

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



**Možnosti lesnické rekultivace na výsypkách
po těžbě uhlí na Karlovarsku**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vedoucí práce: Ing. Jan Vopravil, Ph.D.
Bakalant: Jiřina Němečková**

2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiřina Němečková

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Možnosti lesnické rekultivace na výsypkách po těžbě uhlí na Karlovarsku

Název anglicky

Possibilities of forest reclamation on dumps after mining in the Karlovy Vary region

Cíle práce

Cílem bakalářské práce bude formou literární rešerše zmapovat možnosti a způsoby rekultivací a dalšího následného využití krajiny zdevastované těžbou hnědého uhlí. Zvláštní pozornost bude věnována lesnické rekultivaci a jejímu porovnání se spontánní sukcesí. Práce se bude věnovat historii těžby hnědého uhlí v Čechách a jejímu vlivu na přírodní ekosystémy, zákonným povinnostem těžebních společností týkajících se rekultivace odtěženého území, možnostem rekultivace a následného dalšího využití těžbou poškozených území. Součástí práce bude i posouzení konkrétní rekultivované lokality.

Metodika

Literární rešerše bude zpracována na základě vědeckých článků a odborných publikací. Bude použito nejméně 30 relevantních literárních zdrojů. V práci bude rozebíráno použití různých způsobů rekultivace těžbou zasažených území. Nejvíce pozornosti bude věnováno problematice zalesňování. Bude prezentována konkrétní rekultivovaná plocha na Karlovarsku, kde bude provedeno terénní šetření a vývoj této plochy.

Doporučený rozsah práce

45 stran

Klíčová slova

historie těžby, zásoby uhlí, životní prostředí, rekultivace krajiny, sukcese, lesy, funkce lesů

Doporučené zdroje informací

- DIMITROVSKÝ Konstantin. Lesnická rekultivace devastovaných půd báňskou činností / studijní zpráva obzor = Sylvicultural reclamation of soils devastated by mining [online]. 1979, 64-64 [cit. 2020-03-16]. ISSN edsagr
- FERDA Jaroslav. Forestry reclamation of extracted peat deposits – Lesnická rekultivace odtěžených rašelinných ložisek [online]. 1975, 192-192 [cit. 2020-03-16].
- FRANTÁL Bohumil, NOVÁKOVÁ Eva. A Curse of Coal? Exploring Unintended Regional Consequences of Coal Energy in The Czech Republic. Moravian Geographical Reports [online]. 2014, 22(2), 55-65 [cit. 2020-03-02]. DOI: 10.2478/mgr-2014-0012. ISSN 12108812.
- SKLENIČKA, P. *Základy krajinného plánování*. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. ISBN 80-903206-1-9.
- SOMOROWSKA U., SZMAŇDA J. B., LUC M. Landscape analysis and planning: geographical perspectives / M. Luc, U. Somorowska, J. B. Szmaňda, editors. 2015. ISBN 9783319135267
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.
- ZAFFAR Malik, SHENG-GAO Lu. Pore Size Distribution of Clayey Soils and Its Correlation with Soil Organic Matter. *Pedosphere* [online]. 2015, 25(2), 240-249 [cit. 2020-03-16]. DOI: 10.1016/S1002-0160(15)60009-1. ISSN 10020160.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

Ing. Tomáš Khel

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 02. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti lesnické rekultivace na výsypkách po těžbě uhlí na Karlovarsku" jsem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jana Vopravila, Ph.D. s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob a tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Lomnici dne 8. března 2021

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, věcné připomínky a vstřícnost při vytváření této bakalářské práce.

Možnosti lesnické rekultivace na výsypkách po těžbě uhlí na Karlovarsku

Abstrakt

Tato práce mapuje možnosti a způsoby rekultivací a následného možného využití krajiny zdevastované těžbou hnědého uhlí. Zvláštní pozornost je věnována lesnické rekultivaci a jejímu porovnání se spontánní sukcesí. Práce se věnuje historii těžby hnědého uhlí na Karlovarsku a jejímu vlivu na přírodní ekosystémy, zákonnými povinnostmi těžebních společností týkajících se rekultivace odtěženého území, možnostem rekultivace a následného dalšího využití těžbou poškozených území. Součástí bakalářské práce je i posouzení konkrétních rekultivovaných ploch.

Klíčová slova: historie těžby, zásoby uhlí, životní prostředí, rekultivace krajiny, sukcese, lesy, funkce lesů

Possibilities of forest reclamation on dumps after mining in the Karlovy Vary region

Abstract

This thesis studies the possibilities and methods of reclamation and subsequent possible use of land devastated by brown coal mining. Special attention is paid to forestry reclamation and comparison with spontaneous succession. The history of brown coal mining in the Karlovy Vary region, its impact on natural ecosystems, the legal obligations of mining companies relating to the reclamation of the extracted areas, the possibilities of reclamation and subsequent further use of areas damaged by mining is discussed in this thesis. Part of this thesis is dedicated to the assessment of specific reclaimed areas.

Keywords: mining history, coal reserves, environment, landscape reclamation, succession, forests, forest functions

Obsah:

1. Úvod	1
2. Rozbor problematiky	2
2.1 Půda	2
2.2 Degradace půdy.....	3
3. Vliv těžby na životní prostředí	4
4. Charakteristika těžby nerostných surovin na Karlovarsku	5
5. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin.....	7
5.1 Možné způsoby rekultivace.....	8
5.2 Fáze rekultivace.....	10
5.3 Historie rekultivací na Karlovarsku.....	11
5.4 Současné metody rekultivací na Karlovarsku	12
6. Lesy, školkařství a zalesňování	15
6.1 Kategorie lesů	16
6.2 Lesnická rekultivace	17
6.3 Faktory ovlivňující lesnickou rekultivaci	18
6.4 Význam lesních ekosystémů při rekultivaci	19
6.5 Dřeviny vhodné k lesnické rekultivaci a jejich druhová skladba.....	20
7. Spontánní zarůstání versus lesnická rekultivace	23
8. Rozbor vlivu různých faktorů na rekultivované území.....	25
8.1 Funkční ekosystémy a jejich rozvoj	25
8.2 Kolonizace půdy půdní biotou	27
8.3 Vhodná stanoviště pro výskyt ohrožených a vzácných druhů	27
9. Právní úprava, ochrana a financování.....	29
10. Rekultivace v praxi	31
10.1 Výsypka Antonín.....	31
10.2 Výsypka Lítov – Boden.....	32
10.3 Velká podkrušnohorská výsypka	34
11. Diskuse.....	37
12. Závěr	40
13. Seznam literatury	42

SEZNAM ZKRATEK

ČR	Česká republika
EP	Evropský parlament
KK	Karlovarský kraj
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PUPFL	Půda určená k plnění funkce lesa
SU a.s.	Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.
USA	United States of America, Spojené státy americké
ÚSES	Územní systém ekologické stability krajiny
ZPF	Zemědělský půdní fond

1. Úvod

Téma bakalářské práce jsem si zvolila z důvodu zájmu o krajinu Karlovarska, kde žiji celý svůj život a její proměny mám možnost od dětství pozorovat. Chápu, že s vývojem lidské civilizace je nezbytné obětovat část přírodních zdrojů a oblastí. Zároveň si také uvědomuji, že hornictví a další profese na něj navázané zásadně ekonomicky ovlivňují karlovarský region a dávají práci tisícům zdejších obyvatel. Jsem ale také zastánkyní důsledné odpovědnosti za škody napáchané na půdě a krajině a jejich, pokud možno co nejvíce přírodně blízkou, nápravu. Ne vždy se tak v minulosti dělo, ale v posledních letech je cítit snahy pokusit se znovuobnovit přirozenou rovnováhu krajiny a uvést ji do původního stavu.

Karlovarský kraj (KK) je nejzápadnějším územím České republiky (ČR) a je znám nejen jako region lázní, ale i jako hornický region. Celý historický vývoj na jeho území je úzce svázán s rozvojem hornictví nebo dalším zpracováním nerostných surovin. Těžba nerostných surovin přinesla Karlovarsku prosperitu, ale zároveň zanechala ve zdejší krajině výrazné stopy. Klady a zápory hornické a hutnické činnosti a vliv těchto činností na životy zde žijících lidí sahají až do 13. století. Území zasažená těžbou si nesou stopy, které se krajině a přírodě navždy vtiskly do paměti.

Přestože je význam slova rekultivace mnohem širší, budu se ve své práci zabývat výhradně rekultivacemi po povrchové těžbě hnědého uhlí. Budu sledovat možnosti rekultivací, především lesnických rekultivací, na výsypkách po těžbě hnědého uhlí na Karlovarsku. V práci budu mapovat následný vývoj těchto lesních ekosystémů.

2. Rozbor problematiky

2.1 Půda

Problematikou půdy se na Ministerstvu životního prostředí zabývá odbor obecné ochrany přírody a krajiny, oddělení ochrany půdy, který půdu definuje jako samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Půda je životním prostředím půdních organismů, stanovištěm planě rostoucí vegetace, slouží k pěstování kulturních rostlin. Je regulátorem koloběhu látek, může fungovat jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek. Půda je dynamický, stále se vyvíjející živý systém. Přežití a prosperita všech suchozemských biologických společenstev, přirozených i umělých, závisí na tenké vrchní vrstvě Země. Půda je proto velmi cenné přírodní bohatství, je přirozenou součástí národního bohatství každého státu. Půdu je proto nutné chránit nejen pro současnou dobu ale se značným výhledem do budoucna (MŽP © 2020).

Půda je bezesporu neobnovitelný přírodní zdroj, který plní mnoho funkcí nezbytných pro lidskou činnost a pro přežití všech ekosystémů. Degradace půdy může být velmi rychlá, přitom procesy jejího vytváření a regenerace extrémně pomalé. Tvorba jednoho centimetru půdy trvá, v závislosti na podmínkách, stovky až tisíce let. Vývoj půd je pak výsledkem mnoha procesů. Z hlediska dnešní společnosti je zásadní, že půda zajišťuje produkci ekosystémů a podmiňuje jejich stabilitu. Půda je klíčovým parametrem trvalých produkčních podmínek každého stanoviště, které vykazuje individuální znaky a vlastnosti, morfologické i edafické. Dle REJŠKA (2018) je z pohledu stanoviště klíčové působení dvou faktorů, biotických (fyto geografických a genetických) a abiotických (pedologických, geomorfologických a klimatických). Stanoviště a půda jsou spojené nádoby. Lidská aktivita může zásadně ovlivnit stav a kvalitu půdy, ale půdotvorný substrát, půdní druh a typ, nadmořskou výšku, sklon a expozici reliéfu a základní klimatické prvky se činností člověka mění jen obtížně.

Půda je nenahraditelná a velmi lehce zranitelná právě vlivem lidské činnosti (VOPRAVIL 2010). Půdu je třeba vnímat jako jednu z nejheterogennějších součástí biosféry, jako nezastupitelnou složku životního prostředí, bez níž by život na Zemi nebyl a je ji nutné chránit.

2.2 Degradace půdy

Procesy, které zhoršují kvalitu půd, se obecně nazývají degradace půdy. Tento proces degradace může probíhat přirozeně nebo antropogenně. Přírodní procesy, na rozdíl od antropogenních, probíhají zpravidla pomalu (s výjimkou náhlých událostí jako jsou povodně, tektonická činnost apod.) a jejich vliv na půdu není tak zásadní, jako degradace půdy způsobená člověkem (REJŠEK 2018). Vliv člověka se ukazuje jako zásadní. V poslední době na půdu a její vlastnosti ve velkém působí četná rizika a socioekonomické tlaky. Dochází k obrovskému rozvoji půdní eroze, k utužování půd či k postupným změnám klimatu. V současné době ohrožuje půdy jedno z největších nebezpečí v podobě postupného zastavování (soil sealing). Často nejurodnější půdy jsou nenávratně zničeny a ztrácí tak své přirozené funkce, což má za následek další negativní důsledky (VOPRAVIL 2010). Degradace půdy je zhoršující se globální jev. U většiny forem degradace půdy, včetně vyčerpání živin a organických látek, eroze a zhutnění, je zahrnuto zhoršení struktury půdy v časových intervalech od sekund po staletí (MEURER 2020).

REJŠEK (2018) rozděluje procesy degradace půdy podle hlavních procesů, které působí na půdu: na degradaci fyzikální (eroze, utužení půd), fyzikálně-chemickou (rozpad půdní struktury), chemickou (acidifikace, kontaminace) nebo biologickou (úbytek půdní diverzity). Fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy přímo ovlivňuje disturbance velikosti půdních pórů (ZAFFAR, SHENG-GAO 2015).

Povrchový hnědouhelný důl je pak bezesporu jednou z významných forem poškozování půdy a životního prostředí, kdy dochází k úplné ztrátě dosavadní přírodní krajiny. Jejich náprava je dlouhodobý proces.

3. Vliv těžby na životní prostředí

Životní prostředí je dle zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění, definováno v § 2 jako vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie. Je neustále přetvářeno a je ovlivňováno přírodními procesy a vlivy člověka. Životní prostředí funguje jako komplexní a propojený systém těchto přírodních prvků. Většina odvětví lidské činnosti přichází do styku s životním prostředím a dochází k vysokému využívání krajiny.

Těžba nerostných surovin s navazující intenzivní průmyslovou a energetickou výrobou představuje ekonomický přínos, ale i rozsáhlou devastaci krajiny, její produktivity a estetické i sociální hodnoty (VOPRAVIL 2010). Uhelný průmysl přispěl zdejším obyvatelům k mírně nadprůměrným příjmům a důchodům a poskytl domácnostem některé technické služby (např. dálkové vytápění). Tyto pozitivní účinky však způsobily vysoké náklady na životní prostředí a zdraví, které platí místní obyvatelstvo. Region se potýká s nadprůměrnou mírou nezaměstnanosti, bezdomovectvím a kriminalitou. Vyšší podíl nevzdělaných lidí a etnických menšin v postižených okresech naznačuje, že energetika uhlí je environmentálně nespravedlivá (FRANRÁL, NOVÁKOVÁ 2014). Vedle značného rozvoje průmyslu a ekonomiky v karlovarském regionu znamenala těžba velký zásah do krajiny, do jejích základních složek přírodního systému. Jak uvádí DIMITROVSKÝ (2001), převažující povrchová těžba měla před hlubinnou těžbou bezesporu ekonomické přednosti. Její dopady na krajinu a životní prostředí znamenaly však vážnou destrukci základních složek přírodního systému krajiny. Zaniklo mnoho obcí, změnila se síť silnic, zanikla řada vodních ploch a změnil se i směr některých vodních toků.

