

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Pěstební stav porostů rekultivací na výsypce Medard

Bakalářská práce

Vedoucí práce
prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Autorka
Gabriela Hamouzová

Sokolov 2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Gabriela Hamouzová

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Pěstební stav porostů rekultivací na výsypce Medard

Název anglicky

Silvicultural Potential of Forest Stands at the Spoil Bank Medard

Cíle práce

Porosty na rekultivovaných plochách severních a západních Čech, v návaznosti na těžbu hnědého uhlí zaujímají značné plochy. Cílem práce bude zhodnotit stav porostů na rekultivovaných plochách výsypky Medard. Jednotlivé dřeviny budou zhodnoceny z hlediska růstu, vitality a prosperity, stejně tak i kvality produkce v závislosti na věku. Dalším cílem je i zhodnocení vývoje přízemní vegetace v obecné rovině, její diverzity a zastoupení, stejně tak i posouzení iniciačního vývoje půd.

Metodika

1. Zhodnocení literatury vztahující se k řešenému tématu (termín 11/2022),
2. Založení výzkumných ploch v počtu 6, o velikosti 10x10 m, v počtu 3 v porostu jedné dřeviny. Tedy budou hodnoceny alespoň dvě kontrastní dřeviny (termín 10/2022),
3. Evidence a měření jedinců, jejich pozice, celkové výšky, výčetní tloušťky a výšky nasazení koruny. V případě, kdy to bude možné (jehličnany), zhodnotit i vývoj od založení porostu (termín 10/2022),
4. Zhodnocení dostatečnosti obnovy a růstu jednotlivých dřevin (termín 1/2023),
5. Zhodnocení růstu výsadeb a náletů jednotlivých dřevin, pokud se na ploše vyskytnou (termín 2/2023),
6. Zhodnotit vývoj a stav porostů zvolených dřevin a navrhnout další postup pěstování (termín 3/2023). Odevzdání práce – termín 3/2023.

Doporučený rozsah práce

min. 40 s. odborného textu

Klíčová slova

Obnova porostů, rekultivace, přirozená obnova, umělá obnova, druhová skladba, pěstování

Doporučené zdroje informací

- FURST, Ch., VACIK, H., LORZ, C., MAKESHIN, F., PODRÁZSKÝ, V., JANECEK, V.: Meeting the challenges of process-oriented forest management. *Forest Ecology and Management*, 248, 2007, Special issue 1 – 2, s. 1 – 5.
- PODRÁZSKÝ, V.: Lesnictví na rozcestí nebo na scestí. *Vesmír*, 88 (139), 2009, č. 10, s. 630 – 633.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J.: Aspekty pěstování lesů a lesnictví v ČR v budoucím období. *Lesnická práce*, 85, 2006, č. 12, s. 19 – 22.
- REMEŠ, J., KOZEL, J.: Structure, growth and increment of the stands in the course of stand transformation in the Klokočná Forest Range. *Journal of Forest Science*, 52, 2006, č. 12, s. 537 – 546.
- REMEŠ, J.: Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. *Journal of Forest Science*, 52, 2006 č. 4, s. 158-171.
- VACEK, Z., CUKOR, J., VACEK S., PODRÁZSKÝ, V., LINDA, R., KOVAŘÍK, J.: Forest biodiversity and production potential of post-mining landscape: opting for afforestation and leaving it to spontaneous development? *Central European Forestry Journal*. 64, 2018, č. 2, s. 116 – 126.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 25. 10. 2022

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 2. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pěstební stav porostů rekultivací na výsypce Medard" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 4.4.2024

Gabriela Hamouzová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce prof. Ing. Vilémovi Podrázskému, CSc., Ing. Josefovi Gallovi, MSc., Ph. D. a Ing. Jakobovi Dvořákovi, kteří mi během psaní celé práce poskytovali cenné rady a pomocnou ruku. Především bych chtěla poděkovat celé mé rodině a přátelům za trpělivost a podporu, kterou v nich mám.

Pěstební stav porostů rekultivací na výsypce Medard

Abstrakt

Bakalářská práce se obecně zabývá stavem lesních porostů na rekultivovaných plochách v západních Čechách. Konkrétní data týkající se růstu a prosperity lesních výsadeb byla zkoumána v bývalém hnědouhelném dole Medard – Libík, který se nachází u obcí Sokolov, Bukovany, Habartov, Citice a Svatavou.

Hlavní rekultivace tu byla provedena hydriická a lesnická, zbytek ploch se oséval travní směsí. Vzniklé jezero je největším uměle vytvořeným jezerem v ČR s rozlohou 493,5 ha. Lesnická rekultivace okolí byla rozdělena do 6 etap. Tato bakalářská práce se zabývá hlavně 6. etapou (67,08ha). V 6. etapě bylo zaznamenáno 6 ploch s hlavními dřevinami smrku ztepilého (*Picea abies*) a modřínu opadavého (*Larix decidua*).

Jedenáct let po výsadbě vykazuje modřín opadavý (*Larix decidua*), ve zdejších podmínkách výsypky, má vyšší přírůst než smrk ztepilý (*Picea abies*). Průměrná výška modřínu činila 2,65 m, zatímco výška smrku dosahovala pouze 1,35 m. Stejná dynamika byla zjištěna i u průměrné tloušťky modřín 3,37 cm a smrk 2,22 cm. Celkový růst dřevin lze označit za poměrně neuspokojivý, což může být dáno nepříznivým podložím, srážkovým deficitem v posledních letech, anebo vysokým tlakem zvěře. I přes pomalý růst vysazených dřevin, lze konstatovat, že zde výsadba plní svůj účel, ve smyslu ochrany půdy a vytvoření lesního prostředí.

Klíčová slova: obnova porostů, rekultivace, přirozená obnova, umělá obnova, druhová skladba

Silvicultural Potential of Forest Stands at the reclaimed site Medard

Abstract

The bachelor's thesis generally deals with the state of forest stands on reclaimed areas in western Bohemia. Specific data regarding the growth and prosperity of forest plantations was investigated in the former Medard - Libík brown coal mine, which is located near the municipalities of Sokolov, Bukovany, Habartov, Citice and Svatava.

The main recultivation here was hydric and forestry, the rest of the areas were sown with a grass mixture. The resulting lake is the largest man-made lake in the Czech Republic with an area of 493.5 ha. The forest reclamation of the area was divided into 6 stages (67,08ha). This bachelor's thesis mainly deals with the 6th stage. In the 6th stage, 6 areas were recorded with the main species of spruce (*Picea abies*) and European larch (*Larix decidua*).

Eleven years after planting, European larch (*Larix decidua*) shows a higher growth rate than spruce (*Picea abies*) in the local landfill conditions. The average height of the larch was 2,65 m, while the height of the spruce reached only 1,35 m. The same dynamics were also found for the average thickness of larch 3,37 cm and spruce 2,22 cm. The overall growth of trees can be described as rather unsatisfactory, which may be due to unfavorable subsoil, rainfall deficit in recent years, or high game pressure. Despite the slow growth of the planted trees, it can be stated that the planting here fulfills its purpose, in terms of soil protection and the creation of a forest environment.

Keywords: restoration of vegetation, reclamation, natural regeneration, artificial regeneration, species composition

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl práce	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Vliv člověka na formování krajiny	12
3.2 Historie těžby uhlí v evropském kontextu	12
3.3 Historie sokolovské pánve	13
3.4 Přírodní podmínky sokolovské pánve	13
3.4.1 Klimatické a geologické podmínky	14
3.5 Rekultivace výsypek	15
3.5.1 Vegetační podmínky	16
3.5.2 Principy rekultivačních prací	16
3.5.3 Zemědělská rekultivace	17
3.5.4 Lesnická rekultivace	18
3.5.5 Hydrická rekultivace	19
3.5.6 Ostatní rekultivace	20
3.6 Těžba hnědého uhlí v prostoru Medard – Libík	20
3.6.1 Těžené doly a lomy	21
3.7 Výsypka Medard – Libík	22
3.7.1 Etapy Medard – Libík	23
3.7.2 Etapa VI	24
3.7.3 Jezero Medard	25
4. Metodika	26
4.1 Získávání dat	27
4.1.1 Stav porostů lesních dřevin	27
4.1.2 Stav přízemní vegetace	28

4.1.3 Posouzení iničiálního vývoje půd.....	29
5. Výsledky	30
5.1 Stav porostů.....	30
5.2 Stav přízemní vegetace.....	33
5.3 Iničiální stav půd.....	35
6. Diskuse	36
7. Závěr	40
7. Literatura	41
10. Samostatné přílohy	46

Seznam obrázků

Obrázek 1: Výsypka Medard - Libík.....	20
Obrázek 2: Plocha č. 1	22
Obrázek 3,4: Plocha č. 2 a plocha č. 5	24
Obrázek 5: Jezero Medard - Libík	25
Obrázek 6: Přehledová situace výsypka Medard – Libík.....	26
Obrázek 7,8: Calamagrostis epigejos, Senecio nemorensis.....	34
Obrázek 9: Půdní sonda na ploše 5	35

1. Úvod

Historie těžby uhlí sahá v České republice až do 18. století. Díky spalování uhlí lze získávat tepelnou energii, která je důležitá pro výrobu elektřiny v tepelných elektrárnách. Nejvýznamnější území, na kterém dochází k těžbě uhlí, se nachází v podhůří Krušných hor – v sokolovské a chomutovsko-mostecké pánvi. Uhlí je těženo povrchového způsobem, který budí v mnoha ohledech diskuse (Těžba uhlí: Historie v ČR a ve světě, 2022).

Sokolovská pánev je silně poznamenána těžbou hnědého uhlí. Její počátky na Sokolovsku sahají až do roku 1760. Největší rozmach dobývání nastal až s výstavbou železnice v roce 1871. V oblasti Sokolovské pánve se nacházelo aktivních 39 hlubinných dolů a 15 malolomů. Sokolovské doly patřily pod správu Sokolovské uhelné, právní nástupce, a.s. a jejich úkolem je mimo jiné i tyto doly asanovat. Nejlevnější asanací po těžebních jámách je rekultivace hydrická (Sokolovská uhelná, 2008).

V současné době je patrný tlak na rekultivaci těchto území. Druhy rekultivací, které se můžou uplatnit jsou: zemědělská, lesnická, popřípadě hydrická rekultivace. Cílem zemědělských rekultivací je vytvořit plochy vhodné pro obhospodařování zemědělské půdy nebo pěstování kultur, jako jsou např. sady a vinice s optimálním sklonem do 2 % nebo chov dobytka. Cílem lesnické rekultivace je vytvoření trvalého nebo dočasného lesního porostu. Lesy vzniklé umělou obnovou lesa, se dělí na hospodářské, účelové lesy a zvláštního určení. Hospodářské lesy jsou utvářeny tak, aby v nich byla v budoucnu plněna produkční funkce lesa. Tomu odpovídají použité druhy dřevin a způsob výsadby. Lesy zvláštního určení plní především protierozní, půdoochranné a další sanační a meliorační funkce. Do účelových lesů se zahrnují rekultivované plochy (Sádlo, 2002).

Hydrická rekultivace představuje vytvoření nového vodního tělesa. Vzniklé místní vodní plochy představují krajinně stabilizační prvky. Vodní plochy vznikají zaplavováním zbytkových jam. Mají funkci rekreační a jiné funkční účely (Dimitrovský, 2001).

Tato práce se zabývá stavem lesních porostů na rekultivovaných plochách na výsypce Medard – Libík. Rekultivační aktivita je rozdělena na 6 etap, jedná se o zhruba stejně velké části území, na kterých postupně probíhá následná rekultivace, z toho 619,42 ha je rekultivace lesnická. Výzkum probíhal na 6 plochách, na kterých se nacházely 2 hlavní dřeviny, smrk ztepilý (*Picea abies*) 41 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) 57 % a ostatní vtroušené dřeviny 2 % (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2007).

2. Cíl práce

Porosty na rekultivovaných plochách severních a západních Čech, v návaznosti na těžbu hnědého uhlí zaujímají značné plochy. Cílem práce bude zhodnotit stav porostů na rekultivovaných plochách výsypky Medard. Jednotlivé dřeviny budou zhodnoceny z hlediska růstu, vitality a prosperity, stejně tak i kvality produkce v závislosti na věku. Dalším cílem je i zhodnocení vývoje přízemní vegetace v obecné rovině, její diverzity a zastoupení, stejně tak i posouzení iniciálního vývoje půd.

