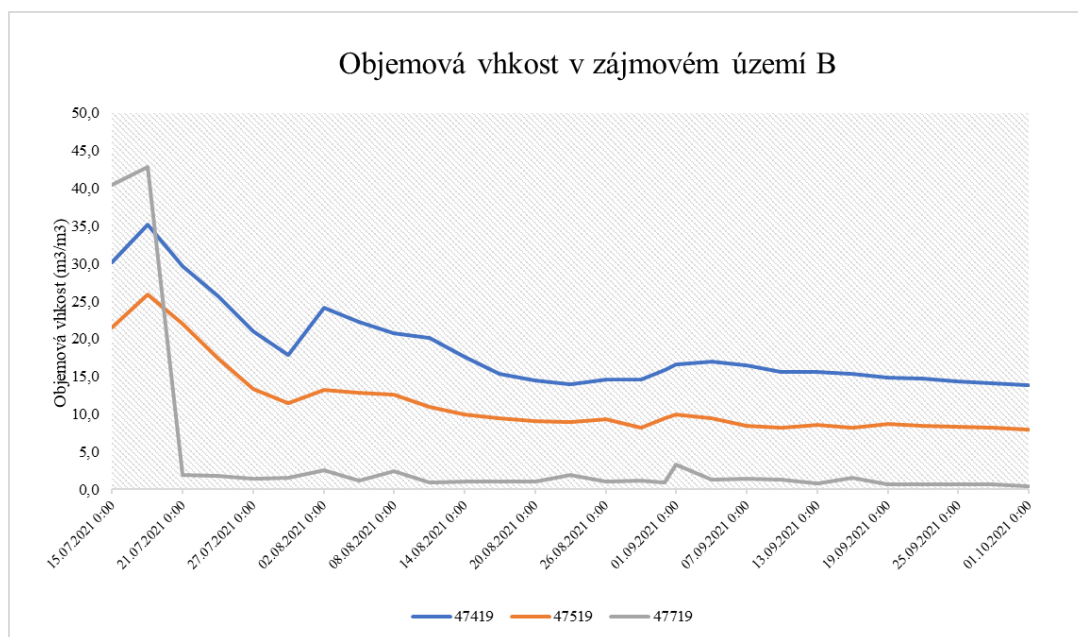
Ve studijním území B se nacházejí čtyři sondy, které měří objemovou vlhkost a teplotu půdy (viz obrázek č.18). Z hodnocení dat byla vyřazena sonda 47619, která ve zvoleném období mezi 15.7.2021 až 1.10.2021 nenaměřila žádné hodnoty.

Obrázek 18: Sondy měřící objemovou vlhkost teplotu půdy, autor: Kamila Hüttnerová.



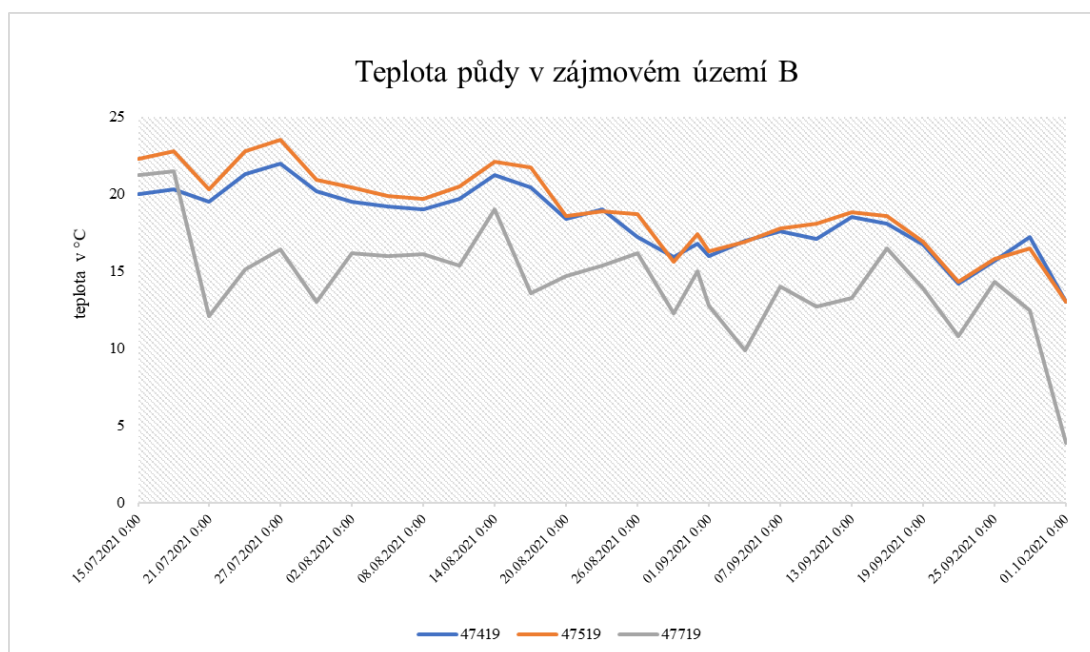
Obrázek č.19 graficky znázorňuje výsledky funkčních sond zjišťující objemovou vlhkost v zájmovém území B, kde byl do půdních jamek přidán kompoChar. Medián u vyhodnocených sond se pohyboval v rozmezí mezi $16,1 \text{ m}^3/\text{m}^3$ až $1,3 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Nejnižší hodnota mediánu u analyzovaných dat byla naměřena u sondy 47719, která se nachází ve spodní části řady 27. Nejvyšší hodnota mediánu byla zjištěna u sondy 47419, nacházející se ve vrchní části vinice. Tabulka naměřených hodnoty je uvedena v příloze č.7.

Obrázek 19: Objemová vlhkost v zájmovém území B, autor: Kamila Hüttnerová.



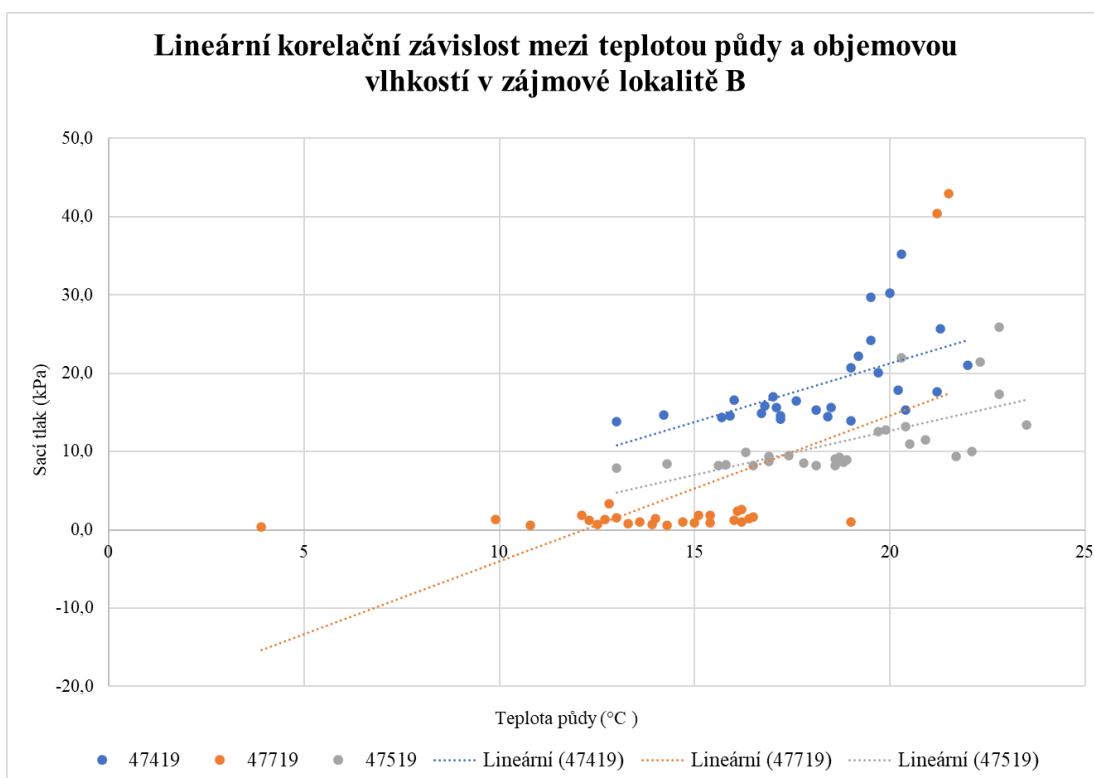
Obrázek č.20 uvádí teploty půdy naměřené během 15.7.2021 až 1.10.2021 vždy ve stejný čas 00:00 h. Teplota půdy byla měřena u kořenů sazenice v půdní jamce obohacené kompoCharem. Průměrná teplota u sond 47419 a 47519 se pohybovala analogicky. U sondy 47419 byla naměřena průměrná teplota 18,2 °C a u sondy 47519 18,9 °C. Tyto dvě sondy jsou umístěny ve vrchní části vinice, v podobné pozici vůči svahu. Ve spodní části vinice se nachází sonda 47719, která se hodnotami od sond 47419 a 47519 lišila. Průměrná teplota půdy u sondy 47719 byla výrazně nižší, a to 14,4 °C. Tabulka s naměřenými teplotami je uvedena v příloze č.8.