Vizuálně vnímáme především změny na morfologii krajiny, jako jsou propady a těžební řezy lomů nebo odvaly a rozsáhlé výsyvky (MATYÁŠEK, SUK 2010). Další skupinou jsou však jevy, které nejsou na první pohled patrné. Jsou jimi především znečištění podzemních a povrchových vod či celkový úbytek vody v krajině, kontaminace a degradace půdy či různé druhy škodlivých záření. Nemalé újmy způsobuje rovněž prašnost a hluk z na dolech probíhající těžby v přilehlých obcích a na životy lidí žijících v nich. Vytěžené a následně v teplárnách a elektrárnách spálené uhlí způsobuje emisní zatížení a následný nárůst skleníkových plynů (DIMITROVSKÝ 2001).

4. Charakteristika těžby nerostných surovin na Karlovarsku

Území Karlovarského kraje (KK) je geologicky mimořádně pestré. Obsahuje světoznámá ložiska rud, nerudní suroviny (kaolíny, jíly), energetických surovin (uran, uhlí) a proslulá léčivá minerální zřídla (ROJÍK 2015). Jak se zmiňuje JISKRA (2010), má hornictví na území KK více než tisíciletou tradici.

S množstvím 38 miliónů tun vytěženého hnědého uhlí za rok, což je 4,8% celosvětové produkce, se v současné době v celosvětovém srovnání řadí ČR na neuvěřitelné desáté místo za Německo, Čínu, Turecko, USA, Rusko, Austrálii, Polsko, Řecko a Indii. Za zdánlivou nadprodukcí tak malého státečku, jako je naše republika, stojí nejen geologické podmínky, ale i naprostý nedostatek jiných strategicky důležitých zdrojů energie. Na roční české těžbě hnědého uhlí se KK podílí 6,38 milióny tun. Uhlí dobývá Sokolovská uhelná, právní nástupce, a. s. (SU a.s.), v centru Sokolovské pánve, a to výlučně povrchoвым způsobem (ROJÍK 2015).

V současné době dle administrativního členění ČR náleží KK spolu s Ústeckým krajem k regionu Severozápad. Podle ŠTÝSE et al. (2014), jeden celek z něj daleko více než administrativní členění dělají Krušné hory na česko-německé hranici a podkrušnohorské pánve, které jsou zásobárnou hnědého uhlí. Region zahrnuje deset okresů, z toho tři patří do KK (VALÁŠEK, CHYTKA 2009). Podkrušnohorské uhelné pásmo bylo narušeno neovulkanismem a je nyní rozčleněno do řady dílčích pánví, z nichž hlavní jsou pánve Mostecká, Sokolovská a Chebská (ŠTÝS et al. 2014).

Region Severozápad má celkovou rozlohu 8694 km², z toho připadá na KK 28 %, tedy 3304 km². Rozsáhlá hnědouhelná ložiska vznikla především v české kotlině při jižním úbočí Krušných hor v hluboké příkopové propadlině protáhlého tvaru, kde jsou situovány dvě nejrozsáhlejší české hnědouhelné pánve s rozvinutou těžbou, oddělené od sebe vyvěřelým masívem Doupovských hor. Z jihu jsou pánve vymezeny třetihorními vyvěřelinami Slavkovského lesa a Českého středohoří. Jedná se o Sokolovskou pánev v západní části Podkrušnohoří a o Severočeskou hnědouhelnou pánev ve východní části. I přes územně ekologická omezení je v těchto pánvích k dispozici zhruba 1 miliarda tun vytěžitelných zásob hnědého uhlí s životností těžby do roku 2030 a 2040 v Sokolovské pánvi, ovšem při trvale snižující se výši a množství těžby (VALÁŠEK, CHYTKA 2009).

Dle VALÁŠKA a CHYTKA (2009) docházelo zejména v posledních desetiletích 20. století k výraznému snížení aktivní báňské plochy. Na snižování plochy aktivního báňského území má výrazný podíl urychlené předávání opuštěných báňských ploch do rekultivačního cyklu. Na Karlovarsku vlivem měnících se podmínek proběhl v letech 1991 až 1993 útlum uhelného hornictví a odsíření elektráren (ROJÍK 2015). Snižující se těžba hnědého uhlí pak ovlivňuje příznivě ekologickou situaci KK, ale nepříznivě se projevuje na jeho ekonomice. Ostatní uhelná ložiska nejsou těžena z důvodu územních a ekologických (Chebská pánev a část Sokolovské pánve). Všechna tato ložiska jsou v současné době již jen geologickými zvláštnostmi (VALÁŠEK, CHYTKA 2009).

5. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin

Na odborné úrovni se neustále diskutuje termín, který by nejlépe vystihoval proces obnovy krajiny po těžbě, zda sanace, rekultivace, revitalizace nebo rehabilitace, neboť člověk svým zásahem mění nejen přírodní, ale i kulturní charakteristiky krajiny. Všechny tyto pojmy vyjadřují návrat krajiny s narušeným horninovým prostředím do stavu před lidským zásahem, i když nemůže jít o skutečný návrat do původního stavu, ale o jakýsi kompromis. Jde o úpravu, která bude respektovat jak přírodu, tak lidské osídlení a činnost lidí (KUKAL, REICHMAN 2000).

Rekultivace krajiny odstraňuje dědictví minulosti, kdy byla krajina zásadním způsobem poškozena. Jedná se o souhrn činností, které si kladou za cíl obnovit kvalitní parametry přírody, tedy obnovit území zasažené antropogenní činností tak, aby zde mohl fungovat soběstačný systém a byly obnoveny krajinné funkce. Dle SKLENIČKY (2003) je cílem rekultivace navrácení poničené či zcela zdevastované krajiny do přirozeného stavu. Z velké části jde o území postižená těžbou nerostných surovin, které definuje horní zákon. Jak uvádí REJŠEK (2018), těžební činnost za sebou nezřídka zanechává výrazné poškození krajiny. Oblast severozápadočeského regionu ČR je názorným příkladem. Povrchová těžba hnědého uhlí způsobila prakticky odstranění zemského povrchu a tato oblast se stala de-facto experimentálním územím.

Obecně můžeme antropogenní krajinné prvky, které vznikají po povrchové těžbě hnědého uhlí, rozdělit na tři hlavní typy: rozsáhlé velkolomy, jejich předpolí a výsypky tvořené substrátem z nadloží uhelných slojí. Kromě toho místy existují propadliny jako důsledek hlubinné těžby uhlí, které bývají vyplněné bezodtokovou vodou (BEJČEK 1999). Vzhledem k tomu, že lomy a jejich výsypky dosahují plochy i několika kilometrů čtverečních jsou příčinou rozsáhlé proměny všech podsystemů krajiny – reliéfu, horninového prostředí, spodní vrstvy atmosféry, zemského povrchu s žijícími organismy a ekosystémů. Mění se tvářnost daného území tím, že se tvoří nepřirozená území a kopce. Jejich velkým problémem je, že podléhají intenzivnímu zvětrávání, jejich hmota dlouhodobě sesedá a v mnoha místech jsou nestabilní. Promícháním zemin vzniká nové geologické prostředí a v celém těžbou dotčeném prostředí je naprosto mimořádná hydrologická situace (BEJČEK 2003).

Rekultivační práce představují výrazné a časově i finančně náročné zásahy do krajiny. Každá úspěšná rekultivace by měla být plánována již v přípravné fázi

celého projektu jako jeho integrální součást (ŠTÝS 1981). Technické rekultivace zahrnují tvarování území, obnovu vodotečí či položky inženýrských sítí. Po nich nastupují biologické rekultivace. Zejména v oblasti těžby nerostů se pomocí rekultivace zahlazují škody na zemědělské a lesní půdě, nebo se různými opatřeními půda chrání do doby, než ji bude opět možno zemědělsky nebo lesnicky využívat.

Podle SKLENIČKY (2003) by výsledná rekultivace měla splňovat následující kritéria: ekologickou a hydrickou vyrovnanost ve vztahu k okolní krajině, esteticky pozitivní začlenění rekultivované lokality do krajiny, racionální způsob využití lokality a hygienickou nezávadnost řešení.

V ČR existuje dlouhodobý tlak odborníků, nevládních organizací a dokonce i představitelů těžebních firem na vyšší zastoupení přírodně blízké obnovy těžebních prostorů. V minulosti často převažující způsoby rekultivace ničily biodiverzitu na všech úrovních a nevyužívaly unikátní příležitost krajinu naopak obohatit (ŘEHOUNEK, et al. 2015). Úspěch každé rekultivační akce je závislý především na technologickém postupu a je nutno zdůraznit, že rekultivace není nadstavbou, ale součástí báňské technologie (ŠTÝS 1996). Obnova těžbou narušených míst povrchovou těžbou má především krajinný rozměr (PETŘÍK et al. 2017).

5.1 Možné způsoby rekultivace

Lomové dobývání podstatnou měrou ovlivňuje tvar výsypek, reliéf krajiny a její převýšení i tvar nedosypaných zbytkových jam (lomů). V případě výsypek se podle ZAPLETALOVY (1968) klasifikace antropogenního reliéfu v naprosté většině jedná o velkoplošné tabulové výsypky, jejichž převýšení nad okolní krajinou může dosáhnout až několika desítek metrů.

Podle BEJČKA (1999) jsou bezesporu nejsložitějším technickoekonomickým problémem nedosypané lomové prostory neboli zbytkové jámy. Povrchové velkolomy se stupňovitě strmými stěnami jsou prakticky bez vegetace, maximálně v raných stádiích ekologické sukcese. Úvahy o jejich zpětném zasypání se zdají být řešením zcestným a nerealizovatelným, neboť by přinesly nepředstavitelné problémy spojené s technickým provedením realizace, ale zejména pro svou ekonomickou náročnost (DIMITROVSKÝ 2001). Jako zcela nepřijatelná varianta nápravy se pak jeví také tzv. nulová varianta, která kalkuluje s ponecháním zbytkových jam svému osudu, to je bez dalšího zásahu člověka.

Jedním z hlavních kritérií úspěšnosti rekultivace je ekologická hodnota nového ekosystému, kdy je vždy nutné chápat rekultivovanou lokalitu v kontextu okolní

krajiny. Z hlediska ekologického je možné za klíčové parametry u rekultivovaných území považovat biodiverzitu a výskyt významných (klíčových) druhů rostlin i živočichů (SKLENIČKA 2003).

V zásadě se v odborné literatuře uvádějí čtyři druhy rekultivace: **zemědělské, lesnické, hydrické a ostatní** (SKLENIČKA 2003). Dle využití ploch lze rekultivace rozdělit na rekultivace technické (cílem je vytvoření nového terénu, navážka a úprava zeminy) a biologické (cílem je oživení nového terénu, osetí a osázení vegetací) (ŘEHOUNEK et al. 2015).

Zemědělská rekultivace je upřednostňována tam, kde výchozí vlastnosti zemin vytváří předpoklady pro zemědělský způsob rekultivace (SANERTNÍK 1991). V první fázi zemědělské rekultivace dochází k sesednutí výsypkového materiálu. Po navezení svrchních půdních horizontů odjinud je povrch obvykle oset komerční travní směsí, obvykle s vysokým podílem vikvovitých, dusík fixujících rostlin. Pouze v malém množství případů vedou zemědělské rekultivace ke vzniku polí se zemědělskými plodinami (ŘEHOUNEK et al. 2015).

Lesnické rekultivace jsou podrobněji rozebrány v oddíle 7.2.

Hydrické rekultivace jsou někdy pojmenovávány jako mokrá varianta rekultivace. Tento způsob rekultivace a jeho problematika jsou poměrně nové a dotýkají se především hnědouhelných revírů. Hydrické rekultivace jsou v současné době velkoplošně zaváděnou metodou nápravy těžbou zdevastovaných území.

V rámci asanačních a rekultivačních prací mokrou variantou vznikají vodní plochy dvojím způsobem: odvodňováním výsypkových ploch nebo zatápěním zbytkových jam (DIMITROVSKÝ et al. 2001). Velikost takto nově vzniklých ploch je pak závislá na tvaru a velikosti území, mocnosti převýšení, sklonitosti, geologicko-pedologické povaze zemin a intenzitě atmosférických srážek. Výsledkem by měla být jezera s mnohostranným využitím, která by měla plnit funkci zásobáren vody, někde funkci zásobáren pitné vody a v neposlední řadě i funkci estetickou, sportovně rekreační i sociálně ekonomickou.

K řešení výsledné kvality vody v těchto nádržích je nutno přistupovat individuálně a nelze tuto problematiku zevšeobecňovat. Vývoj kvality vody v takto vzniklých jezerech závisí na množství a kvalitě napouštěcí vody. Zejména je její kvalita ohrožována možností nadměrného zakyselení a eutrofizací, u neprůtočných jezer hrozí i jejich zasolení.

Optimální tvarování vlastní zbytkové jámy a jejího okolí lze zajistit již v průběhu těžební činnosti. K zajištění budoucí kvality vody je při projektování nutné vzít v úvahu několik principů. V případě velkých zbytkových jam jsou výhodnější hluboká jezera v kombinaci s mělkými, zejména okrajovými částmi jezer. Morfologie dna i svahů by měla být poměrně členitá, a to jak vertikálně, tak i horizontálně, stejně tak členitá by měla být i břehová linie s mírným sklonem svahu (optimálně 1:20) v kombinaci s budováním rozsáhlých mokřadů především v ústí přítoků (DIMITROVSKÝ et al. 2001).

Mezi **ostatní** způsoby možné rekultivace patří například rekreační rekultivace. Území slouží jako park, koupaliště, zahrádkářská kolonie, lovecký porost, bažantnice nebo obora či plocha určená pro zábavné nebo výchovné účely, autodrom, motokros, dostihové dráhy, kina či divadla v přírodě apod.

5.2 Fáze rekultivace

Rekultivační práce jsou procesem, který můžeme rozdělit do několika etap: do přípravné, důlně-technické a biotechnické etapy (SKLENIČKA 2003). V případě výsypek je dnes převážná většina z nich technicky rekultivována. Po sesednutí výsypkového materiálu, v průměru asi po 8 letech, je pomocí těžké mechanizace povrch výsypky zarovnán do povlovných tvarů (ŘEHOUNEK et al. 2015).

Přípravná fáze má především preventivní a optimalizační funkci a účinnost. Záměry plánované rekultivace jsou uplatňovány již při zpracování územně-plánovací dokumentace a struktury územních celků, územního řešení těžby i rekultivace (ŠTÝS et al. 1981). V rámci přípravné etapy se vytvářejí vhodné podmínky pro realizaci rekultivačního cyklu (patří sem koncepční, průzkumné a projektové aktivity) (ŘEHOUNEK et al. 2015).

