

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY

VÝVOJ ZASTOUPENÍ VODNÍCH PLOCH NA HNĚDOUHELNÝCH
VÝSYPKÁCH: NĚMECKO VS. ČR
DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Mgr. Bc. Šárka Fišerová

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Mgr. Šárka Fišerová

Krajinné inženýrství
Regionální environmentální správa

Název práce

Vývoj zastoupení vodních ploch na hnědouhelných výsypkách: Německo vs. ČR

Název anglicky

The Development of Water Areas Substitution on Braun Coal Spoil Heaps: Germany vs. Czech Republic

Cíle práce

Cílem práce je analýza a zastoupení vodních ploch a vyhodnocení jejich parametrů v prostředí narušených těžbou hnědého uhlí. Následně bude provedeno porovnání lokalit v rámci Německa a České republiky.

Metodika

V rámci literární rešerše bude popsána těžba hnědého uhlí, rekultivace území narušeného hnědouhelnou těžbou a vodní plochy na hnědouhelných výsypkách. Dále budou v rámci rešerše charakterizovány jednotlivá dotčená území.

Praktická část diplomové práce bude tvořena digitalizací vodních ploch v programu ArcGIS a jejich analýzou. Sledovanými parametry bude četnost zastoupení jednotlivých druhů vodních ploch, jejich rozloha, délka okraje apod. Výsledné parametry budou porovnány v jednotlivých lokalitách.

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

vodní plochy, hydrické rekultivace, těžba hnědého uhlí

Doporučené zdroje informací

- DIMITROVSKÝ, K. *Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. ISBN 80-7271-065-6.
- JIHOČESKÁ UNIVERZITA, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA, – TROPEK, R. – ŘEHOUNEK, J. – ŘEHOUNKOVÁ, K. – PRACH, K. *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. České Budějovice: Calla, 2015. ISBN 978-80-87267-13-4.
- JONGEPIEROVÁ, I. – PRACH, K. – PEŠOUT, P. – JONGEPIER, J. W. *Ekologická obnova v České republice*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2012. ISBN 978-80-87457-31-3.
- SMOLOVÁ, I. – UNIVERZITA PALACKÉHO. PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA. *Těžba nerostných surovin na území ČR a její geografické aspekty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. ISBN 978-80-244-2125-4.
- ŠTÝS, S. – BLATNÝ, C. *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Praha: VEB Verlag Technik, 1981.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

Ing. Vladimír Major

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2019

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 11. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 06. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vývoj zastoupení vodních ploch na hnědouhelných výsypkách: Německo vs. ČR vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze 30. 6. 2020

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat Ing. Markétě Hendrychové, Ph.D. za její odborné vedení a péči při přípravě a vypracování diplomování práce.

V Praze 30. 6. 2020

Abstrakt

Předložená diplomová práce se věnuje vyhodnocení různých parametrů vodních ploch, jež se nachází ve zrekultivovaném území po povrchové těžbě hnědého uhlí ve zvolených lokalitách. Cílem práce je zdigitalizování a zanalyzování vodních ploch na vybraném území v Německu, dále pak jejich vyhodnocení v základních charakteristikách a porovnání s jednotlivými charakteristikami na vybraném území v České republice. Data pro jednotlivá území byla získána digitalizací mapových podkladů v programu ArcGis. První část práce popisuje těžbu hnědého uhlí a její vliv na krajinu, rekultivace a její druhy a charakteristiky vybraných území. Druhou část práce tvoří analýza mapových podkladů vybraných lokalit. Přínosem práce je porovnání charakteristik vodních ploch a hydrických rekultivací ve dvou zemích. Práce popisuje podobné trendy ve vývoji vodních ploch, vlivem rekultivací dochází ke snižování počtu jednotlivých ploch a ke zvyšování jejich rozlohy.

