

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Praktické použití multikriteriální analýzy pro
posouzení rekultivačních postupů na zájmovém
území Rosice u Chrasti - stanovení optimální
varianty rekultivace**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.**

Autor diplomové práce: Bc. Aneta Bartošová

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bartošová Aneta

Regionální environmentální správa

Název práce

Praktické použití multikriteriální analýzy pro posouzení rekultivačních postupů na zájmovém území Rosice u Chrastí - stanovení optimální varianty rekultivace.

Anglický název

The practical application of multi-criteria analysis for the assesment of recultivation practices in the area Rosice u Chrastí - determination of optimal variants of recultivation

Cíle práce

Vzájemné posouzení a hodnocení různých rekultivačních postupů se zaměřením na stanovení optimální varianty na zájmové lokalitě ložiska cihlářských hlín Rosice u Chrastí.
Navrzení souboru kritérií pro hodnocení rekultivačních postupů a stanovení jejich priorit.

Metodika

Nejdříve bude řešena problematika mapování zájmové lokality. Na základě výstupů dojde ke stanovení kritérií, podle kterých se budou jednotlivé rekultivační varianty hodnotit. Metodou řešení je multikriteriální analýza, ve které budou porovnávány jednotlivé varianty rekultivačních postupů dle (hydrologických, ekologických, ekonomických) kritérií. Zjištěné poznatky budou využity pro stanovení optimálního rekultivačního postupu na zájmové lokalitě bývalého hliniště Rosice u Chrastí.

Harmonogram zpracování

do července 2013 - studium zájmové oblasti, stanovení cílů a metodiky práce
září - listopad 2013 - zpracování literární rešerše, stanovení kritérií
prosinec 2013 - návrh jednotlivých rekultivačních postupů (variant)
leden - únor 2014 - výběr optimální varianty rekul. postupu pomocí multikriteriální analýzy
březen 2014 - dokončení a finální úprava práce
duben 2014 - odevzdání práce

Rozsah textové části

cca 40 normovaných stran textu bez příloh

Klíčová slova

multikriteriální analýza, kritéria hodnocení, stanovení optimální varianty rekultivace, nové způsoby rekultivací

Doporučené zdroje informací

Janeček, M. 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: ISV publ. ISBN 85866-85-8. 201 s.
Kovář, P., Štibinger, J., 2007: Metodika návrhu a výstavby optimální varianty proti povodňovým a protierozním opatření (PPO) pro zmírnění extrémních hydrologických jevů – povodně a sucha v krajině. Výzkumná zpráva 2007, DTP CZU Praha, ISBN 978-80-213-1600-3, 81 str.
Kovář, P., Štibinger, J. a kol., 2010: Optimalizace rekultivačních a sanačních postupů pro těžbou devastované krajinné celky s důrazem na ochranu vod, Projekt Mze NAZV QH92091.
Lipský, Z. 2000: Sledování změn v kulturní krajině. Praha: ČZU. ISBN 80-213-0643-2.
Míchal, I. 1994: Ekologická stabilita. Brno: Veronica.
Sklenička, P. 2003.: Základy krajinného plánování. Praha: Vydavatelství Naděžda Skleničková. ISBN 80-903206-0-0.

Vedoucí práce

Štibinger Jakub, doc. Ing., CSc.

Elektronicky schváleno dne 15.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením **doc. Ing. Jakuba Štibingera, CSc.** Pro práci jsem použila pouze podklady uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze dne 20. 4. 2014

.....
Bc. Aneta Bartošová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat těm, kdo mi pomohli se vznikem této práce. Především vedoucímu práce **doc. Ing. Jakobovi Štibingerovi, CSc.** za odborné a vstřícné vedení, předání cenných zkušeností a velkou ochotu během spolupráce. Rovněž bych velmi ráda poděkovala mé rodině za morální podporu.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem rekultivace zájmového území poškozeného těžbou cihlářských hlín, nacházejícího se v okrese Chrudim. V teoretické části práce jsou podrobně popsány etapy a jednotlivé způsoby rekultivací využívané na našem území. Praktická část obsahuje popis tří rekultivačních variant, které jsou mezi sebou navzájem porovnávány a hodnoceny pomocí zadaného souboru kritérií. Posuzují se kritéria klimatická a hydrologická, dále krajinářská a ekologická a v neposlední řadě kritéria ekonomická a sociální.

Pro evaluaci variant byla vybrána multikriteriální analýza, která představuje otevřený a proměnný hodnotící systém umožňující stanovení číselné hodnoty souhrnné funkce užitku. Tato metoda vybírá z navrhovaných variant tu, která nejlépe splňuje vybraná kritéria (parametry). Postup spočívá v určení pořadí rekultivačních variant pro nevážený výstup pomocí stanovení transformačního prostoru. Dalším krokem je stanovení pořadí rekultivačních variant s využitím Fullerovy metody párového porovnání kritérií z toho důvodu, že předkládaná kritéria nemají k posuzovaným variantám stejný význam. Pro tento krok bylo navíc využito expertní analýzy zahrnující hodnocení oslovených pěti odborníků.

Klíčová slova:

multikriteriální analýza, kritéria hodnocení, stanovení optimální varianty rekultivace, nové způsoby rekultivací.

Abstract

This master thesis deals with a proposal of recultivation of an area of interest located in the Chrudim region which is damaged by brick loam mining. The phases and separate ways of the recultivation used in Czech Republic are described in the theoretical part of this work. The practical part includes a characterization of three recultivation variants which are compared among themselves and evaluated by using a specified set of criteria. Climatic and hydrologic criteria are assessed as well as landscaping and ecological ones, economical and social criteria are also included.

For variants evaluation a multi-criterional analysis was chosen, it presents the open and variable ranking system enabled an assignment of numerical value of the cumulative utility function. This method chooses from proposed options that one which complies with selected criteria (parameters). The procedure lies in determination of recultivation variants order for an unweighted output by determining the transformation space. Next step is determination of recultivation variants order with using the Fuller's pairwise comparison method from the reason that presented criteria don't have the same meaning to assessed variants. Besides, experts' analysis which includes assessment of five specialists was used out.

Key words:

the multi-criterional analysis, criteria of assessment, assignment of optimal recultivation variant, new ways of recultivation.

Obsah

1 ÚVOD	10
1.1 CÍLE PRÁCE	12
2 TEORETICKÁ ČÁST	13
2.1 UVEDENÍ DO REKULTIVACÍ	13
2.2 REKULTIVACE ZBYTKOVÝCH JAM A STĚNOVÝCH LOMŮ	14
2.3 TECHNOLOGIE REKULTIVACÍ A JEJÍ ETAPOVITOST	15
2.3.1 Přípravná etapa.....	15
2.3.2 Důlně-technická etapa rekultivací.....	15
2.3.3 Biotechnická etapa rekultivací	15
2.3.4 Etapa postrekultivační.....	16
2.4 BIOTECHNICKÁ ETAPA REKULTIVACÍ	17
2.5 TECHNICKÁ FÁZE BIOTECHNICKÉ ETAPY	18
2.5.1 Terénní úpravy stanovišť.....	18
2.5.2 Vhodnost zemin k rekultivaci	18
2.6 BIOLOGICKÁ FÁZE BIOTECHNICKÉ ETAPY.....	19
2.6.1 Zemědělské způsoby rekultivace	19
2.6.2 Lesnické způsoby rekultivace.....	22
2.6.3 Hydrické způsoby rekultivace	24
2.6.4 Ostatní rekultivace	26
2.7 PŘÍRODĚ BLÍZKÉ ZPŮSOBY OBNOVY	28
3 PRAKTICKÁ ČÁST	33
3.1 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	33
3.1.1 Geologické a geomorfologické poměry.....	33
3.1.2 Klimatické podmínky	34
3.1.3 Biogeografické poměry	34
3.1.4 Historie ložiska	35
3.1.5 Odůvodnění plánu rekultivace.....	36
3.2 POPIS NAVRHOVANÝCH VARIANT	37
3.2.1 Varianta Va: využití řízené sukcese - louka (trvalý travní porost)	39
3.2.2 Varianta Vb: zemědělská rekultivace - orná půda	40
3.2.3 Varianta Vc: lesnická rekultivace - lesní porost.....	42
3.3 KRITÉRIA PRO HODNOCENÍ REKULTIVACÍ	45
3.3.1 Kritéria klimatická a hydrologická.....	46
3.3.2 Kritéria krajinnářská a ekologická.....	48

3.3.3	<i>Kritéria ekonomická a sociální</i>	50
4	STANOVENÍ OPTIMÁLNÍ VARIANTY - VYUŽITÍ MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZY	53
4.1	URČOVÁNÍ UKAZATELŮ REKULTIVACE	54
4.2	STANOVENÍ POŘADÍ REKULTIVAČNÍCH VARIANT PRO NEVÁŽENÝ VÝSTUP	57
4.3	STANOVENÍ POŘADÍ VARIANT METODOU PÁROVÉHO HODNOCENÍ	59
5	DISKUSE	65
6	ZÁVĚR	68
7	SEZNAM LITERATURY	70
	PŘÍLOHY	82

1 Úvod

*„Krajina je základním dědictvím každého z nás. Je všezahrnující a nevyhnutelná.
Přitom pro každého z nás znamená něco jiného.“*

D. Lowenthal

Krajina, byla většinou brána jako něco samozřejmého, v posledních letech se však stala něčím víc, zakotvuje nás v nejistém proudu světa, odlišuje nás od ostatních národů, a hlavně ovlivňuje i to, jak cítíme a myslíme (Gremlica et. al. 2009).

Rekultivaci krajiny je třeba chápat jako proces obnovy krajiny postižené těžbou, případně i jinou lidskou činností. Jejím cílem je obnovení přirozené rovnováhy krajiny. Zahrnuje práce technického charakteru, kterými jsou terénní úpravy, stabilizační a hydrotechnická opatření, ale i práce biologického charakteru, kterými je tvorba agroekosystémů, lesní výsadba či pěstební péče (Dejmal 2007).

Pro tuto práci bylo vybráno území, na kterém v minulosti probíhala těžba cihlářské hlíny, stávajícím vlastníkem je těžební organizace NIKA Chrudim s.r.o. Jelikož byla těžba dobývacího prostoru Rosice u Chrasti ukončena už před lety, je povinností vlastníka provést rekultivační práce, prvotním krokem je projektová příprava. K realizaci těchto plánů je zřízený vázaný účet, na němž je k dispozici 2,65 milionu Kč. Na základě plánované rekultivace jsou v práci předložena a zpracována tři variantní řešení, první se zabývá využitím řízené sukcese za vzniku trvalého travního porostu, druhou variantou je nejběžnější forma rekultivací tj. zemědělská rekultivace, třetí navrhovala vznik lesní plochy (lesnickou rekultivaci). Principem bylo porovnávání dle zvoleného souboru kritérií, mezi něž patří např. finanční a časová náročnost, ekologická stabilita nově zrekultivovaného prostoru či vhodné začlenění lokality spojené s atraktivitou vzniklé plochy.

Navrhované způsoby rekultivace jsou hodnoceny na základě souboru vybraných kritérií v souladu s principy multikriteriální analýzy. Tato analýza představuje otevřený dynamický rozhodovací systém, který může být v průběhu různě upravován. Po metodické stránce může být řešena do určité míry libovolně při různém uplatnění subjektivního faktoru.

Říha (2001) uvádí, že není nezbytné předkládat různé varianty záměru. Pokud jsou však předloženy, měly by být podrobně posouzeny a především navzájem porovnány. Smyslem porovnání bylo hledání optimálního řešení, v praxi se jedná o výběr takzvané preferované varianty. Výsledkem analýzy bylo stanovení pořadí vhodnosti jednotlivých variant, není to rozhodnutí o realizaci, pouze doporučení na základě získaných výsledků. Stanovení optimálního řešení je otázkou hodnocení a rozhodování, a to se potýká s problémem přítomnosti více kritérií. Obvykle bývají tato kritéria protichůdná, proto se nedá zcela říci, které řešení je podle zadaných kritérií lepší či horší než ostatní přípustná řešení (Klvaňa 2000).

Zcela zásadní důležitost mělo pro hodnocení i jeho výsledky určení významnosti jednotlivých kritérií, pro tuto práci bylo vybráno odvození komparativní transformační funkce, které se opírá výhradně o zadané vstupní údaje pro celý posuzovaný soubor variant. Tím se získají výsledky pro nevážený výstup (Říha 2011).

Pro výběr nejvhodnější varianty je třeba objektivního přístupu, a proto bylo vybráno pět na sobě nezávislých odborníků z různého resortu, kteří mezi sebou posuzovali vybraná kritéria a určovali tím jejich důležitost, jejich výsledkem je vážený výstup.

1.1 Cíle práce

Cílem této práce je vzájemné posouzení a hodnocení různých rekultivačních postupů (využití řízené sukcese, zemědělská rekultivace a lesnická rekultivace) se zaměřením na stanovení optimální varianty na zájmové lokalitě ložiska cihlářských hlín Rosice u Chrasti.

Dílním cílem je navrhnout soubor kritérií (tabulky vstupních údajů) pro hodnocení variant, jak pro nevážený výstup (rovnocenná kritéria) tak pro vážený výstup.

2 Teoretická část

V této kapitole budou představeny rekultivace jako takové. Budou popsány rekultivace zbytkových jam a stěnových lomů. Etapovitost prací bude náplní následující podkapitoly. V navazující podkapitole bude představena biotechnická fáze rekultivační činnosti, která se člení na technickou a biologickou fázi. Dílčí kapitoly se budou věnovat především popisu biologické fáze, respektive jednotlivým rekultivačním způsobům. Přírodě blízké způsoby obnovy budou popsány v poslední podkapitole.

2.1 Uvedení do rekultivací

Rekultivace jsou jednou z forem krajinného plánování, jsou územně vázány především na plochy narušené povrchovou těžbou nerostných surovin. Jedná se o odstranění všech škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur. Základním cílem rekultivací je navrácení území zpět do původního, přírodě blízkého stavu. Člověk nemění jen kulturní charakteristiky území, ale také přírodní, tzv. „neměnné“ charakteristiky krajiny. Během těžební činnosti a ukládání vytěženého materiálu dochází k nemalým změnám reliéfu (zbytkové jámy, výsypky) nehledě na to, že dochází k lokálním změnám klimatu (teplota, srážky, proudění vzduchu), jejichž prostřednictvím posléze dochází ke změnám hydrologických charakteristik. Při povrchové těžbě nerostných surovin se likvidují ekologicky hodnotné ekosystémy, snižuje se estetická hodnota území. Rekultivace jsou jednou z příležitostí tvorby nové krajiny. Úkolem by měla být obnova všech funkcí krajiny. Výsledná krajina by měla splňovat ekologickou a hydrologickou vyrovnanost ve vztahu k okolní krajině, dalšími požadavky jsou racionální způsob využívání dané lokality a esteticky pozitivní začlenění rekultivované lokality do krajiny. Nelze stanovit, jaké má být zastoupení způsobů využití (land use typů) v dotčeném území, někteří autoři (Jonáš, Patejdl 1981) však zdůrazňují důležitost zastoupení všech základních kultur, tato podmínka ovšem nemůže být vnímána jako absolutní. V obecné rovině by se dalo požadovat, aby zastoupení jednotlivých způsobů využití krajiny v navrhované rekultivaci bylo úměrné charakteru dotčené krajiny (Sklenička 2003).

Ačkoliv je rekultivace uplatňována v prostředí, které je negativně ovlivněné např. těžbou nerostných surovin, lze tuto negaci převést v dominantu krajiny. Těžbou vznikají v krajině prohlubně, propadliny, velké jámy, vyvýšeniny aj. V některých případech lze tyto útvary pozitivně využít jako např. na Mostecku, kde jižně exponované svahy vzniklé těžkou hnědého uhlí vytváří vhodné mikroklimatické podmínky pro pěstování vinné révy či ovoce. Hlavním úkolem rekultivací je degradovanou oblast vhodně začlenit do krajinného rázu, aby nijak nevyčnívala a působila přirozeným dojmem. Oblast nestačí pouze ozelenit, je třeba danou lokalitu funkčně zapojit do okolní krajiny. Při rozhodování, jakým způsobem v tomto procesu postupovat, je třeba zvážit možnost přirozené sukcese, která je z časového hlediska dlouhodobější. Na druhé straně je finančně méně náročná a pro nově vznikající ekosystém stavebním kamenem pro vytvoření stabilnější, hodnotnější a přírodě bližší oblast s vyšší biodiverzitou. Rozeznáváme čtyři druhy rekultivací – lesnická, zemědělská, vodohospodářská a ostatní rekultivace, ale o nich až dále. Literární rešerše se bude dále zabývat dalšími možnostmi a specifikací rekultivací. Jak již uvedl Kvítek (2006), člověk si většinou upravuje a využívá prostředí k svému prospěchu tak, jak mu to vyhovuje. Při nápravě – rekultivaci je nutné zohlednit všestranné zájmy, a je proto třeba vycházet z řady poznatků z geologie, hydrologie, biologie, stavebnictví, lesnictví fyziky a je také nutné ovládat právní předpisy týkající se rekultivací.

2.2 Rekultivace zbytkových jam a stěnových lomů

Rozhodující podíl lomově těžných neuhelných ložisek tvoří ložiska stavebních a silikátových surovin, která se vyskytují jako ložiska úrovně a podúrovně, po jejichž vytěžení se vytvoří zbytková jáma. Většina z těchto lomů má malé plošné rozměry a tím i malokapacitní zbytkové jámy – extrémně od několika arů po desítky hektarů. Z hlediska lomového dobývání jsou to lomy mělké, nepřesahující hloubku zbytkových jam 50 m (Jonáš, Peroutková, Sixta 2000).

Řada z těchto těžných ložisek patří mezi nevyhrazená ložiska, která jsou součástí pozemků, a vlastnictví nevyhrazených nerostů je spojeno s vlastnictvím pozemku. Pro tato ložiska se vypracovává Plán využívání ložiska dle vyhl. Českého báňského úřadu (ČBÚ) č. 175/1992 Sb.

U všech mělkých lomů, u nichž nezasahuje hladina spodní vody nade dno zbytkové jámy, může být zbytková jáma využita následně pro některý z typů zemědělských rekultivací. Mělké lomy typu hlinišť, jílovišť, v jejichž svazích a bezprostředně pode dnem lomu se nevyskytují vodonosné obzory, mohou po úpravě zbytkové jámy sloužit také jako budoucí účelová rekultivace (Sixta 2001).

2.3 Technologie rekultivací a její etapovitost

Na základě dlouholetých zkušeností se sanačními a rekultivačními pracemi byla uvedena do praxe řada technologických postupů a metod, které mají společné následující etapy v rekultivační činnosti (Štýs 2001).

2.3.1 Přípravná etapa

Je důležité si uvědomit, že rekultivace je součástí báňské činnosti, není její nadstavbou. Tato etapa se realizuje již v období otvírkových, přípravných i těžebních prací. Etapa se orientuje na projekční činnosti a na koncepci při vytváření vhodných podmínek pro další realizaci následných etap a fází rekultivačního cyklu. Především se realizuje v pedologickém, geologickém a hydrogeologickém průzkumu nadložních hornin a zemin pro jejich vhodnost a využití k rekultivacím (Jonáš, Peroutková, Sixta 2000).

2.3.2 Důlně-technická etapa rekultivací

Na přípravnou etapu navazuje důlně-technická etapa, při níž se hornickou činností nebo činností prováděnou hornickým způsobem vytvářejí podmínky pro následnou formu rekultivace. Tato etapa se překrývá s obdobím skrývání nadložního masivu i s těžbou vlastního užitkového nerostu a měla by být realizována tak, aby svými vlivy působila na přilehlé okolí co nejméně. Především se jedná o selektivní skrývku úrodných, snadno zúrodnitelných a melioračně hodnotných nadložních substrátů (Jonáš, Semotán 1986).

2.3.3 Biotechnická etapa rekultivací

Časově navazuje na důlně-technickou etapu rekultivací a vstupuje do procesu rekultivační obnovy specifickou skupinou činností. Zahrnuje skupinu prací technické povahy a skupinu biotechnických prací (fáze biotechnická). Fáze technická se zabývá terénními úpravami, návozem zúrodnitelných zemin, výstavbou komunikací na rekultivovaných plochách a dále hydromelioračními a hydrotechnickými

úpravami. Fáze biotechnická se obsahově orientuje na tvorbu zemědělských pozemků, založení lesnických porostů a kultur či hydrických rekultivací (Sixta 2001).

2.3.4 Etapa postrekultivační

Jde o období po ukončení vlastních rekultivací, po zařazení rekultivovaných pozemků a ploch do běžného ošetřování a obhospodařování s tím, aby byla u produkčních zemědělských kultur zvýšena úrodnost a u lesních kultur se docílilo urychleného cílového stavu druhového zastoupení dřevin. Ve většině případů se o rekultivované pozemky musíme nadále starat, ať už se jedná o obhospodařování zemědělské půdy, plán péče o lesní porosty, chov a pastvu zvířete.

Historickou etapovitost rekultivačních prací je možno z pohledu vztahu těžební činnosti k obnově území rozčlenit do následujících čtyř etap (Štýs 2001):

Etapa sukcesivních rekultivací – období, ve kterém docházelo bez zásahu rekultivačních prací ke spontánnímu náletu dřevin a travin, či přenosu semen ptactvem či jinými živočichy – devastovaná území se kultivovala sukcesivní vegetací. Taková sukcese je známa rovněž z lomových stěn či odvalů malých těžebně opuštěných lomů – zastavených hlinišť, jílovišť, malých kamenolomů s hlavně lomů na blokovou těžbu.

Etapa sanačně ozeleňovací probíhala na územích, kde rekultivace byla orientována bez velkých úprav stanovišť, především na územích postižených bývalou hlubinnou činností či malých lomů – zatravnění, dílčí výsadbou okolo poklesových kotlin a propadlin terénu vč. ponechání terénu k neřízené sukcesii.