Jak udává ŠPIŘÍK (1994), důlně-technická etapa vytváří podmínky pro následnou rekultivaci a je zásadní pro celkový úspěch dané rekultivace. Mimořádná pozornost je v této fázi věnována řízení prací v dotčeném území. Důlně-technická etapa zahrnuje práce na selekci skrývkových materiálů, na zajištění vhodné proporcionality mezi vnějšími a vnitřními výsypkami a vhodné tvarování výsypek při stavbě (ŘEHOUNEK et al. 2015). Na obrázku 1 můžeme dobře vidět, že v rámci důlně-technické etapy (Sokolovská pánev) dochází k selekci a ukládání zeminy na území již dotěženém. Zemina je dovážena z (v pravé horní části patrného) aktivního dolového území.



Obrázek 1: Pohled z předpolí lomu Jiří (vlastní foto)

Po vytvoření terénu nastupuje biotechnická část rekultivace, která má za úkol novému území vdechnout život. SKLENIČKA (2003) následující biotechnickou etapu dále dělí na technickou, biologickou a postrekultivační část. Technická rekultivace zahrnuje práce na úpravě terénu či úpravě hydrologických poměrů, zajištění stability svahů a výsypek, ochrany půdy před erozí, přístupy lidí po pozemních komunikacích, přeložky inženýrských sítí, eliminaci extrémních vlastností zemin atd. Účelem technických opatření je zajistit předpoklady pro realizaci následné biologické rekultivace. Technickou část rekultivace však nelze provádět bez detailní znalosti cílového stavu a způsobu následné biologické rekultivace. Například k zajištění budoucí prostorové a tedy i druhové diverzity je vhodné preferovat členitější konfiguraci terénu, bez finálního zarovnání. Smyslem těchto opatření je odstranění deficitní povahy stanovišť (ŠPIŘÍK 1994). Následná biologická rekultivace je pak souhrnem biologických a biotechnických zásahů a opatření, jejichž účelem je vytvořit iniciální stádium klimaxu, disklimaxu popřípadě edafického klimaxu. Tato etapa je dokončením procesu zahlazení těžby v krajině. Cílová rekultivace je sladěna jak se závěry územních plánů měst a obcí, tak s návrhy ekologické stability území (SKLENIČKA 2003).

Předáváním zrehabilitovaných pozemků do následného užívání je zahajována postrekultivační fáze, která má vazbu na sféru účelného obhospodařování rekultivačních vytvořených půd a kultur (ŠTÝS et al. 1981).

5.3 Historie rekultivací na Karlovarsku

Úprava krajiny byla vlastní obyvatelstvu našeho státu již v dobách středověku. Povinnost pečovat o pozemky postižené těžbou a pokusit se je navracet do

původního stavu měli již podnikatelé v době Rakousko-Uherské monarchie. Již v roce 1852 jim tuto povinnost ukládal horní zákon, který kromě jiného stanovoval i způsob obnovy poškozených pozemků. Obecní horní zákon v říšském zákoníku z roku 1854, a v rámci něj schválený Císařský patent, byl první normou, která se zabývala navrácením těžbou poškozených pozemků k původnímu účelu (KRYL et al. 2002).

Nejstarší doloženou rekultivací na Karlovarsku je lesnická rekultivace z roku 1910, která byla nařízena Zemskou zemědělskou radou. Za účasti správy dolů bylo tehdy vysázeno na ploše přes 1 ha 1 000 sazenic javorů (BERAN 2000).

Plánovaný rozvoj rekultivací přinesla až druhá polovina 20. století. Metodické řízení rekultivačních procesů v roce 1950 převzal Výzkumný ústav zemědělských a lesnických meliorací, konkrétně oddělení ochrany půdy a ovzduší. Teprve poté začaly vznikat návrhy na zákonná opatření na úpravu rekultivací a první generely rekultivací pro všechny těžební oblasti. Začaly vznikat nové strategie k vytyčení procesu zahlazování území postižených těžbou nerostných surovin. (DIMITROVSKÝ 2001).

Socialistický systém nepřikládal ochraně životního prostředí stejný význam, jaký byl dané problematice přikládán v západní Evropě a v USA. Jako typický rys celé „uhelné krajiny“ se u nás prosadila praxe technicky a finančně náročných rekultivací, které vycházejí z environmentálních, sociologických a urbanistických postojů aktuálních v 50. – 70. letech 20. století. Podstatou těchto rekultivací jsou extrémně nákladná opatření založená na velkých objemech zemních prací s cílem totálně zahladit stopy po těžbě nerostných surovin v co nejkratších časových horizontech (SÁDLO, GREMLICA 2020). K významné změně došlo po roce 1989, kdy bylo zřízeno samostatné ministerstvo životního prostředí a schválena nová ekologická legislativa. Od devadesátých let začínala snaha o napravování ekologických škod a do projektů plynulo několik miliard na obnovu přírodní rovnováhy. Ale až teprve od roku 2002 se začaly uvolňovat peníze na rekultivace a nápravu poddolovaných území. Povinností státu je uhradit nápravu starých ekologických škod. Nově vzniklé škody jsou již povinny hradit těžební společnosti ze svých zvláštních fondů (BROŽOVÁ, VOLAUFOVÁ 2008).

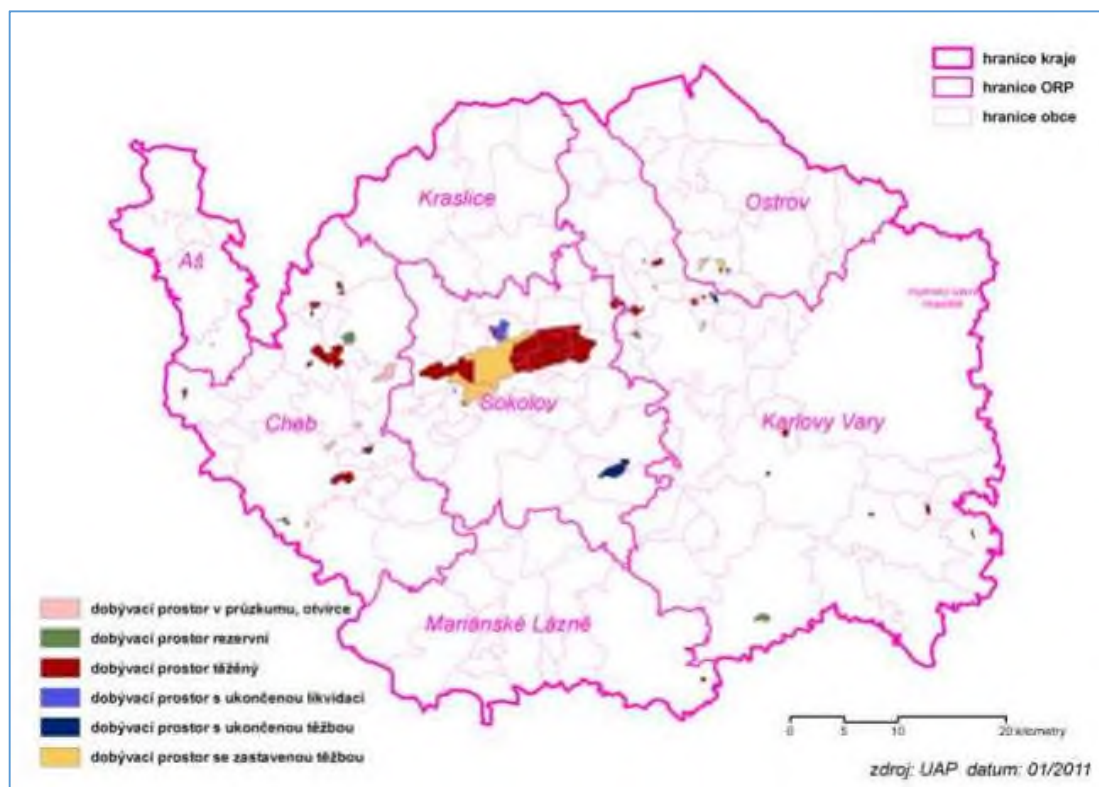
5.4 Současné metody rekultivací na Karlovarsku

V roce 1993 došlo k privatizaci hnědouhelných státních podniků a bylo třeba dořešit finanční vypořádání související s ekologickými škodami, protože v rámci

privatizace podniky převzaly od státu kromě těžebních lokalit také rozsáhlá území určená k rekultivaci, na něž ještě nemohla být vytvořena potřebná finanční rezerva. Česká vláda proto v roce 2002 odsouhlasila postupné vyčlenění částky 15 mld. Kč z privatizačních fondů. Fond národního majetku v roce 2003 nechal zpracovat studii, která řeší ekologické škody vzniklé před privatizací hnědouhelných těžebních společností v Ústeckém kraji a KK. V rámci koncepce bylo vymezeno 80 obcí a 4 hnědouhelné podniky, z toho 22 obcí a jeden hnědouhelný podnik leží v KK. Celkový souhrn vyčerpaných prostředků na obecní projekty v KK dosahoval ke konci roku 2020 částky 1 062 438 260 Kč (REAL&PROJEKT MOST s.r.o. © 2008).

Od 90. let se v ČR preferují v rámci rekultivace výsypek spíše lesnické rekultivace, v případě rekultivace těžebních jam hydrologické rekultivace. Stejně je tomu na Karlovarsku. Jak uvádí ŠTÝS (2001), hlavními praxi provádějícími společnostmi je zdůrazňována především vyváženost ekosystémů a užitečnosti krajiny pro lidskou společnost. Mnoho současných odborníků na problematiku rekultivací se však shoduje na názoru, že jsou současné rekultivace stále zbytečně nákladné a postrádají uznávané principy ekologické obnovy (CALLA 2009).

Jediným hnědouhelným podnikem na Karlovarsku je SU a.s. Jak uvádí firma na svých internetových stránkách, od svého založení v roce 1994 až do současnosti investovala společnost do oblasti ekologie v regionu téměř 4,5 miliardy korun. V oblasti rekultivací území postižených těžbou uhlí systematicky zahlazuje vlivy hornické činnosti a dlouhodobě přetváří takto obnovená území v nové krajinné celky. A to jak z hlediska biologicky hodnotných celků, tak tvorby podmínek pro rekreační využití člověka v krajině (SU a.s. © 2021). Z obrázku 2 je patrné, o jak rozsáhlá území v rámci KK (zejména v blízkosti města Sokolov) se jedná, a to v případě ploch na kterých byla dobývací činnost zastavena i aktuálně dobývaných.



Obrázek 2: Dobývací prostory Karlovarského kraje (KK © 2020)

V souvislosti s dotěžením lomů Jiří a Družba (Družba roku 2011 zanikla, dotěžení zbytku zásob v rámci těžby lomu Jiří) SU a. s. v součinnosti s městem Sokolov, připravuje sdružení obcí Sokolov-východ v rámci evropského projektu Resource návrhy převážně vodní rekultivace území (MIKROREGION SOKOLOV-VÝCHOD © 2021).

6. Lesy, školkařství a zalesňování

Lesy mají mnoho funkcí, které mohou mít produkční nebo mimoprodukční význam. Z hlediska účelového se často uvádí členění na funkce produkční, ekologické a environmentální, ale v mnoha pracích dochází k záměně posledních dvou kategorií. Podle profesora ŠIŠÁKA (2008) se dělí funkce lesa na tržní (dřevoprodukční, chov zvěře), zprostředkovaně tržní (hydrické, půdoochranné, vzduchoochranné) a netržní (zdravotně-hygienické a také kulturně-naučné). Jinak na les pohlíží profesor VYSKOT (2003), který funkce lesa dělí na bioprodukční, ekologicko-stabilizační, edaficko-půdoochranné, hydricko-vodohospodářské, sociálně-rekreační a zdravotně-hygienické. Tyto lesní funkce pak ovlivňují veškeré složky ekosystémů a les je tak nositelem ekologické stability. Lesní porosty v naší zeměpisné poloze představují ekologická společenstva, která pozitivně ovlivňují nejen zalesněnou plochu, ale i její okolí (ŠTÝS et al. 2014). MATĚJÍČEK a PRČINA (2008) řadí funkce lesa jako služby obecného zájmu. Obecně prospěšné a ekologické služby zmiňují v souvislosti s dosud bezplatným poskytováním veřejně prospěšných služeb lesů (mimoprodukčních) společnosti.

Je tedy zřejmé, že v dnešní době nabývají na významu mimoprodukční funkce lesa. Jak zmiňuje KOŠULIČ st. (2010), je nesporné, že les blízky přírodě může mít více podob. Vše je podmíněno velkou rozmanitostí stanovišť, druhovou skladbou a prostorovou strukturou porostů, hospodářským stavem lesa a jeho genetickým složením některých populací klimaxových dřevin (zejména skutečnost, že jsou geneticky pozměněné a mají blíže k charakteru pionýrských než klimaxových dřevin). K tomuto stavu je dovedlo holosečné hospodářství, které bylo v minulosti často aplikováno.

KK je druhým nejlesnatějším krajem ČR, plocha PUPFL zde dosahuje 43,83% plochy kraje. Dnes se hospodaření v lesích řídí strategií zformovanou mimo jiné v rámci lesnické politiky, jejímž cílem je zajištění trvale udržitelného hospodaření v lesích, tedy správa a obhospodařování lesů a lesní půdy takovým způsobem a v takovém rozsahu, které zachovávají jejich biodiverzitu, produkční schopnost a regenerační kapacitu, vitalitu a schopnost plnit v současnosti i v budoucnu odpovídající ochranné, hospodářské a sociální úlohy (KK 2018).

Školkařství je specifický obor lesnické pěstební činnosti, který v současné době upravuje zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově

lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin).

Cílem lesního školkařství je zabezpečit dostatečnou produkci kvalitního sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa (POLENO et al. 2009). Školkařství se považuje za záměrnou činnost, uvědoměle aplikující poznané vlivy přírodních a růstových činitelů v kombinaci s genetickými faktory a s přirozenými vlastnostmi dřevin na produkci sadebního materiálu lesních dřevin (BALÁŠ, KUNEŠ 2014). Ta má naplňovat předpoklady udržitelnosti a budoucího odrůstání a vypěstování zdravého, odolného a produkčně kvalitního lesa. Semenáčky a sazenice jsou rostlinami s přirozenou variabilitou genetických, fyziologických a morfologických znaků.