Obrázek 20: Teplota půdy v zájmovém území B, autor: Kamila Hüttnerová.



Výpočtem korelačního koeficientu mezi teplotou půdy a objemovou vlhkostí půdy u sond 47419, 47719 a 47519 bylo zjištěno, že vztah mezi veličinami je signifikantní. Výsledné hodnoty u zmíněných sond zjistily kladný korelační vztah mezi teplotou půdy a objemovou vlhkostí. Korelace u sondy 47719 vyšla 0,59, u sondy 47419 byla zjištěná hodnota 0,57 a u sondy 47519 byla hodnota 0,64. Všechny výsledné hodnoty se zařadily do těsnosti význačné v rozmezí $0,5 \leq r < 0,7$. Na obrázku č. 21 je znázorněna lineární závislosti mezi veličinami.

Obrázek 21: Lineární korelační závislost v zájmové lokalitě B, autor: Kamila Hüttnerová.



5.4. Objemová vlhkost u profilové sondy Sentek

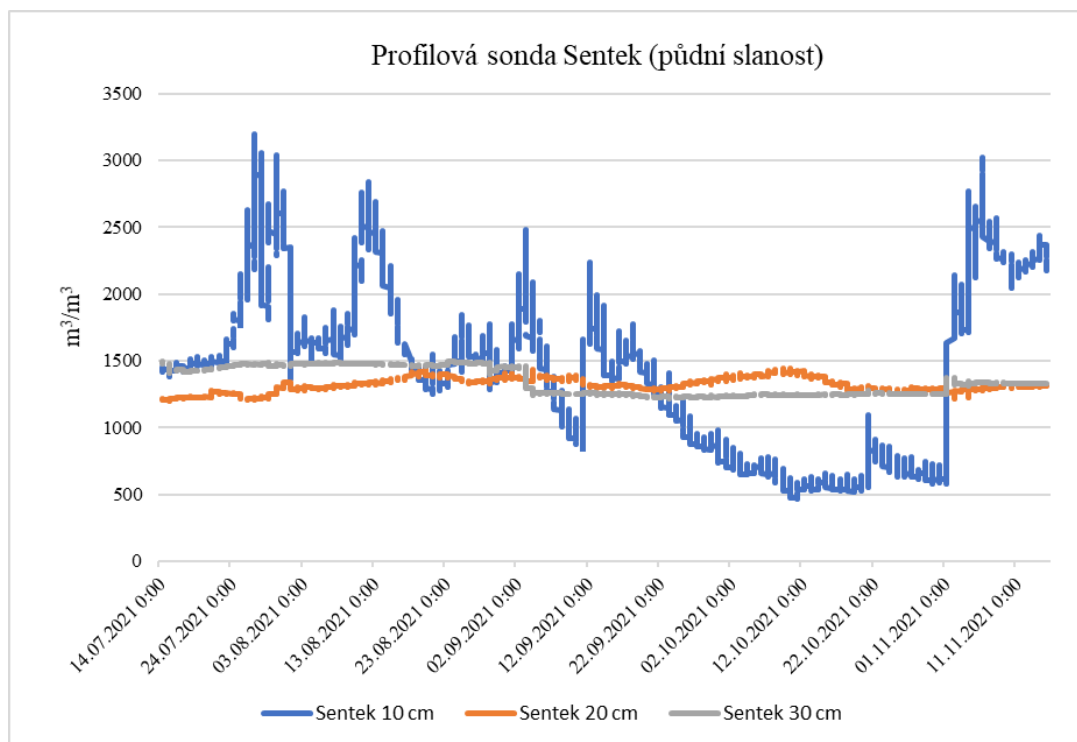
Na obrázku č.22 je zakreslena profilová sonda Sentek, která byla umístěna na vinici Mariana během měsíce července. Sonda se nachází v řadě 32 s číselným označením 0044919, kde byl do půdy přidán kompoChar.

Obrázek 22: Profilová sonda Sentek, autor: Kamila Hüttnerová.



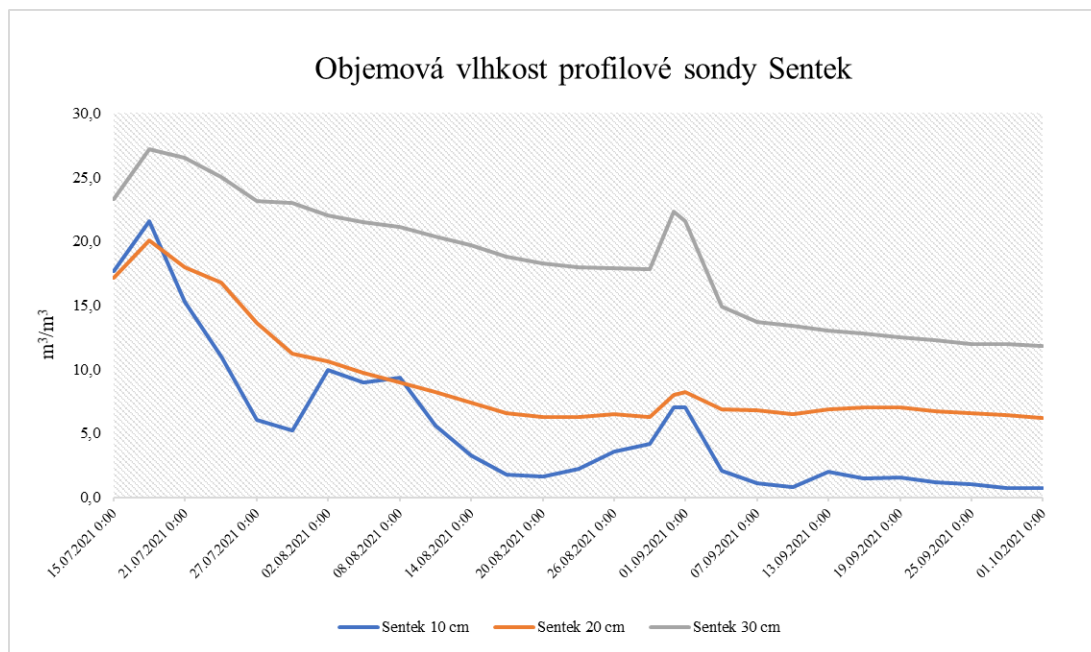
Na obrázku č.23 lze zpozorovat, že půdní slanost nejvíce kolísala v hloubce 10 cm. V hloubce 20 cm a 30 cm již hodnoty vykazovaly stálejší hodnoty.

Obrázek 23: Profilová sonda Sentek (půdní slanost), autor: Kamila Hüttnerová.



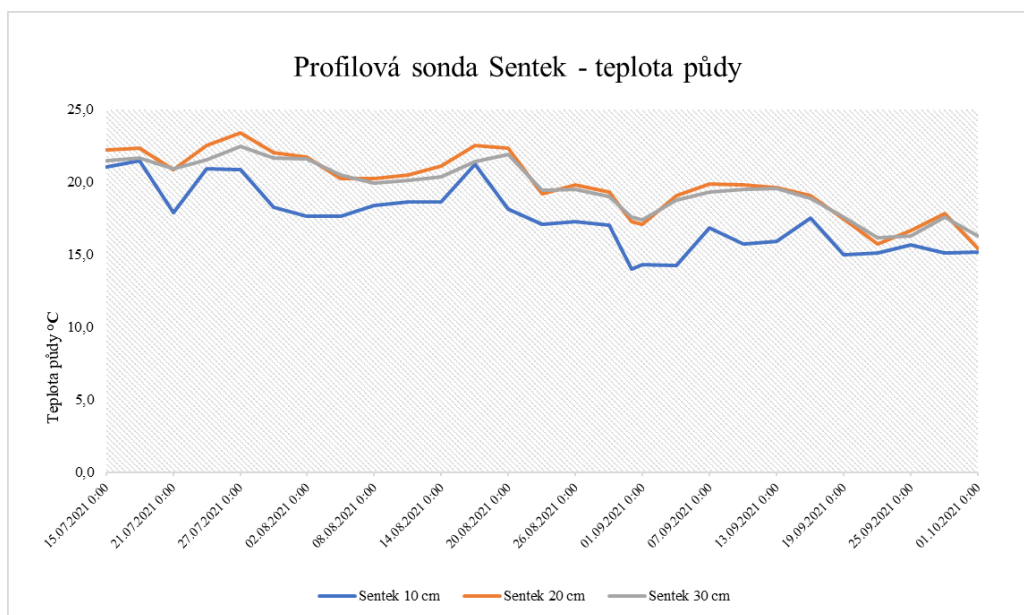
Na obrázku č. 24 lze vidět, že objemová vlhkost byla v rámci mediánu nejvyšší v hloubce 30 cm ($18,6 \text{ m}^3/\text{m}^3$), o něco nižší v hloubce 20 cm ($7 \text{ m}^3/\text{m}^3$). Nejmenší hodnota mediánu byla naměřena v hloubce 10 cm. Naměřené hodnoty objemové vlhkosti jsou uvedeny v příloze č.9.