Etapa hospodářsko-produktivní je etapou, která je charakterizována již tvorbou půdního pokryvu na rekultivovaných stanovištích, etapou, ve které se při lesnickém způsobu rekultivace již preferovaly efektivní dřeviny, ale v níž byla přednostně uplatňována neúměrně vysokým podílem zemědělská rekultivace.

Etapu ekologizační je možno posadit do stávajících let. Charakteristická pro ni je preference koncepce krajinně ekologické obnovy velkoplošných území, přesahujících i dobývací prostory jednotlivých těžebních organizací. Cílem těchto rekultivačních činností je dosažení žádoucí úrovně biodiverzity velkých územních

celků navazujících na přírodní prostředí území, která nebyla hornickou činností postižena či dotčena.

Členění rekultivační činnosti se dle Cibulky (2001) při akceptování širších vazeb obnovy těžbou narušených území dá uvést v této podobě:

- rekultivace lokálních segmentů území průběžně uvolňovaných těžbou,
- rekultivace celých těžebních lokalit bez zahrnutí okolního území,
- rekultivace celých těžebních lokalit zahrnujících i okolní území ovlivněná těžbou,
- obnova rozsáhlých území narušených těžbou zahrnujících několik těžebních lokalit a souvisejících území.

2.4 Biotechnická etapa rekultivací

Tato etapa je nejčastěji považována za „*rekultivační práce v pravém slova smyslu*“, tedy za práce, které časově navazují na ukončené těžební a s nimi bezprostředně související práce. Její odlišný charakter je dán zejména odlišnou formou financování těchto prací. Zatímco vlastní těžba užitkových nerostů je financována bezprostředně z provozních prostředků těžební firmy, tak rekultivační práce této etapy jsou financovány převážně z povinně vytvářené rezervy na zahlazení následků těžební činnosti.

Z hlediska systematického členění je tato etapa dělena na dvě skupiny podle převažujícího charakteru prací – na **technickou fázi**, kdy převažují práce technické povahy (terénní úpravy, navážky zúrodnitelných zemin, úprava vodního režimu, budování cestní sítě, případně oplocení apod.) a **biologickou fázi**, kdy převažují práce biologického charakteru (agrotechnické, lesopěstební) nebo obecně práce související s oživením geologického či vodního prostředí (Sixta 2001).

Biotechnická etapa si klade za cíl zajistit zahlazení následků těžební činnosti na krajinu, životní prostředí i socioekonomický prostor lidské společnosti. Jedná se tedy nejen o vytvoření podmínek pro hospodářské využívání rekultivovaných pozemků, ale i posílení ekologické stability krajiny (biocentra a biokoridory s vysokou druhovou biodiverzitou původních společenstev). Současně se však jedná i o vytváření předpokladů ke krátkodobé či dlouhodobé rekreaci, sportu a jiným aktivitám člověka.

2.5 Technická fáze biotechnické etapy

Cílem prací této fáze je vytvoření podmínek pro následné biologické oživení rekultivovaného stanoviště v návaznosti na základní parametry daného stanoviště vzniklé v rámci důlně technické etapy rekultivací. Druhým základním cílem těchto prací je umožnění tvorby stanovištních podmínek pro budoucí využití zrekontrovaného pozemku podle schváleného projektu nebo plánu rekultivace.

Technická fáze zahrnuje terénní úpravy stanovišť, navážku vhodných zemin, dále základní hydromeliorační úpravy a technické zabezpečení (Dimitrovský 1999, Gremlica 2009, Kašpar 2008, Vráblíková 2009).

2.5.1 Terénní úpravy stanovišť

K provádění terénních úprav se využívají podle rozsahu prací a povahy terénů buldozery, skrejpry, grejdry. Volba způsobů technologie závisí jednak na objemu zemin určených k přesunu, ale zejména na vzdálenosti tohoto přesunu. Čím kratší je předpokládaná vzdálenost přesunu hmot, tím ekonomičtější je nasazení buldozerů. Pro vzdálenosti 100 až 500 m je vhodnější využívat skrejpry a nad tuto vzdálenost je nezbytné počítat s využitím odtěžení, naložení a přepravy zemin většinou kolovou technikou. Terénní úpravy stanovišť nezahrnují pouze urovnávání terénů stanovišť, ale také úpravy svahů, tvarování průlehů a poldrů (Gremlica 2009).

2.5.2 Vhodnost zemin k rekultivaci

Další součástí terénních úprav je zajištění stanovišť návozem zemin s vhodnými kvalitativními vlastnostmi budoucího půdotvorného substrátu. Tvorbou půdy se na rekultivovaných územích rozumí komplex přírodních procesů a antropogenních zásahů. Jde o proces, který zásadně usměrňuje vývoj celého ekosystému. Tvorba půd je determinována třemi základními faktory (Sixta 2002): půdotvorným substrátem, stanovištními podmínkami (orientací ke světovým stranám, klimatickými, mikroklimatickými podmínkami, vlhkostí, morfologií, nadmořskou výškou) a způsobem využití (zemědělská, lesnická, hydrická rekultivace, sukcese).

Z hlediska budoucího hospodářského využití devastovaných ploch byla zpracována metodika posuzování vhodnosti nadložních zemin jakožto půdotvorných substrátů pro jednotlivé druhy rekultivací. Od nejvhodnějších pro zemědělství až

po zeminy zcela nevhodné jako půdotvorné substráty hospodářsky využitelných půd (Jonáš 1986).

Dalšími opatřeními, kterými lze usměrnit či urychlit vývoj půd, jsou sled plodin, druhová skladba vegetace, způsob založení porostů, kultivace půdy, organické a minerální hnojení a úpravy vodního režimu. Výsledky výzkumu na několika plochách prokázaly intenzivnější tvorbu půd pod zemědělskými rekultivacemi ve srovnání s lesnickou rekultivací, Jonáš a Semotán (1986) to přičítají především možnosti intenzivní kultivace půdy, dochází k rychlejšímu fyzikálnímu a chemickému zvětrávání, a tím i k rychlejšímu osídlování půdními organizmy. Již během otvírky a provozu se vytváří vhodné podmínky pro rekultivaci (Sklenička 2003).

2.6 Biologická fáze biotechnické etapy

Po skončení technické rekultivace nastupuje vlastní zúrodnovací proces ve fázi biologické rekultivace, který se člení na:

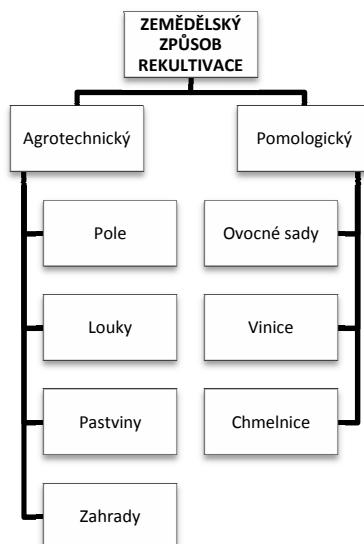
- *zemědělskou rekultivaci* (ať již ve formě orné půdy, luk, pastvin, zahrad, sadů, vinic, chmelnic či jiných součástí zemědělského půdního fondu),
- *lesnickou rekultivaci* (z níž se někdy vyčleňuje ozelenění jako nejméně intenzivní forma lesnické, resp. obecně biologické rekultivace),
- *hydrickou rekultivaci* (biologické oživení tekoucích nebo stojatých vod na rekultivovaných plochách),
- *ostatní rekultivaci* (lze sem zařadit jednak nejméně intenzivní formy biologické rekultivace tzv. řízené sukcese, ale také golfové hřiště, hypodromy, autodromy, tenisové a volejbalové kurty (Jonáš, Peroutková, Sixta 2000).

2.6.1 Zemědělské způsoby rekultivace

Zemědělský způsob rekultivací na antropogenních půdách (substrátech) je záležitostí značně složitou a náročnou po stránce technické přípravy stanovišť, ale také po stránce finanční. Jestliže cíle ve schváleném plánu rekultivace území dotčeného těžbou stanovují opětovné zemědělské využívání daného území, navazuje na provedené technické úpravy terénu zemědělská rekultivace. Realizace zemědělské rekultivace území musí respektovat ustanovení zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů.

Požadovaný výsledek ovlivňuje technologický postup zemědělské rekultivace. Výsledkem mohou být různé druhy obhospodařovaných pozemků, jako jsou vinice, ovocné sady, orná půda, trvalé travní porosty. Pro snazší přehlednost jsou údaje uvedeny na schématu číslo 1 (Gremlica et. al. 2012).

Schéma 1: Způsoby zemědělských rekultivací.



Na místech bývalé těžby byly především realizovány jednoduché zemědělské rekultivace s přímým kultivováním substrátů bez využití skrývkové ornice a podorniční vrstvy a to až do poloviny 50. let dvacátého století. Situace se změnila již v 60. letech téhož století, kdy se na důkladněji upravených plochách využívala i ornice odstraněná před zahájením těžby. Cílem bylo rychlé vytvoření zemědělsky využitelných produkčních půd. Během 70. a 80. let byly na většině těžbou poznamenaných území preferovány a realizovány zemědělské rekultivace na úkor ostatním již známým způsobům obnovy krajiny. Tehdejší potřebou bylo původně degradované pozemky vrátit s obnoveným svrchním půdním horizontem schopným vysoké produkce co nejrychleji k zemědělskému obhospodařování.

Změna nastala v 90. letech 20. století, kdy došlo k transformaci ekonomiky státu, díky které byly zemědělské rekultivace výrazně omezeny. Došlo k zásadním změnám vlastnických vztahů k půdě, nastal postupný útlum zemědělské a zejména potravinářské výroby. Tento trend má přetrvávající charakter i v 21. století. (Gremlica et. al. 2012)

Pro naše území byly v rámci zemědělské rekultivace navrženy a v dlouholeté rekultivační praxi ověřeny dva základní technologické postupy, neboli způsoby, jak postupovat při obnovování daného území. Jde o zemědělské rekultivace:

- rekultivace s překryvem (nepřímá rekultivace),
- rekultivace bez překryvu (přímá rekultivace).

Realizace zemědělských způsobů rekultivací obvykle spočívá v navezení a rozprostření organické hmoty na rekultivovanou plochu, následuje orba, vláčení, smykování, síje přípravných plodin, jejich zaorání, hnojení a v konečné etapě pěstování cílových plodin nebo zatravnění pozemků. Rekultivační oseední postupy jsou v současnosti prováděny na období dva až šest let (Sixta 2001).

Na místech, kde není možné získat kvalitní produkční zemědělské pozemky, bývají prováděny technické a biologické rekultivace zaměřené na obnovu zemědělského půdního fondu. Dopadem takto prováděných velkoplošných úprav jsou nevhodně velké zemědělské plochy rozdělené nedostatečným počtem ekostabilizačních prvků. Ty prvky by se přitom v rekultivované posttěžební krajině mohly stát skladebnými součástmi (biocentry a biokoridory) územních systémů ekologické stability lokálního významu (Sklenička 2003).

Nutné je si při plánování rozsáhlých zemědělských rekultivací uvědomit, že v České republice se v souvislosti s industrializací a urbanizací neustále zvyšuje podíl městského obyvatelstva a zároveň dochází k výrazným změnám sociálně-ekonomické struktury. Tyto změny jsou charakterizovány postupným přesunem pracovních sil z primární sféry civilního sektoru národního hospodářství (lesnictví, zemědělství a rybolov) zprvu do sféry sekundární a v současné době převážně do sféry terciární (doprava, obchod, služby a veřejná správa). Je značně nejisté, bude-li někdo vzniklé zemědělské plochy v příštích letech obhospodařovat vzhledem k vývojovým trendům vyvolaným nedostatečným společenským i ekonomickým oceněním pracovníků primárního sektoru (Gremlica et. al. 2012).

S ohledem na postupné ubývání dostupných zásob ropy je nezbytné počítat s dalším zdražováním pohonných hmot a současně také s významným zvyšováním nákladů na dopravu všech komodit, včetně potravin. Z hlediska budoucího zachování alespoň části potravinových zdrojů státu je dobré na vhodných lokalitách zaručujících kvalitní výsledek rekultivačních prací zemědělské plochy obnovovat,

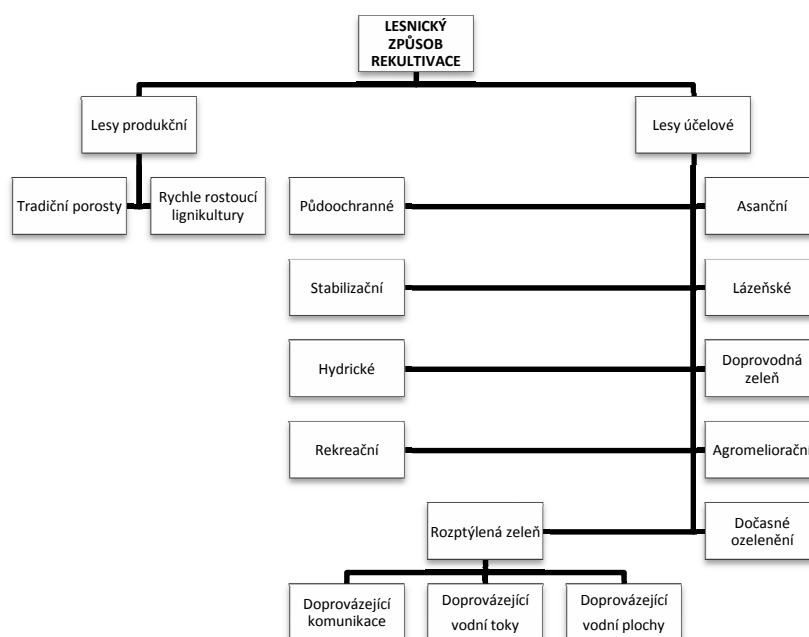
samozřejmě s přihlédnutím na požadavky ochrany přírody a krajiny, které jsou rovněž veřejným zájmem (Gremlica et. al. 2012).

Je důležité mít na paměti, že takto získané zemědělské plochy jsou jen nepříliš kvalitní náhražkou za mnohdy vysoce bonitní půdy. Každý rok o ně přicházíme v důsledku neregulovaného nárůstu měst a obcí, předimenzované výstavby dopravní infrastruktury a velkoplošných průmyslových center (Gremlica et. al. 2012).

2.6.2 Lesnické způsoby rekultivace

Druhým převládajícím typem biologické fáze biotechnické etapy je rekultivace lesnická. Uskutečnění tohoto způsobu rekultivace i konečný výsledek musí respektovat požadavky zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů a vyhlášky MZe ČR č. 77/1996 Sb., o náležitostech žádosti o odnětí nebo omezení a podrobnostech o ochraně pozemků určených k plnění funkcí lesa. Při tvorbě lesních pozemků vznikají různé druhy pozemků, především se jedná o tvorbu lesů produkčních a účelových, podrobné rozdělení je v následujícím schématu č. 2 (Gremlica et. al. 2012).

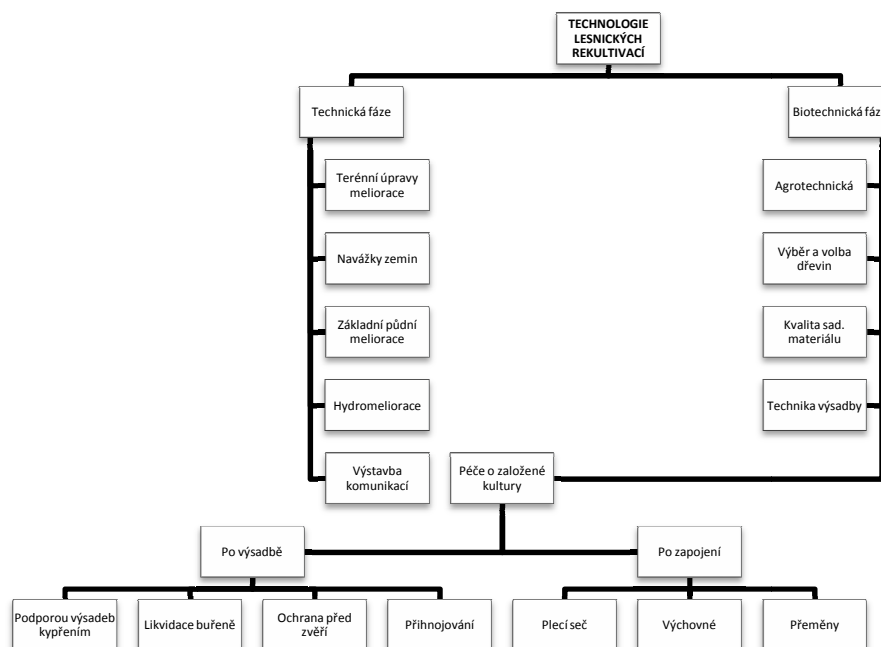
Schéma 2: Rozdělení lesních porostů dle účelu.



V první polovině 50. let 20. století byly realizovány především výsadby nenáročných rychle rostoucích pionýrských dřevin, např. topolu osiky (*Populus tremula*) či vrby jívy (*Salix caprea*), využívání širšího sortimentu přípravných, melioračních a cílových dřevin přišlo až v 60. let 20. století. Během 70. a 80. let byly na technicky upravených plochách vysazovány meliorační dřeviny jako bříza bělokorá (*Betula pendula*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a topol osika (*Populus tremula*). Od 90. let 20. století jsou výrazněji preferovány lesnické rekultivace uskutečňované v rámci koncepce krajinně ekologické obnovy velkoplošných území v souvislosti s útlumem zemědělské a potravinářské výroby (Gremlica et. al 2012).

Lesnická rekultivace jako taková je charakterizována dvěma po sobě následujícími fázemi. První z nich většinou trvá jeden až tři roky, tvoří ji chemická a mechanická příprava půdy a vlastní výsadba dřevin. Druhou fází je následná pěstební péče realizovaná po dobu šesti až osmi let, skládá se z vylepšování provedených výsadeb, hnojení kultur, okopávání, ochrany proti zvěři, závlah a prořezávek a případně i tvarových řezů. Úspěšnost provedení lesnické rekultivace se odvíjí od zavedené technologie. Ta je popsána na schématu č. 3 (Gremlica et. al. 2012).

Schéma 3: Znázornění technologického postupu lesnických rekultivací.



V posledních letech se jednoznačně preferuje budoucí ekonomický přínos před environmentálními a ekologickými funkcemi nových lesů, záměrem je vypěstovat na rekultivovaných plochách co nejrychleji hospodářské porosty s vysoce kvalitním dřevem.

V současnosti jsou při lesnických rekultivacích v průběhu fáze mechanické a chemické přípravy půd paradoxně likvidovány ekologicky velmi hodnotné porosty přirozených náletových dřevin, jež by nově vysazované monokultury výrazně obohatily. K samotným výsadbám jsou velmi často používány nepůvodní druhy dřevin nebo druhy, které neodpovídají nadmořským výškám, zeměpisným polohám rekultivovaných lokalit a jejich morfologii. Výše zmiňované aspekty společně s velkoplošnou a příliš hustou výsadbou vedou ke vzniku lesních porostů s nevhodnou druhovou skladbou, věkovou i prostorovou strukturou. Z biologického a ekologického hlediska jsou tyto porosty téměř bezcenné (Gremlica et. al. 2012).

Výsadba stejnověkých monokulturních celků na lesnicky rekultivovaných plochách je špatným postupem nejen z hlediska biologického a ekologického, není v souladu ani s požadavkem § 24 odst. 2 zákona č. 289/1995 Sb., ve kterém lesní hospodářský plán závazně stanovuje maximální celkovou výši těžby a minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin při obnově lesního porostu. Koncepce mají vést k postupné obnově přirozené druhové skladby lesů v České republice. Vlastníci by měli při zakládání nového porostu respektovat doporučenou druhovou skladbu.

Náklady na lesnické rekultivace jsou vysoké, dvojnásobně až trojnásobně převyšují běžné ceny zalesňování pozemků určených k plnění funkcí lesa. Výrazně snížit tyto náklady by mohlo plošné využívání sukcesních dřevin a jejich postupné doplňování kvalitními klimaxovými dřevinami přirozené druhové skladby (Dimitrovský 1999).

2.6.3 Hydrické způsoby rekultivace

S tvorbou nového vodního režimu v krajině poškozené těžební činností jsou spojená hydrotechnická opatření. Ty jsou důležitým článkem a součástí realizace sanačních a rekultivačních prací. Hydrické rekultivace se dělí na dva základní typy: na zřizování vodních toků a zřizování vodních ploch.

Nový vodní režim v rekultivované krajině se vytváří pomocí stavebně technických opatření, tento postup je upraven zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Běžně se setkáváme s vodohospodářskými díly, jako například nezpevněné i zpevněné záchytné příkopy, drény, odvodňovací kanály a šterková odvodňovací žebra. Nenahraditelnou součástí nové hydrické sítě jsou retenční nádrže a poldry ovlivňující odtok vody a zachycující erozní sedimenty. V posledních letech se dává přednost velkoplošným hydrickým rekultivacím.

Vodohospodářské rekultivace jsou společně s rekonstrukcí vegetačního krytu základním opatřením pro tvorbu a obnovu nového hydrologického režimu v území narušeném těžbou nerostných surovin a dalšími antropogenními aktivitami. Problémem je že, vodní nádrže v zatopených uhelných lomech mohou mít nižší pH díky zvětrávajícímu pyritu obsaženým v uhelných jílovcích. Díky horším podmínkám pro rozvoj planktonu a bentosu je zarybnění velkých rekultivačních jezer relativně malé. Tyto uměle vytvořené vodní nádrže jsou obvykle hluboké, nemají dostatečné litorální pásmo s mělkou vodou, což brání obnovení biologické rozmanitosti druhů vodních rostlin a živočichů. Tyto nedostatky dokazují, že ekologickým vazbám a funkcím nových vodních děl projektanti většinou nevěnují odpovídající pozornost (Gremlica et. al. 2012).