6.1 Kategorie lesů

Lesnická legislativa, tedy zákony řešící les včetně jeho poslání, významu a následné kategorizace, se v průběhu 20. století průběžně měnila. V současné době platí Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů ve znění pozdějších právních předpisů (lesní zákon), který zavedl pojem „Pozemky určené k plnění funkce lesa“, takzvaný PUPFL. Dle tohoto zákona se lesy podle svých převažujících funkcí člení do tří kategorií, a to na lesy **ochranné**, lesy **zvláštního určení** a lesy **hospodářské** (§ 6,7,8). Kategorizace lesa pak dává předpoklady, aby v jednotlivých kategoriích byly podporovány funkce, které mají převažující charakter.

V **ochranných** lesích není produkce dřeva prioritní. Les této kategorie má významnou ekologickou funkci, zejména mimoprodukční. Do kategorie lesů ochranných patří lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích, jako jsou sutě, strže, prudké svahy, kamenná moře, nestabilizované náplavy a písky, rašeliníště, odvaly a výsypky. Také sem patří vysokohorské lesy pod hranicí stromové vegetace chránící níže položené lesy, lesy na exponovaných hřebenech a lesy v klečovém lesním vegetačním stupni. Také do kategorie lesů **zvláštního určení** spadají lesy, kde veřejný zájem převažuje nad produkčními funkcemi lesa (lesy v prvních zónách chráněných krajinných oblastí a lesy v přírodních rezervacích, národních přírodních památkách a přírodních památkách, lesy lázeňské, příměstské a další). Prvořadou funkcí **hospodářského** lesa je funkce produkční. Slouží k získávání dříví, ale i ostatních produktů lesa (PEŇÁZ et al., MARTINEK et al. 2004).

Kategorii lesů ochranných se dnes dává jednoznačně přednost před kategorií lesů zvláštního určení. Zákon pak vymezuje lesy, které jsou za lesy zvláštního určení prohlášeny přímo ze zákona, a nerozhoduje tedy o jejich zařazení orgán státní správy.

V současných lesních hospodářských plánech jsou lesy ochranné nadřazené nad kategoriemi lesa zvláštního určení, protože ochranné funkci lesa je přiřazena nevyšší priorita. Jak stanovuje lesní zákon, o zařazení lesů ochranných a lesů zvláštního určení rozhoduje orgán Státní správy lesů na návrh vlastníka, orgánu ochrany přírody nebo z vlastního podnětu.

Lesy je možné také třídit podle horizontálního třídění (změnou přírodních podmínek od rovníku k pólům), vertikálního třídění (změnou přírodních podmínek v závislosti na nadmořské výšce), třídění lesní vegetace podle míry antropického ovlivnění (prales, přírodní les, přirozený les, nepřirozený les) nebo podle přírodního třídění lesů (les přirozený, přírodní, druhotný, kulturní, přírodě blízký, přírodě vzdálený, přípravný, přechodný či závěrečný) (PEŇÁZ et al., MARTINEK et al. 2004).

V podmínkách Karlovarského kraje se nachází značné plochy lesů, které jsou ze zákona lesem zvláštního určení, a sice v ochranných pásmech zdrojů přírodních, léčivých a stolních minerálních vod. Zvláště u nich v praxi dochází k překryvům s kategoriemi lesů ochranných, které jsou jim však nadřazené z důvodu většího omezení hospodaření v lese nebo rozhodnutím Státní správy lesů o zařazení do kategorie „vyšší“ důležitosti. Při upřednostnění jiné funkce dochází k souběhu funkcí a často k násobným překryvům jednotlivých kategorií (VÝVOJ LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ V CHKO SLAVKOVSKÝ LES 2016).

6.2 Lesnická rekultivace

Nároky společnosti na plnění funkce lesa se v historii těžby uhelné sloje postupně měnily, kdy docházelo k posunu hodnocení funkcí lesů produkčních ve prospěch lesů mimoprodukčních. Generel rekultivací, jakožto výchozí strategický program obnovy lesa, je většinou z dendrologického pohledu nedokonalý vzhledem k vývoji nových vědeckotechnických teoretických a praktických poznatků (DIMITROVSKÝ 2001).

Jak uvádí SANETRŇÍK a FILIP (1991), cílem lesnické rekultivace je založit na zrekultivované ploše lesní porost různého funkčního zaměření. Posláním první fáze lesního porostu je půdoochranná a pedogenetická funkce. Tento způsob rekultivace se upřednostňuje v lokalitách s nepříznivým výchozím stavem zemin či při nepříznivém reliéfu nevhodném pro zemědělské využití. Postavení lesnických rekultivací je velmi významné (ŠTÝS 1996).

V současnosti nejvíce uplatňovaným způsobem rekultivace je zalesňování výsypek, pro jejich polyfunkčnost a pro své stabilizační funkce v ekologických

strukturách. Lesní porosty totiž představují společenstva, která mají kladný vliv nejen na vlastní zalesněnou plochu, ale i na své okolí. Na své okolí kladně působí díky hydrologickým, protierozním, stabilizačním, asanačně-hygienickým, klimatickým, a esteticky-rekreačním funkcím (ŠTÝS et al. 2014). Technologie výsadeb předpokládá především dobrou kvalitu výsadbového materiálu, kdy dominuje uplatňování prostokořenných, zdravých, silných, 2-3 letých školovaných sazenic. Sazenice s obaleným kořením jsou používány pouze na extrémních stanovištích (ŠTÝS 1996).

Pro pedogenetické procesy substrátů má nezastupitelný význam skladba lesních porostů (přípravné porosty, smíšené porosty listnaté, smíšené porosty listnatojehličnaté). Určujícím měřítkem pro založení výše uvedených typů porostů je známá primární potenciální úrodnost substrátů a její poměry v průběhu rekultivačního cyklu (DIMITROVSKÝ 2001).

6.3 Faktory ovlivňující lesnickou rekultivaci

STALMACHOVÁ (2015) rozděluje faktory ovlivňující rekultivaci a s tímto související druhové složení dřevin na daném území do čtyř skupin: ovlivnění geografickou polohou, nadmořskou výškou, reliéfem terénu a expozicí stanoviště. Geografická poloha ovlivňuje růstové podmínky a vegetační dobu. Nadmořská výška stanoviště pak vlivem měnících se srážek a teploty rozrůzňuje půdní vlastnosti a zároveň mění růstové podmínky. Reliéf terénu, který je určený především expozicí, svazitostí a členitostí zásadním způsobem limituje obsah a formu přístupných živin v půdě. Expozice stanoviště pak ovlivňuje délku stínu a s tím související záhřevnost půdního profilu. Rozdílné podmínky, ovlivněné expozicí, budou na jižním a západním svahu (vyšší intenzita tepelného i světelného záření) či na severním a severovýchodním svahu (vyšší vlhkost a nižší teplota).

Dalším faktorem, který ovlivňuje průběh sukcese na rekultivovaných plochách je zvěř. Zvyšující se počty zvěře na výsypkách (především srnec obecný a prase divoké), může okusem či jiným narušením uchycení dřevin zamezit. Působení zvěře na sukcesi však nemusí být pouze negativní. Zvěř může šířit semena, a tím sukcesi urychlit. Jak vyplývá z dlouhodobého výzkumu, který prováděli MUDRÁK a FROUZ (2017) na sokolovských výsypkách, kdy po dobu jedenácti let sledovali sukcesní vývoj a druhovou bohatost v několika zbudovaných oplocenkách a vně jich vyplynulo, že zvěř vegetaci výrazněji neobohacovala o nové druhy, a naopak průběh sukcese

zpomalovala. Neukázalo se ale, že by herbivorní tlak zvěře dokázal sukcesí zablokovat.

6.4 Význam lesních ekosystémů při rekultivaci

Ekosystém lze definovat jako funkční soustavu živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase. Skládá se z biotopu, producentů, konzumentů a dekompozitorů (KVASNIČKOVÁ 2004). V naší přírodě se nacházejí dva typy ekosystému, **přírozený** a **umělý**. **Přírozený** přírodní ekosystém představuje území s minimálními nebo žádnými zásahy člověka (druhově bohaté území s nižší produkcí, která jsou schopná autoregulace a vývoje, při částečném porušení mají možnost obnovy). **Umělý** typ ekosystému, který dnes v naší krajině převažuje, vznikl zásahem člověka (pole, louky, zahrady, parky, lesy, rybníky, přehrady, akvária a další). Území druhově méně početná, proto nestabilní, snadno narušitelná, nejsou schopny autoregulace (KOVÁŘ 2008).

Vlivem přírozené sukcese se ekosystémy neustále obnovují a vyvíjejí. Za určitých podmínek ekosystém dosáhne rovnováhy, která však není statická, je dynamická. Vrcholné stádium jejich vývoje označujeme jako klimax (KVASNIČKOVÁ 2004).

Právě lesy tvoří jednu ze základních složek biosféry a jsou to ekosystémy, v nichž převládající formu živé složky (biocenózy) představují dřeviny, jejichž stonek a kořen je z podstatné části tvořen zdřevnatělými pletivy (POLENO et al. 2011). Jak uvádí KAVASNIČKOVÁ (2004), ČR leží v pásu opadavých listnatých lesů a je po tisíce let ovlivňována činností člověka, proto jsou dnes na mnoha místech umělé ekosystémy. Pestrá mozaika ekosystémů v naší krajině je dána vertikální členitostí, rozdíly v geologické stavbě i ve vlastnostech půd. Původní charakter ekosystémů si zachovaly v nížinách a podhůří doubravy, bučiny ve vyšších polohách podhůří a v nižších polohách hor, výše v horách smrčiny, nad horní hranicí hor kleče a horským tundrám odpovídají porosty v nejvyšších polohách hor. Díky půdním a vlhkostním podmínkám si zachovávají přírozený charakter i některá další stanoviště. Odpovídají jim borové lesy na skalnatých a písčitých stanovištích, suťové roklinové lesy, rašeliniště, lužní lesy v nížinách kolem řek, nebo naopak skalní stepi v sušších místech. Tyto přírozené ekosystémy se v krajině střídají s umělými kulturami, jako jsou pole, louky, pastviny, rybníky a další. Některé lidské zásahy,

například v podobě povrchových dolů, představují ošklivé jizvy v harmonické vyváženosti krajiny.

V případě nově vznikajících lesů na výsypkách povrchových dolů to nemají nově vznikající lesy vůbec snadné, neboť ekologická charakteristika těchto území je po všech stránkách extrémní (ŠTÝS 1996). Lze se často setkat s požadavkem vrátit rekultivované území do „původní podoby“, kdy je myšlen ekologicky optimální stav, který by odpovídal přírodním podmínkám této oblasti. Málokdo si však uvědomuje jejich časoprostorovou proměnlivost. Různé typy lesů se v naší zeměpisné šířce formovaly během minulých 350 miliónů let a v primární formě již od prvohor.

Podle BEJČKA (1999) má lesnická rekultivace na probíhající sukcesi zpravidla akcelerační vliv a posouvá ji blíže k cílovým lesním společenstvům. Blokována sukcesní stádia jsou překonána daleko rychleji a ekosystém se posouvá ke křovinnému a mladému lesnímu porostu. Majitelé pozemků a rekultivační firmy často preferují budoucí ekonomický přínos před ekologickými a environmentálními funkcemi nových lesů, kdy je jejich záměrem vypěstovat na rekultivovaných plochách co nejrychleji hospodářské porosty.

6.5 Dřeviny vhodné k lesnické rekultivaci a jejich druhová skladba

Dle ŠTÝSE et al. (2014) je algoritmus lesnických rekultivací výrazně ovlivněn zvoleným funkčním typem porostů. Vychází se totiž ze zásady, že základním smyslem lesů hospodářských je produkce kvalitní dřevní hmoty. Smyslem lesů půdoochranných a protierozních je schopnost kořenovým systémem stabilizovat prostor rhizosféry, lesy s hydrickou funkcí pak mají zlepšovat infiltrační a akumulační vlastnosti rhizosféry. Smyslem lesů sanitárních je jejich asanační schopnost eliminovat vliv škodlivin na prostředí. Rekreační lesy mají vytvářet příjemné, zdravé a esteticky působivé prostředí k trávení volného času.

Vhodná skladba dřevin se navrhuje podle místních půdních podmínek, hydrologických, klimatických a morfoloických faktorů. (PRACH et al. 2000). Pro volbu vhodných druhů dřevin, jejich ekotypů, případně fenotypů, jsou zejména na počátku rekultivačního cyklu (cca období 10–15 let) mikroklimatické podmínky neméně důležitým faktorem. Mikroklima výsypek je především závislé na: teplotě, geomorfologii a plošné výměře stanoviště, stupni převýšení, výskytu větru, atmosférických srážkách, slunečním svitu, výskytu a dalších jevech. Mikroklimatické podmínky společně s půdními podmínkami stanovišť jsou rozhodující pro volbu dřevin s ekovalencí velkou, střední nebo malou a jejich zastoupení v porostech

(DIMITROVSKÝ 1979). Podle BEJČKA (1999) je využívaná skladba vysazovaných dřevin velmi zásadní. Využívají se především dřeviny, které jsou v dané oblasti původní či dřeviny aklimatizované a zdomácnělé. Lesnickou rekultivací tedy vznikají lesní porosty produkční nebo účelové. V lesích produkčních, pěstovaných na produkci dřeva, jsou vysazovány tradiční porosty nebo rychle rostoucí lignikultury. Lesy účelové se pěstují k rekreačním, agromelioračním, hydrickým, stabilizačním, půdoochranným, asanačním, lázeňským účelům či jako doprovodná zeleň, dočasné ozelenění nebo jako zeleň kolem cest či vodních děl.

Druhy dřevin, které v průběhu celého fyziologického vývoje trvale zabezpečují požadované funkce, jsou zastoupeny ve větším množství druhů a mají největší procentní zastoupení v porostní skladbě a jsou to dřeviny, které tvořily původní rostlinná společenstva před devastací. Považujeme je za hlavní. Mezi dřeviny pomocné se pak řadí druhy, které všestranně podporují vývoj druhů hlavních, přispívají k vysoké biodiverzitě a ekologické stabilitě porostu. Doba jejich zastoupení může být omezená (ČERMÁK, ONDRÁČEK 2006).

Jak uvádí STALMACHOVÁ (2015), úspěšným vodítkem při rozhodování o volbě a způsobu využití devastovaného pozemku mohou být rostliny v okolí, kdy se využívá přirozených schopností rostlin (melioračních schopností, rychlého růstu v mládí, odolnosti proti mrazu, suchu či přebytku vody). Platí, že se s nedostatkem vody snadněji vyrovnávají druhy schopné růst v mělkých půdách, že větší úspěch při zarůstání mají smíšené porosty, že pro obnovu plochy je hlavním kritériem co nejrychlejší zapojení porostu a že traviny nesplňují požadavky kladené na bylinný podrost, protože na těchto stanovištích s limitním faktorem množství vody v půdě výrazně konkurují vysazeným stromečkům a sazenice hynou.