Dílčí cíle jsou:

1. Zhodnocení literatury vztahující se k řešenému tématu.
2. Založení výzkumných ploch v počtu 6, o velikosti 10x10 m, v počtu 3 v porostu jedné dřeviny. Tedy budou hodnoceny alespoň dvě kontrastní dřeviny.
3. Evidence a měření jedinců, jejich pozice, celkové výšky, výčetní tloušťky a výšky nasazení koruny. V případě, kdy to bude možné (jehličnany), zhodnotit i vývoj od založení porostu.
4. Zhodnocení dostatečnosti obnovy a růstu jednotlivých dřevin.
5. Zhodnocení růstu výsadeb a náletů jednotlivých dřevin, pokud se na ploše vyskytnou.
6. Zhodnotit vývoj a stav porostů zvolených dřevin a navrhnout další postup pěstování.

3. Literární rešerše

3.1 Vliv člověka na formování krajiny

S člověkem přišlo i formování a přetváření krajiny. Koncept antropogenních ekosystémů představuje inovativní perspektivu na současnou podobu biosféry Země, která byla významně ovlivněna lidskou činností. Většina zemského povrchu byla transformována v důsledku lidského osídlení a rozvoje zemědělství. Pouze menší část zemského povrchu zůstává v původním stavu, a to méně než čtvrtina bez polárních oblastí, z nichž lesy zabírají pouze 20 % a neplodné oblasti přes 36 %. Více než 80 % světové populace žije v hustě osídlených městských a vesnických biomech. Mezi nejrozsáhlejší z těchto hustě osídlených biotů patřily zemědělské vesnice, kde v současnosti žije každý čtvrtý člověk (Ellis, 2008).

3.2 Historie těžby uhlí v evropském kontextu

V evropském kontextu má těžba uhlí dlouhou historii, která sahá až do středověku. Počátky průmyslové těžby uhlí lze vysledovat od 18. století, kdy se tato činnost stala klíčovým faktorem pro rozvoj průmyslu a ekonomiky. Průmyslová revoluce v 19. století vedla k masivnímu nárůstu poptávky po uhlí jako palivu pro parní stroje, což vedlo k rozvoji nových těžebních technologií a infrastruktury, včetně železnic a přístavů, které umožnily přepravu uhlí do průmyslových středisek. Těžba uhlí byla spojena s dramatickými sociálními a ekonomickými změnami, včetně migrace pracovníků do hornických oblastí a vzniku nových hornických komunit. V průběhu 20. století pokračovala těžba uhlí jako klíčová součást energetického mixu v mnoha evropských zemích, přičemž mnohé z nich investovaly do modernizace těžebních technologií a diverzifikace energetických zdrojů. Nicméně s postupným upřednostňováním obnovitelných zdrojů energie a snahou o snížení emisí skleníkových plynů začaly mnohé evropské země postupně omezovat těžbu uhlí a hledat alternativní způsoby energetického zásobování. Navzdory tomu má historie těžby uhlí v Evropě bohaté dědictví, které ovlivnilo nejen hospodářství, ale i sociální a kulturní aspekty mnoha regionů (Freese, 2004).

3.3 Historie sokolovské pánve

Sokolovská pánev se nachází v severozápadní části Podkrušnohorské oblasti. Vyskytují se zde třetihorní sedimenty. Vulkanické horniny tvořily celkem polovinu výplně pánve. Ze západu navazuje na Chebskou pánev, ze severu na Krušné hory, z východu na Mosteckou pánev (ÚHÚL, 2021).

O systematictější těžbě hnědého uhlí na Sokolovsku můžeme hovořit od poloviny 18. století. Hrabě František Václav Nostic založil v roce 1760 těžební akciové společnosti. Na konci 18. století zahájil těžbu Matouš Leistner. Při kopání studny našli zemědělci kvalitní uhlí. Od roku 1880 město Sokolov získalo ryze průmyslový charakter (např. Svatavské strojírny s.r.o.). V sokolovské pánvi byly hlubinnou těžbou vytěženy tři nepravidelně vyvinuté povrchové sloje o mocnosti desítek metrů, zpravidla z míst, kde je kvalita sloje vyšší (Bružeňák, 2010).

Hlavní využití uhlí byl zdroj tepla, později jako surovina pro výrobu paliv a energie a také jako chemická surovina. S rostoucí intenzitou jsou však prováděna i opatření vedoucí k obnově krajiny po ukončení těžby. Zásoby uhlí a další nerostné suroviny sokolovské pánve, po pestrém historickém vývoji, spravuje nyní jeden subjekt, Sokolovská uhelná, a.s. (Bružeňák, 2010).

3.4 Přírodní podmínky sokolovské pánve

Krušné hory se dělí na Krušné hory-Smrčiny, Krušné hory, Děčínskou vrchovinu a Podkrušnohorskou oblast, Chebská pánev, Sokolovská a Mostecká pánev, Doupovské hory a České středohoří, Karlovarská vrchovina-Slavkovský les a Tepelská vrchovina. Podkrušnohorská pánev je tvořena z několika tektonickými depresemi, vulkanickými tělesy, jako jsou Doupovské hory a České středohoří (ÚHÚL, 2021).

Sokolovská pánev se nachází v severozápadní části Podkrušnohorské oblasti mezi okresy Sokolov, Cheb a Karlovy Vary. Její vzhled utvářela geologická období, především období třetihor a čtvrtohor. Tímto územím protéká řeka Ohře. Ze severu je sokolovská pánev ohraničena Krušnými horami, z jihu Slavkovským lesem a z východu Doupovskými horami. Významnými městy na území a v blízkosti Sokolovské pánve jsou Sokolov, Chodov, Nové Sedlo a Habartov (ÚHÚL, 2021).

Celá tato soustava je pozůstatkem ploché klenby, která byla vyzdvižena v období třetihor a rozdělena podél velkého zlomu, kterým je dnes Chebská pánev, Sokolovská pánev, Chomutovsko-Mostecko-Teplická hnědouhelná pánev. Sokolovská pánev se dělí na 4 souvrství – Starosedlské souvrství tvořené kaolinitickými jíly, písky, šterky, pískovci, slepenci a křemenci. V novosedelském souvrství se vyskytují písčité a jílovité sedimenty, tufy, tufity. Sokolovské souvrství má původ vulkanický, vyskytují se zde tufitické pískovce, sedimenty (uhelné jíly, jíly, písky). Cyprisové souvrství je tvořeno kaolinovými jíly spolu se slídou a karbonáty (Štýs, 1995).

Sokolovská uhelná a.s. se stará o sanaci následků důlních operací, podle dlouhodobého rekultivačního plánu. První rekultivace začala v roce 1934, ale systematická rekultivační činnost začala až ve druhé polovině 50. let (Krása, 2009).

Nadmořská výška Sokolovské pánve je 400-500 m n. m., průměrné roční srážky činí 700 mm. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 7,3 stupně Celsia. Jedná se o poněkud teplé klimatické pásmo MT 4 s krátkými, mírně suchými léty, mírnými zimami a krátkodobou sněhovou pokrývkou (ČHMÚ, 2023).

S dominujícími zemědělskými plodinami je i přesto tato oblast převážně zalesněná. Vegetační celek luhy s olší zahrnují listnaté lesy, popřípadě jehličnatý les s převahou listnatých dřevin. Dřeviny jako olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), dub letní (*Quercus robur*), smrk ztepilý (*Picea abies*) se tyto dřeviny vyskytují v nivách potoků a řek, které jsou pravidelně nebo periodicky zaplavovány. Porosty jsou také silně ovlivněny stálým zaplavením nebo někdy stoupající podzemní vodou (Skalický, Slavík, 1988).

Dominují zde vodní toky řeka Ohře a Svatava. Nachází se zde několik umělých vodních ploch. Karlovarský kraj zaujímá zhruba 2000 ha vodní plochy. Největšími přehradami jsou Jesenice, Medard, Horka (Přehradní nádrže v karlovarském kraji, 2024).

3.4.1 Klimatické a geologické podmínky

Převládá zde 3 lesní vegetační stupeň. Nadmořská výška Sokolovské pánve je 400-500 m n. m., průměrné roční srážky činí 700 mm. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 7,3 stupně Celsia. Jedná se o poněkud teplé klimatické pásmo MT 4 s krátkými, mírně suchými léty, mírnými zimami a krátkodobou sněhovou pokrývkou (Boháč, 1996).

Intenzivní zemědělství a husté osídlení následná důlní činnost, zapříčinilo odlesnění lesních porostů. V lesní přírodní oblasti 2 se vyskytují kyselé živinami chudé půdy např. luvizem, pseudoglej, kambizem, a fluvizem. Vyskytují se zde zejména horniny pískovce, slepence, ruly, žuly a jíly. Převládají zde oligotrofní kambizemě, podzolové půdy. Největší podíl půd mají půdy jílovité, hlinité, písčité až kamenité (Štýs, 1981).

Území se nachází ve fytogeografické oblasti mezofytika 24- Horní Poohří a 24-B. Sokolovská pánev je v oblasti mírného pásma, tomu také odpovídá flóra nacházející se na tomto území. Mírné pásmo střední Evropy zaujímá pásmová vegetace, tzn. oblast opadavého lesů. Území je klasifikováno jako pahorkatina. Sokolovská pánev je oblastí s intenzivním zemědělstvím obilnářsko – bramborářskou oblastí. Nejvíce se zde pěstuje obilí, v roce 2023 bylo sklizeno 10300 ha v Karlovarském kraji (Trnka, 2021).

Vrstvy, které se zde nacházejí, jsou tuf, lepek a písek o mocnosti 20-40 m. Nad Antonínovou vrstvou je až 120 m mocná cyprisová vrstva, která je vyrobena z různobarevných jíků. Svrchní částí cyprisového souvrství, které sahají až do hloubky 25 m. Poslední vrstvou jsou kvartérní sedimenty. Sedimenty představují záplavy řeky Ohře a dalších toků v jejím povodí. Naplaveniny jsou především písek a štěrk s různými frakcemi. Nejvhodnější půdy pro rekultivaci jsou jíly (Jiskra, 1993).

3.5 Rekultivace výsypek

Na rozdíl od jiných průmyslových odvětví těžba uhlí působí na půdu pouze dočasně. Pomocí správné rekultivace lze obnovit krajinu, obnovit její produktivitu nebo dokonce zlepšit krajinné podmínky (Maiti et al., 2013; Mukhopadhyay et al., 2013). Rekultivace je nedílnou součástí systému exploatace nerostné suroviny. Účinky rekultivace se dotýkají všech krajinných prvků a podstatných složek krajiny. (Lhotský, 1994; Krása, 2009). Velkoplošné skladování skryvkového materiálu ovlivňuje atmosféru, mikroklima a ovzduší, narušená biosféra a mikrobiální fytoocenóza (Dimitrovský, 2001).

Zásahy po těžbě mají výrazný dopad na biodiverzitu a biomasu zkoumaných rostlin, ale také na diverzitu lesního ekosystému. Po těžbě je plocha většinou opět zalesněna, avšak některé lokality jsou ponechány samovolnému vývoji (Vacek, 2018).

Půdní vlastnosti mohou významně ovlivnit vývoj vegetace na výsypkách. Vývoj vegetace je ovlivněna omezenou dostupností vody, zrnitost substrátu nebo nízkým obsahem

živin. Vývoj vegetace významně ovlivňuje svrchní humus a následnou tvorbu nadložního horizontu (Štýs, 1981).

V oblastech zasažených těžbou často dochází k samovolným sukcesním procesům. Tyto procesy nastupují téměř ihned po ukončení těžby. Výhodou spontální obnovy je zvýšení krajinné diverzity. Sukcese na Sokolovsku je oproti té na Mostecku významně vlhčí a chladnější. Dělí se na dvě fáze: ruderalní a post-ruderalní (Prach, 2010).

3.5.1 Vegetační podmínky

Osídlování organismů v oblasti začíná ihned po likvidaci skládky. Semena se do substrátu dostanou již během těžby pojezdem těžkou technikou. Rostliny a živočichové nemusejí cestovat na tak velké vzdálenosti, což urychluje kolonizaci a šíření semen. Čím je větší zájmové území, tím je méně závislé na prostředí okolních biotopů. Rychlost a průběh kolonizace závisí na vzdálenosti od zdrojů šíření (Sádlo, 2002).