Vodu v krajině zadržují velká rekultivační jezera a retenční nádrže, významně přispívají ke změně mikroklimatu i lokálního klimatu a hrají důležitou roli i jako protipovodňová opatření. Využívají se také k rekreačním a sportovním účelům. V rámci technických rekultivací jsou odstraňovány všechny menší a středně velké terénní elevace i deprese se stálými nebo periodickými vodními tůněmi. To má za následek snižování geomorfologické, biotopové i biologické rozmanitosti (Forman R.T.T., Gordon 1993).

Dalším nedostatkem je nadměrná těžbě šterkopísku v aluviích říčních krajin, dochází k nevratným změnám velmi významných ekotonů, které jsou zároveň velmi důležitým zdrojem kvalitní pitné vody, která je důležitá pro zachování života na Zemi. Následně vznikající zaplavené plochy těžeben šterkopísku jsou pouze nedostatečnou náhradou pravého aluviálního prostředí. Zkušenosti vědců zabývajících se danou problematikou ukazují, že zhruba po deseti letech dochází

k výrazné eutrofizaci většiny nádrží, což má za následek podstatné zhoršení kvality vody. Přitom by tyto nově vzniklé plochy měly přednostně sloužit rekreačním účelům (Gremlica et. al. 2012).

Při koncepci vytváření velkých rekultivačních jezer se opomíjí přítomnost přírodních a přírodě blízkých ekosystémů, tím vzniká kulturní krajina s nízkou ekologickou stabilitou (Sklenička 2003).

Významným negativním faktorem je likvidace většiny malých tůní v těžebních jámách i v jejich okolí při rozsáhlých terénních úpravách. Tyto stálé i periodické malé vodní nádrže v těžební krajině využívají k rozmnožování obojživelníků, na jejichž dostatečně početné populace jsou pak potravně vázány mimo jiné i další skupiny obratlovců, některé druhy plazů a ptáků. Úbytek obojživelníků není při finálních úpravách krajiny v okolí rekultivačních jezer dostatečně kompenzován (Bejček 1983).

2.6.4 Ostatní rekultivace

Mezi ostatní rekultivace patří zejména vytváření krajino tvorných prvků zeleně rostoucí mimo les, ploch s převážně rekreační a estetickou funkcí, dále i vytváření sportovních a rekreačních ploch.

Na okrajích měst a obcí jsou zakládány nové plochy příměstské zeleně, parky a v některých lokalitách i ovocné sady. Do krajiny jsou začleňovány stromořadí podél cest a vodních toků, lesíky a remízky, to vše přispívá k vyváženějšímu přírodnímu prostředí. Mezi ostatní rekultivace lze zařadit i projekty s kombinovanou rekreační a sportovní funkcí, výsledkem takové rekultivace může být například dostihové závodiště, hipodrom, autodrom, lesopark s golfovým hřištěm, fotbalový areál, farma pro chov ovcí, koz, dostihových koní, naučné parky a další (Gremlica et. al. 2012).

Pro lepší přehlednost jsou jednotlivé typy ostatních rekultivací znázorněny v grafické podobě (viz. schéma č. 4)

Schéma 4: Struktura ostatních rekultivací



Dosud byly realizovány rekultivační projekty podle tzv. „české rekultivační školy“. Tato škola má dlouhou historii. V minulosti dosáhla významných úspěchů, ale mnozí její zastánci setrvávají na postojích i v dnešní době. Což má za následek, že jsou projekty a realizace zbytečně předimenzovány opatřeními založenými na neúnosně velkých objemech zemních prací s jediným cílem, a to úplně zahladit stopy po těžbě nerostných surovin. Snaží se v co nejkratším časovém období vytvořit „krásnou krajinu s pěknou přírodou“, jejímiž hlavními funkcemi jsou zemědělská a lesnická produkce popřípadě využití k rekreačním účelům či pro novou zástavbu. V této souvislosti v odborné literatuře používány lyrické úsloví o obnově „harmonické krajiny“ či „ekologicky vyvážené, esteticky působivé a produkce schopné krajiny“. Je nutné, aby si orgány státní správy, rekultivační firmy, projektanti i vlastníci pozemků uvědomili, že obnova velkoplošných území při využití klasických způsobů rekultivace nevede, a přitom by měla, k vytvoření pestré mozaikovitě krajiny s vysokou ekologickou stabilitou. Nepřítomnost přírodních a přírodě blízkých ekosystémů v územích narušených těžbou nerostných surovin vznikajících přirozenou nebo řízenou ekologickou sukcesí výrazným způsobem snižuje ekologickou stabilitu krajiny (Gremlica et. al. 2012).

2.7 Přírodě blízké způsoby obnovy

Přírodě blízké způsoby obnovy jsou založené na využívání přírodě blízkých způsobů, což znamená využívání přirozené/spontánní ekologické sukcese a usměrňované ekologické sukcese. Může se jednat i o jednotlivé managementové zásahy, které podpoří některá ohrožená společenstva a druhy. Jedná se tedy o nejvhodnější alternativy technických, zemědělských a lesnických rekultivací.

Podle názoru Míchala (1994) má většina těžbou narušených území velký potenciál ke spontánní obnově v přijatelném časovém období, které není o mnoho delší než realizace klasických rekultivací, a touto cestou vzniklé přirozené ekosystémy jsou z hlediska ochrany biodiverzity a ekologické stability krajiny nesrovnatelně hodnotnější a kvalitnější.

Hlavním cílem je zachovat stávající, přirozenou sukcesí vzniklé a z hlediska ochrany přírody velmi cenné přírodní nebo přírodě blízké ekosystémy s přírodovědně hodnotnými společenstvy organismů. Tyto ekosystémy se vyznačují vysokou biologickou rozmanitostí druhů a podstatně vyšší ekologickou stabilitou v porovnání s okolní zemědělsky a průmyslově intenzivně využívanou a relativně hustě osídlenou kulturní krajinou. Dalším cílem je umožnit vznik přírodních či přírodě blízkých ekosystémů přirozenou nebo usměrňovanou ekologickou sukcesí především v částech území s přítomností terénních depresí se stálými a periodickými tůňemi. Tyto nově vzniklé ekosystémy budou hrát nezastupitelnou roli ekostabilizačních prvků v nově vytvořené posttěžební krajině. Tyto cíle přímo souvisí s ochranou přírody a krajiny ve smyslu zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

V České republice ještě stále není přijímána spontánní sukcese jako adekvátní způsob obnovy krajiny, oproti tomu v některých evropských zemích jako je Německo, Holandsko či Velká Británie je spontánní sukcesí ponechán větší prostor (Tischew 1998). V povědomí vědců je dobře známo, že ponechání míst samovolné sukcesí je nejjednodušší a nejlevnější způsob obnovy krajiny. To potvrzují i výsledky prací Karešové (2007) a Řehouňkové et Prach (2006, 2008).

Schopnost samovolné obnovy za vzniku ekologicky hodnotných společenstev nemají pouze výsypky po těžbě hnědého uhlí, ale i lokality narušené těžbou jiných nerostných surovin (vápencové lomy, pískovny, hlinišťe). Využitím spontánní sukcese na lokalitách po těžbě písku se zabývá Řehouňková et Prach (2006, 2008). Dle výsledků jejich prací je jasné, že procesem spontánní sukcese vznikají ekologicky hodnotnější společenstva než při využití technických rekultivací. Dochází ke zvýšení lokální biodiverzity a mozaikovitosti krajiny. Tématem přirozené obnovy ekosystémů se u nás i v zahraničí zabývalo a zabývá mnoho autorů jako je Prach (1987), Hodačová et Prach (2003), v Německu Jochimsen (1987, 1991), v Sasku Tischew (1996), Tischew (1998) a Kirmer et Mahn (1998), v Polsku Rostaňsky (2000), v Maďarsku Szegi et al. (1988) a Bartha (1990). Sukcesí na výsypkách se zabývali a zabývají i autoři ve Spojených státech: Brenner et al. (1984), Thompson et al. (1984) a Skousen et al. (1994). V Kanadě Russel et al. (1986) a Baig (1992) a na Novém Zélandu Rufaut et al. (2006). Velký důraz je také kladen na studium zoologického aspektu primární sukcese na výsypkách např. sukcesi drobných savců na Mostecku (Bejček 1982, 1983), sukcesi ptačích společenstev (Bejček et Turner 1977), sukcesi bezobratlých (Hejkal 1985).

Přesto ani u přírodních a přírodě blízkých ekosystémů vzniklých přirozenou nebo usměrňovanou ekologickou sukcesí není předem zcela vyloučeno jejich využívání k zemědělským a lesnickým účelům. Pokud je rekultivovaný pozemek dočasně odňat ze zemědělského půdního fondu, je možnost na něm v rámci usměrňované ekologické sukcese s minimálními náklady udržovat bezlesí a plocha je jako trvalý travní porost s dřevinami řídké rostoucími mimo les vhodná k pastvě koz či ovcí. V našich zeměpisných podmínkách je v dlouhodobém výhledu klimaxovým stadiem ekologické sukcese les, který postupně vznikne i na lokalitách ponechaných přirozenému spontánnímu vývoji. Druhovú skladbu takto vzniklého ekosystému bude určena především lesními porosty a soliterními stromy rostoucími v bezprostředním okolí těžbou dotčeného území (Dimitrovský, Nechanský, Kloubská 2001).

Prostřednictvím výsadby několika kusů odrostků vhodných druhů odpovídajícím mapám potenciální přirozené vegetace České republiky je možné ovlivnit a usměrnit ekologickou sukcesi, tato výsadba slouží v příštích letech jako semenné stromy. Lesní porosty vzniklé touto cestou se vyznačují přírodě blízkým charakterem, jsou kvalitní, různověké a druhově pestré. V odůvodněných případech

mohou být lesní porosty vzniklé přirozenou nebo usměrňovanou ekologickou sukcesí na návrh vlastníka lesa nebo z vlastního podnětu orgánu státní správy lesů zařazeny do kategorie lesů ochranných, pokud se v souladu s ustanoveními zákona č. 289/1995 Sb. jedná o lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích, nebo do kategorie lesů zvláštního určení se zvýšenou funkcí půdoochrannou, vodoochrannou, klimatickou nebo krajnotvornou, případně o lesy potřebné pro zachování biologické různorodosti (Řehouňková, Prach 2008).

Na územích, kde byl k sanaci a rekultivaci využit proces přirozené, případně usměrňované ekologické sukcese, vznikají plochy, které mohou například sloužit ke krátkodobé rekreaci, relaxaci a k některým sportovním aktivitám. Oproti rekreačním plochám vytvořených rozsáhlými technickými úpravami terénu a následnými ostatními rekultivacemi (např. golfových hřišť, parků, apod.) nevyžadují plochy vzniklé přírodě blízkými způsoby obnovy pravidelný přísun velkých množství dodatkových energií v podobě závlah, průmyslových hnojiv, pesticidů a strojní i manuální údržby.

Původní filosofie sanací a rekultivací vychází z myšlenkové zásady své doby, tj. zejména z 50. až 70. let 20. století. Pro tuto dobu mělo klíčový význam plánované hospodářství, kde „člověk, technik“ ví nejlépe, jak rekultivovat, zatímco v současné době spíše říkáme „příroda sama to ví nejlépe“. Z potřeby dalšího využívání území ovlivněných těžbou nerostných surovin je nutné najít vhodný optimální přístup k úpravám, a to podle podmínek daných rozlohou a charakterem narušených území. Jako nejvhodnější se jeví kombinace klasické technické a biologické rekultivace s přírodě blízkými způsoby obnovy založenými na přirozené nebo usměrňované ekologické sukcesí s přihlédnutím k budoucímu funkčnímu využití vznikajících ploch (Gremlica et al. 2012).

Zásadním nedostatkem současné praxe rekultivací je neznalost aktuálního stavu biologické rozmanitosti druhů (biodiverzity) a jejich společenstev a ekosystémů v územích zdevastovaných nebo narušených těžbou nerostných surovin. Tato skutečnost je způsobena tím, že rekultivační projekty jsou zpracovávány podle Plánů sanací a rekultivací, které byly schváleny jako součást Plánů otvírky, přípravy a dobývání před povolením otvírky, přípravy a dobývání výhradních ložisek místně příslušným obvodním báňským úřadem (§ 10 odst. 1 zákona č. 61/1988 Sb.). Pokud zvážíme, jak dlouhou dobu probíhá těžba na mnoha

lokalitách, je zřejmé, že rekultivace jsou ve většině případů prováděny na základě neaktualizovaných plánů starých i několik desetiletí. Proto je nezbytné, dalo by se říci nutné, aktualizovat zastaralé poznatky o stavu biodiverzity v územích dotčených těžbou nerostných surovin. To napomůže ke zvolení optimálních způsobů rekultivací a odpovídajících postupů prací, které zohlední mimo jiné také požadavky ochrany přírody a krajiny a také biologické rozmanitosti druhů vyplývající ze zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Biologické a ekologické průzkumy by měly být na předmětných lokalitách provedeny již před zahájením sanačních a rekultivačních prací, v průběhu těžby a těsně po jejím ukončení (Řehouňková, Prach 2008).

Velmi důležitá je dohoda mezi těžařskými a rekultivačními firmami, báňským úřadem, místně příslušnými orgány státní správy v oblasti ochrany přírody a krajiny, ochrany zemědělského půdního fondu a vlastníky pozemků.

Prvním krokem ekologických rekultivací musí být odstranění všech dočasných staveb, zařízení, materiálů a rovněž odpadů uložených na narušených územích v rozporu s požadavky zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Dále je nutné v rámci procesu usměrňované ekologické sukcese odstranit případné porosty invazních druhů rostlin.

Terénní úpravy těžebních prostorů by měly být omezeny pouze na základní bezpečnostní opatření proti sesuvům, protože erozní rýhy, deprese i haldy zásadním způsobem obohacují geomorfologickou diverzitu terénu a tím vytvářejí vhodné podmínky pro osídlování těchto dosud neobsazených biotopů. Tímto způsobem citlivě provedená rekultivace výrazně přispívá k ochraně biologické rozmanitosti a přírodních stanovišť, proto by například v pískovnách a těžebních cihlářských hlín měly být zachovány některé kolmé a nestabilní stěny těžebních jam. Rovněž zvolené rozbrázděné kolmé a příkré stěny kamenolomů s velkým množstvím puklin, výběžků a převisů by měly být zachovány, nabídnou hnízdiště pro řadu ptáků (Sklenička 2003).

Nově vzniklé přírodní a přírodě blízké ekosystémy mohou být začleněny jako funkční skladebné prvky do územních systémů ekologické stability (Sklenička 2003). Jednoznačně nezpochybnitelným argumentem podporujícím širší uplatňování

přírodě blízkých způsobů obnovy založených na využívání přirozené ekologické sukcese, usměrňované ekologické sukcese a managementových zásahů, je vysoká ekologická a ekonomická efektivita (Gremlica et. al. 2012).

3 Praktická část

V tomto místě začíná praktická část diplomové práce. V první podkapitole bude charakterizováno zájmového území, historie ložiska a odůvodnění plánované rekultivace. V následující podkapitole budou podrobně popsány tři navrhované varianty. Kritéria, která budou sloužit k hodnocení a posuzování variant, budou rozvedena v další podkapitole.

3.1 Charakteristika zájmového území

3.1.1 Geologické a geomorfologické poměry

Zájmové území bývalé těžebny cihlářských hlín se nachází v okrese Chrudim, katastrálním území obce Rosice u Chrastí. Jde o plošně rozsáhlý okres v jihozápadní části Pardubického kraje převážně s pahorkatinným až vrchovinným povrchem. Okres Chrudim je v severní části tvořen Chrudimskou tabulí, jihozápadní a jižní část přísluší k Železným horám a severnímu okraji Žďárských vrchů. Náleží z hlediska regionálně geologického třídění k Českému masivu. V Železných horách a Žďárských vrších vystupují na povrch nejstarší krystalinické horniny a horniny prevariského paleozoika fundamentu Českého masivu převážně náležící ke středočeské oblasti. Plošně nejrozsáhlejším půdním typem okresu jsou kambizemě, především kambizem modální a její kyselá varieta. Tyto půdy vznikly na svahovinách opuk, drob a břidlic Českomoravské vysočiny (Faltysová, Bárta 2002).

Podle geologické mapy se sledované řešené území nachází na podloží nezpevněných sedimentačních hornin, z mineralogického hlediska jde o horninu slouženou z křemene a různých příměsí, ve větší míře se zde vyskytuje i uhličitan vápenatý (CaCO_3). Jsou to hlinité zeminy okrové až tmavě hnědé barvy nazývané spraš či sprašová hlína. Spraše jsou dobře využitelné eolitické zeminy čtvrtohorního stáří. Vykazují se nižším obsahem prachových částic (0,01 – 0,05 mm) a vyšším obsahem fyzikálního jílu s částicemi menšími než 0,001 mm. Hlinité sedimenty, které jsou zrnitostně těžší, mají relativně příznivé fyzikální vlastnosti i vodní režim. Sorpční schopnost těchto zemin je závislá na zastoupení jílových minerálů. Převážně je hodnocena jako střední až vysoká. Půdní reakce je slabě alkalická s obsahem

karbonátů nad 5 %. U spraší dosahuje obsah draslíku a hořčíku průměrných hodnot, leč obsah humusu a fosforu je poměrně nízký. Dají se dobře využít především k lesnickému způsobu rekultivace, méně k zemědělskému, při kterém je nutný orniční překryv. Sprašové hlíny jsou nejrozšířenějšími kvartérodními sedimenty a od spraší se liší nižším obsahem karbonátů a vyšším obsahem jílových složek. Půdní reakcí, obsahem živin a obsahem humusu jsou tyto hlíny srovnatelné se sprašemi. Převážně využitelné pro lesnickou rekultivaci. Pro zemědělskou rekultivaci platí totéž jako u spraší (ČGS 2004, Sixta 2011).

3.1.2 Klimatické podmínky

Podnebí je v severní části okresu poměrně teplé a suché, v jižní části je výrazně chladnější a vlhčí. Dle Quitta (1971) náleží řešené území do oblasti T2 - teplá klimatická oblast. Pro ni je typické dlouhé, teplé a suché léto, velmi krátké přechodné období s teplým až mírným teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

3.1.3 Biogeografické poměry

Z pohledu regionálního geomorfologického třídění spadá řešené území ke geomorfologické provincii Česká vysočina, vyšší jihozápadní a jižní část území patří do česko-moravské soustavy a podsoustavy Českomoravská vrchovina (Faltysová, Bárta 2002).

Zájmové území, pro které má být navržen vhodný rekultivační postup, se nachází v obci Rosice u Chrástí (schéma č. 5). Obec tvoří místní části Rosice, Synčany, Brčkolý a Bor u Chroustovic. První historická zmínka o Rosicích pochází z období po roce 1131. Rosice jsou situovány v nadmořské výšce 260 m a rozlohu katastrálního území mají 1608 ha. Obec se nachází v oblasti, kde převládá zemědělská činnost. Z územního plánu obce je patrné, že se území bývalé těžby nachází na místě, kde se v minulosti objevily archeologické nálezy. Lokalita zasahuje ve své západní části (parc.č. 420/1) do prostoru nemovité kulturní památky archeologického naleziště „Cihelna Rosice“, a proto by v tomto prostoru měly být terénní zásahy co nejvíce eliminovány.

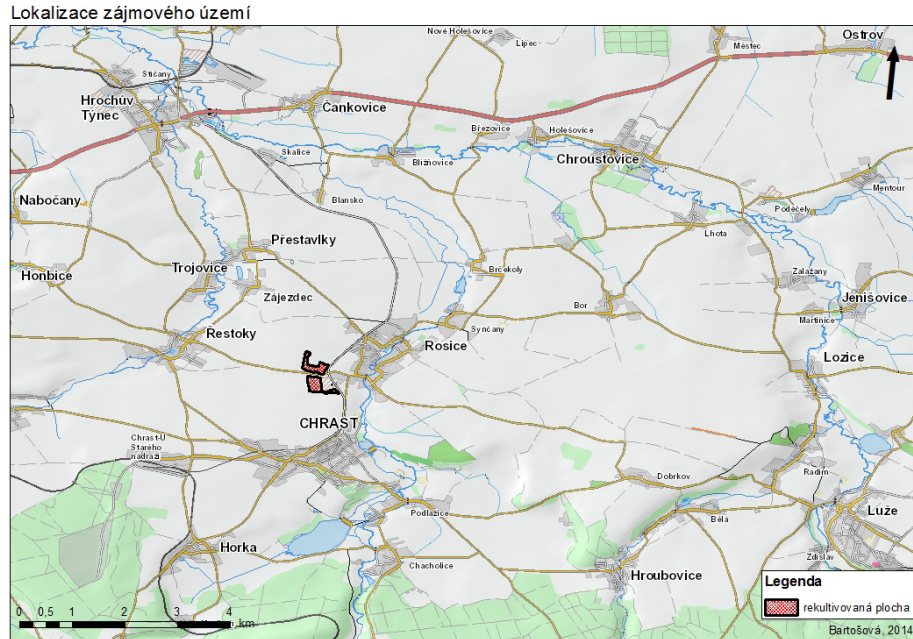


Schéma 5: Lokalizace zájmového území (upraveno dle Geoportal, 2014)

3.1.4 Historie ložiska

V rámci ložiska cihlářských hlín Rosice u Chrasti byla po desetiletí prováděna těžba cihlářské suroviny. Poslední povolení k provádění těžby bylo vydáno Obvodním báňským úřadem v Trutnově pro těžební organizaci Later Chrudim a.s., která zfúzovala do firmy Wienerberger cihlářský průmysl a.s. Vydané povolení k těžbě bylo od dne 7.10.1997 s dobou platnosti do 31.12.2010. Těžební organizace Later Chrudim těžbu sice započala, ale poté přerušila a k těžbě se už nikdy nevrátila. Bez provedené úplné a konečné rekultivace, sanace a likvidace, případného zrušení dobývacího prostoru. V roce 2003 převzala práva a povinnosti k dobývacímu prostoru Rosice u Chrasti těžební organizace NIKA Chrudim s.r.o., která ale také nezapočala s dobýváním ložiska, naopak jejím cílem je úplné ukončení veškeré činnosti na ložisku právě formou Plánu likvidace a po jeho naplnění pak provedení zrušení dobývacího prostoru Rosice u Chrasti (Moravčík 2011).