Obrázek 24: Objemová vlhkost profilové sondy Sentek, autor: Kamila Hüttnerová.



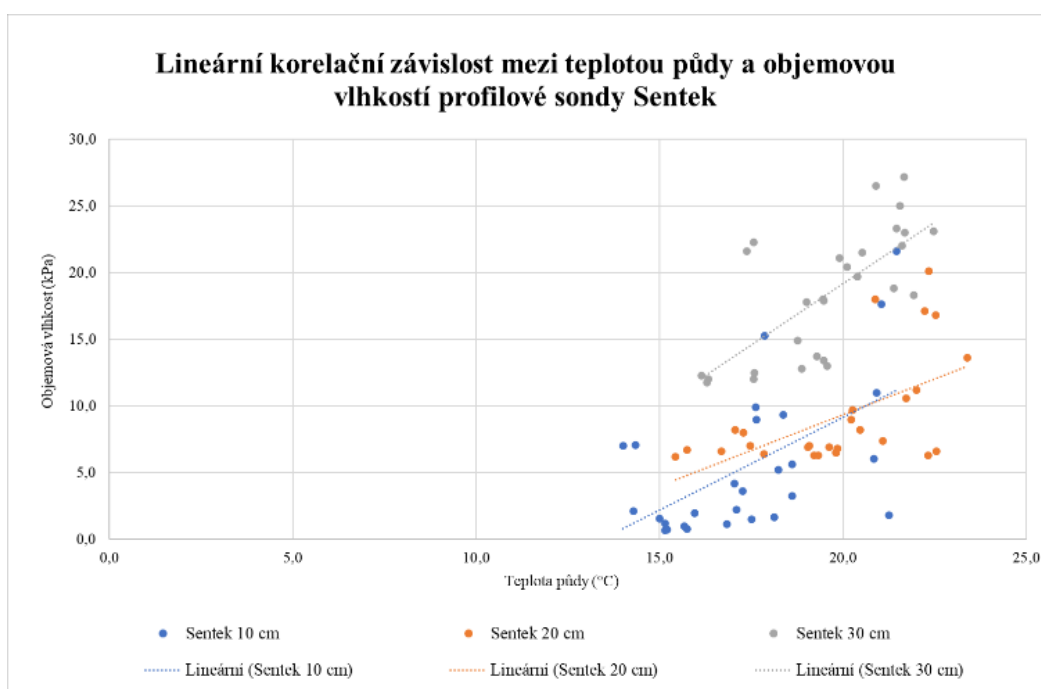
Teplota půdy u sondy Sentek se pohybovala v období mezi 15.7.2021 až 1.10.2021 v hloubce 10 cm v průměru okolo $17,4 \text{ }^\circ\text{C}$, v hloubce 20 cm $19,8 \text{ }^\circ\text{C}$. V nejhlubší úrovni 30 cm dosahovala průměrná naměřená teplota půdy $19,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Nejnižší teplota půdy $14 \text{ }^\circ\text{C}$ byla naměřena v hloubce 10 cm dne 31.8.2021. Naopak nejvyšší naměřená teplota půdy $23,4 \text{ }^\circ\text{C}$ byla zjištěna v hloubce 20 cm dne 27.7.2021. Veškeré naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze č.10. Na obrázku č.25 je znázorněn vývoj teploty u profilové sondy Sentek v hloubce 10 cm, 20 cm a 30 cm.

Obrázek 25: Teplota půdy u profilové sondy Sentek, autor: Kamila Hüttnerová.



Výpočtem korelačního koeficientu mezi teplotou půdy a objemovou vlhkostí půdy v hloubkách 10 cm, 20 cm a 30 cm bylo zjištěno, že vztah mezi veličinami je signifikantní. Korelace mezi teplotou a objemovou vlhkostí v hloubce 10 cm vyšla 0,56, v hloubce 20 cm 0,57 a v nejhlubším místě měření 30 cm 0,7. V hloubce 10 cm a 20 cm byly výsledné hodnoty těsnosti význačné (v rozmezí $0,5 \leq r < 0,7$). V hloubce 30 cm se zařadila výsledná hodnota 0,7 do těsnosti velké ($0,7 \leq r < 0,9$). Na obrázku č.26 je znázorněna závislosti mezi veličinami.

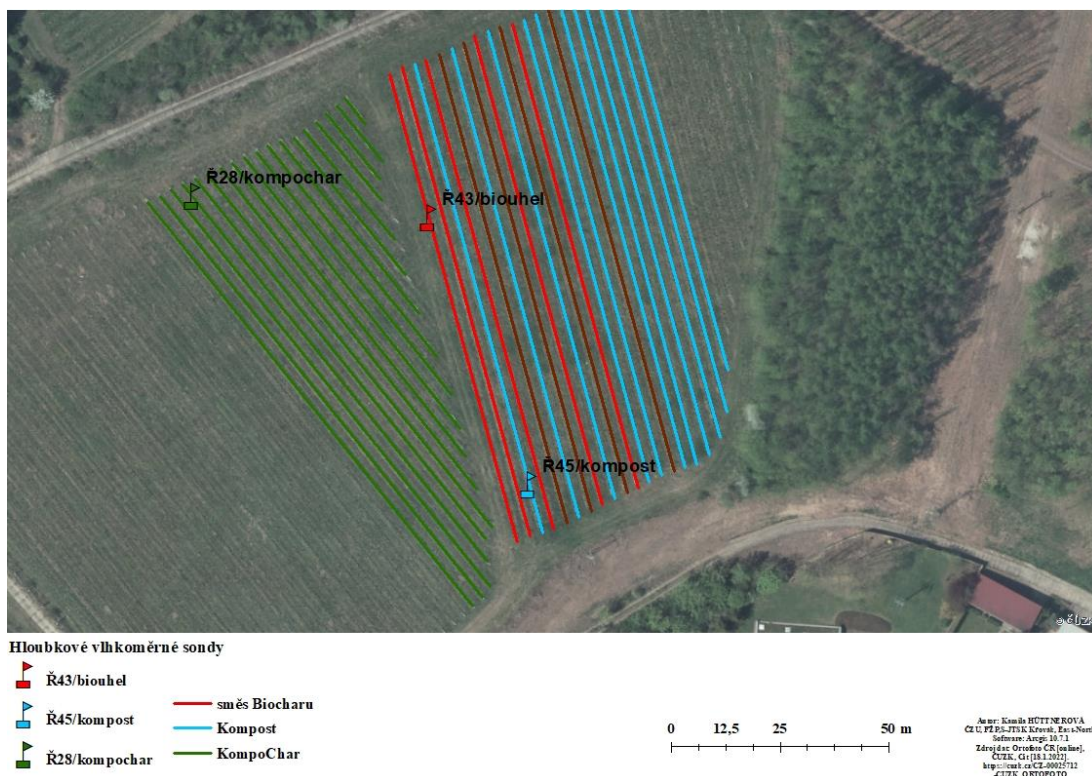
Obrázek 26 Lineární korelační závislost u profilové sondy Sentek, autor: Kamila Hüttnerová.



5.5. Objemová vlhkost hloubkových vlhkoměrných sond

V červnu roku 2021 byly umístěny k nově vysazeným sazenicím tři půdní sondy, měřící objemovou vlhkost půdy v hloubce 10 cm a 50 cm s rozmístěním do řad s rozdílnými substráty (směs biouhlu s kompostem v poměru 1:10, kompoChar a samotný kompost). Rozmístění sond je vyobrazeno na obrázku č.27.

Obrázek 27: Hloubkové vlhkoměrné sondy měřící objemovou vlhkost, autor: Kamila Hüttnerová.



Měření bylo provedeno ručně při pravidelných návštěvách vinice zasunutím tyčové sondy do zakopané duté chráničky (viz obrázek č.28). Vinice Mariana se nachází ve velmi extrémních hydrologických a pedologických podmínkách. Je proto velice obtížné zakopat půdní sondy do hloubky 1 m, proto bylo měření provedeno pouze v hloubce 10 cm a 50 cm.

Obrázek 28: Měření objemové vlhkosti pomocí tyčové sondy, autor Kamila Hüttnerová.