Dřeviny vhodné pro rekultivace lze rozdělit podle nároků na vlhkost substrátu kdy je voda do substrátu přiváděna z podzemní vody, nebo dotací vodou srážkovou či povrchovou vodou (nivy toků). Lze je rozdělit na:

- Xerofyta, tedy druhy s malými nároky na vlhkost substrátu se řadí jalovec obecný, borovice lesní a černá, dub pýřitý, hloh obecný, trnovník akát. Mezi xerofytí stepní keře řadíme jeřáb břek, svídu krvavou, dřín obecný, ptačí zob obecný, řešetlák pročistivý, třešeň křovitou či růže.
- Xero-mezofyta, tedy druhy rostoucí ve vlhkých půdách ale snášející i přísušky, řadíme dub lesní a zimní, břízu bílou, javor babyku a mléč, jilm ladní, třešeň ptačí nebo jabloň lesní. Z keřů jsou to například líska turecká.

- Mezofyta patří naopak mezi druhy vlhkých a živných půd. Sem se řadí lípa srdčitá, habr obecný, jasan ztepilý, modřín opadavý, jírovec maďal, buk lesní, bříza bílá, javor klen, jilm horský, líska obecná, bez černý nebo kalina obecná.
- Mezo-hydrofyta, druhy s vyššími nároky na vlhkost a úživnost, jsou jilm vaz, střemcha ptačí, topol černý, vrby jíva, bílá a křehká, bříza pýřitá, olše lepkavá a krušina olšová.
- Hydrofyta, jsou druhy rostoucí v mokřích a zamokřených půdách a vyžadujících vysokou vlhkost. Do této skupiny se řadí olše lepkavá, jasan ztepilý (nížinný) a vrby.

7. Spontánní zarůstání versus lesnická rekultivace

Dle ŘEHOUNKA et al. (2015) jsou výsypky po těžbě uhlí v některých oblastech ČR zásadním krajinnotvorným fenoménem, zvláště tam, kde se jedná o povrchovou těžbu. Spontánní zarůstání se v současnosti využívá jen výjimečně. Bylo již mnohokrát dokázáno, že rekultivace zásadně ochuzují pestrost druhů, stanovišť i celou strukturu krajiny. V členitém terénu, dokud výsypka neprojde rekultivací, vzniká savanovitý porost s keři, stromy či mokřady. V mokřých proláklínách či na suchých svazích se objevují i vzácnější druhy, které svým výskytem navazují na zvláštnosti krajiny před těžbou (SÁDLO, GREMLICA 2020). Vznikají tak hodnotné biologické celky s venkovskými rysy, které mnohdy vznikají desítky let.

Jak uvádí PRACH et al. (2008) má většina výsypek potenciál pro obnovu spontánní sukcesí nebo jinými formami přírodně blízké obnovy. Pokud nejsou výsypky zrekontrolovány, začnou se ve sníženinách vytvářet nebeská jezírka, jejichž hlavním zdrojem jsou srážky, které zvolna zarůstají mokřadní vegetací. Mimo vodu se začínají uplatňovat dvouleté a víceleté byliny, zvyšuje se jejich pokrývnost a postupně přibývají dřeviny. Kolem dvacátého roku po nasypání převládají travinné porosty s roztroušenými dřevinami keřovitého i stromovitého vzrůstu (BEJČEK 1999). Na obrázku 3 vidíme výsypku, která byla ponechána spontánní sukcesi. Některé výsypky byly totiž v minulosti ponechány bez dalších zásahů (nedostatek kapacit či zjištěné zásoby uhlí přímo pod výsypkou), než by byly programově ponechány spontánní sukcesi, s níž by počítal rekultivační plán. Naopak se občas objevují snahy rekultivovat staré, již zcela zarostlé výsypky s hodnotnými porosty. Existují lokality, u kterých byla takto znehodnocena dlouhodobá „práce“ přírody i přesto, že výsledek lidského snažení následně nedosáhl adekvátního ekologického a krajinnářského efektu (SKLENIČKA 2003). Při lesnických rekultivacích jsou v současnosti téměř vždy v průběhu fáze mechanické a chemické přípravy půd paradoxně likvidovány ekologicky velmi hodnotné porosty přirozených náletových dřevin, které by nově vysazované monokultury výrazně obohatily.



Obrázek 3: Přirozená sukcese (vlastní foto)

Výzkumy posledních let ukazují, že u těžbou narušených výsypek ponechaných spontánnímu zarůstání byla druhová bohatost vegetace vyšší. I když se výchozí podmínky u jednotlivých výsypek liší, tak změny vegetace postupně směřují do podoby lesního porostu. Také vyšlo najevo, že spontánní zarůstání vegetací je ve vývoji do lesního porostu srovnatelně rychlé jako lesnická rekultivace (ŠEBELÍKOVÁ et al. 2019).

Jedním z argumentů stojících proti přirozené obnově je ten, že trvá dlouho. Příkladem mohou být výzkumy prováděné na Sokolovsku. Jak uvádí REITSCHMIEDOVÁ a FROUZ (2016), dosavadní výzkumy ukazují, že oproti sukcesí dochází k výraznému formování půdy v prvních 15–20 letech vývoje výsypky a u starších ploch se rozdíl stírají. Jenže z pohledu lidského člověka je 15–20 let dlouhá doba, proto na některých lokalitách (například v blízkosti sídel) má urychlení vegetačního krytu svou cenu. Naproti tomu na jiných místech se zdá být použití sukcesních procesů z pohledu ekonomiky i z pohledu životního prostředí výhodnou variantou.

8. Rozbor vlivu různých faktorů na rekultivované území

Činné velkolomy jsou prakticky bez vegetace. Lze tu nalézt maximálně pionýrská sukcesní stádia s minimální vegetační pokryvností. Hlavní roli tu hraje ruderalní flóra, se kterou se běžně setkáváme na skládkách. Na výsypkách se bezprostředně po nasypání plně uplatňuje primární sukcese. Nově sypaný a vrstvený substrát je bezprostředně po nasypání zcela bez života a sukcesní procesy jsou zcela závislé na invazi živých forem z okolí. (BEJČEK, ŠTASTNÝ 1999). První vegetace se uchycuje ve sníženinách, což je důsledek spojení více abiotických činitelů (gravitační síly, větší vlhkosti či vytvoření částečného závětří).

V prvních letech po nasypání mají výsypky velmi malou pokryvnost vegetace. Zprvu připomínají polopoušť a převládají zde jednoleté byliny (BEJČEK, ŠTASTNÝ 1999).

8.1 Funkční ekosystémy a jejich rozvoj

Ekosystém bývá označován za základní funkční jednotku přírody. Ve starších učebnicích nalezneme mnoho názvů, které se v současnosti jednotně synonymizují se slovem ekosystém: epigén, mikrokosmos, ekoid, biosystém, bioinertní těleso. Ovšem nejčastěji užívaným synonymem je geobiocenóza. Funkční ekosystém pak zahrnuje živou (biotickou) a neživou (abiotickou) složku přírody, mezi kterými neustále probíhá výměna hmoty, energie, vody, prvků a jejich sloučenin, vzájemně se ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase. Každý ekosystém se skládá ze čtyř tzv. funkčních složek: biotopu, producentů, konzumentů a dekompozitorů.

V naší přírodě se nacházejí dva typy ekosystému: **přirozený** přírodní ekosystém (s minimálními nebo žádnými zásahy člověka, druhově bohaté území s nižší produkcí, jsou schopné autoregulace a vývoje, při částečném porušení mají možnost obnovy) a **umělý**, dnes převažující typ ekosystému, který vznikl zásahem člověka (pole, louky, zahrady, parky, lesy, rybníky, přehrady, akvária). Tento je druhově méně početný, proto nestabilní, snadno narušitelný, který není schopen autoregulace.

Stupeň přirozenosti ekosystému je hodnota nepřímo úměrná stupni ovlivnění téhož ekosystému člověkem (MÍČHAL 1994). Vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů řeší ÚSES. Vytváření tohoto systému je veřejným zájmem, který vyplývá ze zákona o ochraně přírody. Podle tohoto zákona k základním povinnostem při obecné ochraně přírody

patří ochrana systému ekologické stability a podílejí se na něm vlastníci pozemků, obce i stát. Kulturní krajina nemůže být harmonická bez trvalého zajištění biodiverzity a biologické rozmanitosti, která je v tomto případě chápána jako rozmanitost druhů živých organismů, populací i celých společenstev rostlin a živočichů. Tohoto stavu trvalé biodiverzity v kulturní krajině nelze docílit pasivní konzervační ochranou přírody, ale je nutné vytvářet podmínky pro jejich další rozvoj (BUČEK 2009).

Ekologická stabilita je schopnost ekosystémů uchovat a reprodukovat své podstatné charakteristiky pomocí autoregulačních procesů. Je to schopnost ekosystémů vyrovnávat změny způsobené vnějšími i vnitřními činiteli a zachovávat své přirozené vlastnosti a funkce (zákon č. 17/1992 Sb., zákon č. 114/1992 Sb.). Z hlediska zdroje či příčiny destabilizujících vlivů na ekosystém je rozlišována ekologická stabilita **vnitřní** (endogenní) a **vnější** (exogenní).

Vnitřní ekologická stabilita je schopnost ekosystému udržovat se při běžné intenzitě působení faktorů prostředí, včetně těch extrémů, na něž jsou ekosystémy dlouhodobě adaptovány. Je dána pevností a množstvím vnitřních vazeb v ekosystému. Pro větší vnitřní ekologickou stabilitu je tak výhodou vyšší biodiverzita ekosystému (BUČEK 2009). Jak uvádí MÍCHAL (1994), za ekosystémy s vysokou vnitřní stabilitou jsou považovány sukcesně zralé ekosystémy s klimaxovým charakterem, tedy takové ekosystémy, které se za dlouhou dobu spontánně vyvinuly v bezprostřední závislosti na trvalých ekologických podmínkách prostředí. Tyto ekosystémy se obvykle vyznačují vyšší biodiverzitou, uzavřeností geobiochemických cyklů a složitými energetickými, trofickými a informačními vazbami mezi producenty, konzumenty a dekompozitory. V naší kulturní krajině jsou to především málo člověkem využívané ekosystémy (staré lesy s přirozenou skladbou biocenózy, skalní společenstva, společenstva rašelinišť apod.). Sukcesně vyvrátené ekosystémy nelze vytvořit, lze jen přispět k urychlení jejich vývoje (BUČEK, LACINA 1993).

Dle BUČKA (2009), schopnost odolávat působení mimořádných vnějších faktorů je **vnější** ekologická stabilita, na něž ekosystém vývojem není adaptován. Důsledky bývají pro ekosystém katastrofické, protože působení takových vnějších faktorů je z hlediska spontánního vývoje ekosystémů nepředvídatelné (např. náhlé extrémní výkyvy teplot, rozsáhlé požáry, výbuchy sopek, invaze nových druhů rostlin či živočichů apod.). V kulturní krajině podobně působí některá lidská činnost (např. fytotoxické imise, přehnojení, znečištění vod apod.). Žádný ekologický systém se nevyznačuje absolutní vnější ekologickou stabilitou, tj. odolností vůči všem

myslitelným mimořádným cizím vlivům, ale lze vnější ekologickou stabilitu ekosystémů posilovat.

V případě narušených ekosystémů pak vyvstává řada otázek. Jaké ekosystémy jsou odolné vůči rušivému faktoru či jak dlouhé bude zotavování po narušení? Zda je vůbec možný návrat k výchozímu stavu? Jaké hodnoty určitého faktoru mohou rozvrátit konkrétní ekosystém či jak dlouhá doba působení negativního vlivu je ještě přijatelná? (MÍCHAL 1994).

8.2 Kolonizace půdy půdní biotou

Půda pod našima nohama je živý systém, v němž dochází k interakci půdní fauny a mikrobioty a je rovněž místem s obrovskou rozmanitostí organismů, které mají nezastupitelný význam pro přeměnu organické hmoty v půdě. Jak uvádí FROUZ (2015) bylo při výzkumech půdní bioty na Sokolovsku na jednom čtverečním metru napočítáno 200 druhů jen eukaryotních organismů (tedy aniž bychom zahrnuli bakterie, aktinomyce a archea), to vše za předpokladu, že mezi eukaryoty opomenuli nebo nedokázali zpracovat některé skupiny organismů. Skutečný počet eukaryotních organismů tedy bude dvakrát či třikrát vyšší. Tyto půdní organismy disponují nepřebernou paletou tvarů, velikostí a životních strategií (od bakterií po žížaly). Vzájemné interakce těchto organismů různé velikosti hrají významnou roli při přeměnách organické hmoty v půdě. Půdní fauna může jak urychlovat, tak zpomalovat dekompozici organické hmoty a zásadním způsobem ovlivňovat chování světa kolem nás.

Z poznatků, kdy byly srovnávány rekultivované a nereakultivované plochy v krajině po těžbě hnědého uhlí vyplývá, že abundance půdních organismů se v průběhu spontánní sukcese zvyšovaly a narůstal i počet druhů. Výrazná diverzifikace společenstev půdních živočichů však byla pozorována až po 20 letech sukcesního vývoje. Rozdílná byla i struktura půdních biot na rekultivovaných a nereakultivovaných plochách. Bylo prokázáno, že zachování ploch bez rekultivace může významně podpořit celkovou biodiverzitu výsypek (PIŽL et al. 2001).

8.3 Vhodná stanoviště pro výskyt ohrožených a vzácných druhů

Jak zmiňuje PRACH (2009), bylo prokázáno, že z pohledu výskytu ohrožených a vzácných druhů je nejvhodnějším způsobem obnovy těžbou narušených míst spontánní sukcese. Jako rozumné se také jeví zatápění rozsáhlých povrchových jam a jejich hydrická rekultivace. Přestože mají těžbou narušená místa

různá negativa, mohou být refugii pro vzácné organismy, ovšem za předpokladu, že nejsou technicky rekultivována. Na živinami chudých a těžbou narušených místech se často uplatňují konkurenčně slabé druhy, které v okolní krajině mizí a jsou velmi vzácné. Z tohoto pohledu jsou často cenná i mladší sukcesní stadia (ŘEHOUNEK et al. 2015). V současné době se v celé řadě těžebních území vyskytuje řada raných a středních stadií sukcese, které jsou často druhově bohatší než čerstvě narušené plochy (např. každoročně oraná pole) nebo starší sukcesní stadia (např. lesy). Hlušiny jsou zase živinově chudší než půdy v okolní krajině, které jsou často zatížené velkým množstvím živin. Tato oligotrofizace ekosystémů (ochuzování o živiny) může podporovat zvyšování druhové bohatosti. Tato území často skrývají z pohledu ochrany přírody velký potenciál (FROUZ 2015). Již probíhající sukcesí můžeme usměrňovat například dosadbou nebo výsevem žádoucích druhů, nebo naopak omezováním druhů nežádoucích (invazivních) a sukcesí záměrně blokovat, nebo i vracet zpět (např. kácením hustých lesů někdy i razantně těžkou technikou). Takovéto disturbance obecně udržují biotopovou pestrost, kdy vedle sebe existují různě stará sukcesní stadia (ŘEHOUNEK et al 2015).