3.1.5 Odůvodnění plánu rekultivace

S ohledem na to, že byla naplněna litera zákona a činnost v rámci dobývacího prostoru Rosice u Chrasti podle povolené hornické činnosti z roku 1997, byla úplně a natrvalo ukončena těžební činnost. Protože v následujících letech nezapočala celková sanace a rekultivace pozemků dotčených těžbou, vydal Obvodní báňský úřad v Trutnově nařízení, kterým nařizuje neprodleně zajistit splnění povinnosti vyplývající z ustanovení §10 odst. 5 zákona č. 61/1988 Sb., a v lomu (hliništi) Rosice provést jeho likvidaci nebo předložit projekt jiného využití lomu (Moravčík 2011).

Výše zmíněné Nařízení vyplynulo z faktu, že se od doby převzetí dobývacího prostoru Rosice u Chrasti těžební organizací NIKA Chrudim s.r.o. nepodařilo konstruktivně vyřešit právě likvidaci a sanaci pozemků dotčených těžbou ani zajistit jiné využití lomu. V současné době tedy těžební organizace musí provést projektovou přípravu k vypracování a schválení plánu likvidace, po jehož naplnění bude přistoupeno k provedení zrušení dobývacího prostoru. Jedná se o následující činnosti, které se v rámci schvalovaného plánu budou uskutečňovat:

- Bylo provedeno podrobné geometrické zaměření plochy dobývacího prostoru Rosice u Chrasti. Toto měření bude podkladem pro Plán rekultivace a Plán likvidace, zjištění vlastnictví pozemků a zjištění skutečného stavu

- Bude zahájena projektová činnost.

- Dojde k vypracování projektové dokumentace umožňující odpis zásob výhradního ložiska cihlářských hlín, aby nebyla nutná ochrana těchto surovin a surovina byla vyjmuta z registru nerostného bohatství a tím nebyla nutná ochrana stanovením Dobývacího prostoru, popřípadě stanovením Chráněného ložiskového území.

- Pakliže dojde ke schválení, bude v rámci naplňování těchto plánů provedena kvalitní rekultivační činnost.

- Po provedení rekultivačních prací dojde k protokolárnímu předání pozemků zpět vlastníkům pozemků a vyřízení ukončení platby odvodů z dočasného odnětí ze Zemědělského půdního fondu.

- V případě zdárného ukončení všech prací a naplnění Plánu likvidace, jehož součástí bude Plán rekultivace, bude překročeno k dalšímu záměru a tím je zrušení dobývacího prostoru Rosice u Chrastí.

Veškeré zásoby naplánované na ploše dobývacího prostoru Rosice u Chrastí jsou převedeny do nebilančních zásob, jedná se o 686 000 m³ nebilančních zásob (Moravčík 2011).

Na vybrané ploše dobývacího prostoru byly v letech 1998 - 2002 provedeny a částečně dokončeny rekultivační práce, zbylá část plochy je předmětem plánované rekultivace. Plán likvidace představuje zákonné naplnění vydaného rozhodnutí Obvodním báňským úřadem Trutnov, jedná se o projektovou činnost, vlastní sanační, rekultivační a likvidační práce na zbylých plochách dotčených těžební činností. V současné době jsou částečně vyřešeny majetkoprávní vztahy na pozemcích dotčených těžební činností a to formou nájemních smluv. Velká část pozemků je ve vlastnictví těžební organizace NIKA Chrudim s.r.o. (Moravčík 2011).

3.2 Popis navrhovaných variant

Předkládané varianty práce jsou zaměřeny na obnovení především funkčních a také estetických vlastností krajiny. Umožní obnovit ekologickou stabilitu daného území a navrátí narušenou krajinu dalšímu využití. Cílem je vytvoření prosperující krajiny, která bude vhodným životním prostředím nejen pro člověka. Výstupy budou předloženy organizaci, která má povinnost provést rekultivační činnost, ta z nich poté může vyházet, nebo se alespoň inspirovat.

Mapové podklady

Vzhledem k jednoduchosti situace je předložena pouze jedna mapa, a to situační snímek ortofotomapy (upraveno dle Pardubický kraj 2014, Cenia 2014) (schéma č. 6). Situační snímek ortofotomapy se zákresem pozemků k rekultivaci se nachází v přílohách (příloha č. 1).

Vymezení rekultivované plochy



Schéma 6: Vymezení rekultivované plochy.

Finanční rezerva na rekultivace

Vzhledem k tomu, že se jedná o výhradní ložisko a dobývací prostor, je organizace vlastníci dobývací prostor povinna plnit stanovy horního zákona a tvořit zákonnou rezervu na sanace a rekultivace pozemků dotčených těžbou. K tomuto účelu má zřízený vázaný účet v současnosti ve výši 2,65 milionu Kč. Organizace NIKA s.r.o. by měla provést rekultivaci a bude čerpat finanční prostředky právě z toho vázaného účtu, a to na základě vydaného rozhodnutí k povolení čerpání zákonné rezervy příslušným úřadem, tj. Obvodním báňským úřadem Trutnov na základě souhlasu příslušné obce a Ministerstva životního prostředí. Po ukončení všech prací a vyúčtování rekultivace dojde k rozpuštění zákonné rezervy zdaněním zbylých prostředků (Moravčík 2011).

3.2.1 Varianta Va: využití řízené sukcese - louka (trvalý travní porost)

Jelikož se jedná o území, které nemá velké rozměry (5,8 ha), měly by být zachovány vybrané úseky kolmých těžebních stěn. K vytvoření ozeleněného území (louky) za pomoci řízení sukcese se využívá zemědělského způsobu přímé rekultivace. Navrhovaná varianta nebere v úvahu technickou fázi rekultivace, půjde pouze o přímou biologickou rekultivaci zemin uložených přímo na povrchu.

Na lokalitě byla ukončena těžba před několika lety, díky tomu došlo k ozelenění povrchu bylinami a náletem dřevin (viz. přílohy č. 13 a č. 14 fotodokumentace zájmového území). Dosud neproběhla ještě klasická forma rekultivace, proto je navrženo využít pro obnovu území řízenou ekologickou sukcesí. V opačném případě dojde k likvidaci již vzniklého cenného území.

Biologická etapa rekultivace

Je nutné provést inventarizaci porostu zahrnující i případný prořez náletových dřevin. Je důležité zabránit nežádoucímu šíření invazních a expanzivních rostlin. Pro tento způsob obnovy je nutné stanovit speciální postup obnovy, který zahrnuje dosev jetelotravní směsky a síše dřevin. Takto provedená rekultivace si klade za cíl obnovit území jinou než klasickou formou rekultivace. Motivací je vysoká ekologická hodnota takto vzniklé plochy a nízké finanční náklady (Vráblíková et. al. 2001,2003). Tento způsob rekultivace je ovšem velmi časově náročný. Významný vliv má zavedená technologie potlačování konkurenční schopnosti buřeně. Proto navrhuji nově vzniklou louku dvakrát ročně vhodným způsobem kosit. V příloze č. 2 je uveden položkový rozpočet na provedení rekultivace. Ceny jsou uvedeny bez DPH a jsou sestaveny dle ceníku Ministerstva životního prostředí (Zdroj: opzp.cz)

Plánovaný rozpočet na provedení rekultivace:

Biologická rekultivace náklady ve výši: 441 200 Kč

Celkem za následnou péči (kosení): 139 200 Kč

Péče o plochu (2krát ročně kosení)

Časový postup biologické rekultivace

Časový průběh rekultivačních prací je závislý na vydaném povolení k činnosti, tj. schváleném Plánu rekultivace a povolení činnosti dle Plánu Likvidace.

Nejprve dojde k odstranění nežádoucích dřevin a bylin. Následující práce bude spočívat v založení větrolamu u kolmých těžebních stěn z důvodu snížení větrné a vodní eroze. Na vhodně zvolených místech budou vysázeny dřeviny (celkem 30 stromů s balem) odpovídající místním vegetačním podmínkám, kolem každého z nich bude dřevěný oplůtek sloužící k ochraně před poškozením. Tyto dřeviny budou v budoucím vývoji sloužit jako semenné stromy. V konečné fázi bude plocha doseta jetelotravní směskou. Poměr bylin se bude nadále spontánně vyvíjet podle stanovištních podmínek. Cílem je vytvoření trvalého travního porostu formou extenzivně využívané louky s dřevinami rostoucími mimo les. Takto vytvořená plocha bude mít velmi vysokou ekologickou, krajinářskou i estetickou hodnotu.

3.2.2 Varianta Vb: zemědělská rekultivace - orná půda

Technická etapa rekultivace

Technická rekultivace nepřímé zemědělské rekultivace spočívá v postupném navezení a rozprostření vrstvy podorničního materiálu v mocnosti 0,3 – 0,4 m (převážně sprašovými hlínami, sprašemi) z místního zdroje provedených skrývek, které jsou uloženy v deponiích v místě bývalé těžby. V rámci těchto technických rekultivací bude také provedeno navázání vytěženého prostoru na okolní terén.

To znamená, že se provede svahování, které bude v poměru 1:4 – 1:5, a to z důvodu dostatečné přístupnosti zemědělské techniky a z důvodu nezmenšování možných ploch k zemědělskému využití. Poté je plocha na jeden měsíc ponechána v klidu k možnosti působení klimatických podmínek a k možnému zjištění případných propadů či jiných elevací (Moravčík 2011).

Následně dojde k navezení a rozprostření umělého humusového horizontu – ornici v mocnosti cca. 0,4-0,6 m opět z místního zdroje po provedených skrývkách. Následuje biologická rekultivace. Při nepřímé zemědělské rekultivaci jde o rychlé dosažení homogenity, tzn. spojení ornice s původní zeminou a obnovení biologické aktivity navezené ornice, která byla dlouhodobě deponována (Moravčík 2011).

Tabulka 1: Technické podmínky rekultivace.

Plocha záměru	Mocnost podorniční vrstvy	Objem podorniční vrstvy	Mocnost kulturní vrstvy	Objem kulturní vrstvy
5,8 ha	0,3 - 0,4 m	17 385 m ³	0,4 - 0,6 m	34 826 m ³

Zdroj: Vlastní práce.

Těžební organizace vlastní potřebnou techniku a všechny zemní stroje potřebné pro provedení technické i biologické rekultivace.

Biologická etapa rekultivace:

Podle požadavků a návrhu obhospodařovatele Zemědělského družstva Rosice je biologická rekultivace navržena následovně (Moravčík 2011):

- příprava pozemku obohacením půdy organickou hmotou ve formě kompostu v dávce 400 q/ha,
- podmítka do vrstvy 20 cm v nezhutnělém stavu,
- dále následuje urovnání, orba, příprava na výsadbu, koulení, poté samotný osev a další hnojení jak statkovými hnojivy, tak i průmyslovými.

Osevní postup: První rok – zasetí hořčice, poté zaorání. Druhý rok – obilovina, dále vyhnojení půdy průmyslovým hnojivem (kombinované hnojivo NPK) v množství cca 3 q/ha, poté dojde k zaorání a zapravení diskelerem. Poté dojde k osetí ozimé pšenice. Třetí rok – luštěnina (hrách). Tím je ukončen tříletý cyklus biologické rekultivace a plocha je připravena k pěstování náročnějších plodin dle hospodářského plánu obhospodařovatele (Moravčík 2011).

Vzhledem k tomu, že biologická rekultivace bude plně v režii obhospodařovatele, budou i v jeho režii systémy hnojení, druhy a množství hnojiv a také množství jednotlivých osiv. Náklady na jednotlivá opatření týkající se technické i biologické rekultivace jsou umístěny v příloze č. 3.

Plánovaný rozpočet na provedení rekultivace:

Technická rekultivace náklady ve výši: 435 000 Kč

Biologická rekultivace náklady ve výši: 145 000 Kč

Následná péče o plochu: 145 000 Kč

Celkové náklady na provedení rekultivace: 580 000 Kč.

Časový postup technické a biologické rekultivace

Časový průběh rekultivačních prací je závislý na vydaném povolení k činnosti, tj. schváleném Plánu rekultivace a povolení činnosti dle Plánu likvidace. V případě vydání povolení je technická rekultivace plánována na cca tři měsíce. Poté tříletá biologická rekultivace. Poté budou pozemky předány vlastníkovi pozemků a bude požadováno navrácení zpět do Zemědělského půdního fondu po prvním roce biologické rekultivace (Moravčík 2011).

3.2.3 Varianta Vc: lesnická rekultivace - lesní porost

V rámci lesnické rekultivace půjde o proces zalesňování. Vznikající lesní porosty na upravených plochách jsou zařazeny podle lesního zákona do kategorie ochranných lesů, nebo do lesů zvláštního určení. Nově vzniklé lesní porosty budou významně upravovat klimatické a vodohospodářské poměry v krajině. Velkou měrou budou usměrňovat půdotvorný proces a omezovat účinky vodní eroze. Jelikož se jedná o vytvoření lesního porostu v těsné blízkosti obce, bude plnit i funkce estetické a sociální.

Technická etapa rekultivace

Technologický postup vytváření antropozemě bude spočívat v návozu cca 0,3-0,4 m převážně sprašových hlín, jejich dalším převrstvení kulturní vrstvou o celkové mocnosti cca 0,3 m a jejich zaoráním do hloubky cca 0,4 m (Kovář 2006).

Biologická etapa rekultivace

Tato etapa zahrnuje dvě po sobě následující fáze, první trvající jeden až tři roky spočívající v mechanické přípravě půdy a výsadbě dřevin. Druhá fáze většinou zahrnuje šesti až osmiletou pěstební péči, hnojení, okopávání, ožínání porostu, prořezávky a ochranu proti zvěři.

Vyhláškou č. 139/2004 Sb., se stanoví podrobnosti o přenosu sazenic lesních dřevin a podrobnosti o zalesňování pozemků. V příloze č. 6 této vyhlášky jsou uvedeny informace udávající minimální počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na jeden hektar pozemku (prostokořenný sadební materiál v tis. ks).

Podle rámcového vymezení cílových hospodářských souborů byla určena druhová skladba zakládaného porostu. Číselné označení hospodářského souboru je 25 - Hospodářství živných stanovišť nižších poloh. Základní dřevinou rostoucí v tomto souboru je dub letní (*Quercus robur*). Melioračními a zpevňujícími dřevinami jsou buk lesní (*Fagus sylvatica*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), habr obecný (*Carpinus betulus*), javor mléč (*Acer platanoides*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), jilm habrolistý (*Ulmus minor*), jedle bělokorá (*Abies alba*), jedle obrovská (*Abies grandis*), třešeň ptačí (*Cerasus avium*), jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), javor babyka (*Acer campestre*).

Z melioračních a zpevňujících dřevin jsou pro navrhovanou variantu vybrány buk lesní, jasan ztepilý, habr obecný, jeřáb břek a jedle bělokorá. Ze 75ti % bude tedy dle zmiňované vyhlášky na rekultivované ploše vysázen dub letní, zbylých 25 % budou tvořit zmiňované meliorační dřeviny. Dnešní zastoupení dubů na území České republiky je 6 %, mělo by se zvýšit na 9 %, ačkoliv jeho původní podíl v našich lesích byl cca 17 %.

Počet sazenic na 1 ha se odvodí pronásobením minimálních hektarových počtů, které udává vyhláška č. 83/1996 o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů procentem projektovaného zastoupení dřeviny. To znamená, že dub bude zastoupen v celkovém počtu 7 500 ks/ha, což je 75% zastoupení, ostatních pět druhů dřevin je v celkovém součtu zastoupeno 25 %, přičemž na každý druh připadá právě 5 %. Buk lesní bude zastoupen v celkovém počtu 250 ks/ha, jasan ztepilý bude zastoupen v počtu 200ks/ha, habr obecný v počtu 200ks/ha a jedle bělokorá v počtu 150 ks/ha. Tyto údaje byly zaneseny do grafu (viz. příloha číslo 4).

V přílohách je dále uvedena tabulka cenového ohodnocení sazenic dřevin v závislosti na výšce (příloha č. 5) a tabulka, kde je vyčíslena cena za přípravu půdy a sadbu dřevin (příloha č. 6 a příloha č. 7).

Plánovaný rozpočet na provedení rekultivace:

Technická rekultivace náklady ve výši: 435 000 Kč

Biologická rekultivace ve výši: 1 614 825 Kč

Následná péče o plochu: 98 000 Kč

(ožínání porostu - 2000 Kč/tis. ks, alespoň jedenkrát ročně)

Celkové náklady na provedení rekultivace: 2 050 000 Kč.

Časový postup biologické rekultivace

Časový průběh rekultivačních prací je závislý na vydaném povolení k činnosti. Průběh technických opatření je plánovaný na 3 měsíce a spočívá ve srovnání povrchu a samotné přípravě půdy, tj. příprava půdy jamkovačem ve sponu 3,5*3,5 m, což je 800 jamek/ha. Celkové množství vysázených dřevin činí 49 tisíc kusů na ploše 5,8 hektarů. Následná biologická etapa zahrnuje pěstební péči na 6 až 8 let. Další opatření budou prováděna v režii obhospodařovatele, a to v souladu s vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů (Zdroj: aagri.cz).

3.3 Kriteria pro hodnocení rekultivací

Na zájmové lokalitě jsou navrženy celkem tři rekultivační varianty, které budou posuzovány podle vybraných kritérií v souladu s principy multikriteriální analýzy. Při výběru kritérií bylo postupováno dle odborné literatury (Kovář et. al. 2011, Kovář, Štibinger, Kasl 2011; Říha 1987). Kritéria neboli parametry budou sloužit jako vstupní údaje při rozhodovacím procesu pro všechny uvažované varianty.

Kritéria hodnocení / parametry rekultivace:

Klimatická a hydrologická

- kategorie hodnot odtokových křivek CN
- hodnocení povrchového odtoku

Krajinářská a ekologická

- hodnocení stupně ekologické stability
- klasifikace zásahů do krajiny ovlivňující biodiverzitu
- funkce ekosystémů

Ekonomická a sociální

- jednorázové (investiční) náklady
- náklady za následnou péči o plochu
- nově vzniklá pracovní místa
- časová náročnost provedení
- atraktivita / estetická úroveň lokality

3.3.1 Kritéria klimatická a hydrologická

3.3.1.1 Hodnocení přímého odtoku (CN křivky)

Metoda CN křivek je nepřímou metodou pro stanovení přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm o zvolené pravděpodobnosti výskytu v zemědělsky využívaných povodích. Jedná se tedy o jednoduchý srážkoodtokový model (Janeček et al. 2007).

CN je vlastně koeficient odtoku. Čím vyšší hodnota CN, tím nebezpečnější reakce přímého odtoku na srážku. Odtok vody je obecně ovlivněn množstvím srážek, infiltrací vody do půdy, vlhkostí půdy, druhem vegetačního pokryvu, nepropustnými plochami a retencí povrchu (Janeček et. al. 2007).

Tabulka 2: Kategorie hodnot odtokových křivek CN.

Hodnoty CN	Verbální klasifikace	Číselná klasifikace
< 65	dobrá retence	3
66 - 75	průměrná retence	1
76 - 85	malá retence	0,5
> 85	velmi malá retence	0

Zdroj: Janeček et al. 2007.

Hodnota CN křivky (odtokové křivky) byla určena ve vztahu k hydrologické skupině půd a krajinnému pokryvu na základě tabulky uvedené v metodice Janečka (2007). Lokalita byla zařazena do hydrologické půdní skupiny B na základě 2. a 3. čísla BPEJ (3.02.00) (cuzk.cz).

Tabulka kategorie hodnot odtokových křivek znázorňuje předepsané rozdělení, které následně slouží k bodovému hodnocení daného kritéria, a díky jemuž byly získány hodnoty pro předkládané rekultivační varianty (Janeček et. al. 2007).

Tabulka 3: Určení CN křivek pro varianty rekultivace.

	Va	Vb	Vc	
číslo CN-křivky	71	76	60	Čím vyšší hodnota CN, tím nebezpečnější reakce přímého odtoku na srážku.
kriterium obodované	1	0,5	3	Čím vyšší je číslo CN, tím nižší je hodnota potenciální retence a tím je vyšší

3.3.1.2 Hodnocení povrchového (přímého) odtoku

Další kritérium, které bylo zvoleno pro tuto práci, je hodnocení přímého odtoku. Výpočet přímého odtoku závisí na koeficientu odtoku (CN), jehož určení je popsáno v předchozí kapitole. Dále byl pro výpočet stanoven návrhový dešť 166 l/s/ha, jeho intenzita byla upravena dle „Studie kanalizace Hrochův Týnec“ z roku 1947. To znamená, že za jednu minutu spadne 1,8 mm srážek, jelikož se předpokládá doba trvání návrhového deště 15 min, bylo počítáno s hodnotou 27 mm. Pracovalo se jenom s jedním údajem, pro zjednodušení se neuvažovalo s různými dobami opakování srážkových úhrnů.

Rovnice 1: Odhad potencionální retence.

$$R = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

O ... přímý odtok

S ... srážky

R ... odhad potencionální retence

Rovnice 2: Výpočet přímého odtoku.

$$O = \frac{(S - 0,2 \cdot R)^2}{S + 0,8 \cdot R}$$

Tabulka 4: Hodnocení povrchového (přímého) odtoku.

	Va - řízená sukcese	Vb - zemědělská rekultivace	Vc - lesnická rekultivace
R [mm] retence	103,75	80,21	169,33
O [mm] přímý odtok	0,36	1,32	0,29

Zdroj: Vlastní práce.