Klíčová slova: vodní plochy, hydrické rekultivace, těžba hnědého uhlí

Abstract

This thesis is devoted to a various parametric evaluation of water areas in cultivated former open cast lignite mines in two localities. The purpose of thesis is a digitizing and analysis water areas in Germany, subsequently their evaluation of primary characteristics and comparison with specific characteristics in a region in the Czech Republic. The data of particular regions was created by digitalizing map documents in Arcgis. The first part of thesis is a description of brown coal mining and its effect on the landscape, reclamation and recultivation types and region's characteristics. The second parts is an analysis of map documents of coal regions. The benefit of this thesis is a comparison of water features -characteristic and system of hydric reclamation in Germany and the Czech Republic. The thesis describes a similar trend in the water areas development, a number of water areas goes down due to the recultivation, whereas the area is increasing.

Key Words: water areas, hydric reclamation, lignite mining, reclamation like

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 9 |
| 2 | Cíle práce | 10 |
| 3 | Metodika | 10 |
| 4 | Teoretická část – literární rešerše | 11 |
| 4.1 | Těžba hnědého uhlí | 11 |
| 4.1.1 | Způsoby těžby..... | 12 |
| 4.1.2 | Výsypky – geologické útvary po těžbě uhlí v krajině | 14 |
| 4.1.3 | Vlivy těžebních aktivit na krajinu | 15 |
| 4.2 | Rekultivace | 17 |
| 4.2.1 | Druhy rekultivací | 20 |
| 4.2.2 | Hydrické rekultivace..... | 26 |
| 4.3 | Legislativa a rekultivace..... | 27 |
| 4.4 | Vodní plochy na hnědouhelných výsypkách..... | 29 |
| 4.5 | Historie dobývání hnědého uhlí v ČR a v Německu | 32 |
| 4.6 | Krajinné plánování v ČR a Německu..... | 33 |
| 4.7 | Charakteristika vybraných zájmových území | 34 |
| 4.7.1 | Lokalita A – Sokolovská a Severočeská hnědouhelná pánev..... | 34 |
| 4.7.2 | Lokalita B – Lužice, Německo | 37 |
| 5 | Praktická část – analýza mapových podkladů vybraných lokalit | 42 |
| 5.1 | Výsledky ČR – Sokolovská a Severočeská hnědouhelná pánev | 42 |
| 5.2 | Výsledky Německo – Lužice | 48 |
| 6 | Diskuze | 62 |
| 7 | Závěr | 65 |
| 8 | Přehled literatury a použitých zdrojů..... | 67 |
| 9 | Přílohy..... | 75 |
| 9.1 | Seznam zkratk..... | 75 |

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 9.2 | Seznam tabulek..... | 76 |
| 9.3 | Seznam obrázků | 76 |
| 9.4 | Seznam grafů..... | 77 |
| 9.5 | Mapové přílohy | 78 |

1 Úvod

Na území České republiky se od nepaměti vyskytují četná ložiska různých nerostných surovin. Archeologické nálezy dokazují, že již od pravěku člověk tyto zdroje uměl využívat k různým účelům. Naše území je výjimečné zejména tím, že se na malé ploše nacházelo a těžilo poměrně velké množství různorodých nerostných surovin. Území je unikátní nejenom díky obsahu jednotlivých surovin, ale také díky jejich tvarům a způsobům, jakým vznikly.

Potřebným pro rozvoj lidské společnosti jsou určité zdroje obživy a zdroje surovin, které poskytují základnu pro rozvoj všech dalších odvětví. Rozvoj těžby a následné zpracovávání surovin zaručoval rozvoj stavebnictví, řemeslné výroby, dopravy, školství a služeb v regionech. Docházelo k rozvoji nejen v oblasti hospodářské, ale také ve společenské a kulturní sféře.

Těžební činnost však nepřinášela pouze pozitivní vlivy, ale také negativní v podobě narušené krajiny a velkým proměnám tváře jednotlivých regionů. Při těžbě dochází k znečišťování různých složek životního prostředí, jako je např. ovzduší, půda, povrchové a podzemní vody apod. Je znemožněno krajinu využívat obvyklým způsobem pro zemědělství, lesnictví... V některých případech docházelo i ke kompletním změnách ve vesnických a městských aglomeracích, kdy v důsledku postupující těžby byly jejich části likvidovány.