9. Právní úprava, ochrana a financování

Půda a její ochrana je mezinárodně zastřešena **Organizací pro výživu a zemědělství**, specializovanou agenturou Organizace spojených národů založenou po druhé světové válce. 5. prosinec byl vyhlášen jako Mezinárodní den půdy. Odborným pracovištěm ČR, sdružujícím odborníky v oboru nauky o půdě, je v první řadě **Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy**, dále pak v této problematice působí Česká pedologická společnost, která garantuje poznání v oblasti nauky o půdě (REJŠEK 2018).

Legislativa v oblasti těžební činnosti, zhodnocení a rozbor její problematiky, je věcí interdisciplinární a relativně rozsáhlou. Některé aspekty dotýkající se vlivu na životní prostředí je však nutné zmínit.

Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) č. 44/1988 Sb. v jeho aktuálním znění nezná termín odpad z těžby, v ustanovení § 4 považuje opuštěné odvaly, výsypky a odkaliště vzniklé hornickou činností za ložiska nerostů. Jak zmiňuje KIZLIK (2014), proto se na ukládání produktů hornické činnosti na odvalech, výsypkách a odkalištích nevztahoval režim zákona o odpadech, konkrétně ustanovení § 2 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb., **o odpadech** a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Ustanovení § 30 odst. 3 horního zákona ukládá báňské organizaci ukládat skrývkové hmoty a hlušiny a podle možnosti je účelně využívat. Ustanovení § 31 horního zákona ukládá báňské organizaci zajistit sanaci a rekultivaci pozemků dotčených těžbou (plně se týká odvalů, výsypek a odkališť). K tomu je uloženo vytvářet finanční rezervy na sanace a rekultivace.

V ustanovení § 2. odst. 2 vyhlášky č. 492/1997 Sb., **o evidenci zásob výhradních ložisek nerostů**, se zásoby ložiska, které nebyly využity, ale s hlušinou vyvezeny na odvaly nebo výsypky, považují za těžební ztráty.

Zákon č. 289/1995 Sb. a jeho novely, **o lesích**, vymezuje lesy rostoucí na odvalech a výsypkách jako lesy ochranné. Účelem tohoto zákona je stanovit předpoklady pro zachování lesa, péči o les a obnovu lesa jako národního bohatství, tvořícího nenahraditelnou složku životního prostředí, pro plnění všech jeho funkcí a pro podporu trvale udržitelného hospodaření v něm.

Provoz odvalů a odkališť se až donedávna neřídil pravidly (KAŇKA 2010), která by řešila celou problematiku kompletně. Bílá místa v odpadové legislativě a nakládání s těžebními odpady nyní řeší zákon č. 157/2009 Sb., **o nakládání**

s těžebním odpadem a o změně některých zákonů, který zavedl do českého práva směrnici EP a Rady 2006/21/ES o nakládání s odpadem z těžebního průmyslu. V § 16 tohoto zákona je řešeno zahlazování hornické činnosti, kdy jsou vytěžené prostory při rekultivačních nebo stavebních pracích vyplňovány zpětně těžebním odpadem. Provozovatel přitom musí zajistit stabilitu těžebního odpadu, předcházet znečištění půdy a vod a zajistit monitorování. Hlavními pověřenými kontrolními orgány veřejné správy jsou Český báňský úřad a obvodní báňské úřady.

Dále je nutné rovněž zmínit zákon č. 334/1992 Sb., **o ochraně zemědělského půdního fondu**. Tímto zákonem je vymezen zemědělský půdní fond (ZPF), stanovuje nástroje jeho kvalitativní i kvantitativní ochrany, režim odnímání zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu a odvody za odnětí zemědělské půdy, vymezuje orgány ochrany ZPF a upravuje výkon státní správy na úseku ochrany ZPF, stanovuje sankce za správní delikty a zmocňuje MŽP k vydání prováděcích předpisů (vyhlášek).

10. Rekultivace v praxi

Po privatizaci hnědouhelných státních podniků v roce 1993 bylo nutné dořešit finanční vypořádání ekologických škod souvisejících s jejich těžbou, protože finanční rezervu potřebnou na rekultivaci území zasažených těžbou si těžební společnosti vytvářeli až od roku 1994 na základě novely Horního zákona. Privatizací však podniky přijaly od státu těžební lokality i rozsáhlá území určená k rekultivaci, na něž zatím nebyla vytvořena potřebná finanční rezerva. Díky naléhavosti řešení této problematiky přijala vláda usnesení, v němž odsouhlasila postupné vyčlenění částky 15 mld. Kč z privatizačních výnosů jako účast státu na revitalizaci zdevastované krajiny Ústeckého kraje. 20. února 2002 byl mezi tato území přiřazen i KK (REAL&PROJEKT MOST s.r.o. © 2008).

10.1 Výsypka Antonín

Výsypka Antonín se nachází západně od města Sokolov, mezi Sokolovem, Dolním Rychnovem a řekou Ohří, po jejím pravém břehu. Výsypka překračuje původní terén přibližně o 40 metrů. Rozloha výsypky je 168 ha a je z 90 % pokryta lesními porosty. Výsypka vznikala zasypáním povrchového dolu Antonín, kdy po vyuhlení lomu v roce 1965 došlo k jeho uzavření. Následovalo zakládání prostoru lomu skrývkovými hmotami z uhelného lomu Medard (JISKRA 1997). Do jižní části lomu se plavil popílek z elektrárny. Po definitivním zasypání a upravení výsypky začala probíhat rekultivační činnost.

V rámci rekultivací byl v roce 1969 založen na výsypce Antonín semenný sad, který je originální v oboru rekultivací jak u nás, tak i v zahraničí a je bezesporu ojedinělým subjektem evolučních procesů. Arboretum je v podstatě široký sortiment botanických taxonů pěstovaných na omezeném prostoru v daných půdních a klimatických podmínkách. Rekultivační arboretum Antonín je jediné rekultivační dendrologické arboretum v podmínkách ČR a Evropy s půdním prostředím skrývané nadložní zeminy, které postrádá znaky přírodních rostlých půd. Vyznačuje svou plošnou výměrou u mnoha introdukovaných dřevin, která často přesahuje několik hektarů a počet jedinců zastoupených druhů dřevin se pohybuje v tisících stromů. V sokolovském arboretu Antonín je soustředěna nejbohatší sbírka listnatých a zejména jehličnatých dřevin v oboru rekultivace antropogenních půd (KOUCKÝ et al. 2011).

V období zakládání arboreta bylo území zatíženo emisemi. Ve výsadbách byly upřednostňovány opadavé dřeviny, které jsou považovány za odolnější vůči emisím SO₂, oxidům dusíku a dalším škodlivinám obsaženým v plynných emisích tepelných elektráren. V období zakládání arboreta docházelo k masivnímu odumírání jehličnatých, zejména smrkových, porostů. Výsadby byly proto zaměřeny především na listnaté dřeviny. Porosty smrku ztepilého byly vysazeny na velmi omezených plochách, navíc dnes ohrožených kůrovcem. Vhodnost dřevin byla rovněž vyhodnocována z pohledu jejich vztahu k půdotvorným substrátům uloženým na výsypkách. Za nejvhodnější substráty byly považovány cypřišové jíly s lístkovitou odlučností, které podle tehdejších názorů umožňovaly pěstování i náročných dřevin jako je jilm horský, jilm vaz, jasan ztepilý, javor mléč, javor klen, habr obecný, lípa malolistá a dub letní. Z ostatních dřevin pak topol osika, olše lepkavá a olše šedá. Jako nadějně bylo označeno zalesňování výsypek borovicí černou, borovicí lesní, borovicí pokroucenou a borovicí vejmutovkou. S výjimkou stanovišť s jíly s lístkovitou odlučností byla ve všech směsích více jak 50 % zastoupena přípravná dřevina, zpravidla olše lepkavá nebo olše šedá. Míšení přípravných a cílových dřevin bylo na výsypce Antonín prováděno v řadách nebo jako pruhové (DIMITROVSKÝ et al., 1976). V období následujícím po výsadbě byly lesnické péstební zásahy prováděny v minimálním rozsahu, zaměřené pouze na nejnútnejší asanační opatření. Plocha arboreta se proto do současné doby vyvíjela prakticky spontánně, což se negativně projevilo na kvalitě přehuštěných porostů. Jak uvádí DIMITROVSKÝ et al. (1976), potřeba péstebních zásahů byla v té době hodnocena jako bezpředmětná, zejména s ohledem na mimoprodukční funkce lesnických rekultivací v době jejich zakládání. Pokračování v bezzásahové kultivaci porostů na výsypce Antonín se jeví pro budoucí zachování arboreta jako objektu s multifunkčním významem neudržitelné.

Dnes je v tomto místě unikátní lesopark s více než 200 druhy a poddruhy často unikátních dřevin. Arboretum je jednou z lokalit Geoparku Egeria, části Česko-bavorského geoparku.

10.2 Výsypka Lítov – Boden

Výsypka Lítov – Boden se rozkládá v nejzápadnější části Sokolovské pánve mezi obcemi Chlum Svaté Máří, Habartov, Lítov, Bukovany a Kaceřov. Těleso výsypky je tvořeno materiály ze skrývkových řezů povrchových hnědouhelných lomů Medard, Libík a Boden. Těžba uhelných slojí si vyžádala odtěžení značného objemu nadložních zemin. V lomech Medard a Libík mezi Svatavou a Habartovem bylo technicky nemožné vytvořit vnitřní výsypky uvnitř povrchových lomů. Skrývkové

hmoty byly proto ukládány na vnější výsyvky. Původní nadmořská výška terénu činila 450 až 540 m. Po dosypání se zvýšila až na téměř 570 m. Celkový objem výsyvky obsahuje přes 20 miliónů m³ skrývkových hmot. Rekultivovaný prostor výsyvky Lítov a vytěženého lomu Boden u Habartova zaujímá celkovou plochu 723 hektarů. Většina této plochy byla rekultivována lesnický. Vysazovány byly hlavně olše lepkavá, olše šedá, smrk ztepilý, několik druhů borovic, zejména borovice lesní a borovice kleč, modřín opadavý, dub červený, dub zimní a jasan ztepilý. Vzhledem ke značné fytotoxicitě substrátu došlo k lokálnímu úhynu vysazených dřevin a vzniku holých míst.

Tato výsyпка je charakteristická špatným výsypkovým hospodářstvím. Za obvyklých podmínek se úrodné vrstvy (ornice) ukládají na deponie mimo základní těleso a spodní vrstvy do spodních částí, aby byly připraveny úrodné vrstvy pro následné budoucí rekultivace. Výsyпка Lítov – Boden byla sypána tak, že úrodné vrstvy jsou zasypány neúrodnými tufitickými jíly, které jsou toxické pro vegetaci. Proto se na ní neuchytily téměř žádné dřeviny ani jiné rostliny. Pokusy o zúrodnění většinou ztroskotaly, ale některé části se podařilo pokrýt úrodnou vrstvou a založit chudší porosty. Zúrodnování je velice nákladné a obtížné. Většina plochy je dnes pokryta chudší vegetací a některá místa jsou postižena rýhovou erozí a odnosem materiálů (TVRDÝ 2012).

Lítovská výsyпка je dnes ukázkou zablokované sukcese na příliš kyselé půdě, kde je uchycení cílových druhů limitováno fyziologicky. Sukcesi lze nastartovat navezením příznivějšího materiálu, avšak i nezarostlé plochy jsou cenné. Dlouhodobě nezarostlá místa mohou významně přispívat ke stanovištní diverzitě a tím i diverzitě druhové, např. v případě hub, bezcévných rostlin nebo některých skupin hmyzu vázaných na takováto stanoviště.



Obrázek 4: Pohled na podzimní výsyпку Lítov-Boden (EGERIA © 2021)

Výsypka patří v současnosti k exkurzním lokalitám Geoparku Egeria, součásti Česko-bavorského geoparku. Jak ukazuje obrázek 4, na silně kyselých substrátech se jen velmi obtížně vytváří souvislý rostlinný pokryv a vzniká zcela specifické přírodní prostředí s nezvyklou flórou a faunou (TVRDÝ 2013).

10.3 Velká podkrušnohorská výsypka

Velká podkrušnohorská výsypka je situována severně od Sokolova mezi obcemi Vintířov, Vřesová, Lomnice, Dolní Nivy, Horní Rozmyšl, Stará Chodovská a vznikla postupným slučováním menších výsypek různého stáří v rozmezí asi 30 let. Jak se zmiňuje FROUZ et al. (2007), západní část tvoří Podkrušnohorská výsypka, střední část výsypka Pastviny a východní část Vintířovská výsypka. Je vnější výsypkou lomu Jiří a její celková rozloha činí 1957 ha. Jedná se o největší výsypku jak v oblasti, tak na území ČR. Maximální horizont dosypání skrývkových zemin z okolních lomů je 600 m n. m. Ukončení zakládání skrývkových zemin probíhalo během roku 2005.

Na výsypce probíhaly biologické rekultivace, zejména lesní. Jen do roku 2011 bylo z celkové rozlohy výsypky upraveno 558 ha lesní rekultivací, 22 ha zemědělskou, 5 ha hydričnou a 7 ha ostatními způsoby rekultivace. Ne vždy lze hovořit o vhodně provedené lesnické rekultivaci, jak je patrné na obrázku 5., kde můžeme vidět ostře ohraničené stejnověké monokulturní celky borovice lesní a olše lepkavé bez příměsí dalších dřevin.