V první ruderalní fázi se okamžitě rozšířily vytrvalé travní druhy jako podběl lékařský (*Tussilago farfara*), lipnice smáčknutá (*Poa compressa*), vrbovka úzkolistá (*Chamaenerion angustifolium*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Šířily se zde dobře hlavní pionýrské dřeviny vrba jíva (*Salix caprea*), břiza bělokorá (*Betula pendula*) a topol osika (*Populus tremula*). V této ruderalní fázi se začíná hromadit odpad, který se rozkládá pomocí fyzikálně-chemických mikrobiálních procesů. Část půdní mezofauny začíná tvořit tenkou fermentační vrstvu. Přítomnost žížal je zásadní pro tvorbu humusu. Tvorba humusu je rozhodujícím faktorem při přechodu z ruderalní fáze do post-ruderalní fáze. V post-ruderalní fázi dochází k zásadním změnám ve složení travního společenstva, některé ruderalní druhy jsou nahrazovány lesními druhy. Dřeviny nadále přetrvávají a v jejich podrostu se uchycují dřeviny smrk (*Picea sp.*), borovice (*Pinus sp.*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), dub letní (*Quercus robur*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*). Spontánní sukcese dominuje téměř na všech výsypkách (Fórum ochrany přírody, 2016).

3.5.2 Principy rekultivačních prací

První fáze rekultivace spočívá v přípravných pracích. Jedná se především o terénní úpravy a odstranění všech nežádoucích antropogenních prvků a kontaminované vody (Frouz, 2008).

V přípravné fázi byly provedeny rozsáhlé terénní úpravy. Byly vybudovány prvky hydrologické sítě a reliéf. Na výsypkách se některé práce dělají již při výkopech, ale většina se dělá až po pár letech, kdy se skládka usadí. V závislosti na mocnosti výsypek a stabilitě substrátů to může trvat 10 let, než tyto dodatečné inženýrské práce na velkých skládkách začnou. V té době je již plocha poměrně dobře a samovolně pokryta vegetací a nasázená novou vegetací. Povrchová úprava je nezbytná pro zpřístupnění území po těžební činnosti a následné rekultivaci. Důlně technická fáze, která zpracovává půdu, rozhrnujeme, zhutňujeme, přidává pěstební zeminu a modelujeme tak novou krajinu (Štýs, 1981).

Biotechnická fáze se provádí po ukončení těžby v daném místě a provádějí ji specializované firmy. V případě potřeby se pro zlepšení půdy podávají různá hnojiva, aby se upravili fyzikální a chemické vlastnosti půdy. V závislosti na rekultivaci, kterou volíme podle zamýšleného využití lokalit, jako je půda, les, voda a další. Ke každé obnovované lokalitě se musí přistupovat individuálně. V dnešní době převažují rekultivace založené na výsevu nebo výsadbě vhodných rostlin či dřevin. V minulosti převažovala spíše zemědělsky založená rekultivace, od kterých bylo však postupně upouštěno z důvodu poklesu zemědělské výroby. V minulosti převažovali spíše zemědělské rekultivace. Hlavním důvodem změny byl pokles zemědělské výroby (Lhotský, 1994).

Hydraulické zlepšování je především techničtější proces, který vede k vytváření nových hydrologických prvků v krajině. Hydrologická obnova upravuje vodní toky, přehrady a nádrže, jámy po hlubinné těžbě nebo výsypkách. Toto je nejlevnější a nejjednodušší řešení rekultivace. Velké vodní plochy výrazně ovlivňují sousední oblasti. Jejich povrch, hydrologické poměry, hladinu podzemních vod a mikroklimatické poměry území. Okolní porosty budou upraveny podle stavu vody a budoucího využití přilehlých pozemků (R-PRINCIP Most s. r. o., 2017).

Břehové porosty musí být ekologicky vhodné, aby plnili své protierozní funkce a co nejlépe integrovali vodní plochu do celého ekosystému. Na plochách se osívá speciálním setím a hnojení půdy, oproti tomu s rekultivací lesnickou dopomáhají tzv. pionýrské dřeviny, jako např. bříza bělokorá (*Betula pendula*). Zvolený typ obnovy má zásadní vliv na budoucí životnost areálu (Sádlo, 2002).

3.5.3 Zemědělská rekultivace

Účelem zemědělské rekultivace je vytvořit plochy vhodné pro obhospodařování zemědělské půdy nebo pěstování kultur, jako jsou např. sady a vinice. Povrchová a půdní

úprava musí být intenzivní, aby bylo optimálně dosaženo produkčních vlastností půdy. Zemědělské rekultivace vycházejí z urovnaných nebo jen mírně svažitéch výsypek, s optimálním sklonem do 2 %. K seti se používá meliorační travino-bylinná směs, která zlepšuje vlastnosti půdy. Pouze nejsvrchnější horizonty půdního pokryvu a některé spraše jsou vhodné substráty pro přímý výsev. Jakmile je povrch připraven začíná vlastní setí. Dnes se doporučuje tříletý zemědělský cyklus ve formě pěstování plodin na zelené hnojení tzv. zapracování zelené hmoty zpět do půdy. V prvních pěti letech využívají především víceleté pícniny, trávy a luskoviny, které po dvou letech opakovaně zaorávají. Směs semen je nejprve složena ze 70 % jetele a 30 % bylin, poté se poměr změní na travu (Matoušková, 2015).

3.5.4 Lesnická rekultivace

Cílem těchto rekultivačních snah je vytvoření trvalého nebo dočasného lesního porostu. Oproti zemědělské rekultivaci se lišilo především biologickými opatřeními a způsoby zpracování půdy. Lesy vzniklé umělou obnovou lesa, se dělí na hospodářské, účelové lesy a zvláštního určení. Hospodářské lesy jsou utvářeny tak, aby v nich byla v budoucnu plněna produkční funkce lesa. Tomu odpovídají použité druhy dřevin a způsob výsadby. Lesy zvláštního určení plní především protierozní, půdoochranné a další sanační a meliorační funkce. Do účelových lesů se zahrnují rekultivované plochy (Sádlo, 2002).

Před výsadbou se upraví reliéf a svahy se stabilizují proti erozi. V případě nepříznivých fyzikálních vlastností se provádí mechanické zpracování půdy, provzdušňování, vláčení a orba. Pro přímou rekultivaci lze použít spraš, sprašovou hlínu nebo šedý jíl. Před výsadbou se však doporučuje určitá forma hnojení. V současnosti jsou sprašové hlíny nejčastěji používány pro potřeby lesnických rekultivací. Méně příznivé horniny, jako jsou šedé pískovce a prachovce, ale i písčité jílovce a písky s nepříznivými vlastnostmi náchylnějšími k erozi, je vhodné přikrýt vhodnější půdou. Pro zlepšení fyzikálních a chemických podmínek podkladu se přidávají různá kamenná aditiva, zejména slíny a slínovce (Frouz, 2008).

Lesnická rekultivace se převážně ve svazích v biologickém cyklu 5 let. Výsadba, ožinování, okopávání sazenic, vylepšování a ochrana proti okusu zvěři. V jedenáctém roku od založení porostu se uskuteční prořezávka. Samotná výsadba se provádí ve sponu 1x1 m. Sazenice se využívají 2-3 leté, prostokořené. Při výsadbě se využívají meliorační dřeviny pro zlepšení životních podmínek a poté se vysazují i cílové druhy. Poměr typů a druhů je

individuální podle potřeb příslušného stanoviště. Později jsou dočasné stromy odstraněny probírkou během několika let pěstování a nahrazeny výsadbou cílových druhů (Frouz, 2007).

Mezi nejčastěji používané meliorační dřeviny patřilo olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), břízy (*Betula sp.*) některé vrby (*Salix sp.*) a topoly (*Populus sp.*), dále jsou to některé druhy keřů, jako je brslen evropský (*Euonymus europaeus*), bez černý (*Sambucus nigra*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*). Rychleji rostoucí stromy a keře jsou vhodné do extrémních podmínek, takové dřeviny mají navíc schopnost obohacovat půdu živinami. Zejména olše jsou hojně využívány pro svou schopnost vázat dusík v půdě. Cílové druhy dřevin se nejčastěji používají duby (*Quercus sp.*), habr obecný (*Carpinus betulus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), j. babyka (*Acer campestre*) a borovice černá (*Pinus nigra*), ale také smrk ztepilý (*Picea abies*). Nepůvodní druhy dřevin, kterými jsou trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), dub červený (*Quercus rubra*) a modřín (*Larix decidua*) (Zhao et al., 2012).

3.5.5 Hydrická rekultivace

Hydrická rekultivace představuje vytvoření nového vodního režimu na obnovené krajině. Budují se malá vodárenská díla pro regulaci průtoku vody a obnovu sedimentů v příkopech, drenážích, drenážních žebrech a nádržích. Vzniklé vodní plochy představují krajině stabilizační prvky. Zbytkové jámy nebo obrovské jámy vznikají při zaplavování větších vodních ploch pro rekreační a jiné funkční účely. Velký odběr vody je důležitým opatřením pro vodní systém regionu. V první etapě plnění zbývajících jam dochází k výrazným změnám stavu podzemních vod. V kraji klesá i odtok povrchových vod, což přispívá k plnění zbytkových jam. Jakmile se hladina podzemní vody naplní, hladina podzemní vody se stabilizuje. Tato nová vodní plocha bude mít dopad na okolí (R-PRINCIP Most s. r. o., 2017).

Zatopením zbytkové jámy vzniká víceúčelové jezero. Je významným estetickým prvkem, plní však ekologickou funkci, a také sportovní, volnočasové a socioekonomické aktivity. Všechny tyto vodní plochy jsou velké nádrže využitelné pro průmysl nebo zemědělství. Vývoj a kvalitu vody ve zbytkových jezerech ovlivňuje mnoho vnitřních i vnějších faktorů. Fyzikální, chemické a biologické procesy, ke kterým dochází i po naplnění jezera. Tyto vodní plochy jsou ohroženy zejména nadměrnou acidifikací a eutrofizací některých netečných jezer a jejich zasolením (Dimitrovský, 2001).

3.5.6 Ostatní rekultivace

Ostatní typy rekultivací jsou ve svých postupech založeny především na výše uvedených typech. Jedná se o výhodné rekultivace pozemků s cílem vytvořit rekreační či sportovní plochy a parky. Do souvisejících vztahů lze zahrnout i další využití pozemků, jako jsou zastavěné plochy, sklady apod. (Štýs, 1981).

3.6 Těžba hnědého uhlí v prostoru Medard – Libík

Dominantní surovinou těženou bylo hnědé uhlí. První povrchová těžba hnědého uhlí v tomto lomu pochází z roku 1919. Jeho těžba však byla v cílové oblasti zastavena již v roce 2000. Posledním lomem v oblasti byl lom Medard – Libík (Obrázek 1). Spojený lom Medard – Libík se nacházel na severní hranici západní části Sokolovské uhelné pánve. V této části Sokolovské pánve v oblasti dobývání bylo souvislé území mezi Sokolovem, Citicemi, Bukovany, Habartovem a Svatavou. (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2017).



Obrázek 1: Výsypka Medard – Libík

3.6.1 Těžené doly a lomy

Důl Rudolf a lom Libík těžba probíhala v lomu v letech 1869 až 2000. Důl Adolf – Žofie letech 1898 až 1954 uprostřed nynější jámy Medard – Libík se uhlí těžilo hlubinou těžbou v sloji Antonín a Anežka. Důl Nová jáma (Gustav) - důl těžil uhlí poblíž obce Bukovany hlubinným způsobem metodou pilířování na řízený zával (v letech 1888 až 1928) ve sloji Anežka. Důl Felicián – těžil metodou komorování a pilířování na zával v letech 1844 až 1948 poblíž obce Citice. Důl Fischer – těžil uhlí poblíž obce Citice hlubinným způsobem úpadními lanovkovými štolami metodou komorování a pilířování v letech 1830 až 1958. Veškeré zbytky uhelných zásob v jeho dolovém poli odtěžil lom Medard – Libík. Důl Josef – se nacházel na kopci nad obcí Lísková u Sokolova a těžil uhlí třemi jámami, jednou ze sloje Antonín, druhou ze sloje Anežka a třetí ze sloje Josef v letech 1886 až 1958. Posledním lomem těženým v této oblasti byl lom Medard-Libík, který vznikl sloučením těžebních front původně samostatných lomů Medard a Libík. Těžba byla ukončena v roce 2000 (Sokolovská uhelná, 2008).