V rámci měření ze dne 30. června byla naměřena půdní vlhkost u sazenice s dodaným substrátem směsí biouhlu v hloubce 10 cm 19 % a v hloubce 50 cm 41,2 %. U sazenice s kompostem byla zjištěna půdní vlhkost v hloubce 10 cm 31,2 % a v hloubce 50 cm 36,4 %. Největší vlhkost byla naměřena u sazenice s kompoCharem, kde v hloubce 10 cm byla půdní vlhkost 36,6 % a v hloubce 50 cm 63,3 %. Na vinici bylo velice obtížné zakopat půdní sondu, jelikož substráty byly příliš sypké a suché. Z tohoto důvodu nebylo umožněno odebrat materiál z vrtané díry a umístit chráničku tak, aby bylo možné následné vložení měřicí sondy. Z tohoto důvodu nebyly vytvořeny další měřicí místa půdní vlhkosti. Při následující návštěvě byly chráničky u tří půdních sond zcela zaplavené vodou. To bylo způsobeno jílovým povrchem výsypky, v kterém voda neměla možnost se vsakovat do hlubších vrstev, což neumožňovalo při následných návštěvách měřit půdní vlhkost.

5.6. Chemické složení půdy

Půdní vzorky byly odebrány na vinici Mariana ze substrátu: kompoCharu, směsi biouhlu, kompostu a původní zeminy. Výsledky analýzy půdních vzorků byly porovnávány mezi sebou. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 6. Podle Kutílka et al., (2004) plodiny pěstované na zemědělských půdách čerpají z půdy mnoho živin, které jsou po sklizni nižší. Rostliny na druhou stranu přispívají ke snižování ztrát výluhem živin. Proto nelze plodiny určit jako prvky „ochuzující“ půdu o živiny. Kyselost půdy reprezentuje stav půdního prostředí, podílející se na úrodnosti půdy. V zamokřených půdách vzniká velký počet kyselin a kyselých solí. Vlhké prostředí je vhodné pro vznik kyselé reakce. Naopak půdy zásadité se vyskytují převážně v suchých lokalitách. Hodnoty pH zjištěné v zájmovém území se odlišovaly v závislosti na rozdílných typech substrátu. Podle klasifikace půd se mezi slabě alkalické reakce zařadila původní zemina s hodnotou pH 7,33, následně kompost s hodnotou pH 7,5 a směs biouhlu s pH 7,63. Na hranici mezi reakcí slabě alkalickou (pH v rozmezí 7,2–8,5) a alkalickou (pH nad 8,5) se začlenil kompoChar. Je potřeba vzít v potaz, že odebrání vzorků proběhlo ihned po výsadbě sazenic. V pozdějším období se předpokládá, že vlivem přirozených geochemických procesů hodnota pH klesne na optimální hodnotu. Podle dosažených výsledků by optimální hodnota pH pro pěstování vinné révy byla pouze na substrátu: původní zemina. Všechny přidané substráty: kompost, směs biouhlu a kompoChar, taktéž obsahovaly vyšší obsah dusíku (N) než původní zemina odebraná v zájmovém území.

Dále byly z půdních vzorků zjištěny hodnoty mědi (Cu). Ta se dostává do půdy zvětráváním minerálů obsahujících měď, nebo formou statkových a minerálních hnojiv (Prášková et al., 2016). Dle výsledků lze konstatovat, že obsah mědi ve směsi biouhlu ($18,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) a kompoCharu ($23,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) byl vyšší než v původní zemině ($3,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) a kompostu ($7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$). Obsah mědi u směsi biouhlu, kompostu i kompoCharu byl vyhodnocen jako vysoký, původní zemina byla vyhodnocena jako dobrá. U kompoCharu byla zjištěna hodnota celkového procentuálního podílu sušiny a vlhkosti. Sušina představuje hmotnost po odpaření vody. Vzorek kompoCharu obsahoval 36,3 % celkové sušiny a 63,7 % vlhkosti. Původní zemina podle výsledků obsahovala nízký obsah fosforu (P), vyhovující obsah hořčíku (Mg) a draslíku (K). Hodnoty u kompostu a směsi biouhlu byly enormně vyšší v porovnání s původní zeminou. V příloze č. 11 jsou uvedeny zjištěné hodnoty rozboru půdních substrátů.

6. Diskuse

Tato diplomová práce se zabývá vlivem biouhlu na výsypkové vinici Mariana. V zájmovém území byly vysazeny nové sazenice vinné révy. Z důvodu velké míry úhynu v předcházejícím období byly k sazenicím přidány substráty: kompost, směs biouhlu a kompoCharu. Cílem práce bylo zjistit ujímavost sazenic s přidanými substráty, půdní složení a půdní vlhkost.

Vyhodnocením diplomové práce bylo zjištěno, že nejlépe se dařilo sazenicím s kompoCharem a směsí biouhlu. Z naměřených výsledků je zřejmé, že přidané substráty napomohly k zvýšení ujímavosti sazenic. Výsledné hodnoty půdní vlhkosti vlhkoměrných sond v rámci diplomové práce ukázaly, že přidaný substrát kompoChar zadržel nejvíce vlhkosti v půdě. V hloubce 50 cm byla naměřena hodnota vlhkosti u kompoCharu 63,3 %, u směsi biouhlu v hloubce 50 cm byla hodnota o něco nižší a to 41,2 %. Nejnižší naměřená vlhkost byla zjištěna u substrátu kompostu, který v hloubce 50 cm zadržel 36,4 % půdní vlhkosti. Hodnoty vlhkosti souvisely s ujímavostí sazenic, kdy nejvyšší naměřená vlhkost byla zjištěna u substrátu kompoCharu, který měl zároveň nejvíce sazenic, jež přežily na vinici. Z celkového počtu 288 sazenic přežilo 66 %. O něco hůře než kompoCharu se dařilo v rámci vlhkosti i ujímavosti směsi biouhlu, kdy přežilo 28 % z celkového počtu vysazených sazenic. Nejhůře se vedlo sazenicím, které byly obohaceny pouze kompostem. Zjištěná hodnota vlhkosti i ujímavosti u těchto sazenic byla nejnižší, z celkového počtu sazenic vysazených do jamek s kompostem přežilo 20 %. Podle Teutscherové (2018) měl nejlepší účinky v rámci ujímavosti a růstu sazenic biouhel, aplikovaný do půdy spolu s přidaným hnojivem. Přidáním biouhlu do půdy byly prokázány lepší fyzikální vlastnosti půdy, které vedly k zvýšené ujímavosti sazenic. Výsledky této práce korespondují s výše zmíněnou disertační prací Teutscherové (2018), kdy směs biouhlu s kompostem a kompoChar zvýšily ujímavost sazenic ve větší míře, než samotný kompost.

Mezi hlavní prvky, které ovlivňují vinnou révu patří: obsah živin v půdě, vlhkost a umístění vinice. Taktéž působí na vinnou révu člověk svými zásahy (Parker et al., 2020). Zkoumaná zájmová lokalita se nachází v Ústeckém kraji na Čepirožské výsypce, na které byla v rámci rekultivace antropogenně dotčeného území vysazena vinná réva a tím vytvořena vinice. Studie Smatanové a Sušila (2018) vyhodnocuje vybrané parametry půdní úrodnosti v rámci celé České republiky u orné

půdy, trvalých travnatých porostů, zemědělských půd i speciálních druhů pozemků: chmelnic, ovocných sadů a vinic. Studie Smatanové a Sušila (2018) zjistila obsah mědi v půdě v období 2012 až 2017 u kultury vinice $15,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Porovnání výsledků diplomové práce a studie ukázalo, že hodnoty mědi zjištěné u původní zeminy ($3,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) a kompostu ($7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$) byly nižší než průměrná hodnota ve studii. Nicméně se obě hodnoty nacházely v přípustném rozmezí stanoveném normou. Hodnota mědi zjištěná u směsi biouhlu byla $18,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ a u kompoCharu $23,4 \text{ mg.kg}^{-1}$, obě tyto hodnoty obsahovaly zvýšené množství mědi v půdě. Při vysokých hodnotách mědi v půdě podle Pavlouška (2011) klesá množství železa a manganu, přičemž může dojít až k nedostatku těchto kovů v půdě. Množství fosforu je ovlivněno počtem organických látek v půdě a půdní reakcí. Optimální hodnota pH pro příznivé podmínky fosforu je 6,0. Množství fosforu je důležité pro přenos energie a pro biochemický proces v živých organismech. Průměrný obsah fosforu v Ústeckém kraji činil podle studie Smatanové a Sušila (2018) 101 mg.kg^{-1} , u vinic 93 mg.kg^{-1} . Původní zemina Čepirožské výsypky obsahovala podle rozboru malé množství fosforu v půdě, pouze cca 1/3 optimální hodnoty fosforu. Průměrné hodnoty hořčíku v půdě podle studie Smatanové a Sušila (2018) jsou obvykle u vinic vysoké v porovnání s jinými druhy pozemků. Průměrný obsah hořčíku v České republice je 194 mg.kg^{-1} , v Ústeckém kraji je tato hodnota 300 mg.kg^{-1} , přičemž hodnota hořčíku u vinic je daleko větší 342 mg.kg^{-1} . Optimální obsah hořčíku v půdě je stanoven v rozmezí 226 mg.kg^{-1} až 365 mg.kg^{-1} . V diplomové práci vyšla hodnota hořčíku původní zeminy Čepirožské výsypky v optimálním rozmezí, a to $245,8 \text{ mg.kg}^{-1}$. Hodnoty u směsi biouhlu a kompostu nesplňovaly optimální hodnotu hořčíku v půdě. Dále byl v rámci diplomové práce analyzován obsah draslíku v půdě, který je důležitý pro vodní režim rostlin, během fotosyntézy, také přispívá ke zpevnění pletiv, ke zvýšení odolnosti proti škůdcům a chorobám postihující rostliny. Průměrná hodnota draslíku podle studie Smatanové a Sušila (2018) je v Ústeckém kraji velice vysoká, dosahuje hodnoty 429 mg.kg^{-1} . U vinic je optimální hodnota draslíku nižší, a to 294 mg.kg^{-1} . Na Čepirožské vinici byla naměřena hodnota draslíku u původní zeminy vinice $278,6 \text{ mg.kg}^{-1}$, což je podprůměrná hodnota v rámci českých vinic. V příloze č.3 Vyhlášky Ministerstva zemědělství o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků č. 275/1998 Sb. jsou uvedena kritéria pro hodnocení výsledků chemických rozborů. Dle kritéria