3.3.2 Kritéria krajinářská a ekologická

3.3.2.1 Hodnocení stupně ekologické stability

Mají-li ekosystémy trvale plnit své produkční a mimoprodukční funkce pro společnost, potřebujeme poznat hranice, jak moc je můžeme zatěžovat, aniž bychom je podstatně narušili. Jinak řečeno poznat hranice jejich odolnosti to znamená stanovit stupeň ekologické stability (Míchal 1994). Hlavním projevem ekologické stability je ekologická (dynamická) rovnováha.

Následující tabulka znázorňuje, kolik bodů je přiděleno jednotlivým variantám dle tohoto kritéria.

Tabulka 5: Hodnocení stupně ekologické stability - typy předpokládané vegetace a stupeň jejich ekologické stability (Sklenička 2003).

	Typ formace vegetace	Klasifikace	Klasifikace* - body	Zpřesňující charakteristika
Va	TTP	polokulturní	3	louky s významný podíl dřevin roustoucích mimo les
Vb	pole	orná půda	1	intenzivně využívané a každoročně orané zemědělské pozemky
Vc	lesy	polokulturní	4	přírodě blízká dřevinná skladba

*(Vysvětlivky - význam pro ekologickou stabilitu: 0 - bez významu, 1 - velmi malý, 2 - malý, 3 - střední, 4 - velký, 5 - výjimečně velký).

3.3.2.2 Ztráta biodiverzity

Biologická diverzita nebo-li biologická rozmanitost popisuje rozmanitost a různorodost organismů včetně jejich prostředí (Plesník, J., 1998)

Biologická diverzita je nezbytná z hlediska zachování druhů a přirozených společenstev, ale také pro člověka. Odhaduje se, že v současné době vymře kolem 30ti tisíc druhů za rok. Pokud by tento trend pokračoval, v průběhu následujících několika desetiletí by mohla vyhynout až čtvrtina dnešního množství druhů. Redukce biodiverzity je pro svou rozsáhlost a nevratnost nejvážnějším globálním ekologickým problémem (Sklenička 2003).

Tabulka 6 ukazuje, kolik bodů bylo přiděleno jednotlivým variantám při zohlednění kritéria ztráty biodiverzity.

Tabulka 6: Klasifikace zásahů do krajiny ovlivňující biodiverzitu.

Rekultivační varianta	Zásah do krajiny	Klasifikace - body
Va - řízená sukcese	zvyšující biodiverzitu	3
Vb - zemědělská rekultivace	snižující biodiverzitu	0
Vc - lesnická rekultivace	zvyšující biodiverzitu	3

Zdroj: Sklenička 2003.

3.3.2.3 Funkce ekosystémů

Podle odezvy systému (sledované charakteristiky systému) rozlišujeme čtyři základní typy ekologické stability: konstantnost, cykličnost, rezistenci a resilienci. Pro hodnocení resilience je podstatným kritériem rychlost, s jakou se i značně vychýlený ekosystém vrátí do původního stavu či na původní vývojovou trajektorii. Naopak pro rezistenci je nejvýznamnějším kritériem velikost urovnané odchylky relevantní ekologické charakteristiky (Sklenička 2003). Síly nízkých úrovní vyvolávají oscilaci krajiny, kdy změny prostředí způsobují změnu vlastností krajiny, ale jenom jako kolísání, přičemž krajina zůstává v rovnováze. Úroveň síly, která způsobí, že se stálý charakter variací významně odkloní od normálu, označujeme jako disturbanci. Drastické až katastrofální disturbance pak způsobují změnu typů krajiny (Forman, R.T.T. a Godron, M., 1993).

Na základě kritéria funkce ekosystémů byly jednotlivé varianty bodově ohodnoceny (tabulka 7).

Tabulka 7: Klasifikace ekosystémů podle jejich stability

Rekultivační varianta	Plochy ekosystému	Klasifikace - body
Va - řízená sukcese	středně stabilní	2
Vb - zemědělská rekultivace	málo stabilní	0
Vc - lesnická rekultivace	velmi stabilní	3

Zdroj: Sklenička 2003.

3.3.3 Kritéria ekonomická a sociální

3.3.3.1 Jednorázové (investiční) náklady

Jednorázové náklady pro realizaci uvažovaných variant i náklady za následnou péči (tabulka 8) byly stanoveny podle ceníku pro hodnocení projektů v Operačním programu životního prostředí (Zdroj: opzp.cz) a podle dokumentu poskytnutého od Ing. Moravčíka, který vypracoval návrh Plánu rekultivace pro řešené území, který zatím nebyl schválen. Nelze říci, že návrhy, které mají vysoké realizační náklady, nebo vysoké náklady za následnou péči, jsou špatně navrženy, spíše obsahují více realizačních prvků. Přesto je možné i tyto způsoby rekultivace realizovat, pokud představují zvýšený zájem o ochranu přírody. Náklady jsou vyjádřeny cenami, které zahrnují všechny běžné činnosti a materiály, které jsou v rámci daného způsobu rekultivace obvykle realizovány. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tabulka 8: Kritérium ekonomického hodnocení rekultivačních variant.

Rekultivační varianta	Předpokládané náklady na provedení	Náklady na pořízení
Va - řízená sukcese	441 200 Kč	nízké
Vb - zemědělská rekultivace	580 000 Kč	střední
Vc - lesnická rekultivace	2 050 000 Kč	vysoké

3.3.3.2 Následná péče o plochu / způsob obhospodařování

Náklady za následnou péči se odvíjí od způsobu hospodaření na dané ploše a jsou uvažovány na časové období jeden rok po provedení rekultivace. U řízené sukcese se počítá s posečením plochy minimálně dvakrát do roka. U zemědělské rekultivace jsou to náklady na zoraní, přípravu půdy, osivo a hnojící přípravky. U lesnické rekultivace zahrnují náklady za péči prořezání o ožínání porostu minimálně jednou do roka.

Tabulka 9: Náklady za následnou péči o plochu.

Rekultivační varianta	Následná péče
Va - řízená sukcese	139 200 Kč
Vb - zemědělská rekultivace	145 000 Kč
Vc - lesnická rekultivace	98 000 Kč

3.3.3.3 Pracovní místa (zaměstnanost)

Pokud daná rekultivační varianta přináší nová pracovní místa, byla ohodnocena dvěma body, pokud žádná nepřináší, hodnocení bylo 0 bodů (tabulka 10).

Tabulka 10: Pracovní místa.

Rekultivační varianta	Pracovní místa
Va - řízená sukcese	0
Vb - zemědělská rekultivace	2
Vc - lesnická rekultivace	2

Zdroj: Vlastní práce

3.3.3.4 Časová náročnost provedení

Nejméně časově náročnou variantou je varianta zemědělské rekultivace, v porovnání s variantami lesnické rekultivace a řízené sukcese, které jsou z hlediska ekosystémového zapojení časově velmi náročné. Stejně to hodnotí i tabulka 11.

Tabulka 11: Kritérium časové náročnosti.

Rekultivační varianta	Časová náročnost	klasifikace body
Va - řízená sukcese	Střední	2
Vb - zemědělská rekultivace	Nízká	0
Vc - lesnická rekultivace	Vysoká	4

Zdroj: Vlastní práce.

3.3.3.5 Estetická úroveň návrhu, atraktivita lokality

Estetickou stránku navrhovaných variant lze hodnotit jen opatrně, jelikož se jedná o pojem subjektivního charakteru. Lze ovšem předpokládat, že estetická úroveň zemědělského pole bude nejnižší, tudíž nulová. Hodnotnějším místem bude trvalý travní porost s roztroušenými dřevinami, vytvořený řízenou sukcesí. Nejvíce bodů je přiřazeno lesnímu porostu, na převážné množství lidí působí harmonickým dojmem, lze jej využít ke zdravotním procházkám a sběru lesních plodů.

Tabulka 12: Hodnocení návrhu dle estetické úrovně.

Rekultivační varianta	Atraktivita	klasifikace body
Va - řízená sukcese	Střední	2
Vb - zemědělská rekultivace	Nízká	0
Vc - lesnická rekultivace	Vysoká	4

Zdroj: Vlastní práce.

4 Stanovení optimální varianty - využití multikriteriální analýzy

V této části práce budou navrhované varianty rekultivace hodnoceny na základě souboru vybraných kritérií v souladu s principy multikriteriální analýzy. Tato analýza představuje otevřený dynamický rozhodovací systém, který může být v průběhu různě upravován.

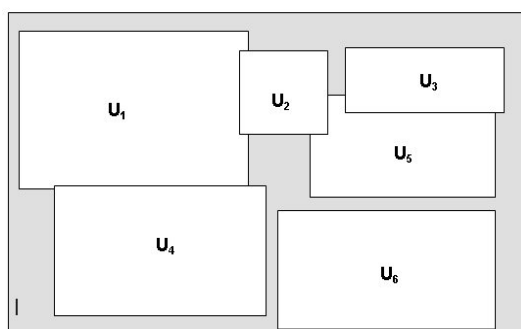
Tabulka 13: Zadaný soubor hodnocených variant.

V_i	Označení variant - způsobů rekultivace
V_a	využití řízené sukcese
V_b	zemědělská rekultivace
V_c	lesnická rekultivace

Zdroj: Vlastní práce

Po metodické stránce může být práce řešena do určité míry libovolně při různém uplatnění subjektivního faktoru. Pro dosažení maximální míry objektivizace podkladů pro rozhodovací proces by měl být vliv jednotlivce v co největší možné míře eliminován (Kovář, Štibinger, Kasl 2011). To lze splnit uplatněním axiomatické teorie kardinálního užítku s využitím vhodné formalizované metodiky umožňující stanovení číselné hodnoty *souhrnné funkce užítku U*. Souhrnná funkce užítku je určována jako mnoharozměrný vektor v závislosti na počtu použitých kritérií (parametrů) a k tomu odpovídajícímu počtu dílčích transformačních funkcí užítku, což znázorňuje schéma č. 5.

Schéma 7: Kvantifikace souhrnné funkce užítku U pomocí dílčích funkcí.



Zdroj: Kovář, Štibinger, Kasl 2011.

Pro posuzování byl navržen katalog kritérií, pro přehlednost uveden v tabulce č. 14. Různorodost těchto vlastností běžně nejde převést na společné hodnotové měřítko, umožňuje nám to formalizovaný pracovní postup, který využívá vhodně zvolené transformační funkce. Tato metoda vybírá optimální variantu, která nejlépe splňuje vybraná kritéria charakterizující očekávání rekultivačního zásahu (Kovář et. al. 2011).

Tabulka 14: Katalog vybraných kritérií.

Pi	kritéria / parametry		
A - Klimatická a hydrologická			Jednotky
P1	Hodnocení přímého odtoku CN křivky	Kategorie hodnot odtokových křivek	[-]
P2	Odhad potencionální retence	Hodnocení povrchového odtoku	[mm]
B - Krajinářská a ekologická			
P3	Hodnocení stupně ekologické stability	Stupeň ekologické stability (předpokládané vegetace)	[RJ]
P4	Ztráta biodiverzity	Klasifikace zásahů do krajiny ovlivňující biodiverzitu	[RJ]
P5	Funkce ekosystémů	Klasifikace ekosystémů podle jejich stability	[RJ]
C - Ekonomická a sociální			
P6	Jednorázové (investiční) náklady	Ekonomické hodnocení rekultivačních variant	[Kč]
P7	Náklady za následnou péči o plochu	Náklady na obhospodařování	[Kč]/rok
P8	Pracovní příležitosti	Pracovní místa	[RJ]
P9	Časová náročnost provedení	Časová náročnost	[RJ]
P10	Estetická úroveň návrhu	Atraktivita lokality	[RJ]

Zdroj: Vlastní práce

4.1 Určování ukazatelů rekultivace

V následující tabulce jsou uvedeny parametry P2, P6 a P7 v objektivních jednotkách, zbylé parametry jsou uvedeny ve verbálně numerické stupnici. Vznikla tak maticová tabulka (tabulka č. 15) numerických hodnot vstupních údajů pro rekultivační varianty.

Tabulka 15: Přehled vstupních údajů (parametrů P) pro navrhované varianty.

Pi*	Va	Vb	Vc	Jednotky
P1 ↗	1	0,5	3	[-]
P2 ↘	0,36	1,32	0,29	[mm]
P3 ↗	3	1	4	[RJ]
P4 ↗	3	0	3	[RJ]
P5 ↗	2	0	3	[RJ]
P6 ↘	441 200	580 000	2 050 000	[Kč]
P7 ↘	139 200	145 000	98 000	[Kč]/rok
P8 ↗	0	2	2	[RJ]
P9 ↘	2	0	4	[RJ]
P10 ↗	2	0	4	[RJ]

Zdroj: Vlastní práce

* (Symbol ↗ značí přímou závislost transformace míry užitku. Symbol ↘ značí nepřímou závislost transformace míry užitku).

Za pomoci navržených transformačních funkcí se převedou parametry P na tzv. kvalitní multiplikátory neboli ukazatele kvality navrhovaných rekultivačních postupů. Způsob dedukce transformačních funkcí je možný podle různých postupů. Pro tuto práci je využita konstrukce transformačních funkcí a to ze zadaných porovnávaných kritérií (hodnot), tj. z matice vstupních údajů pro celý soubor posuzovaných variant a dané kritérium (Kovář, Štibinger, Kasl 2011).

Praktická aplikace předcházejících poznatků spočívá v substituci veličin $U = fce(P_i)$. Protože míra užitku je relativní, lze ke stanovenému počátku stupnice U_j přiřadit libovolnou hodnotu ukazatele P_j . Dílčí funkce užitku lze normovat pomocí vztahu rovnice č. 3 (Kovář, Štibinger, Kasl 2011).

Rovnice 3: Dílčí funkce užitku.

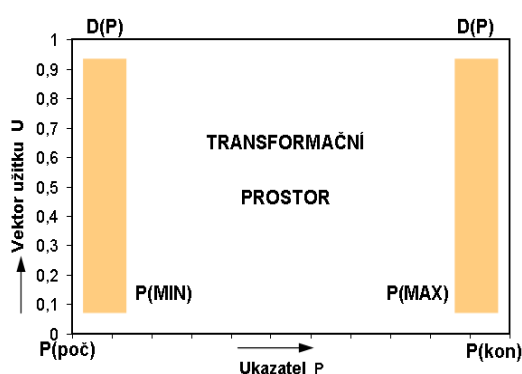
$$U_i = \sum_{j=1}^n U_j w_j^{(N)}$$

Pomocí vytvořených modelovaných transformačních funkcí se převedou parametry P na tzv. kvalitativní multiplikátory takzvané indikátory kvality navrhovaných rekultivačních postupů, které mají charakter bezrozměrného čísla a nabývají hodnot od nuly (0) do jedné (1). Pro U tedy platí $0 \leq U \leq 1$.

Hodnota souhrnné funkce pro určitou variantu je dána hodnotou mnohazměrného vektoru U . Výsledné vyhodnocení navrhovaných variant je určeno sestupným pořadím podle vyčíslených numerických hodnot vektoru U podle zásady „*čím vyšší → tím lepší!*“ (Kovář, Štibinger, Kasl 2011).

Odvození transformační funkce se opírá o zadané vstupní údaje a to pro celý posuzovaný soubor jednotlivých variant. Pro vyřešení musí být pro každý ukazatel realizován jednorozměrný transformační vztah k dosahované užitečnosti, jde o vymezení transformačního prostoru podle schématu č. 6.

Schéma 8: Vymezení počátečního a koncového bodu měřítka transformačního prostoru.



Zdroj: Kovář, Štibinger, Kasl 2011.

Aby mohl být vymezen transformační prostor, je třeba rozhodnout, zda jde o transformaci přímou (zásada: „*čím vyšší → tím lepší!*“) nebo nepřímou (zásada: „*čím vyšší → tím horší!*“) a v jakém intervalu se transformace uskuteční (hodnoty P_p a P_k), využívá se přitom rovnic č. 4 a č. 5. Transformační prostor je vymezen na x -ové ose pomocí mezních hodnot parametrů, tj. $P_p - P_k$ a pomocí okrajové difference $D(P_j)$. Následně dojde k určení hodnot $D(P_j)$, P_{j_p} a P_{j_k} pro všechny parametry. Další krokem je definování vlastního funkčního vztahu transformace. Vychází se ze zadaných vstupních (reálných) hodnot ukazatelů P_j pro všechna V_i , vypočítané průměrné hodnotě $P_{j_{prum}}$ se přisoudí střední hodnota dílčí funkce užítka. Poslední krokem je definování dílčích transformačních funkcí, tento postup spočívá ve vhodné aproximaci transformačního vztahu podle dříve uvedených zásad, nejlépe pro mocninový typ funkce.

Rovnice 4: Transformace pro přímou závislost.

$$U = \left[\frac{P - P_p}{P_k - P_p} \right]^k$$

Rovnice 5: Transformace pro nepřímou závislost.

$$U = 1 - \left[\frac{P - P_p}{P_k - P_p} \right]^k$$

kde:

P_p je P počáteční $P_p = P_{min} - d$

P_k je P koncové $P_k = P_{max} + d$

d (delta) = $(P_{max} - P_{min}) / 10$

k ...exponent

4.2 Stanovení pořadí rekultivačních variant pro nevážený výstup

Hodnoty parametrů (P_p , P_k , P_{pr} , d , k) pro posuzované rekultivační varianty Va, Vb, Vc a pro použitý soubor kritérií (P1-P10) jsou přehledně uvedeny v tabulce č. 16.

Tabulka 16: Hodnoty parametrů transformačních funkcí

Kritéria	parametry transformačních funkcí				
	P_p	P_k	P_{pr}	k	delta
P1 - křivky CN	0,25	3,25	1,5	0,792	0,25
P2 - povrchový odtok	0,187	1,423	0,657	0,716	0,103
P3 - stup. stability	0,7	4,3	2,667	1,146	0,3
P4 - biodiverzita	-3	3,3	2	1,547	0,3
P5 - ekosys. stabilita	-3	3,3	1,667	1,146	0,3
P6 - inves. náklady	280320	2210880	1023733	0,726	160880
P7 - náklady na péči	93300	149700	127400	1,378	4700
P8 - pracovní místa	-0,2	2,2	1,333	1,547	0,2
P9 - časová náročnost	-0,4	4,4	2	1	0,4
P10 - atraktivita lokality	-0,4	4,4	2	1	0,4

Zdroj: Vlastní práce

Výsledkem dalšího kroku je tabulka transformovaných hodnot dílčích funkcí užítku pro soubor variant (Va - řízená sukcese, Vb - zemědělská rekultivace, Vc - lesnická rekultivace).

Tabulka 17: Množina ukazatelů pro navrhované varianty hodnocené souborem rovnocenných kritérií (nevážený výstup).

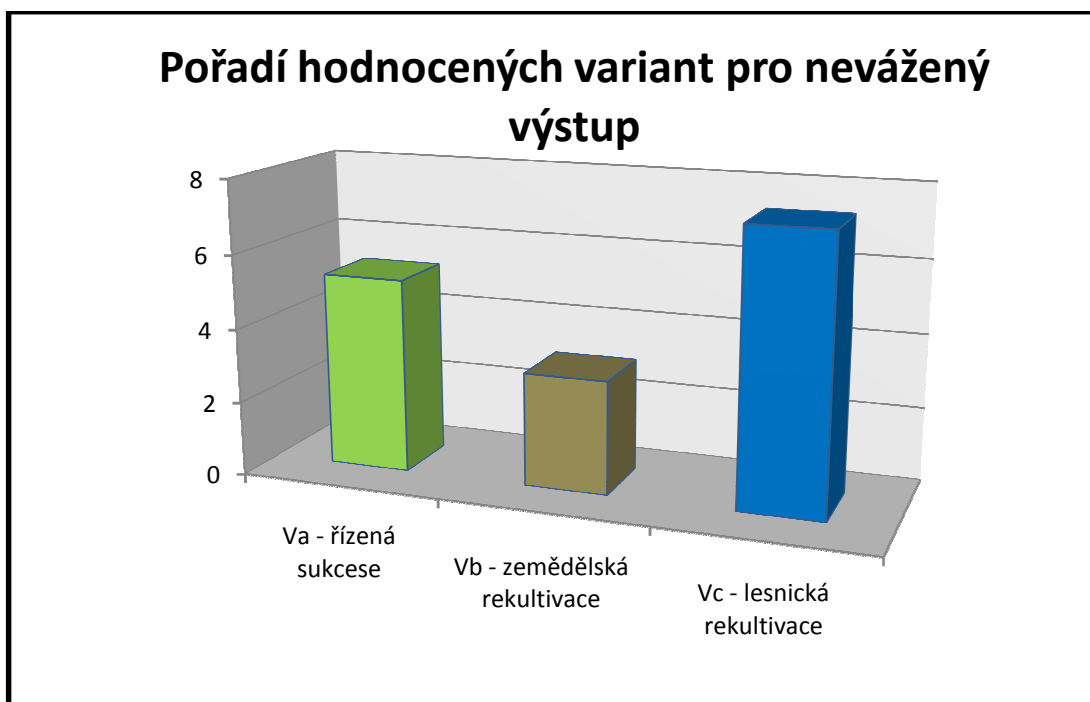
Hodnoty vektorů $U_i = f_i(P_i)$ pro nevážený výstup			
Kritérium	VARIANTA (V_i)		
P_i	Va	Vb	Vc
P1	0,3337	0,1398	0,9334
P2	0,7555	0,0604	0,8314
P3	0,5983	0,0579	0,9051
P4	0,8741	0,0214	0,8741
P5	0,5983	0,0579	0,9051
P6	0,8355	0,7415	0,0612
P7	0,2471	0,1130	0,9674
P8	0,0214	0,8741	0,8741
P9	0,5000	0,9167	0,0833
P10	0,5000	0,0833	0,9167
U	5,2638	3,0660	7,3517
Pořadí	2.	3.	1.

Zdroj: Vlastní práce

Jak je patrné ze schématu č. 7 nejvíce vhodnou rekultivační variantou se jeví varianta Vc - lesnická rekultivace, která předpokládá vytvoření nového lesního porostu. Jako vhodnou variantu lze označit i variantu Va - řízenou sukcesi, která se v hodnocení umístila na druhém místě. Na posledním místě se umístila varianta Vb - zemědělská rekultivace, tudíž ji lze označit jako nejméně vhodnou formu rekultivace.