K zastavení těžební činnosti došlo na základě opatření představenstva Sokolovské uhelné a.s., která v roce 1994 definovala perspektivu rozvoje akciové společnosti v souladu s vývojem energetické situace a rekultivace těžby uhlí a hornictví v České republice. Na základě toho byl zahájen útlum oblasti Medard-Libík bez úplné obnovy ložiska. V lomu Libík se těžilo poblíž obce Habartov (ložisek 300 016), Bukovan (ložisek 300 089) a ve Svatavy. Těžba v závěrečné fázi až do ukončení těžby probíhala především v Habartově, o jehož částečném rozšíření bylo v roce 1989 rozhodnuto na Lítovsku, Svatavě a částečně v Bukovanech. Na západě bylo území omezeno výsypkou Rudolf, na severu slojí Anežky. Konečný plán likvidace lomu Medard – Libík zpracovala Sokolovská Uhelná a.s., Sokolov podle horního zákona 09/1999 Sb., který byl v roce 2001 hodnocen v procesu EIA. Těžební licence Medard – lom Libík, rozhodnutí NBÚ ČR – OBÚ v Sokolově 1996. Sanaci – zpracovala stavební geologie, Geotechnika a.s. Praha, 1996. Plán obnovy a rekultivace na období 2001-2005 zpracoval R-PRINCIP Most s.r.o. Generální rekultivace po těžbě uhlí zpracovaná Hydro projektem a.s. Praha 1993 + mapové podklady (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2017).

3.7 Výsypka Medard – Libík

Za celý aktivní provoz vytěžilo cca 200 mil. tun a přibližně 300 mil. m³ skrývkového materiálu. Po ukončení těžby byl vypracován plán likvidace, který obsahoval i způsob sanaci následků těžby v oblasti o celkové rozloze 1183 ha. Po vyhodnocení několika variant bylo rozhodnuto, že v budoucnu bude zvažována varianta vytvoření jezera. Na zbývajících svazích se provádějí klasické lesnické a zemědělské práce. První sanační práce byly v oblasti provedeny v roce 1960. Po ukončení těžby začaly intenzivní přípravné a projekční práce na hledání komplexního řešení zahlazení po těžbě hnědého uhlí. Sanace a rekultivace byla podmíněna prohlášením Ministerstva vnitra hlavního města Prahy ze dne 14. května 2001 dle zákona č. 244/1992 Sb. o hodnocení vlivů podle § 11 zákona č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění zákona č. 132/2000 Sb. Žádost o povolení doporučila možnost zatopení zbytkové jámy a stanovení podmínek pro přípravu, realizaci a dokončení fáze likvidace. Z celkové výměry 1183 ha je 619,42 ha lesnická rekultivace, 497,88 ha hydrická rekultivace, 50,73 ha zemědělská rekultivace a 14,97 ha ostatní rekultivace. Evropsky významná lokalita Natura 2000, zaznamenala výskyt čolka velkého (*Triturus cristatus*) a neobvyklé druhy vázek např. šídlatka kroužkovaná (*Sympecma paedisca*) – kriticky ohrožený druh (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2002).



Obrázek 2: Plocha č. 1

3.7.1 Etapy Medard – Libík

První územní rozhodnutí bylo vydáno v srpnu 2002 pro rekultivace lomu Medard – Libík etapa I.-V. o výměře 394,24 ha. V roce 2002 byli zahájeny rekultivační práce na první etapě o celkové výměře 69,88 ha. Probíhaly zde hlavně terénní úpravy a odvodnění. Ve druhé etapě o výměře 63,00 ha proběhly také terénní úpravy. Tyto práce byly hrazeny prostřednictvím rezerv na sanace a rekultivace. V roce 2003 byly všechny práce předloženy mezirezortní komisi k posouzení možností získání finančních prostředků ze státních fondů. Jedná se o úhradu nákladů na řešení ekologických škod těžební společnosti Sokolovská uhelná, a. s. Vzniklých před privatizací společnosti v Karlovarském kraji dle zákona č. 77/1997 Sb. Bylo schváleno mezirezortní komisí a doporučení k realizaci (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2002).

Lesnická rekultivace etapy I-VI činí 393,58ha. Pro projekt územního řízení bylo navrženo osm druhových skladeb. Doplněna odvodněním, hospodárnicemi, mokřady a ostatní plochy. Od září roku 2003 do konce roku 2004 byla zahájena realizace na všech předložených akcích. Medard – Libík I. etapa celková výměra 69,88 ha zahájena v roce 2004. Součástí této rekultivace je realizace hospodárenic a lesnické biologické rekultivace. Rekultivace byla ukončena v roce 2013. Medard – Libík II. etapa o výměře 63,00 ha zahájena v roce 2004. Součástí této rekultivace je realizace odvodnění, hospodárenice a lesnické biologické rekultivace. Rekultivace byla ukončena v roce 2016. Medard – Libík III. etapa o výměře 67,06 ha zahájena v roce 2004. Součástí této rekultivace je realizace odvodnění, hospodárenice a lesnické biologické rekultivace. Rekultivace byla ukončena v roce 2016 (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2002).

Medard – Libík IV. etapa o výměře 101 ha. V rámci této akce byly provedeny následující práce: terénní úpravy, převrstvení celé plochy materiálem vhodným k provedení, biologické rekultivace (cyprisové jíly), odvodnění, hospodárenice, zatravnění a lesnická rekultivace. Ve výměře této akce je i přechodně chráněná plocha „Kamenné pařezy“, která je vyhlášena k ochraně území s dočasným výskytem paleontologických nálezů a z důvodu vědeckého a studijního významu jako geologická lokalita. Rekultivace byla ukončena v roce 2015. Medard – Libík V. etapa o výměře 100,57 ha. Tato plocha je rozdělena na 93,3 ha lesnické rekultivace a 7,27 ha rekultivace ostatní. V rámci této akce byly provedeny následující práce: terénní úpravy, převrstvení 93,3 ha materiálem vhodným k provedení biologické rekultivace (cyprisové jíly), odvodnění, hospodárenice, zatravnění a lesnická rekultivace. Rekultivace byla

ukončena v roce 2016. Realizací stavby bude zajištěna biologická část rekultivace lomu. Dojde k revitalizaci krajiny, která bude vytvářet podmínky pro vznik lokálních biokoridorů (husa velká) a biocenter (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2002).



Obrázek 3,4: Plocha č 2. a plocha č. 5

3.7.2 Etapa VI.

Medard – Libík VI. etapa o výměře 67,08 ha + 5,5 ha již zrekultivováno. Podrobné údaje o 72 lokalitách, přikládám v (Příloha 1). V rámci této části byly zalesněny a zatravněny pozemky. Lesnická rekultivace se realizovala na upravených svazích i na rovných prostranstvích. Tento objekt tvořil 72 lokalit (Příloha č. 1) lesní část 60,88 ha a travnatá plocha činí 11,70 ha. Na ploše L3 již rekultivace nebude probíhat, byla již rekultivována v roce 2006. Lokality v této části 6 se již vyskytují porosty dřevin, které při rekultivaci byli zanechány, prořezáni a doplněny dalšími dřevinami (Obrázek 2). Jedná se o 24 ploch o celkové výměře 37,87 ha. Na ostatních plochách (23,71ha) budou provedeny nové výsadby. Ostatní pozemky, které nebudou vysazeny dřevinami (příkopy, mokřady) budou osety travní směsí (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2007).

Pro projekt územního řízení bylo navrženo devět druhových skladeb. A to dřeviny smrk ztepilý, buk lesní, modřín opadavý, borovice lesní, dub zimní i letní, jedle bělokorá, jasan ztepilý, javor klen i mléč, jeřáb ptačí. Návrh rekultivace se projednal s Ústavem pro hospodářskou úpravu lesa, který pro projekt zpřesnil lesnickou typologii druhové skladby a jejich procenta k jednotlivým lokalitám. Před zahájením výsadby bylo zapotřebí doložit původ

sadebního materiálu. Samotný rekultivační cyklus má tři etapy. V nich bude probíhat ruční výsadba, ošetření kultury po dobu 5 let, okopávání, ožinování, nátěr proti okusu zvěří, vylepšování a doplňování cílových dřeviny (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2007).

3.7.3 Jezero Medard

Jezero Medard se nachází v oblasti s poměrně velkými výškovými rozdíly a poměrně strmými svahy. Plocha jezera činí 493,44 ha, objem vody je 119,85 milionů m³ (Obrázek 4). A maximální hloubka jezera je 50 m. Nejnižší bod lomu je 350 m n. m. Dno lomu se po dokončení obnovy posune do výšky 350-365 m n. m. Hlavní plnicí zdroj zbytkové jámy tvořila řeka Ohře, která plochu naplnila za 25 měsíců (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2017).

Jímání vody napouštění budoucí vodní plochy a je tvořen korytem vyhloubeným v levém břehu řeky Ohře, které vede pod silnicí a železniční tratí. Dále pak přechází v otevřené opevněné koryto odvádějící vodu přímo na dno lomu. Řešení vychází ze stávajících podkladových materiálů, geomechanické vlastnosti hornin, které budou tvořit povrch dna a břehů jezera. Hlavním cílem této studie byla komplexní obnova těžbou zdevastovaného území a tvorba nové krajiny s uplatněním následujících hledisek sociální, ekologické, ekonomické, estetické, funkční, širší vazby integrace obnovené krajiny do okolního městského života (Poláčková, 2005).



Obrázek 5: jezero Medard – Libík

4. Metodika

V případě hodnocených rekultivovaných ploch se jedná o přírodní lesní oblast č. 2 – Podkrušnohorské pánve (části: 2 a – Chebská a Sokolovská pánev, 2 b – Mostecká a Žatecká pánev). Bývalý hnědouhelný lom Medard – Libík SO 02 – Lesnická rekultivace – etapa I-V. se nachází v západní části sokolovského hnědouhelného revíru. Soubor lesních typů je podle klimatických a půdních podmínek možno určit/rekonstruovat jako 3S0 svěží dubová bučina antropogenní v lesním vegetačním stupni 3 dubobukový. Jedná se o lesy zvláštního určení, konkrétně o variantu - 39 les zvýšenou funkcí půdoochrannou (Obrázek 2). V této lokalitě se vyskytují půdní typy ranker, kambizem, glej, atrozem, podzol a pseudoglej (Viewegh, 2003). Na plochách se studovaly dřeviny smrk ztepilý (*Picea abies*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Porosty byly založeny roku 2013.



Obrázek 6: Přehledová situace výsypka Medard – Libík – plochy 1-6 (Sokolovská uhelná, 2008)

4.1 Získávání dat

4.1.1 Stav porostů lesních dřevin

Zastoupení jednotlivých dřevin a přízemní vegetace se zaznamenalo do deníku. Mapování vegetace proběhlo okulární metodou v období červen až srpen 2022. Na plochy se vyjíždělo za slunečného počasí. Šetření bylo provedeno na 6 plochách o rozměru 10 x 10 m. Jednotlivé výzkumné plochy byly vyměřeny 10 m pásmem a označeny kolíkem se žlutou páskou. V těchto označených plochách 1 aru se monitorovaly stromy i přízemní vegetace. U jednotlivých stromů se zaznamenala jejich pozice, celková výška, výčetní tloušťka a výška nasazení koruny. Tyto hodnoty se měřily metrem, pásmem, větší stromy pak průměrkou či obvodovým pásmem a výškoměrem. Jejich pozice byla buď na okraji dané plochy, nebo uvnitř plochy. Ruční zakreslení ploch je v mapovém podkladu (Obrázek 6).

Celková výška h jednotlivých stromů byla zaznamenávána metrem, podle potřeby i výškoměrem. Výška stromu h (m) je kolmá vzdálenost mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vedenými kolmo na podélnou osu kmene v patě kmene a vrcholu. Výčetní tloušťky d (cm) byly zaznamenány ve výšce 1,3 metru od paty kmene průměrkou a nad 20 cm tloušťky se měřily dvakrát na sebe kolmo. Na změření výšky nasazení koruny postačil metr. Výška nasazení koruny se uvádí, jako stanovení vzdálenosti mezi patou kmene a místem, kde začíná hlavní objem větví a asimilačních orgánů. Celkový počet studovaných stromů na šesti plochách činí 345 kusů. Měření probíhalo v období červen až srpen 2022.