hodnocení obsahu fosforu, hořčíku a draslíku podle metody Mehlich III se hodnoty u substrátu směsi biouhlu a kompostu enormně lišily v porovnání s původní zemínou. Výměnná půdní reakce patří mezi nejvýznamnější prvky, které mají vliv na dostupnost živin, tvorbu humusu, mikrobiální aktivitu v půdě a strukturální stav půdy. Průměrná hodnota pH v České republice byla za období 2012 až 2017 6,1. V Ústeckém kraji byla hodnota pH vyšší než republikový průměr a to 6,6 (Smatanová et Sušil, 2018). Optimální hodnota pH pro pěstování vinné révy se pohybuje v rozmezí od 6,0 do 7,3 (Kutílek et al., 2004). Hodnoty půdní reakce se lišily podle druhu pozemku při jejich zakládání. Nejvyšší průměrné hodnoty půdní reakce podle Smatanové et al., 2018 byly naměřeny na vinicích, kde byla zjištěna průměrná hodnota pH 7,2. Vzorky pro zjištění hodnot půdní reakce vinic byly odebrány v následujících krajích: Olomouckém, Libereckém, Ústeckém a Středočeském na celkové výměře 4 464 ha. Hodnoty získané ze studie agrochemického zkoušení zemědělských půd Smatanové a Sušila (2018) a diplomové práce ukázaly, že hodnota pH původní zeminy 7,3 na vinici Mariana byla podobná jako průměrná hodnota ve studii (pH 7,4). Hodnoty pH u přidaných substrátu byly vyšší než ve studii. Výzkum provedený Liao et al., (2021) prokázal, že velikost částic biouhlu dokáže ovlivnit chemické vlastnosti půdy. Jemnější biouhel může mít vyšší hodnotu pH než hrubší struktura. Hodnota pH se dle výzkumu Liao et al., (2021) lišila. U konvenčního typu biouhlu dosahoval průměr pH 7,8, přičemž u granulovaného typu byl průměr pH 6,72. Rozdílné omezení půdy může vyžadovat rozdílné potřeby a nároky na biouhel. Optimální hodnoty pH se mohou lišit v daných lokalitách, proto záleží na přizpůsobení biouhlu (Enders et al., 2012).

7. Závěr a přínos práce

Mezi cíle diplomové práce patří zjištění ujmavosti nově vysazených sazenic vinné révy v zájmovém území. Nejvhodnějším substrátem pro ujmavost byl vyhodnocen kompoChar, který napomohl k přežití 190 sazenic. Z výsledků objemové vlhkosti půdy u sazenic s kompoCharem bylo zjištěno, že vlhkost závisela na umístění sond vůči svahu. Nejvyšší průměrná vlhkost byla naměřena u sondy, která byla umístěna ve vrchní části vinice. Hloubková vlhkoměrná sonda naměřila u kompoCharu v hloubce 50 cm nejvyšší vlhkost půdy (63,3 %) ze všech vyhodnocených substrátů. Hodnoty získané z profilové sondy Sentek, umístěné u sazenice s kompoCharem určily, že v hloubce 10 cm nejvíce kolísala půdní slanost, přičemž v hloubce 20 cm a 30 cm měly hodnoty půdní slanosti stálější tendenci a byla u nich naměřena vyšší průměrná teplota i objemová vlhkost než v hloubce 10 cm.

Z analýzy dat bylo zjištěno, že sazenice s přidaným substrátem směsí biouhlu, umístěné ve stejné pozici vůči svahu, disponovaly vlhčími podmínkami i vyšší ujmavostí než sazenice s kompostem. Výsledky hloubkových vlhkoměrných sond potvrdily, že v hloubce 50 cm směs biouhlu zadržela 41,2 % vody v půdě, přičemž samotný kompost pouze 36,2 %.

Z výsledků diplomové práce je zřejmé, že na půdní teplotu nemají vliv přidané substráty. Analýza teplot půdy neshledala významně rozdílné teploty u sond se směsí biouhlu, kompostu, nebo kompoCharu. Půdní teploty se odlišovaly v rámci rozlišných umístění půdních sond a v rozdílných hloubkách. Výpočty korelačního koeficientu ukázaly, že naměřené hodnoty teploty půdy s objemovou vlhkostí, nebo sacím tlakem jsou signifikantní. Korelace mezi dvěma veličinami byla vždy v rozmezí kladných hodnot, vyhodnocených jako těsnost význačná ($0,5 \leq r < 0,7$), nebo velká ($0,7 \leq r < 0,9$).

Vyhodnocení vzorků chemického složení půdy ukázalo, že odebrání vzorků ihned po výsadbě nebylo vhodné. Optimální hodnota pH pro pěstování vinné révy byla zjištěna pouze u původní zeminy. Předpokládá se, že vlivem přirozených geotermických procesů se hodnota pH sníží u všech přidaných substrátů na optimální hodnotu. Taktéž je předpokládáno, že hodnoty u přidaných substrátů dokáží udržet živiny v půdě delší časové období než původní viniční zemina.

Z výsledků vyplývá, že kompoChar i směs biouhlu má pozitivní vliv na zadržení vlhkosti v půdě. Hodnoty chemických vzorků bude možné posoudit až v pozdějším rozboru, kdy substráty projdou přirozenými procesy. Po celkovém zhodnocení lze konstatovat, že kompoChar i směs biouhlu přispěly k lepším půdním vlastnostem. Podle mého názoru přinesla aplikace kompoCharu a směsi biouhlu do půdy pozitivní efekt a může být nápomocná zejména v územích s nedostatkem srážek a živin. Přínosem diplomové práce může být pozdější využití zpracovaných výsledků ujmavosti a vlhkosti, zejména na místech, kde má půda nízký obsah živin a vlhkosti. Z výsledků je zřejmé, že přidáním kompoCharu do jamky se sazenicí může snížit mortalitu v porovnání s konvenčními způsoby (např. aplikace samotného kompostu). Dále by mohl být využitý mapový výstup, na kterém jsou lokalizovány uhynulé sazenice v jednotlivých řadách v zájmovém území.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

8.1. Odborné publikace

Bárta, Z., Tyrner, P., 1970: Hnízdění hvízdáka euroasijského (*Anas penelope*) na Mostecku. *Ochrana fauny* 4. 30-32.

Bejček, V., 1974: Tah a zimování vodního ptactva na průmyslové nádrži v Dolním Jiřetíně (okres Most, Mostecká kotlina). *Sborník Okresního muzea v Mostě, ser. sci.*, 1. 21–36.

Bejček, V., 2003: *Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku: rekultivace Severočeských dolů a.s. Chomutov.* Chomutov: UnicoAgris.

Bejček, V., Šťastný, K., 2000: Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR. *Sylvia* 36 2020/1. 35-38.

Culek, M., Grulich, V., Laštůvka, Z., Divíšek, J., 2013: *Biogeografické regiony České republiky.* Masarykova univerzita, Brno. 450 s.

Dimitrovský, K., 2000: *Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.* 66 s.

Doležalová, J., Vojar, J., Smolová, D., Solský, M., Kopecký O., 2012: Technical reclamation and spontaneous succession produce different water habitats: A case study from Czech post-mining sites. *Ecological Engineering.* 5-12.

Enders, A., Hanley, K., Whitman, T., Joseph, S., Lehmann, J., 2012: Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. *Bioresource Technology* 2020/114. 644–653.