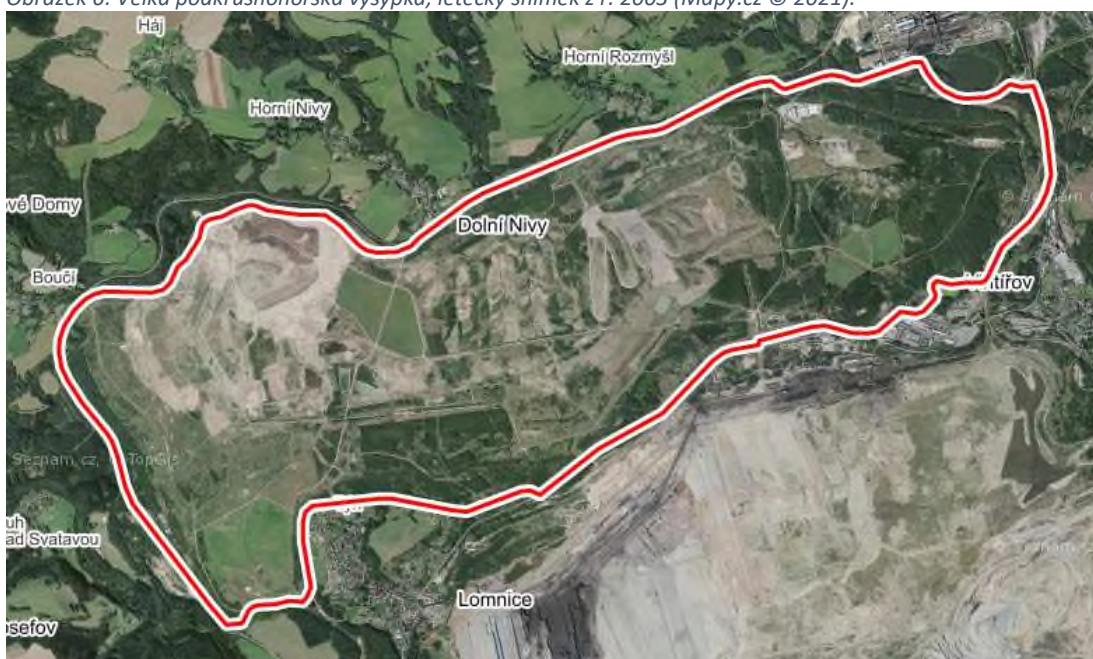
Obrázek 5: Velká podkrušnohorská výsypka (CALLA © 2021)

Budovaly se cyklostezky a Ježkova naučná stezka, na níž mohl návštěvník projít vycházkový okruh a seznámit se na informačních tabulích s ekologickými specifikacemi výsypek, či se dozvědět něco o zákonitostech samovolného osidlování výsypek živými organismy (VALEŠ 2003). Oblast začala být využívána

k volnočasovým aktivitám a obyvatelé přilehlých obcí a měst si začali do těchto míst opět hledat cestu a budovat k území nový vztah. Obrázky 6 a 7 zachycují letecké snímky Velké podkrušnohorské výsypky krátce před ukončením zakládání skrývkových zemin v roce 2003 a následný rozdíl stavu výsypky po patnácti letech. Z obrázků je zřejmý vývoj rekultivace, nejvíce důlně-technická fáze rekultivací, zejména pak tvarování výsypky, výstavba komunikací a realizace různých odvodňovacích zařízení. Stejně tak lze pozorovat vývoj biologické fáze, zejména vývoj lesnických rekultivací.



Obrázek 6: Velká podkrušnohorská výsypka, letecký snímek z r. 2003 (Mapy.cz © 2021).



Obrázek 7: Velká podkrušnohorská výsypka, letecký snímek z r. 2018 (Mapy.cz © 2021).

K budoucnosti a dalšímu následnému využití Podkrušnohorské výsypky se neměla laická veřejnost možnost vyjádřit. Většinová část výsypky byla uzavřena a veřejnosti byl zakázán vstup, neboť v průběhu léta 2020 začala na Podkrušnohorské výsypce stavba testovacího polygonu společnosti BMW Group., které by mělo být zprovozněno v roce 2022. Velkou část území zabírá ochranné pásmo, sloužící pro ochranu firmy před možnou budoucí průmyslovou špionáží.

Vizualizaci budoucí stavby zachycuje obr. 8. Připravované vývojové centrum by mělo být jedním ze čtyř klíčových vývojových pracovišť BMW Group a sloužit k testování nových technologií autonomní jízdy, elektromobilů a vodíkových vozů. Jedná se o území s rozlohou přibližně 650 hektarů a plány zahrnují stavbu 16 různých zkušebních drah o celkové délce přes sto kilometrů.



Obrázek 8: Vizualizace polygonu BMW (iDNES.cz © 2021).

11. Diskuse

„Civilizační úroveň každé společnosti bude v budoucnu hodnocena nejen podle toho, co poskytovala přítomným generacím, ale hlavně podle toho, co zanechává potomkům a to nejen ve sféře hmotných statků, ale především v komplexní oblasti životního prostředí, v němž vždycky budou lesy hrát prim.“

Ing. Stanislav Štýs DrSc.

Zrekultivovaná krajina Karlovarska není a nemůže být stejná jako před těžbou, ale její hodnota by měla být přinejmenším srovnatelná. Cílem každé úspěšné rekultivace je nová multifunkční krajina se zemědělskými plochami a lesy, do kterých jsou zakomponovány vodní plochy. Do krajiny se tak vrací původní druhy stromů, které zadržují tolik potřebnou vláhu a vytváří novou půdu. Nově vznikající smíšené lesy by měly usnadnit budoucím generacím boj s měnícím se klimatem.

Koncepce rekultivační obnovy krajiny, a především lesnické rekultivace vychází z přesvědčení, že lesy jsou nejen zelenými plícemi, ale doslova životadárným prvkem zdravé a ekologicky vyrovnané krajiny. Lesní porosty příznivě působí na zlepšování jakosti vzduchu jejich filtrační schopností, kladnými vlivy na tepelný režim, na vlhkost ovzduší, a proudění vzduchu, na snížení hlučnosti, a na zdravotně hygienickou kvalitu prostředí. Významné jsou i všestranné meliorační účinky lesů v krajině (ŠTÝS 1996). Dřeviny pěstované na výsypkových stanovištích jsou v počátcích svého vývoje na nevyvinutých půdách vystaveny zcela specifickým podmínkám. Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující přírůst patří klimatické poměry, nadmořská výška, složení půdního substrátu, dále události, které se vyskytují nepravidelně a jen po určitou dobu, jako např. kalamity, lesnické zásahy či okus zvěří aj. (COOK, KAIRIUKSTIS 1990). V minulosti vznikaly při lesnických rekultivacích nejčastěji monokultury, tedy porosty s jedním převládajícím druhem dřeviny s poměrně chudým bylinným patrem.

V Současné době se mnoho autorů věnuje problematice výzkumu rekultivovaných ploch, úspěšností rekultivací, studiím vhodných rekultivačních druhů či alternativními rekultivačními přístupy k technickým rekultivacím a obnově těžbou narušené krajiny, mezi něž patří zejména spontánní sukcese (BARTHA 1990).

Teprve v posledních letech jsme ochotni si připustit, že by alespoň místy za nás mohla pracovat příroda, aniž bychom její výsledky opravovali. Ukazuje se, že na plochách ponechaných spontánní sukcesi se vyvíjí ekologicky hodnotná společenstva, s poměrně vysokou pokrývností dřevin a celkem pestrým bylinným

podrostem. V porovnání s lesnickými rekultivacemi čítají sukcesní plochy vyšší podíl lesních druhů, což částečně vysvětluje fakt, že lesnická rekultivace většinou vrátí proces sukcese o několik let zpět, neboť proces rekultivace je zahájen většinou až po několika letech od založení výsypky. Na výsypce je tou dobou již většinou založena vegetace procesem spontánní sukcese. Následná rekultivace pak proces zastaví, povrch je upraven a následně jsou vysazeny dřeviny.

Velké rozdíly jsou patrné v druhovém složení na rekultivovaných plochách a plochách ponechaných spontánní sukcesi. Zatímco na rekultivovaných plochách převažují druhy vyseté či vysázené, na plochách sukcesních se vytváří rozmanitá mozaika společenstev. Jak uvádí FROUZ et al. (2008), tyto rozdíly se mohou vzhledem k přírodním podmínkám, druhovému složení vegetace či vlivem následné péče časem prohlubovat. Velkou roli ve vývoji vegetace na výsypkách hrají podmínky prostředí.

Velkými argumenty pro využití spontánní sukcese v praxi je fakt, že pracuje dobře a zdarma a že vytváří stabilní a přirozené ekosystémy s potenciálem, že do budoucna vzniknou ekologicky cenné lokality, což vzhledem k výsledkům některých výzkumů nemusí trvat dlouho. Nelze však tvrdit, že přirozená ekologická sukcese je lepší než technická a biologická rekultivace a že si příroda vždy poradí sama, a tudíž že lze těžit bez jakékoli zodpovědnosti za následnou obnovu zdevastované krajiny. Na výsypkách, kde se ponechala část území sukcesi, se tvoří neurovnaný, pro člověka neprůchodný terén, místy bez vegetace, jinde s ruderalními porosty. Takové oblasti nelze po několik let využívat ani pro produkci, ani pro případné mimoprodukční funkce. Přirozené sukcesi lze ponechat pouze maloplošná území.

Sukcesí je potřeba řídit, ale ne jako četu vojáků, nýbrž jako vor na řece. (SÁDLO 2020). V současné době je již dostatek poznatků, jak přirozený chod sukcese „naočkovat“ vhodnými biotopy a jak do ní zasahovat a modulovat ji, třebaže sukcesní vývoj není zcela odhadnutelný a lecos je nutno řešit teprve během jejího vývoje. Vznikající nová divočina může být blízká kulturní krajině i obyčejné přírodě. Její estetickou stránku je však nutno posuzovat velmi opatrně, neboť každý člověk považuje za „estetické“ něco jiného a proto, že by neměla být estetická jen pro a podle člověka.

Rekultivovat tedy krajinu po těžbě uhlí za stamilióny, nebo ji nechat na pospas přírodě s vírou, že krajina sama se zrekultivuje, dáme-li jí čas? Otázka, ve které ani odborníci na ekologii stále nejsou jednotní. Podle odborníků je bezesporu největším uměním nalézt kompromis mezi tím, kterou část poničené krajiny rekultivovat a kterou

naopak nechat na přírodě. Zdá se, že tento spor má významný vývoj a v poslední době se odborníci na obnovní ekologii kloní spíše k přirozenému způsobu rekultivace, samozřejmě tam, kde je to možné. Přirozená sukcese trvá sice déle, ale když jsme mohli vydržet těžce poničenou krajinu se všemi vedlejšími efekty po mnoho let, měli bychom být rovněž schopni dát sukcesnímu vývoji potřebný čas na přirozenou obnovu.

12. Závěr

Cílem této práce bylo mapovat možnosti a způsoby rekultivací na výsypkách a následného možného využití krajiny zasažené těžbou uhlí na Karlovarsku. Zvláštní pozornost pak byla věnována lesnickým rekultivacím a jejich porovnání se spontánní sukcesí.

Po roce 1990 v naší zemi dochází k ekologizaci rekultivačního cyklu. Preferují se lesnické rekultivace, které dnes na Karlovarsku převládají. Rekultivovaná plocha se postupně revitalizuje s cílem dosáhnout žádoucí biodiverzity a návaznosti na území, která nebyla hornickou činností postižena. Po odstranění starých ekologických zátěží následuje snaha o návrat člověka do krajiny a resocializace území. Jde často o rozsáhlá území, která obvykle navazují na oblasti spojené s aktivitami člověka. Přestože se těžební oblasti ČR nacházejí v hustě obydleném území, nedochází k přímému zapojení obyvatel do jejich obnovy, třebaže má veřejnost o dění ve svém okolí zájem. Právě vizuální kvalita krajiny je často důvodem, proč v ní lidé tráví svůj volný čas. O to důležitější je tento fakt v potěžební krajině, která byla lidem řadu let nepřístupná a nyní je jim cizí. Ale v situaci, kdy vlastníkem území s probíhající změnou je soukromník nebo soukromý podnik, zapojení veřejnosti zcela záleží na dobrovolné aktivitě vlastníka a investora. Diskuse, která se v těchto těžbou narušených oblastech vede, není a nemůže být záležitostí pouze přírodovědců, ekologů, politiků a zástupců velkých těžebních společností, protože se bytostně dotýká každého z nás.

Výsypky jsou dnes na mnoha místech Karlovarska spontánně využívány pro rekreaci a sport, mnohé jsou atraktivním cílem vycházek, poskytují místa s dobrým výhledem do širokého okolí. Proto je nutné pečlivě volit metody a kombinace postupů ekologických rekultivací, aby tyto plochy a zejména jejich cenné části byly obnovovány velmi citlivě přírodě blízkými způsoby, případně aby byly ponechány přirozenému vývoji.

V případě volby lesnické rekultivace je důležitý výběr dřevin, který musí být v první řadě podřízen složení výsypkových substrátů. Důležité je také správné prostorové rozmístění jednotlivých druhů vycházející z ekologických nároků jednotlivých dřevin a mikroklimatických podmínek, tvořených z velké části mikrorelíéfem výsypkového tělesa. Ne vždy se tyto zásady dařilo při rekultivaci výsypek na Karlovarsku dodržet. Docházelo k výsadbě monokulturních ploch, někde byly k výsadbě použity nepůvodní druhy či zbytečně a neúspěšně osázeny plochy

s nevhodným půdním složením či zablokování sukcese zavlečeným konkurenčním invazivním druhem.

13. Seznam literatury

BALÁŠ M., KUNEŠ I., 2014: *Biologické základy pěstování lesů*. ČZU Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Praha. 120 s.

BARTHA S., 1990: *Spatial processes in developing plant communities: pattern formation detected using information theory*. In: Krahulec, F., Agnew, A. D. Q., Agnew, S., Willems, J. H. [eds.]: *Spatial processes in plant communities*: 31 – 47. Proceedings of the Workshop held in Liblice, 18 – 22 Sept. 1989.

BERAN P., 2000: *Rekultivační práce v sokolovském revíru před rokem 1945*. Západočeský historický sborník 6. Státní oblastní archiv, Plzeň, 299- 309 s.

BEJČEK V., ŠŤASTNÝ K., 1999: *Fauna Tušimicka*. ISBN 807169875X.

BEJČEK V., 2003: *Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku: rekultivace Severočeských dolů a.s. Chomutov*. ISBN 80-213-1574-1.

BROŽOVÁ K., VOLAUFOVÁ L., 2008: *Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989*. CENIA, Praha. 185 s. ISBN 978-80-85087-67-3.

BUČEK A., LACINA J., 1993: *Územní systémy ekologické stability*. Veronica, Brno. 48 s

BUČEK A., 2009: *Východiska a současný stav tvorby územních systémů ekologické stability v České republice*. (on-line) [cit. 2020-11-13]. Dostupné z: <<http://www.uses.cz/data/sbornik09/Bucek.pdf>>.