Prostředí narušené těžební činností je tak často vnímáno jako měsíční krajina, ve které je dosaženo pomyslného vrcholu devastace krajiny. Tato častá představa o těžební krajině je však v současné době vyvracena díky útlumu těžby a následné intenzivní rekultivační činnosti. Z oné měsíční krajiny se tak pomalými kroky stává krajina, která je v některých případech podobná té původní před těžbou a v některých se jedná o krajinu s pozměněnou tvářností a novými nepůvodními biotopy.

Tato diplomová práce se zaměřuje právě na nové vodní biotopy, jež vznikly rekultivační činností po povrchové těžbě hnědého uhlí. Vodní plochy jsou sledovány v základních charakteristikách a práce navazuje na již provedený výzkum v Severočeské hnědouhelné pánvi a přináší poznatky z další oblasti, kde probíhala povrchová těžba hnědého uhlí – z oblasti Lužických jezer v Německu.

2 Cíle práce

Cílem práce je digitalizace vodních ploch zrehabilitovaného území v Sasku v Německu. Zastoupení jednotlivých vodních ploch je dále analyzováno a vyhodnoceno v jejich parametrech v prostředí narušených těžbou hnědého uhlí. Následně je provedeno porovnání lokalit v rámci Německa a České republiky.

3 Metodika

V rámci literární rešerše je popsáno hnědé uhlí – jeho vlastnosti, jakými způsoby může být hnědé uhlí těženo, jaké útvary při těžbě vznikají a jak těžební aktivity ovlivňují okolní krajinu. Dále je popsána rekultivace jako činnost následující po těžbě, její fáze a jsou charakterizovány její typy, následně jsou uvedeny vodní plochy, které se vytváří ať už spontánně, nebo jsou antropogenního původu vznikající při hydrických rekultivacích. Dále jsou v rámci rešerše charakterizována jednotlivá dotčená území z hlediska historie a současného stavu.

Praktická část diplomové práce je tvořena digitalizací vodních ploch v programu ArcGis 10.6.1. Podkladem k digitalizaci jsou historické mapové dokumenty z let 1945, poté mapa z roku 1987 a mapa z roku 1990. Následně byly zdigitalizovány vodní plochy na podkladu současné ortofotomapy. Zvoleným digitalizovaným územím byla část Saska v Německu, kde od roku 1900 probíhala těžba povrchovým způsobem. Získaná data byla analyzována a vybrané sledované parametry byly následně porovnány se zvolenou bývalou těžební lokalitou v České republice.

Každý mapový podklad byl načten do programu ArcGis za účelem zpracování dat k vyhodnocení vývoje zastoupení vodních ploch na hnědouhelných výsypkách v Německu. Jednotlivé mapové podklady byly rozděleny do sítě čtverců, aby byla ve vektorizaci vodních ploch udržena systematičnost. V každém čtverci byly zvektorizovány veškeré vodní plochy. Vodní prvky v krajině byly zkoumány ve všech čtyřech časových obdobích, jež byly zvoleny tak, aby interpretovaly důležité změny v postupně rekultivované krajině. Poté byl pro zjištění signifikantnosti rozdílů mezi vodními plochami v jednotlivých letech použit Kruskal-Wallisův neparametrický test (KW-H).

4 Teoretická část – literární rešerše

4.1 Těžba hnědého uhlí

Uhlí je hořlavá tuhá hmota organického původu, která vznikla ve dvou geologických obdobích, v karbonu (uhlí černé) a v třetihorách (uhlí hnědé), nahromaděním rostlinného materiálu. Rostliny nejprve prošly biochemickým rozkladným procesem, byly převrstveny nerostlinným vrstvami a následně byly vystaveny složitému geotermálnímu štěpení – karbonifikaci. V závislosti na délce trvání a intenzitě tohoto procesu vznikaly základní druhy uhlí. Uhlí je uloženo v uhelných slojích, ze kterých se těží dvěma způsoby: hlubinně (černé uhlí) a povrchově (hnědé uhlí). (Kožešník a kol., 1982)