Forman, R.T.T., Godron, M., 1986: *Landscape Ecology.* Wiley, New York.

Foster, E. J., Hansen, N., Wallenstein, M., Cotrufo, M. F., 2016: Biochar and manure amendments impact soil nutrients and microbial enzymatic activities in semi-arid irrigated maize cropping system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 404–414.

Gera Hol W. H., Vestergard, M., Hooven, F., Duyts, H., Voode, T. F. J., Bezemer M., 2017: Transient negative biochar effects on plant growth are strongest after microbial species loss. *Soil Biology and Chemistry* 2017/115. 442-451.

Ghosh, D., Maiti. S. K., 2020: Can biochar reclaim coal mine spoil? *Journal of Environmental Management* 2020/272. 1-15.

Gremlica, T., Cílek, V., Vrabec, V., Zavadil, V., Lepšová, A., 2011: Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin. Ústav pro ekopolitiku, o. p. s. Praha. 108 s.

Hendrychová, M., Šálek, M., Řehoř, M., 2009: Ptačí společenstva lesních stanovišť na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. *Sylvia* 2009/45. 177–189.

Hurník, S., 2001: Zavátá minulost Mostecka. Sborník Okresního muzea v Mostě - Řada přírodovědná 2001/23, Most. 139 s.

Cháb, J., 2010: Kamenná tvář České republiky. Česká geologická služba, Praha.

Chupman T., 2015: Restoration Practices Used on Post Mining Sites and Industrial Deposits in the Czech Republic with an Example of Natural Restoration of Granodiorite Quarries and Spoil Heaps. *Journal of Landscape Ecology* 8 2015/ 2, 29–46.

Jonáš, F., 1986: Rekultivace devastovaných půd. VŠZ, Praha.

Klápště, J., 1994: Paměť krajiny středověkého Mostecka. Státní galerie výtvarných umění, Most. 179–183.

Kraus, V., 2012: Pěstujeme révu vinnou. Grada Publishing, a.s., Praha. 112 s.

Kryl, V., Fröhlich, E., Sixta, J., 2002: Zahlázení hornické činnosti a rekultivace. VŠB – technická Univerzita Ostrava, Ostrava.

Kunc, J., 2016: Severočeský hnědouhelný revír a jeho ekonomická, sociální a ekologická nestabilita. Sborník příspěvků XIV. Mezinárodní kolokvium o regionálních vědách, Čejkovice.

Kutílek, M., Kuráž, V., Císlarová, M., 2004: Hydrogeologie 10. Nakladatelství ČVUT, Praha 6. 176 s.

Liao, W., Drake, J., Thomas, S., C., 2021: Biochar granulation enhances plant performance on a green roof substrate. *Science of the Total Environment* 813. 23-47.

Lhotský, J., 1994: Kultivace a rekultivace půd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Manych, J., 1988: Ekologie pro lékaře. Avicenum, Praha.

- Mauer, O.**, 1985: Deteriorizace a rekultivace I. Vysoká škola zemědělská. Brno.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.**, 2019: Těžba nerostných surovin v České republice v letech 2014–2018 a nástin budoucích těžeb HU a ČU. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, Praha, 24 s.
- Ministerstvo životního prostředí**, 2010: Surovinové zdroje České republiky. České geologická služka, Geofond. 490 s.
- Parker, A. K., García de Cortázar-Atauri, I., Gény, L., Spring, J-L., Destrac, A., Schultz, H., Molitor, D., Lacombe, T., Graça, A., Monamy, Ch., Stoll, M., Storchi, P., Trought, M. C. T., Hofmann, R., W. van Leeuwen, C.**, 2020: Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars. *Agricultural and Forest Meteorology*. 285-286.
- Pavloušek, P.**, 2011: Pěstování révy vinné. Grada Publishing, a. s., Praha. 336 s.
- Pavloušek, P., Lampíř, L., Muška, F., Kotrle, I.**, 2016: Réva vinná pro malopěstitele. Agriprint, Olomouc. 353 s.
- Pohořelý, M., Sedmihradská, A., Trakal, L., Jevič, P.**, 2019: Biochar – výroba, vlastnosti, certifikace, použití. In: Waste forum 3. Praha.
- Prášková, L., Němec, P.**, 2016: Bazální monitoring zemědělských půd. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně. Brno.
- Qambrani, N., Rahman M., Won, S., Shim, S., Ra Ch.**, 2017: Biochar properties and eco-friendly applications for climate changemitigation, waste management, and wastewater treatment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31. 273 s.
- Quitt, E.**, 1971: Klimatické Oblasti Československa. *Studia Geographica ČSAV*, Brno. 73 s.
- Řehounek, J., Řehouňková, K., Tropek, R., Prach, K.**, 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice. 178 s.
- Sádlo, J.**, 1994: Krajina jako interpretovaný text. In: Archeologie a krajinná ekologie. Nadace Projekt Sever, Most.
- Sklenička, P.**, 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha.

- Smatanová, M., Sušil, A.**, 2018: Výsledky agrochemického zkoušení půd za období 2012–2017. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 38 s. F. Sun, S.
- Smolík, D., Dirner V.**, 2009: Význam rekultivace jako proces obnovy narušené biosféry. Environmentální vzdělávání, modul 7, VŠB Ostrava. 1-60.
- Sophi, S., P., Krull, E., Lopez-Capel E., Bol, R.**, 2010: A Review of Biochar and Its Use and Function in Soil. *Advances in Agronomy* 105. 47-82.
- Sun, F., Lu, S.**, 2014: Biochars improve aggregate stability, water retention, and porespace properties of clayey soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* Volume 177, Issue 1. 26-33.
- Šefl, J., Roubíková, I., Rožcová, V.**, 2021: Lesnická rekultivace po těžbě hnědého uhlí s využitím šesti druhů dřevin: případová studie. *Zprávy lesnického výzkumu*. 55-66.
- Štýs, S., Kostruch, J., Neuberg, Š., Pařízek, J., Patejdl, C., Smolík, D., Špiřík, F., Hiele, V., Toběrná, V., Vesecký J.**, 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.
- Štýs S., Helešicová, L.**, 1992: Proměny měsíční krajiny. Nakladatelství Bílý slon, Praha.
- Štýs, S.**, 2012: Proměny Mostecka. Statutární město Most, Most. 63 s.
- Štýs, S., Bízková, R., Ritschelová I.**, 2014: Proměny severozápadu. Český statistický úřad, Praha. 181 s.
- Šťastný, K., Bejček, V., Musil, V., Exnerová, A., Fuchs, R., Mrlík, V., Vašák, P.**, 1994: Monitoring the avifauna in Europe's "Black Triangle". *Bird numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects*. IBCC/EOAC. 193-202.
- Vráblíková, J.**, (2010): Rekultivace území po těžbě uhlí na příkladu severních Čech. *Život. Prostr.* 44/1, 24-29.
- Vráblíková, J., Vráblík, P., Zoubková, L.**, 2014: Tvorba a ochrana krajiny. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí. 150 s.
- Wu, Z., Lei, S., Yan, O., Bian, Z., Lu, O.**, 2021: Landscape ecological network construction controlling surface coal mining effect on landscape ecology: A case study of a mining city in semi-arid steppe. *Ecological Indicators*. 133 s.

8.2. Legislativní zdroje

Dekret č.100/1945 Sb., o znárodnění dolů a některých průmyslových podniků.

Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, v platném znění.

Zákon č. 41/1957 Sb., o využití nerostného bohatství (horní zákon).

Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), v platném znění.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.

Zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách a změnách některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 289/ 1995 Sb., o lesích a změně některých zákonů (lesní zákon), v platném znění.

Zákon č. 321/2004 Sb., o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství), v platném znění.

Zákon č. 256/2011 Sb., kterým se mění **zákon č. 321/2004 Sb.**, o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství), ve znění pozdějších předpisů, a **zákon č. 452/2001 Sb.**, o ochraně označení původu a zeměpisných označení a o změně zákona o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů.

8.3. Disertační práce

Teutscherova, N., 2018: The use of biochar for soil fertility improvement and increase of crop production. Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Tropical AgriScience. Prague. 196. (disertační práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

8.4. Internetové zdroje

AOPK ČR, ©2022: Objekty ústředního seznamu (online) [cit.2022.12.1], dostupné z <Objekty ústředního seznamu (nature.cz)>.

Biouhel, ©2021: Výroba (online) [cit.2021.12.3], dostupné z <VÝROBA-(biouhel.cz)>.

Břendová, K., Tlustoš, P., Száková, J., Bohuněk, M., 2014: Využití biouhlí (biocharu) k úpravě půdních vlastností (online) [cit.2021.12.3], dostupné z <<https://biom.cz/cz/odborneclanky/vyuziti-biouhli-biocharu-k-uprave-pudnich-vlastnosti>>.