Při určování pořadí (preferencí) rekultivačních variant byly všechny parametry (kritéria) rovnocenné, měli stejnou váhu (relevanci). Z tohoto hodnocení vyplývá, že jsou upřednostňovány přírodě blízké způsoby obnovy, což znamená tvorbu trvalého travního porostu (louky) a založení lesního porostu, před zemědělskými rekultivacemi, ve kterých jde především o hospodářský zisk na úkor hodnoty přírodního prostředí. Na základě zvoleného souboru rovnocenných kritérií byla určena lesnická rekultivace (hodnota množiny ukazatelů 7,35) jako nejvhodnější, méně vhodnou byla určena řízená sukcese (hodnota množiny ukazatelů 5,26). Nejméně vhodnou variantou se jeví zemědělská rekultivace (hodnota množiny ukazatelů 3,10).

Schéma 9: Pořadí hodnocení variant souborem kritérií se stejným významem.



Zdroj: Vlastní práce

4.3 Stanovení pořadí variant metodou párového hodnocení

Stanovení pořadí navrhovaných variant lze stanovit dalším zcela samostatným pracovním postupem kde je určována váha kritérií (parametrů) jde o tzv. převedení parametrů na kvantitativní multiplikátory hodnotícího procesu. Ve vztahu k posuzované variantě nemají všechny prvky množiny P_i stejný relativní význam. Proto dochází k porovnávání a určení důležitosti - váhy kritéria w . Váha poskytuje informaci o relativní důležitosti jednotlivých ukazatelů kritérií v rámci katalogu parametrů. V literatuře je mnoho doporučovaných formalizovaných metod pro určení váhy kritérií, však u každé se nepříznivě projevuje vliv subjektivního cítění a individuální postoj hodnotícího k řešené problematice (Kovář et al. 2011, Kovář, Štibinger, Kasl 2011, Říha 1987).

Proto byla pro stanovení optimální rekultivační varianty vybrána uznávaná metoda párového hodnocení, publikována D. Fullerem (1967). K této metodě byla navíc ještě využita expertní analýza zahrnující hodnocení oslovených odborníků.

Metoda párového hodnocení bere do úvahy n parametrů, ze kterých lze sestavit kombinaci 2. třídy. Celkový počet dvojic je $n/2 (n - 1)$, pro přehlednost se sestavuje do tabulky tzv. *Fullerova trojúhelníku* viz. schéma č. 8.

Schéma 10: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení podle D. Fullera.

									Počet předností	Normovaná váha w
1	1	1	1	1	1	1	1	1		
2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	2	2	2	2	2	2	2	2		
3	4	5	6	7	8	9	10			
3	3	3	3	3	3	3	3			
4	5	6	7	8	9	10				
4	4	4	4	4	4	4				
5	6	7	8	9	10					
5	5	5	5	5	5					
6	7	8	9	10						
6	6	6	6							
7	8	9	10							
7	7	7								
8	9	10								
8	8									
9	10									
9										
10										
Suma $n(n-1)/2$										

Zdroj: Vlastní práce

Postup práce spočívá ve vzájemném porovnání všech dvojic, kde se preferovanější parametr označí ✓. Váhu kritéria určuje počet získaných předností (preferencí). Kontrola správnosti vychází ze skutečnosti, že celkový počet získaných preferencí je dán uvedeným vztahem $n/2 (n-1)$. Parametry jsou hodnoceny podle principu „každého s každým“ (Fuller 1967).

Pro expertní analýzu byli vybráni odborníci z různých odvětví, aby byla kritéria hodnocena v co nejširší perspektivě a výsledné výstupy byly objektivní. Oslovenými byly Ing. Krčilová Lenka, vystudovaný obor Environmentální modelování, Ing. Laštůvková Jana, vystudovaný obor Agroekologie - specializace Ekologické zemědělství, dále Ing. Novotná Lenka, vystudovaný obor Veřejná správa a regionální rozvoj, Mgr. Vidanová Pavla, vystudovaný obor Sociální a kulturní ekologie, v neposlední řadě Ing. Zelená Alena, vystudovaný obor Lesní inženýrství.

Hodnocení realizovali členové týmů nezávisle na sobě, prostřednictvím emailu kde jim byl vysvětlen postup metody. Jejich výstupy jsou uvedeny v přílohách (č. 8, č. 9, č. 10, č. 11 a č. 12). Získané váhy kritérií byly následně použity pro stanovení hodnot vektorů pro vážený výstup viz. tabulka č. 18.

Hodnoty U_i , zohledňující významnost kritérií získáme z rovnice $U_j = w_j^{(N)} x$ U kde U jsou ukazatele získané pomocí transformačních mocninných funkcí $U = f(P)$ (Kovář, Štibinger, Kasl 2011, Fuller 1967).

Tabulka 18: Výpočet hodnot vektorů (U_i) pro vážený výstup.

Hodnoty vektorů $U_i = f_i(P_i)$ pro nevážený výstup					Hodnoty vektorů $U_i = f_i(P_i)$ pro vážený výstup			
Kritérium	VARIANTA (V_i)			váha kritérií (w)	Kritérium	VARIANTA (V_i)		
P_i	Va	Vb	Vc		P_i	Va	Vb	Vc
P1	0,3337	0,1398	0,9334	0,133	P1	0,04438	0,01859	0,12414
P2	0,7555	0,0604	0,8314	0,156	P2	0,11786	0,00942	0,12970
P3	0,5983	0,0579	0,9051	0,067	P3	0,04009	0,00388	0,06064
P4	0,8741	0,0214	0,8741	0,044	P4	0,03846	0,00094	0,03846
P5	0,5983	0,0579	0,9051	0,089	P5	0,05325	0,00515	0,08055
P6	0,8355	0,7415	0,0612	0,133	P6	0,11112	0,09862	0,00814
P7	0,2471	0,1130	0,9674	0,178	P7	0,04398	0,02011	0,17220
P8	0,0214	0,8741	0,8741	0,067	P8	0,00143	0,05856	0,05856
P9	0,5000	0,9167	0,0833	0,022	P9	0,01100	0,02017	0,00183
P10	0,5000	0,0833	0,9167	0,111	P10	0,05550	0,00925	0,10175
U	5,2638	3,0660	7,3517		U	0,51707	0,24470	0,77598
Pořadí	2.	3.	1.		Pořadí	2.	3.	1.

Zdroj: Vlastní práce

Výsledné číselné hodnoty zohledňující významnost kritérií a od nich odvozené pořadí rekultivačních variant jsou zaneseny do níže uvedené tabulky a znázorněny v grafické podobě. Jména odborníků byla označena čísly následovně, Ing. Zelená má číslo 1, Ing. Laštůvková má číslo 2, Ing. Novotná číslo 3, Ing. Krčilová číslo 4, Mgr. Vidanová číslo 5.

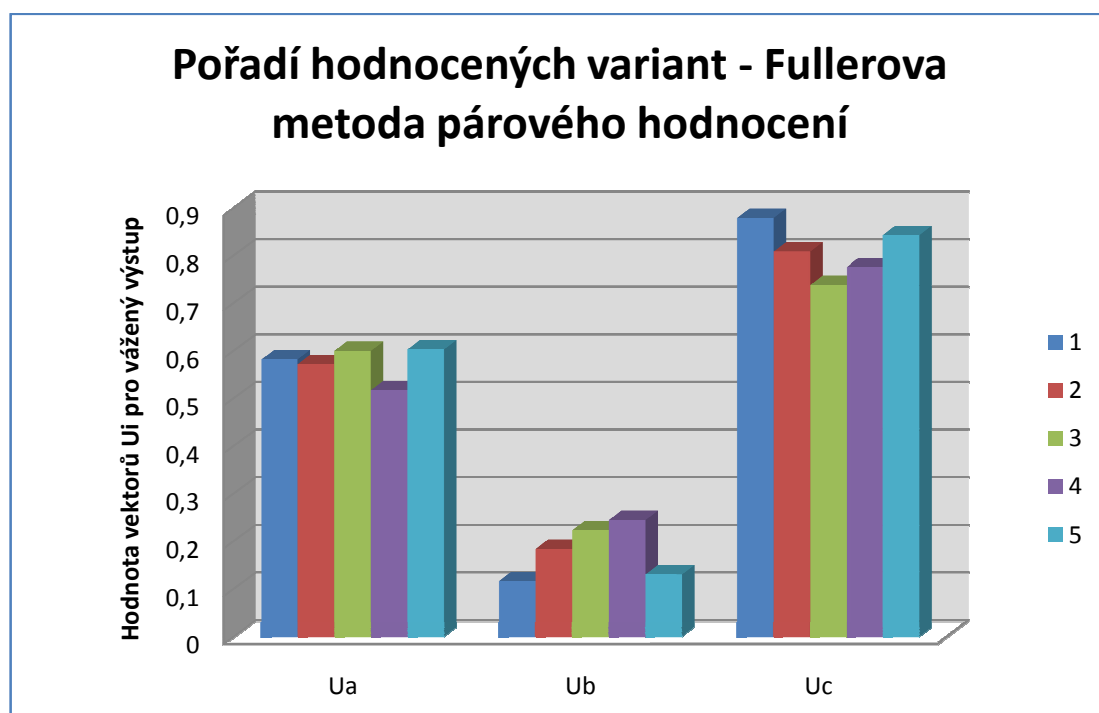
Tabulka 19: Hodnoty funkcí U_i pro vážený výstup a stanovení pořadí variant.

Označení hodnotícího	Hodnoty vektorů $U_i = f_i(P_i)$ pro vážený výstup		
	U_a	U_b	U_c
1	0,58217	0,11670	0,87926
	2.	3.	1.
2	0,57180	0,18435	0,80859
	2.	3.	1.
3	0,59976	0,22323	0,73816
	2.	3.	1.
4	0,51707	0,24470	0,77598
	2.	3.	1.
5	0,60298	0,13043	0,84319
	2.	3.	1.

Zdroj: Vlastní práce

V následujícím schématu jsou znázorněny výsledné hodnoty všech odborníků.

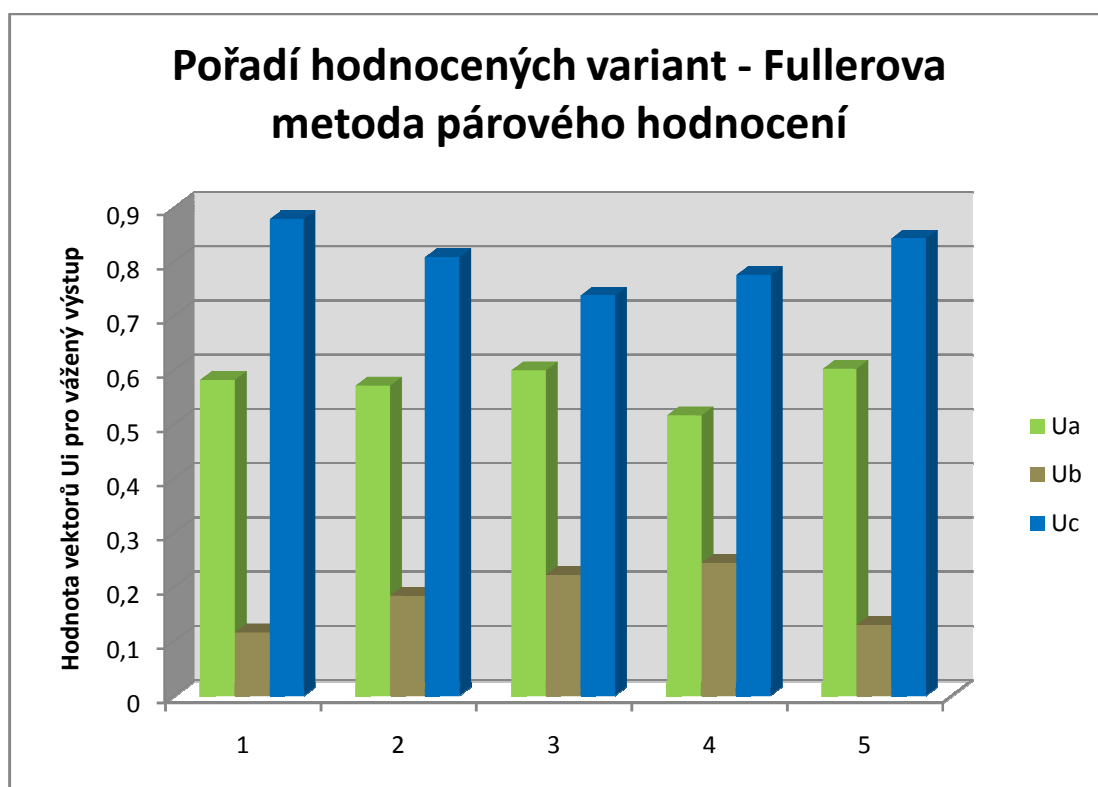
Schéma 11: Pořadí hodnocených variant - Fullerova metoda párového hodnocení.



Zdroj: Vlastní práce

Hodnotící číslo 1 pomocí vybraných kritérií označila za nejvhodnější variantu rekultivace lesnickou, na druhém místě variantu řízené sukcese, varianta zemědělské rekultivace dostala velmi malou váhu, což je patrné z grafického znázornění. Druhá hodnotící určila jako nejvhodnější způsob obnovy lesnickou rekultivaci, oproti zemědělské rekultivaci, která opět dostala malou váhu, využití řízené sukcese bylo zvoleno jako druhá nejlepší možnost obnovy. U hodnotící číslo 3 byla lesnická rekultivace také označena jako nejvíce vyhovující, řízená sukcese na druhém místě a využití zemědělské rekultivace až na posledním místě. Podle hodnotící číslo je 4 také nejvíce preferovanou variantou lesnická rekultivace, variantě řízené sukcese dala nejmenší váhu ze všech hodnotících a variantě zemědělské rekultivace přiřadila největší váhu ze všech hodnotících. Hodnotící číslo 5 označil zemědělskou rekultivaci, jako ostatně všichni odborníci, za nejméně vhodnou. Preferuje lesnickou rekultivaci, ale i variantě řízené sukcese určil nezanedbatelnou důležitost.

Schéma 12: Pořadí navrhovaných variant podle hodnocení vybraných odborníků.

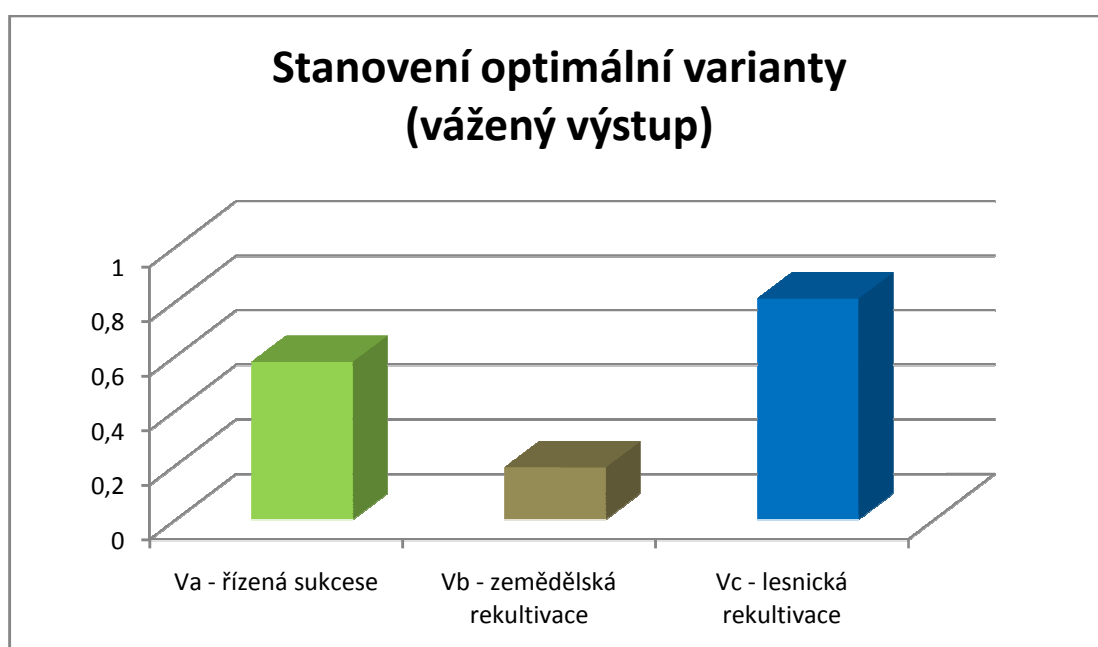


Zdroj: Vlastní práce

V dalším postupu byly ze získaných hodnocení určeny průměrné váhy parametrů, díky kterým bylo možné stanovit optimální variantu rekultivace za celý tým odborníků. Nejdůležitější váha byla přikládána ekologické stabilitě budoucího ekosystému. Neméně důležitou byla označena i biodiverzita. Důležitou roli hraje potencionální retence a náklady za následnou péči o vytvořený porost. Méně významná je atraktivita lokality, investiční náklady a hodnocení přímého odtoku. Nejméně významná jsou vytvořená pracovní místa a časová náročnost provedení rekultivace.

Hodnoty vektorů zohledňující průměrné váhy parametrů získáme pomocí transformačních mocninných funkcí $U = f(P)$ (Kovář, Štibinger, Kasl 2011).

Schéma 13: Stanovení optimální varianty pro vážený výstup



Zdroj: Vlastní práce

Nejpreferovanější variantou rekultivace byla na základě zvoleného souboru kritérií a hodnocení vybraných odborníků určena lesnická rekultivace (hodnota množiny ukazatelů 0,81) méně preferovanější byla řízená sukcese (hodnota množiny ukazatelů 0,58). Nejméně vhodnou variantou se podle výsledků jeví zemědělská rekultivace (hodnota množiny ukazatelů 0,20).

5 Diskuse

Na základě výsledků je možné doporučit, jaká by měla být provedena rekultivační činnost. Samozřejmě, že do zhodnocení nelze zahrnout všechny hlediska týkající se otázek tvorby nových ploch. Proto se nedá pevně říci, zda je lepší zemědělská rekultivace, nebo lesnická rekultivace, či využití řízení sukcese za vzniku trvalého travního porostu. Dá se pouze doporučit ten způsob rekultivace, který byl v rámci analýzy vyhodnocen jako nejvhodnější (nejpreferovanější). Obnova přírody je především otázkou času. Dopady nepříznivého působení lidské společnosti na biologické systémy přetrvávají ve většině případů i dlouhou dobu poté (Štýs 2001, Plesník et. al. 2001).

Významný rozdíl spatřuji v technickém provedení navrhovaných variant. Zatímco zemědělské a lesnické rekultivace zahrnují úpravy terénu, využití řízené sukcese tuto činnost nevyžaduje. Technické rekultivace spočívají v zahlazení důsledků těžební činnosti, zabezpečením stability svahů a rychlým ozeleněním postižených ploch pomocí agrotechnických a pěstebních postupů. Takto provedená obnova je nedostatečným řešením, hledět by se mělo na cennější složky, na budoucí ekologickou a sociální hodnotu krajiny. Není možné finančně ocenit hlediska kvality jako je klimatická, hydrologická a půdoochranná funkce, nebo funkce lesních porostů (Příkryl et. al. 2001, Pecharová et. al. 2004, Příkryl 2006).

Ve dvou navrhovaných variantách jsou realizovány produkční typy rekultivací (zemědělská, lesnická) s jednotvárnými kulturami, které z ekologického pohledu snižují budoucí význam lokality (Tichý 2006, Příkryl 2000, Sklenička 2006). Opakem je třetí z navrhovaných variant, ve které je využita řízená sukcese, a předpokládá vytvoření přírodě blízké krajiny. Současné výsledky potvrzují, že je tato metoda využitelná jako rovnocenná forma obnovy devastované krajiny (Bejček et. al. 2006). Z pohledu ochrany přírody i atraktivity lokality vznikají metodou řízené sukcese zajímavé ekosystémy, přispívající k větší ekologické stabilitě krajiny.

Pakliže srovnáme porosty stejného věku, které vznikly běžnou lesnickou rekultivací (v řádkách a na předem urovnaném povrchu) a rekultivací přírodní (sukcese), je spontánně vzniklý porost vzrostlejší. Tento fakt je dán všesměrnou mnohotvárností povrchu a jeho proměnlivostí (Sklenička et. al. 2002). Životní prostor organismů na přirozených lokalitách je jedenapůlkrát větší než na plochách běžně rekultivovaných. (Tichý 2004). V posledních letech se čím dál více rozvíjí metody řízené sukcese, jedna z navrhovaných variant tuto metodu využívá. Jedná se o mírné zásahy, kdy se přírodě jen mírně dopomůže k dosažení stabilního vegetačního krytu. Tyto metody pomáhají k rychlejšímu a jistějšímu vytvoření vegetace. Je to jistý kompromis mezi celkovým ponecháním spontánní sukcesi a rozsáhlými technickými rekultivacemi (Tischew 1998).

Srovnáme-li rekultivační způsoby z hlediska finančních nákladů potřebných pro obnovu krajiny technickou metodou a metodou přírodní, má lepší výsledky metoda přírodní, která je oprostěná od technických zásahů. U zemědělské a lesnické rekultivace se neobejdeme bez nákladů na terénní úpravy, založení porostu a na jeho údržbu. Rekultivace přírodní je od těchto nákladů osvobozena, nebo jsou jen minimální. Je důležité zmínit, že i náklady za následnou péči o porost jsou nezanedbatelnou částkou. Produkční zemědělské a lesnické plochy vzniklé technickou rekultivací jsou výdělečné, mohou některé ze zmiňovaných nákladů pokrýt. Při využití způsobů řízené sukcese vzniká plocha s mimoprodukčním potenciálem, tudíž jsou investiční náklady a náklady na následnou péči téměř nevratné, ovšem hodnota takového území je nevyčíslitelná (Sklenička et.al. 2002).