Výsledky byly vyhodnoceny v MS Excel. Statistické testy byly provedeny v programu R Studio. Zde se data ze zkoumaných ploch nahrála a použila se na test normality (Shapirův-Wilkův test). Normalita dat byla ve všech případech zamítnuta ($p < 0,05$). Následně byl použit neparametrický Kruskal-Wallis test pro data, která nemají normální rozdělení. Byly vůči sobě porovnávány výšky a tloušťky smrků a modřínů na všech plochách, tedy test dvou variant bez následných mnohonásobných porovnání.

Vitalita stromu (životaschopnost) charakterizuje jedince z pohledu dynamiky přírůstu a jeho fyziologických funkcí. Vitalita se posuzuje na základě souhrnného vyhodnocení následujících projevů stromů, rozsah defoliace, změna velikosti a barvy asimilačních orgánů, choroby a škůdci, dynamika a vývoj sekundárních výhonů, forma větvení vrcholové části koruny, prosychání (Tabulka 1).

Tabulka 1: Vitalita stromů

Výborná až mírně snižená	hustě olistěná kompaktní koruna, bez známek prosychání, správný vývoj pupenů.
Zřetelně snižená	stagnace růstu, patrná defoliace koruny, prosychání bočních partií koruny.
Výrazně snižená	začínající ústup koruny, významná defoliace do 50 %, suchá vrcholková partie.
Zbytková vitalita	větší část koruny je odumřelá, defoliace nad 50 %, pouze některé části vykazují živý aparát.
Suchý strom	odumřelý jedinec.

4.1.2 Stav přízemní vegetace

Subjektivní odhad počtu jedinců a hodnocení pokryvnosti na studované ploše byly provedeny podle Dominova semikvantitativní stupnice pokryvnosti (Tabulka 2). Systematické vzorkování se zaznamenávalo ve stejných odstupech. Přízemní vegetace se zde vyskytovala v náhodném uspořádání. Mapování vegetace proběhlo okulární metodou v období červen až srpen 2022.

Tabulka 2: Dominova semikvantitativní stupnice pokryvnosti

+	Druh velmi vzácný, se sníženou vitalitou
1	Druh vzácný, normální vitalita
2	Druh vzácný, více jedinců, pokryvnost do 1 %
3	Pokryvnost 1-4 %
4	Pokryvnost 4-10 %
5	Pokryvnost 11-25 %
6	Pokryvnost 26-33 %
7	Pokryvnost 34-50 %
8	Pokryvnost 51-75 %
9	Pokryvnost 76-90 %
10	Pokryvnost 90 % až úplný zápoj

4.1.3 Posouzení iničiálního vývoje půd

Půdní sondu byly vykopány na ploše 5. Odběr půdních vzorků probíhal v období 9/2022. Sonda byla vykopána do hloubky 1 m (Obrázek 9). Půdu jsem zařadila do kategorie kambizem modální ze středně těžkých a lehčích středních substrátů.

Analýza vzorků probíhala v laboratořích ČZU. S jednotlivých půdních horizontů se odebral jeden vzorek v hmotnosti 0,3kg; dohromady 3 vzorky, 1 vzorek z horizontu Ac, Bv a Cr (Obrázek 9). Vzorky se daly do kádinky 150 ml. Navážil se vzorek o hmotnosti 20 g, přidal se roztok KCl 50 ml do další kádinky jen vodní roztok o stejném množství. Lahvičky se popsaly číslem vzorku, uzavřely víčkem a třepaly se na třepačce jednu hodinu. Přímo v suspenzi půdy potom měříme pH pomocí kombinované elektrody. Barva byla stanovena z Munsellových tabulek barevnosti půd. Uhlíčitany v půdě se určovali podle intenzity šumění. Do kádinky se nalilo do výšky 2 cm 10 % HCl. Na hodinové sklíčko se pak nasype vzorek a postupně se leje roztok HCl.

5. Výsledky

5.1 Stav porostů

Základní získané výsledky shrnují Tabulky 3 a 4, Grafy 1 a 3. Tabulka 3 uvádí počty jedinců a srovnání průměrné výšky modřínu a smrku na sledovaných plochách. Průměrná výška modřínu byla zjištěna 2,65 m, zatímco smrku jen 1,35 m (Graf 2). Rozdíl byl statisticky významný na hladině významnosti 95 % ($p < 0,05$).

Tabulka 4 uvádí počty jedinců a srovnání průměrné tloušťky modřínu a smrku. Stejná dynamika byla i u průměrné tloušťky. Průměrná tloušťka modřínu byla zjištěna 3,4 cm, zatímco smrku jen 2,2 m (Graf 4). Rozdíl byl statisticky významný na hladině významnosti 95 % ($p < 0,05$).

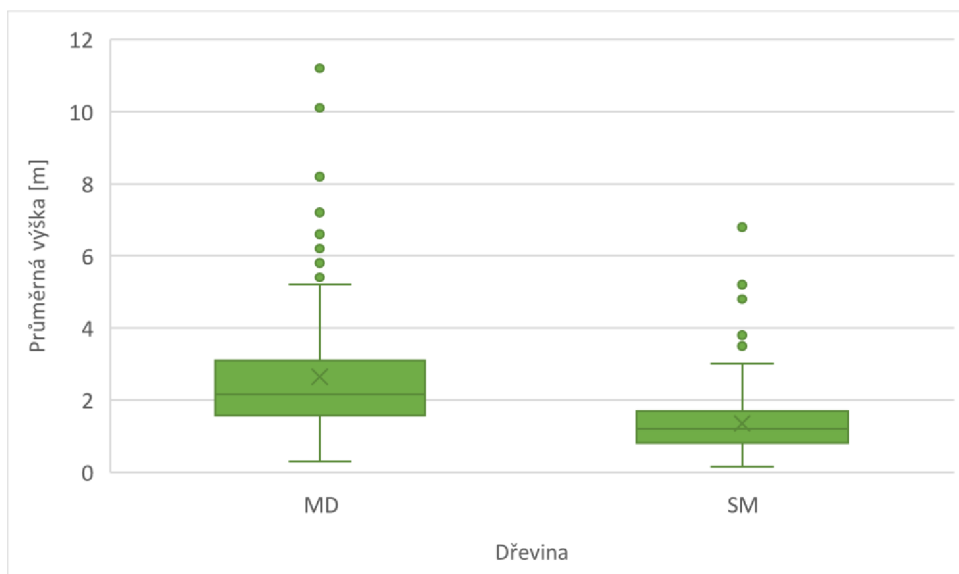
Stromy byly vysazeny do čtvercového sponu 1x1 m, tj. 10 000 sazenic/ha. Sazenice se vysazovaly dvouleté, z 85 % prostokořené (převážně smrk) a 15 % sazenic obalované. Celkově je růst poměrně neuspokojivý, což může být dáno nepříznivým podložím, srážkovým deficitem v posledních letech, a/nebo poškozením zvěří. Více jak 80 % výsadby prosperuje.

Největší zastoupení má smrk ztepilý z 282 kusy na studovaných plochách. Druhá hlavní dřevina modřín opadavý z 209 kusy na studovaných plochách. Obě tyto dřeviny jsou vysazeny umělou obnovou. Obnova smrku ztepilého na vybraných plochách se ujala a je životaschopná. Růst smrku je kompaktní a jeho růst průměrný. Modřín opadavý se chopil svých vlastností a roste dobře v nadúrovni (Graf 5). Přírozenou obnovou se zde uchytila bříza bělokorá a borovice lesní (Graf 6).

Tabulka 3: Popisné statistické údaje výšky stromů na výzkumné ploše

Dřevina	MD	SM
N	142	200
Průměrná výška [m]	2.7	1.4
Medián [m]	2.15	1.2
Směrodatná odchylka	1.81	1.14
Maximum	11.2	7

n – počet hodnocených jedinců



Graf 1: Průměrná výška studovaných dřevin

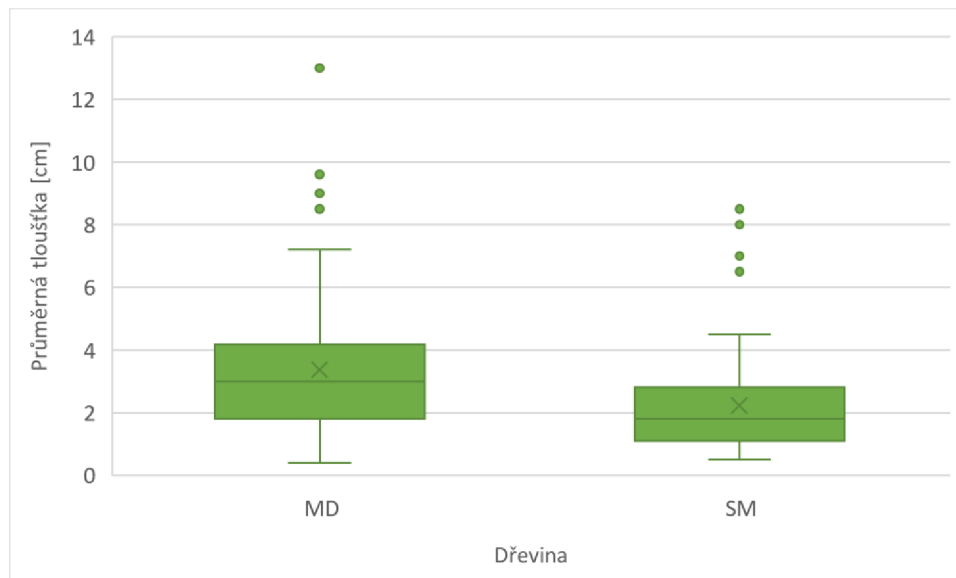


Graf 2: Průměrná výška SM a MD

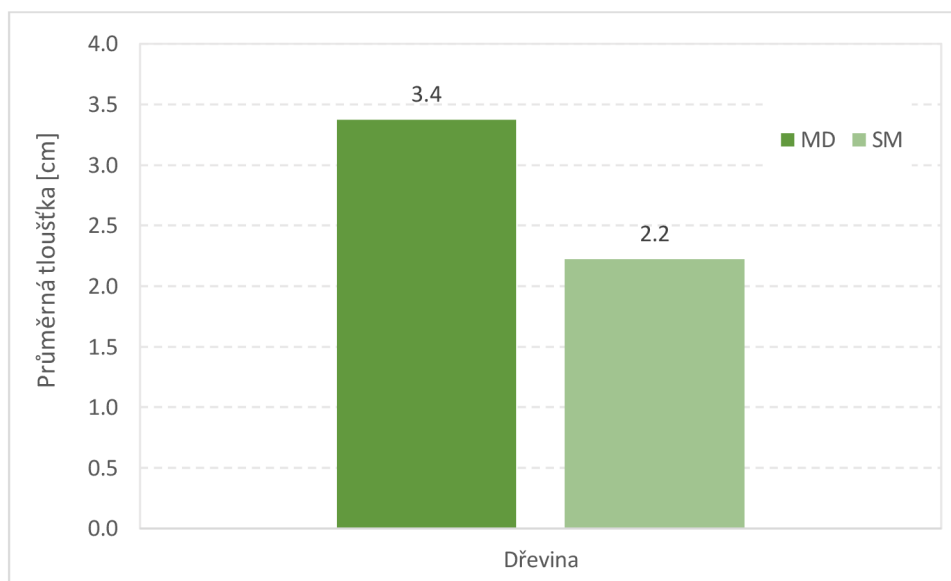
Tabulka 4: Popisné statistické údaje tloušťek stromů na výzkumné ploše

Dřevina	MD	SM
Průměrná tloušťka	3.4	2.2
n	100	65
Medián	3	1.8
Směrodatná odchylka	2.31	1.66
Maximum	13	8.5