CALLA © 2009: *Obecné zásady přírodě blízké obnovy těžbou narušených území a deponií* (on line) [cit. 2020-10-13] Dostupné z: <<http://www.calla.cz/piskovny/obecne-zasady-obnovy.php>>.

COOK E.R., KAIRIUKSTIS, L.A., 1990: *Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis.

ČERMÁK P., ONDRÁČEK V., 2006: *Rekultivace antropozemí výsypek severočeské hnědouhelné pánve*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha.

DIMITROVSKÝ K., 1976: *Výběr vhodných druhů dřevin a jejich směsí pro výsypková stanoviště v oblasti SR*. Dílčí závěrečná zpráva. Výzkumný ústav meliorací Praha – Zbraslav.

DIMITROVSKÝ K., 1979: *Lesnická rekultivace devastovaných půd báňskou činností: studijní zpráva. Lesnická rekultivace devastovaných půd báňskou činností: studijní zpráva / Konstantin Dimitrovský* [online]. 1979 [cit. 2021-03-01].

DIMITROVSKÝ K., 2001: *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku*. Vyd. 1. Sokolov: Sokolovská uhelná, 191 s. ISBN 80-238-8534-0.

FRANTÁL B., NOVÝKOVÁ E., 2014: *A Curse of Coal? Exploring Unintended Regional Consequences of Coal Energy in The Czech Republic*. Moravian Geographical Reports . 22(2), s. 55-65 (online) [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <<https://content.sciendo.com/view/journals/mgr/22/2/article-p55.xml?language=en>>.

FROUZ J., POPPERL J., PŘIKRYL I., ŠTRUDL J., 2007: *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku*. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov.

FROUZ J., PRACH K., PIŽL V., HÁNĚL L., STARÝ J., TAJOVSKÝ K., MATERNA J., BALÍK V., KALČÍK J., ŘEHOUNKOVÁ K., 2008: *Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites*. European Journal of Soil Biology 44.

FROUZ J., 2010: *Integrace půdní fauny a mikroflóry a jejich význam pro přeměny organické hmoty v půdě*. Vesmír 89, 2010/7 (on line) [cit. 2020-11-13] Dostupné z: <file:///C:/Users/knihovna/Downloads/201007_490-492.pdf>.

FROUZ J., 2015: *Antropogenní disturbance v krajině a ochrana životního prostředí. Příležitosti a výzvy enviromentálního výzkumu*. Karolinum, Praha. 49-61 s.

JISKRA, Jaroslav: *Velká kniha hornictví Karlovarského kraje*. Jan Bodrov, Svatava. 351 s.

JISRKA J., 1997: *Z historie uhelných lomů od Johanna Davida Edler von Starcka k Sokolovské uhelné*. Sokolov: Sokolovská uhelná a.s., 1997.

KAŇKA J., ŠOUŠA L., URBANEC V., 2010: *Báňské předpisy: s poznámkami: (stav k 31.8.2010)*. XXVI, Nová právní úprava nakládání s těžebním odpadem. Montanex, Ostrava. 114 s. Báňské publikace. ISBN 978-80-7225-332-6.

KIZLIK J., 2014: *Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-884-7.

KK © 2018, *Koncepce ochrany přírody a krajiny Karlovarského kraje na období 2016-2025*. (online) [cit.8.7.2020] dostupné z: <https://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/dokumenty/Stranky/koncepce/oblast-zivotni-prostredi/konc_priroda.aspx>.

KOŠULIČ M., 2010: *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. 1. vyd. Brno: FSC Česká republika - Forest Stewardship Council, 2010. 449 s. ISBN 978-80-254-6434-2.

KOUCKÝ R. et al., 2011: *Studie projektu Antonínské arboretum, inventura lokality*, Sokolov 2011.

KOVÁŘ P., 2008: *Ekosystémová a krajinná ekologie (textové teze)*. Nakladatelství Karolinum, Praha. 89 s. ISBN 978-80-246-1507-3.

KRYL V., FROLICH E., SIXTA J., 2002: *Zahlazení hornické činnosti a rekultivace*. Vysoká škola báňská, Ostrava, 79 s. ISBN 80-248-0111-6.

KUKAL Z., REICHMANN F., 2000: *Horninové prostředí České republiky: jeho stav a ochrana*. ISBN 8070754133.

MATĚJÍČEK J., PRČINA A., 2008: *Lesnicko-dřevařský sektor a Evropská unie*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady. 348 s. ISBN 978-80-86461-96-0.

MATYÁŠEK J., SUK M., 2010: *Antropogeneze v geologii*. Masarykova univerzita. (online) [cit.15.7.2020] dostupné z: <<https://is.muni.cz/elportal/estud/pedf/js10/antropog/web/pages/4-1-dusledky-tezby-zpracovani-nerostnych-surovin.html>>.

MEURER K., BARRON J., CHENU C., et al., 2020: *A framework for modelling soil structure dynamics induced by biological activity*. *Global Change Biology*26(10), s. 5382-5403. (online) [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.15289?af=R>>.

MÍCHAL I., 1994: *Ekologická stabilita*. 275 s. ISBN 80-85368-22-6.

MIKROREGION SOKOLOV-VÝCHOD © 2021: ReSource. (online) [cit.1.3.2021], dostupné z:< <https://www.sokolov-vychod.cz/resource>>.

MUDRÁK O., FROUZ, J., 2017: *Ekologie a evoluce rostlin na antropogenních stanovištích střední Evropy*: konference České botanické společnosti: Praha, 25.-26. listopadu 2017: sborník abstraktů. Česká botanická společnost, z.s., Praha. 56 s. ISBN 978-80-86632-60-5.

MŽP © 2020: *Definice půdy* (online) [cit.20.7.2020], dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/definice_pudy>.

PEŇÁZ J. et al., MARTINEK J. et al., 2004: *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století*: sborník z 5. česko-slovenského vědeckého sympozia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru pěstování lesa. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů, 2004. 411 s. ISBN 80-7157-778-2.

PETŘÍK P., MACKOVÁ J., FANTA J., 2017: *Krajina a lidé*. Academia, Praha.170 s. ISBN 978-80-200-2695-8.

PIŽL V., FROUZ J., TAJOVSKÝ K., LUKEŠOVÁ A., NOVÁKOVÁ A., STARÝ J., HÁNĚL L., BALÍK V., 2001: *Sukcese půdních biot na výsypkách - srovnání rekultivovaných a nereakultivovaných ploch*. Konference - 50 let sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí, Teplice (CZ), 2001-05-14 / 2001-05-18.

POLENO Z., VACEK S., PODRÁZSKÝ V., 2009: *Pěstování lesů. III.: Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy. ISBN 978-80-87154-34-2.

PRACH K., BASTL M., KONVALINKOVÁ P., KOVÁŘ P., NOVÁK J., PYŠEK P., ŘEHOUNKOVÁ K., Sádlo, J., 2008: *Sukcese vegetace na antropogenních stanovištích v ČR – přehled dominantních druhů a stádií*. Příroda, 5–26 s.

PRACH K. et al., 2009: *Ekologie obnovy narušených míst I.-VI*. Živa, 22-24 s.

REAL&PROJEKT MOST s.r.o. © 2008: *15miliard v Ústeckém a Karlovarském kraji*. (online) [cit.20.10.2020], dostupné z: <<http://www.15miliard.cz/index.php>>.

REITSCHMIEDOVÁ E., FROUZ J., 2016: *Sokolovské výsypky: od měsíční krajiny po les. Uchycování pionýrských druhů dřevin a jejich význam*. Fórum ochrany přírody 1/2016. 29-33 s.

REJŠEK K., 2018: *Nauka o půdě*. Agriprint, s.r.o., Olomouc, 527 s. ISBN: 978-80-87091-82-1.

ROJÍK P., 2015: *Geologie a nerostné zdroje Karlovarského kraje*. Karlovarský kraj, Karlovy Vary, 195 s. ISBN 978-80-88017-24-0.

ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K., 2015: *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice, 172 s. ISBN 978-80-87267-13-4.

SÁDLO J., GREMLICA T., 2020: *Krajinu mění těžba, devastuje rekultivace*. Vesmír 2020/6 (online) [cit.8.7.2020] dostupné z: <<https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2017/06/krajinu-meni-tezba-devastuje-rekultivace.html>>.

SANETRŇÍK J., FILIP J., 1991: Meliorace. *Vysoká škola zemědělská v Brně*. Brno, 177 s.

SKLENIČKA P., 2003: *Základy krajinného plánování*. Naděžda Skleničková, Brno, 321 s. ISBN 80-903206-1-9.

SU a.s. © 2021: *Základní filosofie*. (online) [cit.07.02.2021] dostupné z: <<https://suas.cz/zeleny-region>>.

STALMACHOVÁ B., 2015: *Enviromentální aspekty regenerace brownfields* (on-line) [cit. 2020-10-13], dostupné z: <[http://fast10.vsb.cz/brownfield/documents/ Základní filosofieStalmachova_zelen.pdf](http://fast10.vsb.cz/brownfield/documents/Základní_filosofieStalmachova_zelen.pdf)>.

ŠPIŘÍK F., 1994: *Kultivace a rekultivace půd*: Devastace půd těžbou nerostů a principy jejich rekultivací. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. 198 s.

ŠEBELÍKOVÁ L., CSICSEK G., KIRMER A., VÍTOVCOVÁ K., ORTMANN-AJKAI A., PRACH K., ŘEHOUNKOVÁ K., 2019: *Spontaneous vegetation versus forestry reclamation – Vegetation development in coal mining spoil heaps across Central Europe*. *Land Degradation & Development* 30: s. 348-356.

ŠIŠÁK L. et al., 2008: *Polyfunkční lesní hospodářství: vyjádření efektivnosti polyfunkčního lesního hospodářství na příkladu území lesního závodu Židlochovice*. Lesy České republiky, Praha. 75 s. ISBN 978-80-86945-02-6.

ŠTÝS S., 1996: *Zelené plíce černého severu*. ISBN 809020631X.

ŠTÝS S., 2001: *Mostecko – minulost – současnost*. Most.

ŠTÝS S. at al., 2014: *Proměny Severozápadu*. Český statistický úřad, Praha. 181 s. ISBN 80-250-2556-7.

ŠTÝS S., VALÁŠEK V., CHYTKA L., 1981: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Velká kronika o hnědém uhlí: minulost, současnost a budoucnost těžby hnědého uhlí v severozápadních Čechách*. G2 studio, Plzeň. 379 s. ISBN 978-80-903893-4-2.

TVRDÝ J., 2012: *Česko-Bavorský Geopark, Průvodce č. 4*. Sokolov: Muzeum Sokolov, 2012. Kapitola Geologické zajímavosti – Sokolovsko.

TVRDÝ, Jaromír. *Tajemství nitra Země*. Vyd. 1. Sokolov: Muzeum Sokolov, c2013. 147 s. ISBN 978-80-86630-22-9.

VALEŠ J., 2003: *Koncepce řešení ekologických škod*. Real&Projekt Most s.r.o. (online) [cit. 2020-10-13] Dostupné z: < <http://www.15miliard.cz/koncepce.php>>

VOPRAVIL J. at al., 2009: *Půda a její hodnocení v České republice, díl I*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.j., Praha. 148 stran. ISBN: 978-80-87361-02-3

VYHLÁŠKA č. 492/1997 Sb., *vyhláška ministerstva pro hospodářskou politiku a rozvoj České republiky o evidenci zásob výhradních ložisek nerostů, v platném znění*.

VYHLÁŠKA č. 13/1994 Sb., *vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, v platném znění*.

VYSKOT I., 2003: *Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky*. ISBN 8090024211.

VÝVOJ LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ V CHKO SLAVKOVSKÝ LES, 2016. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem: 49 stran. ISBN 978-80-905995-9-8.

ZAFFAR M., SHENG-GAO L., 2015: *Pore Size Distribution of Clayey Soils and Its Correlation with Soil Organic Matter Pedosphere*. 25 (2), s. 240-249.

ZÁKON č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění.

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. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin).

ZÁKON č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů, v platném znění.

ZÁKON č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění.

ZÁKON č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů ve znění pozdějších právních předpisů (lesní zákon), v platném znění.

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

ZAPLETAL L., 1969: *Úvod do antropogenní geomorfologie I*. UP Olomouc, 278 s.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Pohled z předpolí lomu Jiří (vlastní foto).....	11
Obrázek 2: Dobývací prostory Karlovarského kraje (KK © 2020)	14
Obrázek 3: Přirozená sukcese (vlastní foto).....	24
Obrázek 4: Pohled na podzimní výsypku Lítov-Boden (EGERIA © 2021)	33
Obrázek 5: Velká podkrušnohorská výsypka (CALLA © 2021)	34
Obrázek 6: Velká podkrušnohorská výsypka, letecký snímek z r. 2003 (Mapy.cz © 2021).	35
Obrázek 7: Velká podkrušnohorská výsypka, letecký snímek z r. 2018 (Mapy.cz © 2021).	35
Obrázek 8: Vizualizace polygonu BMW (iDNES.cz © 2021).	36

Zdroje obrázků:

Obrázek 2) KK © 2020: Region, Územní plánování, Územně analytické podklady KK, 2011, (online), [cit. 2020.13.12], dostupné z: <http://www.kr-karlovarsky.cz/region/uzem_plan/Stranky/UAP-KK/UAP_Karlovarskeho_kraje.aspx>

Obrázek 4) EGERIA © 2021. Národní geopark Egeria – Lítovská výsypka, foto J.Tvrdý (online). [cit. 2021.02.06], dostupné z: <<http://geopark.cz/litovska-vysypka>>

Obrázek 5) CALLA © 2021. Gremlica T. Cílek V., Vrabec V., Zavadil V., Lepšová A. 2012: Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin (metodika). Ústav pro ekopolitiku, Praha. (online), cit. [2021.02.06]. Dostupné z: <http://www.calla.cz/piskovny/ke_stazeni.php>

Obrázek 6) Mapy.cz © 2021. (online), cit. [2021.02.06]. Dostupné z: <<https://mapy.cz/letecka2003?x=12.6883748&y=50.2331495&z=12&source=base&id=2148613>>

Obrázek 7) Mapy.cz © 2021. (online), cit. [2021.02.06]. Dostupné z: <<https://mapy.cz/letecka-2018?x=12.6883748&y=50.2331495&z=12&source=base&id=2148613>>

Obrázek 8) iDNES.cz © 2021. (online) cit. [2021.02.06]. Dostupné z:
<https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/testovaci-areal-bmw-sokolov-podkrusnohori.A190930_140321_automoto_fdv>