Přírodní způsoby obnovy, ať už se jedná o spontánní či řízenou sukcesi jsou jednodušší a levnější, není je ale možné obhájit před zákonem. Sukcesními pochody dochází k postupnému ozelenění postiženého území, které začíná být ekologicky výkonné a schopné produkce až po mnoha letech. Tím se sice formuje nová půda a zeleň, vytváří se hodnotné složky vznikajících ekosystémů, ale neplyne z toho žádný užitek pro společnost. Tak je tomu u tvorby lesních ploch a polí, které přinášejí lidem užitek, v tomto případě se ale vždy jedná o technickou rekultivaci (Štýs 1998).

Výběr optimálního rekultivačního postupu by měl odpovídat charakteru a podmínkám konkrétního postiženého území. Jestliže je jedná a menší území, doporučuje se ho nechat celé přirozeně obnově. Z pohledu Cílka (2007) a Pracha

(2006) je možné využít přírodní formy obnovy krajiny až u 60% všech těžbou narušených území.

V některých částech krajiny je intenzita zásahů po těžbě tak výrazná, že autoregulační schopnost krajiny nestačí na obnovu biologické rovnováhy v uspokojivém časovém horizontu a proto jsou potřebné zásahy člověka a celé společnosti. Nejspíše proto je veřejností zastáván názor, že jsou lesnické rekultivace nejvýznamnějším fenoménem při obnově krajiny postižené těžbou (Roubíček 2002). Vyplývá to i z výsledků této práce, které potvrdily variantu tvorby lesní plochy jako nejvhodnější a to pro vážený i nevážený výstup. Přesto že máme nadbytek zemědělské půdy, je její obnova a tvorba vegetačních prvků nedílnou součástí rekultivačních prací a tvorby nové krajiny.

Podmínky a okolnosti rekultivací v České republice hodnotí Prach (2006), který tvrdí, že *„technické přístupy rekultivační činnosti jsou vysloveně nesmyslné a drahé.“* Na zájmové lokalitě jsou již přírodní procesy v pokročilém stavu, vyskytují se zde travinná společenstva, místy porosty náletových dřevin, území je často navštěvováno živočichy z nedalekého okolí, jedná se o zajíce polního (*Lepus europaeus*), bažanta obecného (*Phasianus colchicus*) či srnu obecnou (*Capreolus capreolus*) a další. Rekultivační firmy často neberou ohledy na to, že na lokalitě již začal ozeleňovací proces a za nemalou finanční sumu přetvoří terén urovnáním a navezením organické hmoty. (Prach 2001, Bejček et. al. 2006, Koutecká, Koutecký 2006) Na tento přístup podobně upozorňuje Sádlo a Tichý (2002), kteří tvrdí, že *„tradiční rekultivační techniky jsou sice rychlé, ale zbytečně nákladné, a zejména jsou často ekologicky vysloveně kontraproduktivní.“*

Není vysloveně dobrého a špatného způsobu rekultivace a proto byla předložena tři variantní řešení, která byla podle souboru zadaných kritérií hodnocena a porovnávána. To jak bude vypadat nově vytvořená plocha, nezáleží jen na společnosti, která zadává projekt odborným pracovníkům, ti zpracovávají plán likvidace a plán rekultivace, záleží především na vlastnických vztazích dotčených pozemků, na okolním prostředí lokality, které sehrává důležitou roli při obnově, záleží i na finančních prostředcích, na budoucím způsobu využívání ploch a co je pravděpodobně nejdůležitější a často opomíjené na přírodní hodnotě vznikajícího území. Vytváření rekultivovaných ploch jen kvůli splnění nařízení o rekultivaci ploch je výstřednost, která přetrvává z minulosti a funguje doposud.

6 Závěr

Cílem práce bylo vzájemné posouzení a hodnocení vybraných rekultivačních postupů se zaměřením na stanovení optimální varianty na zájmové lokalitě ložiska cihlářských hlín Rosice u Chrasti a tento cíl byl naplněn.

Celkem byly posuzovány tři varianty. První variantou byla rekultivace pomocí řízené sukcese na louku se zachováním kolmých těžebních stěn, tj. bez provedení technické rekultivace. Vzhledem k tomu, že byla těžba ukončena před několika lety, došlo již k přirozenému ozelenění plochy (viz. příloha č. 15 a č. 16). Při využití technické rekultivace budou tato ojedinělá místa navždy zničena. Pozitivem pro tuto formu rekultivace jsou nízké investiční náklady a vysoká ekologická hodnota nově vzniklého ekosystému. Nevýhodou je pak časová náročnost vytvoření funkčního ekosystému a nemalé náklady za následnou péči. Při takto provedené rekultivaci bude brán ohled na skutečnost, že západní část lokality spadá do archeologického naleziště „Cihelna Rosice“, proto není vhodné v tomto prostoru provádět terénní zásahy, které jsou spojeny s lesní a zemědělskou rekultivací.

Zemědělská rekultivace byla zvolena jako druhá varianta. Spočívá ve srovnání povrchu a kolmých stěn do roviny, aby byl umožněn přístup pro zemědělskou techniku, dojde k návozu podorničního a zúrodnujícího materiálu z místního zdroje. Vytvoří se tak orná půda, která bude mít vysokou hospodářskou hodnotu. Výhodou této varianty jsou nízké investiční náklady a relativně krátký časový průběh rekultivace. Nevýhodou je vznik nestabilního ekosystému, závislého na dodatečné energii s přímým vstupem hnojiv, dále pohonných hmot potřebných k provozu zemědělské techniky aj.

Třetí variantou byla lesnická rekultivace, během které bude provedená technická i biologická rekultivace. Výsadba vhodných dřevin zajistí vznik stabilního ekosystému bohatého na biodiverzitu s minimem dodatečné energie v průběhu následujících let, pozitivně ovlivní poměry v krajině, vodní bilanci, půdotvorné procesy a má rovněž vysokou rekreační hodnotu. Na území se vyskytuje sprašová hlína, která je pro lesní rekultivaci vhodná. Hlavním negativem jsou vysoké investiční náklady a dlouhodobý časový horizont zapojení mladého porostu. Tyto dva faktory mohou mít rozhodující vliv při schvalování návrhu.

Pro získání výsledků bylo využito multikriteriálního hodnocení, které umožňuje srovnání vzájemně propojených variant a kritérií. Různorodost charakteru kritérií a rekultivačních postupů nejde běžně převést na společné hodnotové měřítko. To však umožňuje multikriteriální hodnocení, které bylo využito pro získání výsledků této práce. Soubor variant a soubor kritérií se optimalizuje metodou maticové algebry tak, aby vektor ukazatelů biotechnických opatření nabýval maximálních hodnot.

Z výsledků práce jednoznačně vyplývá, že varianta lesnické rekultivace je výrazně upřednostňována před variantami řízené sukcese a zemědělské rekultivace, a to jak pro kritéria rovnocenná (nevážený výstup), tak pro kritéria zohledňující relevanci. Na základě výzkumu provedeného týmem je lesnická rekultivace také vybrána jako optimální řešení, přičemž druhou nejvhodnější variantou je řízená sukcese. Nelze však opomíjet, že stanovení optimálního řešení má pouze doporučující charakter, při realizaci má rozhodující slovo těžební organizace spolu s vlastníky pozemků.

Správně provedené rekultivace by měly sloužit k posilování ekologické stability, to znamená, že by neměly být zakládány jen hospodářsky důležité zemědělské či lesnické porosty, ale i plochy zvyšující ekologickou hodnotu území. Zvolený způsob provedení by měl zvyšovat heterogenitu dnešní kulturní krajiny, jejíž tvář doznala tolika změn, měl by také posilovat tzv. malý koloběh vody a koloběh živin v krajině.

Pár slov za závěr.

Život sám je (řečeno Thomasem 1981) „skoro neuvěřitelně nepravděpodobným stavem dynamické rovnováhy, přičemž této regulace dosahuje výhradně sám život a my víme jen velmi málo o tom, jak tato regulace funguje“.

7 Seznam literatury

Knižní publikace a odborné články:

Baig, M. N., 1992. *Natural revegetation of coal mine spoils in the rocky mountains of Alberta and its significance for species selection in land restoration*. Mountain Research and Development 12: 285 - 300.

Barták, M., 1997. Osídlování výsypek na území dolů Bílina faunou dvoukřídlého hmyzu. *Sborník konference „45 let České rekultivační školy“*, Most: 126 - 131.

Bartha, S., 1990. Spatial processes in developing plant communities: *pattern formativ 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.

Bejček, V., et. al. 2006. *Lze využít přirozenou sukcesí při rekultivaci výsypek?*. Veronica, roč. 20, č. 1: 1-4.

Bejček, V., 1981. Vliv lesnické rekultivace výsypek po povrchové hnědouhelné těžbě na společenstva drobných savců. *Sborník okresního muzea v Mostě*, ř. přír., 3: 117-131.

Bejček, V., 1982. *Společenstva drobných zemních savců na nerekulitovaných a lesnický rekultivovaných vysypkách v Mostecké panvi*. Ms. (kandidatska disertační práce, Knihovna Přf UK v Praze).

Bejček, V., 1983. *Sukcese a produktivita drobných savců na vysypkách v Mostecké panvi*, Studie ČSAV 24 / 83, Academia, Praha.

Bejček, V., Tyrner, P., 1977. *Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most basin (North – Western Bohemia)*. Folia Zoologica 29., 1: 67 – 77.

Brenner, F. J., Werner, M., Pike, J., 1984. *Ecosystem development and natural succession in surface coal mine reclamation*. Minerals and Environment 6: 10 - 22.

Buchar, J., 1983. Klasifikace druhů pavoučí zvířeny Čech jako pomůcka k bioindikaci kvality životního prostředí. *Fauna Bohemiae septentrionalis*, 8: 119-135.

Cibulka, J., 2001. *Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou v dílčí, centrální mostecké oblasti*. Pracovní a diskusní podklad pro řešení grantu VaV 640/3/00, MŽP ČR, Praha.

Cílek, V., 2007. *Pohledové znehodnocení krajiny*. Veronica, roč. 21, č. 1: 5 - 9.

Dejmal, I., 2007. *Demografické a sociální limity rozvoje Podkrušnohorské pánve*, Studie: 24.

Dimitrovský, K., 1999. *Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností*. Metodiky pro zemědělskou praxi č. 14/1999, ÚZPI Praha. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 66 s. ISBN 80-7271-065-6.

Dimitrovský, K., Nechanský, M., Kloubská, K., 2001. Dendrologické aspekty pro zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích. *Sborník mezinárodní konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí*. Teplice

Faltysová, H., Bárta, F., 2002. *Pardubicko*. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): *Chráněné území ČR, Svazek IV*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha: 316.

Forman, R.T.T., Gordon, M., 1993. *Krajinná ekologie*. Praha: Academia, 583 s. ISBN 80-200-0464-5.

Gremlica, T., et al., 2012 *Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin (metodika)*. [nepublikovaná práce, deponovaná na Ústavu pro ekopolitiku, Praha]. *Online na <http://www.calla.cz/piskovny/soubory/Methodika-rekultivace-a-management-neprirodnich-biotopu-v-CR.pdf>*.

Gremlica, T.; Cílek, V.; Vrabc, V.; Farkač, J.; Frouz, J.; Godány, J.; Lepšová, A.; Příkryl, I.; Rambousek, P.; Sádlo, J.; Starý, J.; Straka, J.; Volf, O.; Zavadil, V., 2009. *Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice*. [Závěrečná roční zpráva k výzkumnému projektu SP/2d1/141/07]. Praha: Ústav pro ekopolitiku o. p. s.; MŽP ČR: 112. (nepubl. depon in MŽP ČR et Ústav pro ekopolitiku, o. p. s.).

Hejkal, J., 1985. *The development of a carabid fauna (Coleoptera, Carabidae) on spoil banks under conditions of primary succession*. *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 82: 321 – 346.

- Janeček, M. et al., 2007. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. VÚMOP, ISBN 978-80-254-0973-2, 76 s.
- Jochimsen, M. E., 1991. *Rekultivation of raw soils according to natural succession*. Pflanzensociologie/-ökologie, Universität Gesamthochschule Essen.
- Jochimsen, M., 1987. *Vegetation development on mine spoil heaps – a contribution to the improvement of derelict land based on natural succession*. In: Miyawaki, A., Bogenvieder, A., White, J. [eds.]: *Vegetation Ecology and Creation of New Environments – Proceedings of the International Symposium Tokyo 1985*. Tokai Univ. Press 11: 245 – 252.
- Jonáš, F., 1986. *Rekultivace devastovaných půd*. VŠZ, Praha.
- Jonáš, F., Patejdl, C. 1981. In: Jůva, K., Klečka, A., Zachar, D., et al. *Ochrana krajiny ČSSR z hlediska zemědělství a lesnictví*. Academia, Praha: 171 - 174.
- Jonáš, F., Peroutková, K., Sixta, J., 2000. *Kultivace a rekultivace. Učební text katedry biotechnických úprav krajiny ČZU Praha, 2. verze*, Praha: 195.
- Jonáš, F., Semotán, J., 1986. *Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti SHR*, díly I. a II. ZZ-VÚM, Praha.
- Karešova, P., 2007. *Spontanni sukcese vegetace v opuštěných lomech v Českém krasu: Porovnání výskytu v lomech a okolí*. Bakalářská práce. Knihovna Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.
- Kašpar, J., 2008. *Vliv zahlazování následků báňské činnosti na cenu uhlí*. Ostrava: VŠB TU: 35.
- Kirmer, A., Mahn, E. G., 1998. *Beeinflussung von Sukzessionsprozessen*. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt. – Halle SH1.
- Klvaňa, J., 2000. *Modelování 10: Operační výzkum 1. 3. přepracované vydání*. Praha: ČVUT v Praze.
- Koutecká, V., Koutecký, T., 2006. *Sukcese na antropogenních stanovištích hornické krajiny Ostravsko-karvinského revíru*. In Prach, K., Pyšek, P., Tichý, L., Kovář, P., Jongepierová, I, Řehouňková, K. *Botanika a ekologie obnovy/Botanical research and ecological restoration, konference ČBS, 25.-26. 11. 2005, Praha*. Praha: Česká botanická společnost: 117-124.

- Kovář, P., Štibinger, J., Janeček, M., Čermák, P., Křovák, F., Kasl, M., Novotná, J., Vaššová, Hrabalíková, M., Pánková, E., 2011. *Metodika optimalizace rekultivačních a sanačních postupů pro těžbou devastované krajinné celky s důrazem na ochranu vod a ekologickou stabilitu: Projekt MZe – NAZV QH 92091*. Praha, 49 s. Dostupné z: <http://fzp.czu.cz/vyzkum/metodiky/MetodikaREKULTIVACE2011.pdf>
- Kovář, P., Štibinger, J., Kasl, M., 2011. *Stanovení optimální varianty rekultivace: Použití multikriteriální analýzy pro hodnocení různých rekultivačních postupů v krajině – stanovení optimální varianty rekultivace*. Teoretický základ problematiky Pokyny pro uživatele. Praha, 2011, 20 s. Dostupné z: http://fzp.czu.cz/vyzkum/programs/stibinger/varianty_rekultivace/varianty_rekultivace.pdf
- Kvítek, T., Gergel, J., Ondr, P., Zámešková, K., 2006. *Zemědělské meliorace*. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, 119 - 120.
- Linhart, Z., 2001. Sukcese bylinného patra v lesních porostech na důlních výsypkách hnědouhelných pánví severozápadních Čech. *Sborník mezinárodní konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí*. Teplice
- Míchal, I., 1994. *Ekologická stabilita*. 2. rozš. vyd. Brno. Veronica, 275 s. ISBN 80-85368-22-6
- Moravčík, P., 2011. Measurer. *Plán rekultivace: Technická zpráva*. Hradec Králové.
- Nováková, E., 1987. *Využití volně žijících ptáků a savců, zvláště zvěře v bioindikaci, v biodiagnostice a ekologickém monitoringu*. VŠZ, Praha.
- Plesník, J. et. al., 2001. Je ekologie obnovy všelékem na zničenou krajinu? In Petříček, V. *Tvář naší země-krajina domova.1., Krajina jako přírodní prostor. Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 21.-23. února 2001 na Pražském hradě a v Průhoncích*. 1. vyd. Lomnice nad Popelkou : Jaroslav Bárta, Studio JB.
- Plesník, J., 1998. Biologická rozmanitost jako součást přírodovědeckého hodnocení krajiny. In: Sklenička, P. a Zasadil, P. (Eds.) *Krajinný ráz, způsoby jeho hodnocení a ochrany*. ČZU, Praha.
- Pokorný, E., Filip, J., Láznička, V., 2001. *Rekultivace*. Brno, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita.

- Prach, K., 2006. Ekologie obnovy jako mladý obor a uplatnění botaniky v něm. In Prach, K., Pyšek, P., Tichý, L., Kovář, P., Jongepierová, I, Řehouňková, K. *Botanika a ekologie obnovy/Botanical research and ecological restoration, konference ČBS, 25.-26. 11. 2005, Praha*. Praha: Česká botanická společnost: 13 - 21.
- Prach, K., 1987. *Succession of vegetation on dumps from brown coal mining*, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 22: 339 – 354.
- Hodačova, D., Prach, K., 2003. *Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation*. *Restoration Ecology* 11: 385 - 391.
- Příkryl, I. et. al., 2001. Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou na příkladu Sokolovské pánve. In Hájek, T. *Tvář naší země – krajina domova. 6, Krajina v ohrožení*. Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 21. – 23. února 2001 na Pražském hradě a Průhonicích. 1. vyd. Lomnice nad Popelkou: Jaroslav Bárta, Studio JB: 110 - 112.
- Příkryl, I., 2000. *Území ovlivněná těžbou uhlí a záchranný přenos ohrožených organismů*. *Ochrana přírody*, roč. 55, č. 4: 127 - 128.
- Quitt, E., 1971. *Klimatické oblasti Československa*. GÚ ČSAV, Brno: 80.
- Rostaňsky, A., 2000. *Spontaneous flora of post-industrial sites of the upper Silesia region*. A summary of investigation 1989-1999; *Acta biologica Silesiana*.
- Roubíček, V., 2001. Těžba nerostných surovin a krajinné rekultivace. In Dejmal, I., Dejmalová, K., Hájek, T., Kotalík, J. T., Lepeška, P., Míchal, I., Petříček, P., Pticka, I. *Tvář naší země- krajina domova. Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 21.-23. února 2001 na Pražském hradě a Průhonicích*. 1.vyd. Lomnice nad Popelkou: Jaroslav Bárta, Studio JB: 272 - 277.
- Rufaut, C. G., Hammit, S., Craw, D., Clearwater, S. G., 2006. *Plant and invertebrate assemblages on waste rock at Wangaloa coal mine*, Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 30: 311 - 319.
- Russel, W. B., La Roi, G. H., 1986. *Natural vegetation and ecology of abandoned coal – mined land*, Rocky Mountain Foothills, Alberta, Canada. *Can. J. Bot.* 64: 1286 – 1298.

Řehouňková, K., Prach, K., 2006. Spontaneous vegetation succession in disused gravelsand pits: *Role of local site and landscape factors*. Journal of Vegetation Science 17: 583-590.

Řehouňková, K., Prach, K., 2008. Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: *A potential for restoration*. Restoration Ecology 16: 305-312.

Říha, J., 1987. *Multikriteriální posuzování investičních záměrů*. Praha 1: Nakladatelství technické literatury.

Říha, J., 2001. Posuzování vlivů na životní prostředí: *Metody pro předběžnou rozhodovací analýzu EIA*. Praha: ČVUT v Praze.

Sádlo, J. and Tichý, L., 2002. Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě. *Třžné rány v krajině a jak je léčit*. Brno, ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády, NO Rezekvítek.

Sixta, J., 2001. Vývoj náhledu na tvorbu antropogenních půd v rámci rekultivační činnosti. *Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí, RVM, a.s., Teplice*,

Sixta, J., 2001. Vývoj náhledu na tvorbu antropogenních půd v rámci rekultivační činnosti. In.: *sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí, RVM, a.s., Teplice*.

Sixta, J., 2002. Tvorba půd. In: Příkryl, I. et al. (Eds.) *Obnova funkcí krajiny narušené povrchovou těžbou. Závěrečná zpráva výzkumného projektu VaV*, Praha.

Sklenička, P. et. al., 2002. Využití procesů přirozené sukcese při obnově krajiny po těžbě nerostů. In Petříček, V. *Tvář naší země-krajina domova. 6, Rehabilitace krajiny. Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 8.-11. října 2002 v Praze a Průhonicích*. 1. vyd. Lomnice nad Popelkou: Jaroslav Bárta, Studio JB: 60 - 62.

Sklenička, P., 2006. Cenné biotopy hnědouhelných výsypek severozápadních Čech. In *Regionální workshop Rekultivace a socioekonomické aspekty: (10-11. 4. 2006, Most) = Regional workshop Reclamation and socioeconomic aspects: (10-11. 4. 2006, city Most): projekt ReRegions. Ústí nad Labem: Ústecký kraj: 35 - 37.*

Sklenička, P., Skleničková, N., 2003. *Základy krajinného plánování*. Praha: 321s. ISBN 80-903206-1-9.