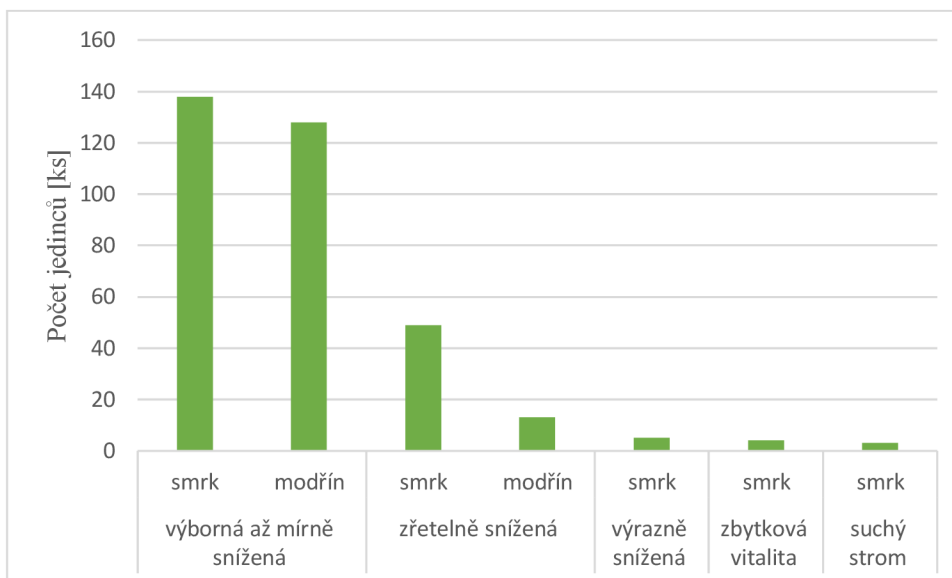
n – počet hodnocených jedinců



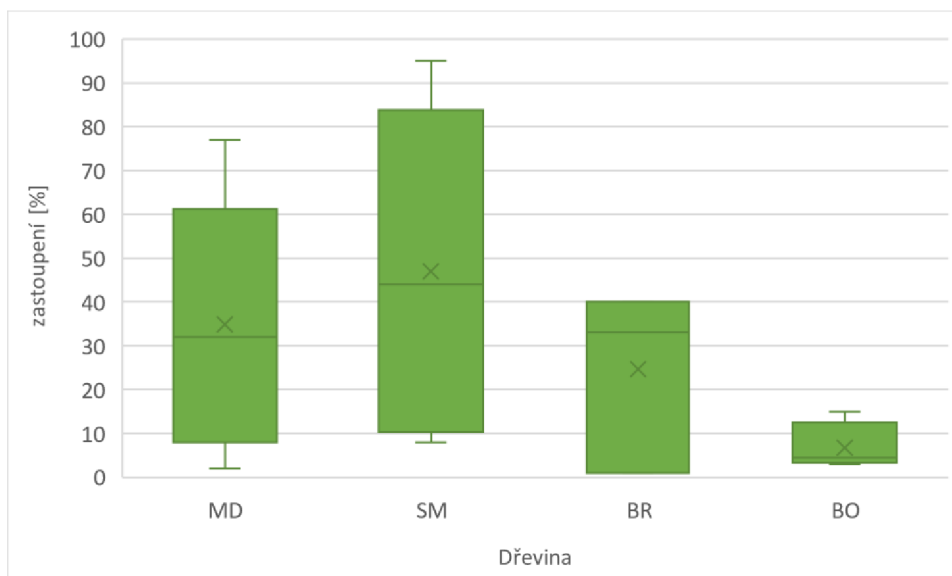
Graf 3: Průměrná tloušťka studovaných stromů



Graf 4: Průměrná tloušťka SM a MD



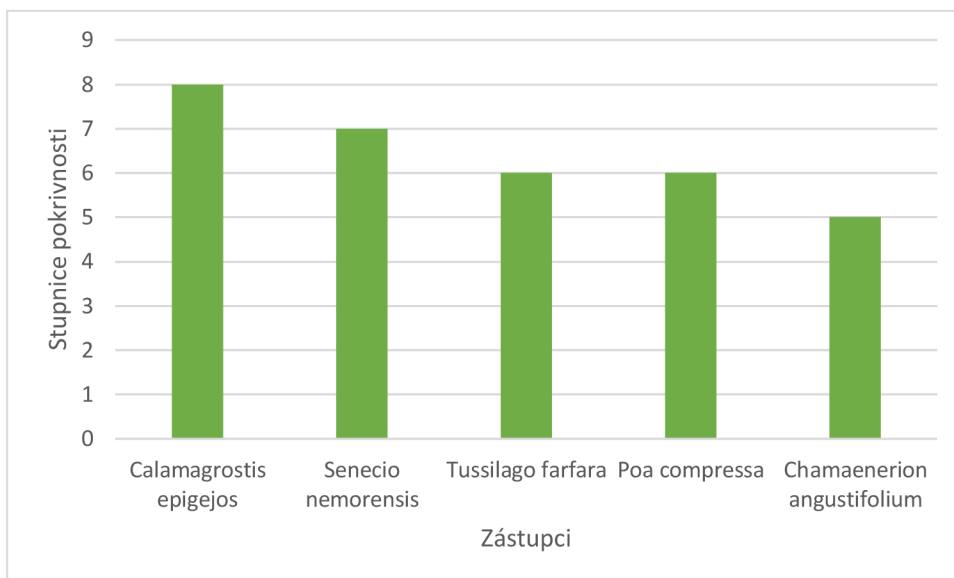
Graf 5: Vitalita umělé obnovy (životaschopnost)



Graf 6: Celkové zastoupení hlavních dřevin a náletů v %

5.2 Stav přízemní vegetace

Třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) (Obrázek 7 a 8) se zastoupením 70 % toleruje suchá stanoviště s nízkým výskytem organických látek v půdě a s nízkým obsahem dusíku. Starček hajní (*Senecio nemorensis*) (Obrázek 7 a 8) se zastoupením 50 %, rozšiřuje se na antropogenních plochách. Podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a lipnice smáčknutá (*Poa compressa*) se zastoupením 30 %. Vrbovka úzkolistá (*Chamaenerion angustifolium*) se zastoupením 20 % (Graf 7).



Graf 7: Zastoupení přizemní vegetace podle Dominovi stupnice pokrivity



Obrázek 7 a 8: *Calamagrostis epigejos*, *Senecio nemorensis*

5.3 Iničiální stav půd

Nadložní horizont mor 5 cm, L tvořen vrstvou jehličí. Horizont Ac 5–10 cm, tmavě hnědočerný, přechod do horizontu Bv zřetelný (Obrázek 9). Půda suchá, kyprá, jemně drobtová, kulovitá. Barva: 10YR, 2/2pH: z vodného roztoku 3,92 a z roztoku KCl 3,70. Uhličitany: pod 0,3 %; nebyly zjištěny. Horizont Bv 10-30 cm, šedohnědý, přechod do horizontu Cr zvlněný, pozvolný. Půda suchá, kyprá, drobtová, kulovitá. Barva: 10YR 2/2 pH: z vodného roztoku 3,93 a z roztoku KCl 3,50. Uhličitany: pod 0,3 %; nebyly zjištěny. Horizont Cr 30-100 cm, šedivý až bílý. Vlahá, ulehlá (silně), hrudovitá, kulovitá. Barva: 10YR 5/2 pH: z vodného roztoku 4,36 a z roztoku KCl 4,04 Uhličitany: 0,3; slabé šumění.



Obrázek 9: Půdní sonda na ploše 5

6. Diskuse

Sokolovsko je jednou z oblastí ČR narušených povrchovou těžbou, zejména hnědého uhlí. Celkem je zde důlní činností zdevastováno 9 250 ha (Frouz et al., 2008). Výsypky po těžbě hnědého uhlí je možné ponechat samovolnému vývoji, což může přispět následnému rozšíření vzácných druhů rostlin a živočichů během primární sukcese (Prach et al., 2011). V území bez rekultivace se tak často vyskytují počáteční ruderalní společenstva s vysokou diverzitou druhů. Na druhou stranu, může dojít i k situaci, kdy například třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*) blokuje další sukcesí, neboť může vytvářet kompaktní porosty (Frouz et al., 2008). Na základě různých půdních a hydrických poměrů se zde mohou vyskytovat mokřadní druhy, jako jsou orobinec širokolistý, rákos obecný a skřípina lesní (Pecharová et al., 2011). Sokolovsko má například oproti Mostecku vlhčí a chladnější sukcesí (Frouz et al., 2008), což tyto scénáře vývoje rostlinných společenstev v současnosti podporuje.

Častější než ponechání samovolnému vývoji, jsou však u nás ekologické, zejména lesnické rekultivace (Dimitrovský 2001), které následně mohou sloužit mnoha účelům, včetně pěstování produkčních porostů, lignikultur a porostů s bioenergetickým využitím (Podrázský, Remeš 2006). Stejně tak je možné vzniklé porosty orientovat k vyššímu plnění společenských funkcí při současném intenzivnějším využití přírodních procesů (Fürst et al. 2007).

Ve své práci jsem se zabývala inventarizací lesnické rekultivace výsypky (po těžbě hnědého uhlí) Medard v západních Čechách. V této oblasti jsou již bohaté zkušenosti se zalesňováním hnědouhelných výsypek, zajímavé je zejména porovnání se sousední výsypkou Antonín (Kupka, Dimitrovský 2006; Janoušová 2011; Vacek et al. 2018 a, 2018 b). Ta byla zalesněna velkým množstvím různých dřevin, jak jehličnanů, tak listnáčů, s cílem založit lesnické arboretum a velkou výzkumnou plochu pro ověření vhodnosti různých dřevin pro lesnickou rekultivaci výsypek. Arboretum Antonín je tak jediné "zrekultivované" arboretum v Evropě. Jeho podloží je bez znaků přírodních půd, je částečně složeno z popílku naváženého z nedaleké elektrárny Tisová a dále výsypka Antonín sloužila jako výsypka uhelného dolu Medard I. kde sem bylo uloženo 20 540 000 m³ skrývkového materiálu (Dimitrovský 2001). Při tvorbě nových půd se uplatňovala zejména tzv. cyprisová souvrství uložená, která patřila do terciální sedimentace. Hlavní součást skrývky tvořící jílovce je výsypkový substrát rekultivovaných ploch (tzv. cyprisové jíly). Svým mineralogickým složením a složením organických složek vytváří biologické rekultivace bez nutnosti použití navezené ornice (Frouz, 2007).

K porovnání půd na zájmových výsypkách jsem použila porovnávací půdní sondu z roku 10/2018 z výsypky Antonín (Podrázský et al., 2019; Vacek et al., 2021). V každém odběru byla provedena sonda do hloubky přibližně 40 až 50 cm. Poté byl odebrán vzorek půdního horizontu Ah o celkové hmotnosti asi 1 kg zeminy. Vysušené vzorky byly upraveny na analytickou jemnost, z které se studovalo pH, živiny Ca, K, N, P, S. Dále obsah uhlíku, dusíku a síry. Půdní vzorky Bv a Cd byly hned po odběru analyzovány. Zjišťovala se zde objemová hmotnost, pórovitost, nasáklivost, retenční vodní kapacita. Pak tyto vzorky byly upraveny na analytickou jemnost a zjišťovali se stejné vlastnosti jako u horizontu Ah. Nadložní horizont morový moder 5 až 10 cm, L tvořen vrstvou jehličí, F až 8 cm, H do 1 cm. Ah nezřetelně vyvinutý, světle šedý až šedý, bezstrukturní, do 2 cm. Bv 30 cm, v náznaku, zvětralý. Cd od 2 cm, kompaktní, s vysokým obsahem zbytků humitového uhlí, začínající šedé jílové břidlice (Podrázský, 2019; Vacek et al., 2021). V mé půdní sondě byly horizonty a podíl huminových složek podobný až stejný, jako s výsypkou Antonín. Horizont Ac tmavě hnědý, přechod do horizontu Bv zřetelný. Horizont Cr byl šedivý až bílý. Půdní horizonty na Medardu nejsou zcela vyvinuty a vývoj půd na výsypce bude nadále zajímavé sledovat.

Na výsypce Antonín bylo prokázáno, že zejména introdukované jehličnaté dřeviny mají v těchto podmínkách značný potenciál (Vacek et al. 2023). Na výsypce Medard byly naproti tomu porovnávány domácí jehličnaté dřeviny, a to smrk ztepilý (*Picea abies*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Modřín vykázal statisticky významně vyšší přírůst na všech zkusných plochách. Může to být způsobeno zejména jeho pionýrským charakterem, čímž je lépe přizpůsoben růstu na volné ploše než smrk, který je v našich podmínkách spíše klimaxovou dřevinou (Úradníček et al. 2001; Vacek, Simon 2009), čímž je v hospodářských porostech vhodný například i k přestavbám na výběrné hospodářství (Remeš, Kozel 2006).