České vinařství Chrámce, ©2021: Vinice Most – Čepirohy. [online]. [cit. 2021.12.28], dostupné z: <Vinice Most – Čepirohy – České vinařství Chrámce (ceske-vinarstvi.cz)>.

ČSÚ, ©2021: Výroba vybraných výrobků v průmyslu (online) [cit.2021.12.6], dostupné z <Výroba vybraných výrobků v průmyslu - 2019 | ČSÚ (czso.cz)>.

Město Most, ©2021: Původ názvů obcí Mostecka: Čepirohy (online) [cit.2021.12.28], dostupné z <Původ názvů obcí Mostecka: Čepirohy: Město Most (mesto-most.cz)>.

Podkrušnohorské technické muzeum, © 2021: Uhlí na Mostecku (online) [cit.2022.1.1], dostupné z <Uhlí na Mostecku – Podkrušnohorské technické muzeum (podkrusnohorskemuzeum.cz)>.

IUHLI, ©2016: Historie těžby uhlí v severočeské pánvi sahá do 15. století (online) [cit.2022.2.7], dostupné z <<https://iuhli.cz/historie-tezby-uhli-v-severoceske-panvi-saha-do-15-stoleti/>>.

Severočeské doly, ©2021: Geologie (online) [cit.2022.1.7], dostupné z <<https://www.sdas.cz/prohlidkaprovozu/geologie/>>.

Statutární město Ústí nad Labem, ©2021: Geologie (online) [cit.2021.12.28], dostupné z <Geologie – Magistrát města Ústí nad Labem (usti-nad-labem.cz)>.

Zaniklé krajiny, ©2022: Digitální atlas zaniklých krajín (online) [cit.2022.1.28], dostupné z <Digitální atlas zaniklých krajín - Mostecko (zaniklekrajiny.cz)>.

Zubíček, P., 2021: Hornická činnost ovlivňující krajinu (online) [cit.2021.12.7], dostupné z <Hornicko-geologická fakulta – Hornicko-geologická fakulta – VŠB-TUO (vsb.cz)>.

9. Seznam obrázků

Obrázek 1: Poloha zájmového území, podklad: základní mapa ČR (ČUZK)	12
Obrázek 2: Zatravněná vinice Mariana	14
Obrázek 3: Studijní území.....	19
Obrázek 4: Označení řad vinice Mariana.....	20
Obrázek 5: Paralelní umístění kontinuálně měřících sond v řadě 45 a 46	21
Obrázek 6: Profilová kontinuálně měřící sonda Sentek.....	22
Obrázek 7: autonomní telemetrické stanice Agronode na vinici Mariana.....	22
Obrázek 8: Meteorologická stanice uprostřed vinice Mariana	23
Obrázek 9: Půdní sonda.	24
Obrázek 10: Připravená půdní sonda pro měření ambulantní vlhkostní sondou	24
Obrázek 11: Postup při rekultivaci území po těžbě uhlí, vlastní zpracování dle (Vráblíková et al., 2014).	39
Obrázek 12: Stav sazenic po kontrole.....	47
Obrázek 13: Stav sazenic po kontrole.....	48
Obrázek 14: Sondy měřící potenciál půdní vody a teplotu půdy	48
Obrázek 15: Sondy zjišťující potenciál půdní vody.....	49
Obrázek 16: Teplota půdy v zájmovém území A.....	50
Obrázek 17: Lineární korelační závislost v zájmové lokalitě A	50
Obrázek 18: Sondy měřící objemovou vlhkost teplotu půdy.....	51
Obrázek 19: Objemová vlhkost v zájmovém území B.....	52
Obrázek 20: Teplota půdy v zájmovém území B.....	52
Obrázek 21: Lineární korelační závislost v zájmové lokalitě B	53
Obrázek 22: Profilová sonda Sentek	54
Obrázek 23: Profilová sonda Sentek (půdní slanost).	54
Obrázek 24: Objemová vlhkost profilové sondy Sentek	55
Obrázek 25: Teplota půdy u profilové sondy Sentek.....	56
Obrázek 26 Lineární korelační závislost u profilové sondy Sentek.....	56
Obrázek 27: Hloubkové vlhkoměrné sondy měřící objemovou vlhkost.....	57
Obrázek 28: Měření objemové vlhkosti pomocí tyčové sondy.....	58

10. Seznam tabulek

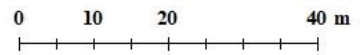
Tabulka 1: Vliv těžby na krajinu (Vráblíková et al., 2014).	29
Tabulka 2: Reakční podmínky a distribuce různých prvků pyrolýzy (Qambrani et al., 2017).	42
Tabulka 3: Celkový stav sazenic po kontrole v létě roku 2021	46
Tabulka 4: Stav sazenic v jednotlivých typech substrátu.....	46
Tabulka 5: Stav sazenic v rámci dvou frakcí biocharu	47

11. Přílohy

Příloha 1: Rozmístění sond, autor Kamila Hüttnerová



- | | | | |
|--|--|--|-----------------------|
| | Sondy měřící sací tlak - kompost | | Biochar hrubší frakce |
| | Sondy měřící sací tlak - směs biocharu | | Biochar jemná frakce |
| | Sondy měřící objemovou vlhkost | | Kompost |
| | Profilová sonda Sentek | | KompoChar |
| | Hlubkové vlhkoměrné sondy | | |
| | Meteorologická stanice | | |



Aut.: Kamila HÜTTNEROVÁ
 CZ.U.FZ.PS-JTS.K.Křevál, East-North
 Software: ArcGIS 10.7.1
 Zdroj dat: Ortofoto ČR (online),
 ČÚZK, GI: [18.1.1022],
 http://cutb.cz/CZ-00025712
 ČÚZK_ORTOFOTO

Příloha 4: Stav sazenic na vinici Mariana, autor: Kamila Hüttnerová



Příloha 5: Naměřené hodnoty sacího tlaku v zájmovém území A, autor: Kamila Hüttnerová

Datum a čas	Sondy měřící sací tlak (kPa)			
	43319	43419	43519	43819
15.07.2021 0:00	-12	-12	-13	-8.2
18.07.2021 0:00	-11	-10	-10	-8
21.07.2021 0:00	-11	-10	-11	-8.2
24.07.2021 0:00	-15	-12	-15	-9.9
27.07.2021 0:00	-26	-22	-27	-15
30.07.2021 0:00	-45	-54	-71	-41
02.08.2021 0:00	-63	-101	-145	-77
05.08.2021 0:00	-78	-126	-184	-88
08.08.2021 0:00	-94	-140	-206	-101
11.08.2021 0:00	-127	-159	-228	-121
14.08.2021 0:00	-177	-175	-240	-146
17.08.2021 0:00	-242	-193	-247	-180
20.08.2021 0:00	-365	-214	-274	-218
23.08.2021 0:00	-342	-219	-272	-227
26.08.2021 0:00	-383	-221	-276	-41
29.08.2021 0:00	-491	-228	-302	-97
31.08.2021 0:00	-229	-52	-298	-10
01.09.2021 0:00	-160	-99	-293	-11
04.09.2021 0:00	-128	-188	-269	-22
07.09.2021 0:00	-123	-206	-253	-53
10.09.2021 0:00	-132	-220	-247	-88
13.09.2021 0:00	-126	-205	-246	-94
16.09.2021 0:00	-140	-213	-249	-107
19.09.2021 0:00	-155	-223	-272	-130
22.09.2021 0:00	-260	-242	-300	-157
25.09.2021 0:00	-197	-251	-285	-171
28.09.2021 0:00	-201	-234	-261	-176
01.10.2021 0:00	-239	-256	-294	-213
Medián	-136	-191	-248	-97

Příloha 6: Teplota půdy v zájmovém území A, autor: Kamila Hüttnerová

Datum a čas	Teplota půdy (°C)			
	43319	43419	43519	43819
15.07.2021 0:00	20,7	20,5	20,8	21,5
18.07.2021 0:00	20,7	20,7	20,9	21,6
21.07.2021 0:00	19,8	20	19,8	20,8
24.07.2021 0:00	19,9	20,2	20,2	21,1
27.07.2021 0:00	20,8	20,7	20,9	21,7
30.07.2021 0:00	20	20,4	20,2	21
02.08.2021 0:00	19,6	19,6	19,3	20,1
05.08.2021 0:00	18,9	18,8	18,6	19,4
08.08.2021 0:00	18,9	18,7	18,4	19,5
11.08.2021 0:00	19,2	19	18,8	19,8
14.08.2021 0:00	19,8	19,1	19,4	19,3
17.08.2021 0:00	20,6	20,2	20,1	21,1
20.08.2021 0:00	18,4	18,4	18,1	19
23.08.2021 0:00	18,7	18,6	18,4	19,2
26.08.2021 0:00	18,1	17,8	17,8	18,7
29.08.2021 0:00	17,1	17	17	17,4
31.08.2021 0:00	17,4	17,2	16,9	17,8
01.09.2021 0:00	17,2	17	16,8	17,6
04.09.2021 0:00	17,8	17,2	17,8	18,6
07.09.2021 0:00	18,4	17,8	18,3	19,2
10.09.2021 0:00	18,9	17,9	18,5	19,6
13.09.2021 0:00	19,1	18,6	18,5	19,8
16.09.2021 0:00	18,4	17,2	18,5	19,1
19.09.2021 0:00	17,3	17,2	17,2	17,8
22.09.2021 0:00	15,9	15,7	15,9	16,3
25.09.2021 0:00	15,9	15,8	17,1	16,4
28.09.2021 0:00	17,1	16,9	17,1	17,7
01.10.2021 0:00	16	15,8	15,8	16,4
Průměrná teplota	18,6	18,4	18,5	19,2