- Skousen, J. G., Johnson, C. D., Garbutt, K., 1994. *Land reclamation*. Natural Revegetation of 15 Abandoned Mine Land Sites in West Virginia. *J. Environ. Qual.* 23: 1224 - 1230.
- Spellerberg, I. F., 1991. *Monitoring Ecological Change*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Stalmachová, B., 1996. *Základy ekologické obnovy průmyslové krajiny*. VŠB-TU, Phare, Ostrava.
- Szegi, J., Olah, J., Telete, G., Halasz, T., Varallyay, G., Bartha, S., 1988. *Recultivation of the spoil banks created by open – cut mining activities in Hungary*. *Ambio* 2: 137 – 143.
- Štýs, S., 2001. Proměny krajiny severočeské hnědouhelné pánve. In Míchal, I. *Tvář naší země-krajina domova. 5, Krajina z pohledu dnešních uživatelů. Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 21.-23. února 2001 na Pražském hradě a Průhonicích*. 1. vyd. Lomnice nad Popelkou: Jaroslav Bárta, Studio JB: 145 - 157.
- Štýs, S., 2001. Proměny krajiny Severočeské hnědouhelné pánve. *Sborník konference Tvář naší země - krajina domova*, svazek 5. ČKA, Praha: 145 - 158.
- Štýs, S., 2001. Rekultivační obnova těžbou postižených pozemků a krajiny. *Mostecko – minulost a současnost, účel. publikace Mostecké uhelné společnosti, a.s.*, Most
- Thompson, R. L., Vogel, W. G., Taylor, D. D., 1984. *Vegetation and flora of a coalsurface-mined area in Laurel County, Kentucky*. *Castanea* 49: 111 - 126.
- Tischew, S., 1996. *Analyse von Mechanismen der Geholz sukzession auf Braunkohlentagebaukippen*. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 26: 407 – 416.
- Tischew, S., 1998. *Sukzession als mögliche Folgenutzung in sanierten Braunkohletagebauen*. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt.- Halle SH 1: 42 – 53*.
- Toběrna, V., 1980. *Modell eines zwanzigjährigen Besiedlungsvorganges der Kippen im Most – Gebiet durch Pflanzen*. In: Spaleny, J. [ed.]: *Proceedings of the 3rd Intern. Conf. Bioindic. Deterior. Reg.*, Sept. 1977, Liblice, Czechoslovakia: 109 – 113. Praha.

Vráblíková J., Vráblík P., Jeništa J., Švęc J., 2003. *Obnova krajiny severních Čech*. Univerzita J.E. Pukryně, Fakulta životního prostředí, Krajský úřad, Ústecký kraj. Online: <http://www.cbks.cz/sbornikRackova03/sections/common/Vrablikova.pdf>

Vráblíková, J. et. al., 2001. *Revitalizace antropogenně postiženého území*. Ústí nad Labem.

Vráblíková, J.; Šoch, M.; Vráblík, P., 2009. *Rekultivovaná krajina a její možné využití*. [Zpráva o řešení aktivity A418 výzkumného projektu WD-44-07-1 Modelové řešení revitalizace průmyslových regionů a území po těžbě uhlí na příkladu Podkrušnohoří]. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 81 s.

Zákony a normy:

- Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní Zákon), ve znění následných novel a doplňků
- Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění následných novel a doplňků
- Zákon č. 168/1993 Sb. – doplněk HZ
- Zákon č. 169/1993 Sb. – doplněk zákona 61/1988 Sb.
- Zákon č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí ve znění zákona č. 100/2001 Sb.
- Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu (ZPF)
- Zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích
- Zákon 185/2001Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů ve znění pozdějších předpisů
- Zákon 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 104/1988 Sb., o racionálním využívání výhradních ložisek, povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem ve znění vyhlášky ČBÚ č. 242/1993 Sb.

- Vyhláška č. 175/1992 Sb., o podmínkách využívání ložisek nevyhrazených nerostů, ve znění vyhlášky č. 298/2005 Sb
- Vyhláška č. 13/1994 Sb. k zákonu o ochraně ZPF
- Vyhláška č. 77/1996 Sb. k zákonu o lesích
- Vyhláška č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů
- Vyhláška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin.

Webové zdroje, WMS služby:

- CENIA, česká informační agentura životního prostředí, 2014: *Mapové služby*. Praha. Online: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>, cit. 3. 4. 2014.
- ČGS, 2004: *Česká geologická služba*. Praha. Online: <http://nts5.cgu.cz/website/geoinfo/viewer2.htm>, cit. 15. 3.2014.
- ČHMÚ, 2014: *Český hydrometeorologický ústav, oddělení hydrologie, úsek povrchové vody*. Praha. Online: <http://voda.chmi.cz/opv/index.html>, cit. 1.4.2014
- ČÚZK, 2014: *Český úřad katastrální a zeměměřický*. Praha. Online: www.nahlizenidokatastru.cuzk.cz, cit. 19. 3. 2014.
- Geoportal, 2014: *Portál veřejné správy České republiky*. Praha. Online: http://geoportal.cenia.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M_Site=cenia&M_Lang=cs, cit. 22. 3. 2014
- Krajský úřad Pardubického kraje, 2011: *Mapové služby Pardubického kraje*. Pardubice. Online: <http://www.pardubickykraj.cz/mapove-sluzby/71504/?chapter=4004>, cit. 3. 4.2014.
- OPŽP, 2014: *Operační program životního prostředí*. Praha. Online: <http://www.opzp.cz/sekce/238/dokumenty-ke-stazeni/>, cit. 15.3.2014

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Technické podmínky rekultivace.....	41
Tabulka 2: Kategorie hodnot odtokových křivek CN.....	46
Tabulka 3: Určení CN křivek pro varianty rekultivace.....	46
Tabulka 4: Hodnocení povrchového (přímého) odtoku.....	47
Tabulka 5: Hodnocení stupně ekologické stability - typy předpokládané vegetace a stupeň jejich ekologické stability (Sklenička 2003).....	48
Tabulka 6: Klasifikace zásahů do krajiny ovlivňující biodiverzitu.....	49
Tabulka 7: Klasifikace ekosystémů podle jejich stability.....	49
Tabulka 8: Kritérium ekonomického hodnocení rekultivačních variant.....	50
Tabulka 9: Náklady za následnou péči o plochu.....	51
Tabulka 10: Pracovní místa.....	51
Tabulka 11: Kritérium časové náročnosti.....	51
Tabulka 12: Hodnocení návrhu dle estetické úrovně.....	52
Tabulka 13: Zadaný soubor hodnocených variant.....	53
Tabulka 14: Katalog vybraných kritérií.....	54
Tabulka 15: Přehled vstupních údajů (parametrů P) pro navrhované varianty.....	55
Tabulka 16: Hodnoty parametrů transformačních funkcí.....	57
Tabulka 17: Množina ukazatelů pro navrhované varianty hodnocené souborem rovnocenných kritérií (nevážený výstup).....	58
Tabulka 18: Výpočet hodnot vektorů (U_i) pro vážený výstup.....	61
Tabulka 19: Hodnoty funkcí U_i pro vážený výstup a stanovení pořadí variant.....	62

Seznam schémat:

Schéma 1: Způsoby zemědělských rekultivací.....	20
Schéma 2: Rozdělení lesních porostů dle účelu.....	22
Schéma 3: Znázornění technologického postupu lesnických rekultivací.....	23
Schéma 4: Struktura ostatních rekultivací.....	27
Schéma 5: Lokalizace zájmového území (upraveno dle Geoportal, 2014).....	35
Schéma 6: Vymezení rekultivované plochy.....	38
Schéma 7: Kvantifikace souhrnné funkce užítku U pomocí dílčích funkcí.....	53
Schéma 8: Vymezení počátečního a koncového bodu měřítka transformačního prostoru.....	56

Schéma 7: Pořadí hodnocení variant souborem kritérií se stejným významem.....	59
Schéma 8: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení podle D. Fullera.	60
Schéma 9: Pořadí hodnocených variant - Fullerova metoda párového hodnocení. ..	62
Schéma 10: Pořadí navrhovaných variant podle hodnocení vybraných odborníků...	63
Schéma 11: Stanovení optimální varianty pro vážený výstup	64

Seznam rovnic:

Rovnice 1: Odhad potencionální retence.	47
Rovnice 2: Výpočet přímého odtoku.	47
Rovnice 3: Dílčí funkce užitku.	55
Rovnice 4: Transformace pro přímou závislost.	57
Rovnice 5: Transformace pro nepřímou závislost.	57

Seznam příloh:

Příloha 1: Vymezení rekultivované plochy (Cenia 2014).....	82
Příloha 2: Položkový rozpočet nákladů na rekultivační variantu Va - řízená sukcese (trvalý travní porost).	83
Příloha 3: Položkový rozpočet nákladů na rekultivační variantu Vb - zemědělská rekultivace.	83
Příloha 4: Znázornění minimálních počtů jedinců jednotlivých dřevin na jeden hektar pozemku při zalesňování.....	84
Příloha 5: Položkový rozpočet nákladů na rekultivační variantu Vc - lesnická rekultivace.	84
Příloha 6: Náklady na nákup dřevin.....	85
Příloha 7: Náklady na přípravu půdy při lesnické rekultivaci.....	85
Příloha 8: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího číslo 1.....	86
Příloha 9: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího číslo 2.....	86
Příloha 10: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího číslo 3.....	87

Příloha 11: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího číslo 4.....	88
Příloha 12: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího číslo 5.....	89
Příloha 13: Fotodokumentace zájmového území.....	90
Příloha 14: Fotodokumentace zájmového území.....	90
Příloha 15: Fotodokumentace zájmového území.....	91
Příloha 16: Fotodokumentace zájmového území.....	91

Přílohy

Příloha 1: Vymezení rekultivované plochy (Cenia 2014).

Vymezení rekultivované plochy



Příloha 2: Položkový rozpočet nákladů na rekultivační variantu Va - řízená sukcese (trvalý travní porost).

Náklady na opatření	Kč/ha	Kč/celková plocha území
odstranění náletu (do nad 1m výšky do 10cm průměru)	30 000	174 000
založení větrolamu (výsadba v 5 řadách - 3 řady stromů v kat. odrostek, krajní řady keře)	800 Kč/m	120 000 (150 m)
zatravnění vč. osiva (náklady včetně první seče)	10 000	58 000
kosení travního porostu (lehkou mechanizací)	12 000	69 600
likvidace invazních a expanzivních rostlin	10 000	58 000
výsadba stromu s balem	910 Kč/ks	27 300 (30 stromů)
Dřevěné oplůtky (ochrana stromů)	130 Kč/ks	3 900
Celkem		441 200

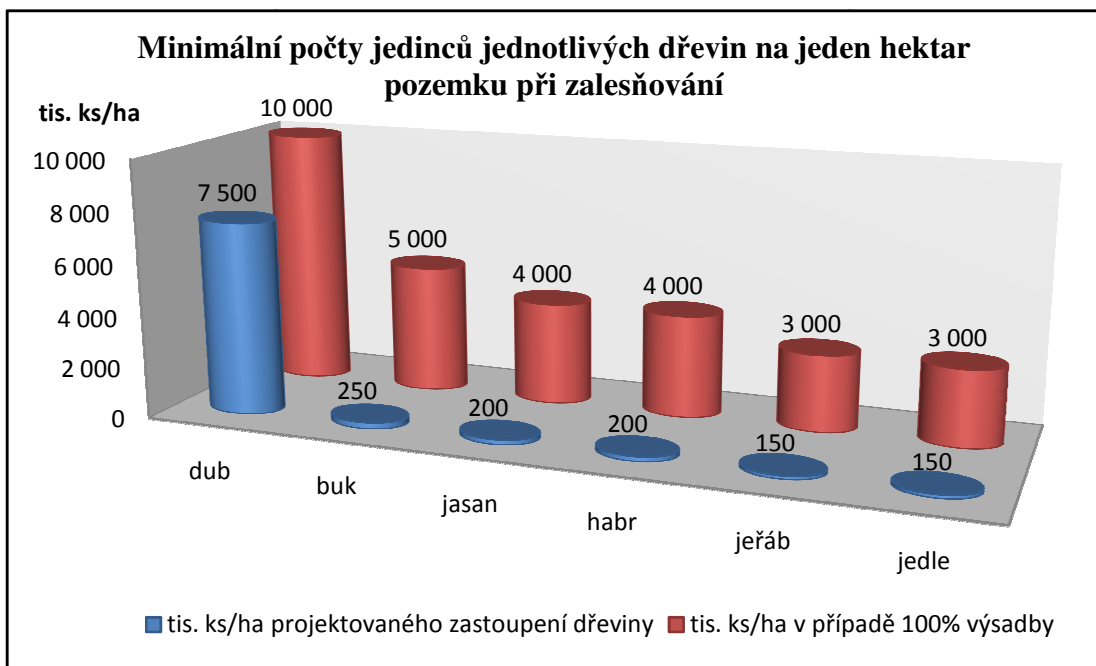
Zdroj: Vlastní práce /ceník OPŽP (cena bez DPH)

Příloha 3: Položkový rozpočet nákladů na rekultivační variantu Vb - zemědělská rekultivace.

Náklady na opatření	Kč/ha	Kč/celková plocha území
Rozprostření podorniční vrstvy a ornice	75 000	435 000
Orba, příprava půdy před setím, setí, hnojení	25 000	145 000
Celkem		580 000

Zdroj: Vlastní práce / Moravčík

Příloha 4: Znázornění minimálních počtů jedinců jednotlivých dřevin na jeden hektar pozemku při zalesňování.



Zdroj: Vlastní práce

Příloha 5: Položkový rozpočet nákladů na rekultivační variantu Vc - lesnická rekultivace.

dřevina	tis. ks/ha projektovaného zastoupení dřeviny	tis. ks/ha v případě 100% výsadby	% na ploše	ks/5,8 ha	Kč/ks	Kč
dub	7 500	10 000	75%	43 500	12	522 000
buk	250	5 000	5%	1 450	6	8 700
jasan	200	4 000	5%	1 160	5	5 800
habr	200	4 000	5%	1 160	7	8 120
jeřáb	150	3 000	5%	870	5	4 350
jedle	150	3 000	5%	870	14	12 180
celkem			100%	49 010 ks		561 150

Zdroj: Vlastní práce /ceník OPŽP (cena bez DPH)

Příloha 6: Náklady na nákup dřevin.

Kč/ks	výška
12	81-120 cm
6	36-50 cm
5	51-80 cm
7	51-80 cm
5	26-35 cm
14	51-80cm
(prostokořenná sadba)	

Zdroj: Vlastní práce /ceník OPŽP (cena bez DPH)

Příloha 7: Náklady na přípravu půdy při lesnické rekultivaci.

Příprava půdy				ks	Kč
mechanizovaně jamky		14 000 Kč/ha	17,50 kus	49 010	857 675
Příprava půdy jamkovačem - spon cca. 3,5x3,5m tj. 800 jamek/ha.					
Sadba sazečem		4 000 Kč/tis.ks		49 010	196 000
celkem					1 053 675

Zdroj: Vlastní práce / ceník OPŽP (cena bez DPH)

Příloha 8: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího čísla 1.

V rámci dvojice kritérií je indexem ✓ označeno to, které hodnotící odborník, v tomto případě Ing. Zelená Alena vybrala za prioritnější (důležitější).

									Počet předností	Normovaná váha w
1	1	1	1	1✓	1	1✓	1✓	1	3	0,067
2✓	3✓	4✓	5✓	6	7✓	8	9	10✓		
2	2	2	2✓	2✓	2✓	2✓	2✓	2✓	6	0,133
3✓	4✓	5✓	6	7	8	9	10			
3✓	3	3✓	3✓	3✓	3✓	3✓	3✓	3✓	8	0,178
4	5✓	6	7	8	9	10				
4	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	7	0,156
5✓	6	7	8	9	10					
5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	9	0,2
6	7	8	9	10						
6	6	6✓	6	6	6	6	6	6	1	0,022
7✓	8✓	9	10✓							
7✓	7✓	7	7	7	7	7	7	7	4	0,089
8	9	10✓								
8✓	8	8	8	8	8	8	8	8	2	0,044
9	10✓									
9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0
10✓	10									
Suma $n(n-1)/2$									45	1,000

Legenda:

P1 - Hodnocení přímého odtoku č.1
 P2 - Odhad potencionální retence č.2
 P3 - Stupeň ekologické stability č.3
 P4 - Biodiverzita č.4
 P5 - Funkce ekosystémů č.5

P6 - Investiční náklady č.6
 P7 - Náklady za následnou péči č.7
 P8 - Pracovní místa č.8
 P9 - Časová náročnost č.9
 P10 - Atraktivita lokality č.10

Příloha 9: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího čísla 2.

V rámci dvojice kritérií je indexem ✓ označeno to, které hodnotící odborník, v tomto případě Ing. Laštůvková Jana vybrala za prioritnější (důležitější).

									Počet předností	Normovaná váha w
1	1	1	1	1	1✓	1✓	1✓	1	3	0,067
2✓	3✓	4✓	5✓	6✓	7	8	9	10✓		
2	2✓	2	2	2✓	2✓	2✓	2	2	5	0,111
3✓	4	5✓	6✓	7	8	9	10✓			
3✓	3	3✓	3✓	3✓	3✓	3	3	3	7	0,156
4	5✓	6	7	8	9	10✓				
4	4✓	4	4✓	4✓	4	4	4	4	4	0,089
5✓	6	7✓	8	9	10✓					
5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5	5	5	5	9	0,2
6	7	8	9	10						
6✓	6	6✓	6	6	6	6	6	6	4	0,089
7	8✓	9	10✓							
7✓	7✓	7✓	7	7	7	7	7	7	4	0,089
8	9	10								
8✓	8	8	8	8	8	8	8	8	2	0,044
9	10✓									
9✓	9	9	9	9	9	9	9	9	1	0,022
10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Suma $n(n-1)/2$									45	1,000

Legenda:

P1 - Hodnocení přímého odtoku č.1
P2 - Odhad potencionální retence č.2
P3 - Stupeň ekologické stability č.3
P4 - Biodiverzita č.4
P5 - Funkce ekosystémů č.5

P6 - Investiční náklady č.6
P7 - Náklady za následnou péči č.7
P8 - Pracovní místa č.8
P9 - Časová náročnost č.9
P10 - Atraktivita lokality č.10

Příloha 10: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího číslo 3.

V rámci dvojice kritérií je indexem ✓ označeno to, které hodnotící odborník, v tomto případě Ing. Novotná Lenka vybrala za prioritnější (důležitější).

										Počet předností	Normovaná váha w
1	1	1	1	1	1	1 ✓	1	1 ✓		2	0,044
2 ✓	3 ✓	4 ✓	5 ✓	6 ✓	7 ✓	8	9 ✓	10			
2	2	2	2	2	2	2 ✓	2	2 ✓		3	0,067
3 ✓	4 ✓	5 ✓	6 ✓	7 ✓	8	9 ✓	10				
3 ✓	3 ✓	3 ✓	3 ✓	3 ✓	3 ✓	3 ✓	3 ✓	3 ✓		9	0,2
4	5	6	7	8	9	10					
4	4 ✓	4 ✓	4 ✓	4 ✓	4 ✓	4 ✓	4 ✓	4 ✓		7	0,156
5 ✓	6	7	8	9	10						
5 ✓	5 ✓	5 ✓	5 ✓	5 ✓	5 ✓	5 ✓	5 ✓	5 ✓		8	0,178
6	7	8	9	10							
6	6 ✓	6	6	6	6	6	6	6		3	0,067
7 ✓	8	9 ✓	10 ✓								
7 ✓	7	7 ✓	7 ✓	7 ✓	7 ✓	7 ✓	7 ✓	7 ✓		5	0,111
8	9 ✓	10									
8	8	8	8	8	8	8	8	8		0	0
9 ✓	10 ✓										
9 ✓	6	6	6	6	6	6	6	6		6	0,133
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Suma $n(n-1)/2$										45	1,000

Legenda:

- | | | | |
|----------------------------------|-----|--------------------------------|------|
| P1 - Hodnocení přímého odtoku | č.1 | P6 - Investiční náklady | č.6 |
| P2 - Odhad potencionální retence | č.2 | P7 - Náklady za následnou péči | č.7 |
| P3 - Stupeň ekologické stability | č.3 | P8 - Pracovní místa | č.8 |
| P4 - Biodiverzita | č.4 | P9 - Časová náročnost | č.9 |
| P5 - Funkce ekosystémů | č.5 | P10 - Atraktivita lokality | č.10 |

Příloha 12: Určení relativní důležitosti kritérií metodou párového hodnocení dle hodnotícího čísla 5.

V rámci dvojice kritérií je indexem ✓ označeno to, které hodnotící odborník, v tomto případě Mgr. Vidanová Pavla vybrala za prioritnější (důležitější).

										Počet předností	Normovaná váha w(N)
1	1	1	1	1✓	1	1✓	1✓	1✓		4	0,089
2✓	3✓	4✓	5✓	6	7✓	8	9	10			
2	2	2	2✓	2✓	2✓	2✓	2✓	2✓		6	0,133
3✓	4✓	5✓	6	7	8	9	10				
3	3	3✓	3✓	3✓	3✓	3✓	3✓	3✓		7	0,156
4✓	5✓	6	7	8	9	10					
4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓	4✓		9	0,2
5	6	7	8	9	10						
5✓	5	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓	5✓		7	0,156
6	7✓	8	9	10							
6	6✓	6✓	6✓	6✓	6✓	6✓	6✓	6✓		3	0,067
7✓	8	9	10								
7✓	7✓	7✓	7✓	7✓	7✓	7✓	7✓	7✓		6	0,133
8	9	10									
8✓	8	8	8	8	8	8	8	8		1	0,022
9	10✓										
9	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
10✓	2	0,044									
Suma $n(n-1)/2$										45	1,000

Legenda:

P1 - Hodnocení přímého odtoku č.1
 P2 - Odhad potencionální retence č.2
 P3 - Stupeň ekologické stability č.3
 P4 - Biodiverzita č.4
 P5 - Funkce ekosystémů č.5

P6 - Investiční náklady č.6
 P7 - Náklady za následnou péči č.7
 P8 - Pracovní místa č.8
 P9 - Časová náročnost č.9
 P10 - Atraktivita lokality č.10

Příloha 13: Fotodokumentace zájmového území.



Zdroj: Aneta Bartošová

Příloha 14: Fotodokumentace zájmového území.



Zdroj: Aneta Bartošová

Příloha 15: Fotodokumentace zájmového území.



Zdroj: Aneta Bartošová

Příloha 16: Fotodokumentace zájmového území.



Zdroj: Aneta Bartošová