Na Sokolovsku se nachází i další významné výsypky po povrchové těžbě. Jednou z nich je výsypka Silvestr, který dodával v roce 1939 uhlí do svého okolí např. sklárny, briketáren a do Elektrárny Tisové. Po ukončení těžby se lom rekultivoval a částečně zarovnal skrývkou z lomu Medard a Marie. V roce 1994 se začalo rekultivovat vzrostlými stromy i sazenicemi. Dřevinná skladba se skládala z modřínů, dubů, jasanů, borovice a smrku. Vznikl zde lesopark s více než 10 km cest a golfové hřiště (Jiskra, 2000). Doly Marie I. a II. měly za cíl vytěžit sloje Josef a Antonín. V roce 1901 došlo k zatopení sloje Josef, kvůli narušení silného pramene, nastal tak pokles pramenů v Karlových Varech (Jiskra, 1997). Výsypka Vilém těžila se zde cínová ruda (Beran, 1996). V roce 1934 se výsypka začala zalesňovat smrkem ztepilým (*Picea abies*) a modřínem jesenickým (*Larix sudetica*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*Alnus incana*) a borovice černá (*Pinus nigra*) (Kubát, 2010).

Velká loketská výsypka se rozkládá na více než 500 ha plochy v obci Nové Sedlo. Tato výsypka sloužila pro hnědouhelný důl Družba. Uloženo je zde 36 metrů sypaného materiálu. Na této výsypce byla provedena hydrická 5 ha, zemědělská 22 ha i lesnická rekultivace 558 ha. Na lesnickou rekultivaci byla použita borovice lesní (*Pinus sylvestris*), modřiny (*Larix sp.*). Bylo zde vybudováno 14 km cyklo tras a travnaté letiště pro ultralehká letadla (Dimitrovský 2001). Medard je na začátku turistického ruchu, ale můžeme zde najít písčité cesty okolo celého jezera. Dále se v regionu nachází Velká podkrušnohorská výsypka, jedná se o největší výsypku v ČR o rozloze 1957 ha a dosažené výšky 660 m n. m. Bylo sem navedeno 92 691 000 m³ nadložních vrstev. Na této výsypce, stejně jako na Medardu byla použita lesnická rekultivace. Hlavní dřeviny zde byli vysázeny smrk a modřín. Jsou zde zabudovány sítě cest pro návštěvníky např. Ježkova naučná stezka (Frouz, 2007). Národní přírodní památka Pískovna Erika v Sokolovské pánvi je významnou lokalitou sukcesního vývoje a mokřadů. Významná je také z hlediska ochrany fauny – vyskytují se zde jak běžné, tak i vzácné druhy (Ochrana přírody, 1992). Medard se svou velkou vodní plochou se stal biokoridorem mnoha vodních živočichů a hlavně ptactva. Lítov – Boden (neboli Lítovská výsypka) se nachází u obcí Kaceřov, Bukovany, Lítov, Habartov, Chlum sv. Máří. Výsypka je tvořena ze skrývkových materiálů z lomů Medard, Libík a Boden. Navážení skrývkového materiálu bylo ukončeno v roce 1997. Výsypka činní 567 m a její rozloha je 720 ha. Preferovala se lesnická rekultivace 523 ha, následovala ji zemědělská 119 ha, hydrická rekultivace (kde tu vznikly 2 vodní plochy z bývalého lomu Boden) 31 ha a ostatní plochy. Rekultivovalo se hlavně modřínem a smrkem (Gondáš, 2010).

Důležitý je vhodný výběr lesních dřevin na zalesnění rekultivačních ploch a adaptace na změnu klimatu (Pietrzykowski, 2019). Jehličnaté dřeviny mají na výsypkách větší produkční potenciál (Vacek, 2021). Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) má velký potenciál při zalesnění na rekultivovaných plochách, jedná se o azonální dřevinu (Dragoun et al., 2015). Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) je další dřevinou která dobře snáší rekultivované plochy (Podrázský, 2013). Modřín opadavý (*Larix decidua*) vykazoval nejvyšší kvalitu kmene (Vacek, 2021). Smrk ztepilý (*Picea abies*) má velký problém se suchem a tím pádem je více náchylný na škůdce (*Ips typographus*) (Kärhä et al., 2018). Na starších plochách výsypky Medard se vyskytl známý lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*), který zde nezpůsobil značné škody. Borovice (*Pinus sp.*) dosahují vyšší akumulace uhlíku v biomase (Vacek, 2021).

Výchovné zásahy na rekultivačních plochách můžou zvýšit radiální růst a nasazení velké koruny u dominantních stromů (Metslaid et al., 2016). Na výsypce Medard (v etapě VI.) bude možné provádět výchovu až stromy odrostou do mlaziny. U modřínu je možné provést

prořezávku už v tomto roce 2024, smrk je zatím ve stadiu odrostků. Věk kultur porostů na výsypce Medard je zatím pouze 10 let, což omezuje i možnosti širšího hodnocení. Starší porosty je například možné hodnotit letokruhovou analýzou, více demonstrují růstové a produkční schopnosti jednotlivých dřevin a zároveň je již možnost hodnotit a porovnávat kvalitu produkovaného dřeva (Cukor et al. 2020). Cíle dané lesnické rekultivace, jako je urychlit půdotvorných procesů, zabráněné půdní erozi, hromadění organické hmoty, zahájení koloběhu živin a zlepšení celkové estetiky oblasti (Josa et al. 2012), by mělo být podle všeho v budoucnu dosaženo. Mezi ohrožující faktory bude nadále patřit, tak jako u většiny mladých kultur a přirozené obnovy, zejména tlak spárkaté zvěře (Fuchs et al. 2021) a klimatické extrémny, z nich zejména dlouhodobější sucha jako tomu bylo v předešlých letech 2015–2018 (Gallo et al. 2020). Lze zároveň doporučit, v závislosti na ekonomických možnostech, využití většího množství dřevinných druhů, a dosáhnout tak alespoň z části podobné diverzity jako tomu je na lesnicky rekultivované výsypce Antonín.

7. Závěr

Ve své bakalářské práci na téma pěstební stav porostů rekultivací na výsypce Medard byl zjištěn stav výsadeb 6 rekultivovaných plochách. Jako lépe prosperující se jeví modřín opadavý (*Larix decidua*) s průměrnou výškou 2,7 m a průměrnou tloušťkou 3,4 cm. Oproti umělé výsadbě smrku ztepilého (*Picea abies*) s průměrnou výškou 1,4 m a průměrnou tloušťkou 2,2 cm. Celkový počet jedinců byl 345 kusů z 6 studovaných ploch. Na ploše byly zjištěny nálety dřevin borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*). Lepší prosperitu růstu má modřín opadavý (*Larix decidua*), než smrk ztepilý (*Picea abies*). Modřín, ale nemá rád kompaktní porosty, kde je zastoupen jen on sám. Preferuje být spíše jako příměs. Smrk velice dobře roste v kompaktních porostech, proto tato dřevina je lepší na další vývoj porostu. Na rekultivačních plochách převažují vysázené kultury, jejich růst je celkové pomalý, ale životaschopný. Výsadba plní účel ve smyslu ochrany půdy a vytvoření lesního prostředí. Na ostatních dřívějších etapách už vidíme značný nárůst dřevní hmoty a zapojení s okolní přírodou. V současné době jde v oblasti hlavně o zdárné odrůstání vysázených dřevin a překonání narušeného půdního prostředí. Je třeba brát v potaz i dnešní klimatickou změnu a včas reagovat pěstebními zásahy a případnou druhovou změnou. Na některých plochách se vylepšovalo borovicí lesní. V sukcesi se objevuje bříza bělokorá (*Betula pendula*). Plocha L16 a L18-smrk 55 %, modřín 40 %, jeřáb 5 %. (Příloha 1). V tomto případě je druhová skladba číslo 4 (příměs dřevin smrk, modřín a jeřáb). Abundance přízemní vegetace se provádělo subjektivním odhadem počtu jedinců a pokryvnosti na studované ploše. Byla popsána přízemní vegetace ve stavu dvou nejčastěji se vyskytujících rostlin třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a starček hajní (*Senecio nemorensis*). Půdy mají tendenci vývoje směrem k obnově kambizemí, typický pro danou oblast. Na této lokalitě se vyskytuje zvěř, zejména spárkatá. Proto se musí nové výsadby chránit proti škodám zvěří.

Návrh na další postupy pěstování na těchto rekultivačních plochách je odlišné než hospodaření v klasickém hospodářském lese. Musíme brát v potaz i další ekologické procesy, abychom mohli tato stanoviště brát, jako lesní půdu, les, v kterém se bude moci dál lesnický hospodařit. Rekultivace ploch po těžbě nerostných surovin je velmi důležitou a velmi náročnou disciplínou. Musí se zhodnotit všechny podmínky nově vzniklému ekosystému, od výběru lesních dřevin až po její využití. Úspěšnost rekultivovaných ploch je velmi dobrá, jak v sukcesi, tak se zásahem umělé obnovy. Následná péče porostů potřebuje odborný dohled lesníků, kteří dohlédnou na správný vývoj ploch.

7. Literatura

- Beran, P., 1996. 1000 let hornictví cínu ve Slavkovském lese. Ilustroval Prokop, V., Sokolov: Okresní muzeum. ISBN (Váz.)
- Boháč P., Kolář J., 1996. Vyšší geomorfologické jednotky České republiky. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální. Geografické názvoslovné seznamy OSN. ISBN 80-901-2127-6.
- Bružeňák V., Jiskra J., 2010. Historie Sokolovska. Královské Poříčí: Mikroregion Sokolov - východ. ISBN 978-80-254-9445-5.
- Cukor, J., Zeidler, A., Vacek, Z., Vacek, S., Šimůnek, V., Gallo, J. 2020. Comparison of growth and wood quality of Norway spruce and European larch: effect of previous land use. *European Journal of Forest Research*, 139: 459–472.
- Dimitrovský K. 2001. Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. 1. Sokolovská uhelná: Sokolov. ISBN 80-238-8534-0.
- Ellis, E.C. a N. Ramankutty, 2008. Putting people in the map: Anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 8(6), 439-447.
- Freese, B., 2004. *Coal: A Human History*. New York: Penguin Books.
- Frouz J., Popperl J., Příkryl I., Štrudl J., 2007. Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov, 26pp.
- Frouz J., 2008. Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European Journal of Soil Biology*, 44: 109-121.
- Fuchs Z., Vacek Z., Vacek S., Gallo J. 2021. Effect of game browsing on natural regeneration of European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the Krušné hory Mts.(Czech Republic and Germany). *Central European Forestry Journal*, 67(3): 166–180.
- Furst Ch., Vacik H., Lorz C., Makeshin F., Podrázský V., Janeček V. 2007. Meeting the challenges of process-oriented forest management. *Forest Ecology and Management*. *Forest Ecology and Management*. 248(1–2), 1–5.
- Gallo, J., Baláš, M., Linda, R., Kuneš, I. 2020. The effects of planting stock size and weeding on survival and growth of small-leaved lime under drought-heat stress in the Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*, 137(1): 43–66.
- Gondáš, M., 2010. Vyhodnocení rekultivací jako prostředků zahlazení vlivů hornické činnosti ve vybraných lokalitách Sokolovské pánve. Ostrava. Bakalářská práce. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA.
- Jiskra, J., 1997. Z historie uhelných lomů na Sokolovsku. Sokolov. Sokolovská uhelná. ISBN 80-238-2642-5.

- Jiskra J., 1993. Z historie uhelného hornictví na Sokolovsku, Chebsku a Karlovarsku. In: .
Repropag Kniha, 326 s.
- Jiskra, J., 2000. Z historie hornictví v obci Dolní a Horní Rychnov. 2000. Dolní Rychnov: Obecní úřad Dolní Rychnov.
- Josa R., Jorba M., Vallejo V.R. 2012. Opencast mine restoration in a Mediterranean semi-arid environment: failure of some common practices. *Ecological Engineering*, 42: 183–191.
- Kráska M. 2009. Využití doprovodných surovin při těžbě hnědého uhlí. Ostrava. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Botula, Ph.D.
- Kubát, J., 2010. Vliv antropogenních substrátů výsypek na Sokolovsku na obnovu lesa. Kynšperk nad Ohří. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita Fakulta lesnická a enviromentální katedra pěstování lesa.
- Lhotský J. (ed.) 1994. Kultivace a rekultivace půd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy.
- Maiti S.K. 2013. *Ecorestoration of the coalmine degraded lands*. Springer India. ISBN 978-81-322-0850-1. Springer Science & Business Media.
- Matoušková, J., 2015. Rekultivace území zasažených těžbou a jejich možné začlenění do projektu KPÚ. České Budějovice. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích zemědělská fakulta.
- Mukhopadhyay S., Maiti S.K., Mastro R.E. 2013. Use of Reclaimed Mine Soil Index (RMSI) for screening of tree species for reclamation of coal mine degraded land. *Ecological Engineering*, 57: 133–142.
- Ochrana přírody: časopis státní ochrany přírody: journal of the state nature conservancy, 1992. Praha: Environs. ISSN 1210-258X.
- Pecharová, E., Svoboda I. a Vrbová M., 2011. Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. 1. [Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce. ISBN ISBN978-80-87154-35-9.
- Podrázský V., Remeš J. 2006. Aspekty pěstování lesů a lesnictví v ČR v budoucím období. *Lesnická práce* 85 (12).
- Podrázský V. et al. 2019. Zhodnocení vývoje antropogenních substrátů pro lesnické, zemědělské a krajinnotvorné rekultivace z hlediska půdních vlastností. Závěrečná zpráva projektu "Využití multifunkčního potenciálu rekultivačního lesnického arboreta Antonín – Sokolov". GS LČR, Hradec Králové. 58 s.
- Poláčková, arch. V., 2005. Urbanistická studie západní části sokolovské pánve jezero Medard. 2005. listopad 2007.