Příloha 7: Objemová vlhkost půdy v zájmovém území B, autor: Kamila Hüttnerová

Datum a čas	Objemová vlhkost (m ³ /m ³)		
	47419	47519	47719
15.07.2021 0:00	30,2	21,49	40,4
18.07.2021 0:00	35,2	25,86	42,9
21.07.2021 0:00	29,7	22	1,9
24.07.2021 0:00	25,7	17,35	1,82
27.07.2021 0:00	21,0	13,4	1,4
30.07.2021 0:00	17,8	11,5	1,5
02.08.2021 0:00	24,2	13,2	2,6
05.08.2021 0:00	22,2	12,8	1,2
08.08.2021 0:00	20,7	12,6	2,4
11.08.2021 0:00	20,1	11	0,9
14.08.2021 0:00	17,7	10	1
17.08.2021 0:00	15,3	9,4	1
20.08.2021 0:00	14,4	9,1	1
23.08.2021 0:00	14,0	9	1,9
26.08.2021 0:00	14,6	9,3	1
29.08.2021 0:00	14,6	8,2	1,2
31.08.2021 0:00	15,8	9,5	0,9
01.09.2021 0:00	16,6	9,9	3,3
04.09.2021 0:00	17,0	9,4	1,33
07.09.2021 0:00	16,5	8,5	1,4
10.09.2021 0:00	15,6	8,2	1,3
13.09.2021 0:00	15,6	8,6	0,8
16.09.2021 0:00	15,3	8,2	1,6
19.09.2021 0:00	14,9	8,7	0,7
22.09.2021 0:00	14,7	8,4	0,6
25.09.2021 0:00	14,4	8,3	0,6
28.09.2021 0:00	14,1	8,2	0,7
01.10.2021 0:00	13,8	7,9	0,4
Medián	16,1	9,4	1,3

Příloha 8: Teplota půdy v zájmovém území B, autor: Kamila Hüttnerová

Datum a čas	Teplota půdy (°C)		
	47419	47519	47719
15.07.2021 0:00	20	22,3	21,2
18.07.2021 0:00	20,3	22,8	21,5
21.07.2021 0:00	19,5	20,3	12,1
24.07.2021 0:00	21,3	22,8	15,1
27.07.2021 0:00	22	23,5	16,4
30.07.2021 0:00	20,2	20,9	13
02.08.2021 0:00	19,5	20,4	16,2
05.08.2021 0:00	19,2	19,9	16
08.08.2021 0:00	19	19,7	16,1
11.08.2021 0:00	19,7	20,5	15,4
14.08.2021 0:00	21,2	22,1	19
17.08.2021 0:00	20,4	21,7	13,6
20.08.2021 0:00	18,4	18,6	14,7
23.08.2021 0:00	19	18,9	15,4
26.08.2021 0:00	17,2	18,7	16,2
29.08.2021 0:00	15,9	15,6	12,3
31.08.2021 0:00	16,8	17,4	15
01.09.2021 0:00	16	16,3	12,8
04.09.2021 0:00	17	16,9	9,9
07.09.2021 0:00	17,6	17,8	14
10.09.2021 0:00	17,1	18,1	12,7
13.09.2021 0:00	18,5	18,8	13,3
16.09.2021 0:00	18,1	18,6	16,5
19.09.2021 0:00	16,7	16,9	13,9
22.09.2021 0:00	14,2	14,3	10,8
25.09.2021 0:00	15,7	15,8	14,3
28.09.2021 0:00	17,2	16,5	12,5
01.10.2021 0:00	13	13	3,9
Průměrná teplota	18,2	18,9	14,4

Příloha 9: Objemová vlhkost u profilové sondy Sentek, autor Kamila Hüttnerová

Datum a čas	Objemová vlhkost profilové sondy Sentek (m ³ /m ³)		
	Sentek 10 cm	Sentek 20 cm	Sentek 30 cm
15.07.2021 0:00	17,7	17,1	23,3
18.07.2021 0:00	21,6	20,1	27,2
21.07.2021 0:00	15,3	18,0	26,5
24.07.2021 0:00	11,0	16,8	25,0
27.07.2021 0:00	6,0	13,6	23,1
30.07.2021 0:00	5,2	11,2	23,0
02.08.2021 0:00	9,9	10,6	22,0
05.08.2021 0:00	9,0	9,7	21,5
08.08.2021 0:00	9,4	9,0	21,1
11.08.2021 0:00	5,6	8,2	20,4
14.08.2021 0:00	3,2	7,4	19,7
17.08.2021 0:00	1,8	6,6	18,8
20.08.2021 0:00	1,7	6,3	18,3
23.08.2021 0:00	2,2	6,3	18,0
26.08.2021 0:00	3,6	6,5	17,9
29.08.2021 0:00	4,2	6,3	17,8
31.08.2021 0:00	7,0	8,0	22,3
01.09.2021 0:00	7,1	8,2	21,6
04.09.2021 0:00	2,1	6,9	14,9
07.09.2021 0:00	1,1	6,8	13,7
10.09.2021 0:00	0,8	6,5	13,4
13.09.2021 0:00	2,0	6,9	13,0
16.09.2021 0:00	1,5	7,0	12,8
19.09.2021 0:00	1,5	7,0	12,5
22.09.2021 0:00	1,2	6,7	12,3
25.09.2021 0:00	1,0	6,6	12,0
28.09.2021 0:00	0,7	6,4	12,0
01.10.2021 0:00	0,7	6,2	11,8
Medián	3,4	7,0	18,6

Příloha 10: Teplota půdy u profilové sondy Sentek, autor Kamila Hüttnerová

Datum a čas	Profilová sonda Sentek - teplota půdy (°C)		
	Sentek 10 cm	Sentek 20 cm	Sentek 30 cm
15.07.2021 0:00	21,1	22,2	21,5
18.07.2021 0:00	21,5	22,3	21,7
21.07.2021 0:00	17,9	20,9	20,9
24.07.2021 0:00	20,9	22,5	21,6
27.07.2021 0:00	20,8	23,4	22,5
30.07.2021 0:00	18,2	22,0	21,7
02.08.2021 0:00	17,6	21,7	21,6
05.08.2021 0:00	17,7	20,3	20,5
08.08.2021 0:00	18,4	20,2	19,9
11.08.2021 0:00	18,6	20,5	20,1
14.08.2021 0:00	18,6	21,1	20,4
17.08.2021 0:00	21,3	22,6	21,4
20.08.2021 0:00	18,1	22,3	21,9
23.08.2021 0:00	17,1	19,2	19,5
26.08.2021 0:00	17,3	19,8	19,5
29.08.2021 0:00	17,0	19,3	19,0
31.08.2021 0:00	14,0	17,3	17,6
01.09.2021 0:00	14,3	17,1	17,4
04.09.2021 0:00	14,3	19,1	18,8
07.09.2021 0:00	16,8	19,8	19,3
10.09.2021 0:00	15,8	19,8	19,5
13.09.2021 0:00	16,0	19,6	19,6
16.09.2021 0:00	17,5	19,1	18,9
19.09.2021 0:00	15,0	17,5	17,6
22.09.2021 0:00	15,1	15,8	16,1
25.09.2021 0:00	15,7	16,7	16,3
28.09.2021 0:00	15,1	17,9	17,6
01.10.2021 0:00	15,2	15,4	16,3
Průměrná teplota	17,4	19,8	19,6

Příloha 11: Rozbor půdních substrátů, autor Kamila Hüttnerová

Parametr	Substrát			
	KompoChar	směs biouhlu	kompost	původní zemina
Ph	8,5	7,6	7,5	7,3
P (mg.kg-1)	/	802,9	919,0	31,6
Cu (mg.kg-1)	23,4	18,5	7,0	3,7
Mg (mg.kg-1)	/	1314,8	1541,1	245,8
K (mg/kg-1)	/	4562,7	5294,8	278,6
N (% hm.)	2,0	1,6	1,6	0,1
Vlhkost, W (% hm.)	63,7	/	/	/
Celková sušina (% hm.)	36,3	/	/	/