- Prach K., Řehounek J., Řehounková K., 2010. Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. První. České Budějovice: Calla. ISBN 978-80-87267-09-7.
- Prach K., Řehounková K., Řehounek J., Konvalinková P. 2011. Ecological Restoration of Central European Mining Sites: A Summary of a Multi-site Analysis. Landscape Research. 2011-03-17, 36(2), 263–268. ISSN 0142-6397.
- Remeš J., Kozel J. 2006. Structure, growth and increment of the stands in the course of stand transformation in the Klokočná Forest Range. Journal of Forest Science, 52(12): 537–546.
- R-PRINCIP MOST S. R. O., 2017. Čištění důlních vod a napouštění zbytkových jam: Posouzení hydrochemických rizik vodních útvarů povrchových vod vzniklých v důsledku báňské činnosti a návrh jejich eliminace. 2.
- Sádlo J., Tichý L. 2002. Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě: tržné rány v krajině a jak je léčit. Brno: ZO ČSOP. ISBN 80-903-1211-X.
- Sanace a rekultivace bývalého hnědouhelného lomu Medard – Libík, 2017. Sokolov.
- Skalický V., Slavík B., Hejný S., 1988. Květena ČSR: Kapitola Regionálně fytogeografické členění. I. 1. vydání. Praha: Academia.
- Sokolovská Uhelná , právní nástupce, a.s., 2017. Sanace a rekultivace bývalého hnědouhelného lomu Medard – Libík. Sokolov
- Sokolovská Uhelná , právní nástupce, a.s., 2007. Technická zpráva Objekt č. 6 - SO 06 - Lesnická rekultivace. Sokolov.
- Sokolovská Uhelná , právní nástupce, a.s., 2002. Technická zpráva SO 02 Lesnická rekultivace - etapa I.-V. Sokolov.
- Standardy péče o přírodu a krajinu, Arboristické standardy, Hodnocení stavu stromů, 2018. SPPK A01 001. Brno: Mendlova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta.
- Štýs S. 1981. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. První. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury.
- Štýs S. 1995. Zelené proměny černého severu, aneb, Plastická operace podkrušnohorské krajiny. Praha: pro Severočeské doly, a.s., Chomutov vydalo nakladatelství Bílý slon. ISBN 80-901-2918-8.
- Trnka M., Balek J., Brázdil R. 2021. Posun agroklimatických podmínek Česka v posledních 60 letech. AGRObase: 3.
- ÚHÚL 2021. Oblastní plán rozvoje lesů PLO 2 Podkrušnohorské pánve. Plzeň.
- Úradníček L., Maděra P., Tichá S., Koblížek J. 2001. Dřeviny České republiky. Matice lesnická, Písek, 333 s.

- Vacek S., Simon J. et al. 2009: Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. [Afforestation and stabilization of forest stands on agricultural land and degraded areas]. Lesnická práce, s.r.o., nakladatelství a vydavatelství, Kostelec nad Černými lesy, 784 s.
- Vacek Z., Cukor J., Vacek S., Podrázský V., Linda R., Kovařík J. 2018a. Forest biodiversity and production potential of post-mining landscape: opting for afforestation or leaving it to spontaneous development? *Central European Forestry Journal*, 64(2): 116–126.
- Vacek Z., Vacek S., Cukor J., Linda R., Bílek L., Podrázský V., Gallo J. 2018b. Domácí vs. introdukované jehličnaté dřeviny: produkce a biodiverzita porostů na rekultivovaných plochách po těžbě uhlí [Native vs. introduced coniferous tree species: production and biodiversity of forest stands on reclamation sites after coal mining]. In: *Proceedings of Central European Silviculture. Volume 8: Pěstování lesů ve střední Evropě [Silviculture in Central Europe]*. Sborník vědeckých prací, Doksy, 4.–5. 9. 2018, Baláš, M., Podrázský, V., Gallo, J. (eds.), Česká zemědělská univerzita v Praze, 240 s., ISBN 978-80-213-2866-2, s. 197–206.
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., et al., 2021. Production potential, biodiversity and soil properties of forest reclamations: Opportunities or risk of introduced coniferous tree species under climate change? *European Journal of Forest Research*. June 2021(140), 1243–1266.
- Viewegh J. 2003. Klasifikace lesních rostlinných společenstev (se zaměřením na Typologický systém ÚHÚL). Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta, Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin. ISBN 80-213-1061-8.
- Zhao Z. 2012. Population structure and spatial distributions patterns of 17 years old plantation in a reclaimed spoil of Pingshuo opencast mine, China. *Ecological Engineering*, 44: 147–151.

Internetové zdroje

- ČHMÚ. CHMI.cz [online]. ©2023 [cit. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>
- Dragoun, L., Stolariková, R., Merganič, J., Lubomír Šálek, L., Krykorková, 2015. Porovnání vlivu příměsí na růstové veličiny, strukturu a stabilitu porostu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na antropogenních půdách sokolovského regionu. *Lesnický časopis – Forestry Journal* [online]. (March 2015), 44-51 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/forj-2015-0013>
- Fórum ochrany přírody. Časopis Fórum ochrany přírody.cz [online]. ©2016 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.casopis.forumochranyprirody.cz>

- Kärhä, K., Anttonen, T., Poikela, A., Nuutinen, Y., 2018. Evaluation of Salvage Logging Productivity and Costs in Windthrown Norway Spruce-Dominated Forests. *Forests* [online]. May 2018(9), 280 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/f9050280>
- Metslaid, S., Stanturf J. A., Hordo M. a spol., 2016. Growth responses of Scots pine to climatic factors on reclaimed oil shale mined land. *Environ Sci Pollut Res* [online]. July 2016(23), 13637-13652 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5647-4>
- Pietrzykowski, M., 2019. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences. *PMC Journal List* [online]. 46 (September 2019), 31-425 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecoena.2019.100012>
- Podrázský, V., Čermák, R., Zahradník, D., Kouba, J., 2013. Production of Douglas-Fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE* [online]. October 2013(59), 398-404 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/48/2013-jfs>
- Přehradní nádrže v karlovarském kraji. *Regiony.lusa.cz* [online]. ©2024 [cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://regiony.lusa.cz>
- Sokolovská uhelná. *suas.cz* [online]. ©2008. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.suas.cz/>
- Těžba uhlí: Historie v ČR a ve světě. *www.epet.cz* [online]. ©2022. [cit. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.epet.cz/>

10. Samostatné přílohy

Příloha 1. Technická zpráva. Objekt č. 6 – SO 06 – Lesnická rekultivace, druhová skladba, průběh realizace les. rekultivace (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2007).

lokality č.	výměra ha	druhová skladba	poznámka
L1	0,01	1	
L2	0,18	1	
L3	3,96		stáv. stav
L4	0,18	4	dosadba 40 % - 0,07 ha
L5	0,27	4	
L6	1,44	7	dosadba 40 % - 0,58 ha
L7	0,95	5	
L8	0,83	7	dosadba 80 % - 0,66 ha
L9	1,32	9	
L10	0,92	8	
L11	0,73	7	
L12	2,31	5	
L13	0,04	5	
L14	0,64	2	
L15	1,08	4	dosadba 50 % - 0,54 ha
L16	2,26	3	
L17	0,30	4	dosadba 70 % - 0,21 ha
L18	1,05	4	
L19	0,34	1	
L20	0,49	1	
L21	0,38	5	
L22	0,23	2	
L23	0,44	1	
L24	0,34	7	
L25	0,09	4	
L26	0,64	9	
L27	0,22	9	
L28	0,28	5	
L29	1,17	3	
L30	0,12	5	
L31	0,64	6	
L32	0,28	1	
L33	0,96	1	
L34	0,24	4	
L35	0,75	5	
L36	0,28	6	
L37	0,37	3	
L38	0,54	8	
L39	0,21	8	
L40	0,05	8	
L41	1,30	9	
L42	3,73	5	dosadba 80 % - 2,98 ha
L43	6,45	7	dosadba 70 % - 4,52 ha
L44	6,02		stáv. stav
L45	0,22	4	
L46	0,31	4	
L47	1,46	9	dosadba 80 % - 1,17 ha
L48	2,37	5	
L49	1,14	3	
L50	0,43	9	
L51	1,79	4	
L52	0,20	5	
L53	0,57	5	
L54	0,14	6	

lokality	výměra ha	druh.skladba	poznámka
L55	0,35	6	
L56	0,21	7	
L57	0,13	7	
L58	0,92	1	
L59	0,30	4	
L60	0,56	5	
L61	0,74	3	dosadba 50 % - 0,37 ha
L62	0,15	4	dosadba 70 % - 0,11 ha
L63	1,00	4	dosadba 70 % - 0,70 ha
L64	0,36	8	dosadba 40 % - 0,15 ha
L65	0,33	8	dosadba 40 % - 0,13 ha
L66	1,07	9	dosadba 40 % - 0,43 ha
L67	0,38	2	
L68	0,13	4	
L69	0,05	6	
L70	0,07	6	
L71	0,23	7	
L72	0,04	2	
celkem L1 - L72	60,88		výsadba na 44,40 ha

Druhová skladba, celkové výměry a počet kusů sazenic

druhová skladba	výměra	ks/ha	dřeviny	%	ks
1/	3,62	10000/1ha	borovice smrk	70,00 30,00	25340 10860
2/	1,49		borovice dub jasan	60,00 10,00 30,00	8940 1490 4470
3/	4,94		borovice smrk javor	30,00 50,00 20,00	14820 24700 9880
4/	6,03		smrk modřín jeřáb	55,00 40,00 5,00	33165 24120 3015
5/	11,51		smrk buk modřín	70,00 20,00 10,00	80570 23020 11510
6/	1,53		borovice buk modřín dub	60,00 10,00 10,00 20,00	9180 1530 1530 3060
7/	7,40		smrk jedle dub	80,00 10,00 10,00	59200 7400 7400
8/	2,37		smrk dub	80,00 20,00	18960 4740
9/	5,51		smrk modřín buk	60,00 30,00 10,00	33060 16530 5510
celkem	44,40 ha				444 000

Průběh realizace lesnické rekultivace

stromy-název		1. rok	2. rok - 25%	3. rok - 15%	4. rok - 10 %	5. rok	11.rok
borovice	ks	58280	14705	8823	5882		
smrk		260515	65129	39077	26052		
modřín		53690	13423	8054	5369		
jedle		7400	1850	1110	740		
řebřez		16680	4173	2504	1669		
buk		30060	7515	4509	3006		
jasan		4470	1118	671	447		
javor		9880	2470	1482	988		
jeřáb		3015	754	452	302		
celkem	ks	444000	111137	66682	44455		
výsadba celkem	ks	444000	111137	66682	44455		
prostokofenné	ks	377402	94466	56680	37787		
s balem	ks	66598	16671	10002	6668		
kopání jamek	ks	444000	111137	66682	44455		
okopání - 1x	ks	444000	444000	444000	444000	444000	
ožínání - 2x	ks	888000	888000	888000	888000	888000	
nátěr - Morsuvín	ks	444000	444000	444000	444000	444000	
5 kg/1000 saz.	kg	2220	2220	2220	2220	2220	
zatravnění	ha	35,41					
prořezávka kultury							44,40

Příloha 2. Přehledová situace výsypka Medar – Libík (Sokolovská uhelná, 2008)



Příloha 3. Mapa zájmového území Medard – Libík (Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., 2007).