Těžba nerostných surovin patří v České republice i v Německu mezi tradiční hospodářské odvětví. Toto odvětví velmi výrazně ovlivňuje přírodu a krajinu v mnoha aspektech. Jedním z významných aspektů je změna tvárnosti krajiny, její technogenní transformace, neboť těžba představuje nevratný zásah do krajiny, zejména proto, že dochází ke změně reliéfu krajiny. Dochází jak k destrukci přírodních složek v oblasti pedosféry, biosféry, hydrosféry a litosféry, tak i k destrukci sociálního prostředí. (Štýs, 1981) Vedle negativních vlivů, jakými jsou hluk, imise, prašnost, změna klimatu a vodního režimu, je zapotřebí vnímat i určitá pozitiva, které těžba přináší. Při průběhu těžby se tvoří nové geologické odkryvy, dochází k vytváření nových a náhradních stanovišť pro různé druhy ekosystémů a existuje možnost zvýšení celkové biodiverzity. (Brtnický, 2002) Místa po těžbě totiž poskytují životní prostředí pro různé živočichy, rostliny nebo houby. Tato stanoviště mají svou hodnotu i proto, že se jedná o stanoviště chudá na živiny. Zde mají tedy svá stanoviště i konkurenčně slabší druhy, jež v okolní krajině mizí. (Řehounek, Řehounková, Prach, 2010)

Uhlí lze nalézt v různě mocných vrstvách od rozsahu několika milimetrů až po několik desítek metrů. Vrstvy mohou být různým způsobem uloženy, a to vodorovně dle jejich vzniku, nebo v různých polohách, jak byly následnými geologickými procesy otáčeny nebo jinak přemístovány. Jednotlivé uhelné vrstvy nazýváme sloje. Uhelné sloje lze dobývat v zásadě dvěma způsoby - rozlišujeme dobývání hlubinné a povrchové. (Encyklopedie ČEZ, 2020)

4.1.1 Způsoby těžby

Při rozhodování o způsobu těžby ložisek jsou rozhodující tyto faktory: geneze ložiska, jeho poloha, tvar a mocnost, množství zásob užitkového nerostu, plošný rozsah, hydrologické, geologické a klimatické poměry, možnost nasazení nutné mechanizace, stupeň zastavitelnosti na povrchu území, hodnota území z hlediska zemědělství, lesnictví a ochrany přírody. Nejpodstatnějším ukazatelem je však mezní hloubka dobývání, jež se hodnotí z technologického a ekonomického hlediska. Dle těchto hledisek se rozhodne o tom, zda ložisko bude těženo povrchově, nebo hlubinně. (Štýs, 1990)

Povrchové dobývání je vhodné využívat zejména v těch místech, kde se uhelné sloje nachází v blízkosti pod povrchem. Sloje je zde výhodnější těžit přímo z povrchu. V tomto případě je ale nutné veškeré nadzemní horniny pokrývající vrstvy odtěžit a uložit někde v blízkosti těžební lokality na tzv. výsypku. Povrchové dobývání ložiska je z hlediska těžby ekonomické, tímto způsobem lze vytěžit téměř 100 % zásob uhlí ve slojích. Tento způsob těžby je také jednodušší než hlubinný, je ale zapotřebí dobré organizace. Tyto provozy většinou pracují v nepřetržitém plynulém pracovní cyklu. (Encyklopedie ČEZ, 2020)

Povrchová těžba začíná odtěžením nadložních vrstev hornin, které se nachází nad uhelnou slojí. Zpravidla se odváží na místo blízké těžbě, aby mohly být poté využity. K odstranění vrstev hornin se používají lopatová, kolesová nebo korečková rypadla s velkým výkonem. Pro dopravu se používají široké pásové dopravníky. (Encyklopedie ČEZ, 2020)

Poté, co se odstraní nadložní vrstvy, dobývá se rypadly samotné uhlí. Rypadla jej nakládají přímo v těžební jámě na nákladní vozy nebo železniční vagony na provizorních kolejích. Po vytěžení musí být uhlí vyčištěno od zeminy, která na něm během těžby ulpěla. Nejčastěji se k čištění používá voda a využívá se vlastností těžkých zemin, které klesají ke dnu. (Encyklopedie ČEZ, 2020)

Povrchová těžba se rozděluje na tři druhy. Vrstevnicová těžba se realizuje ve svazích hor, kdy pás zeminy, který se ještě ekonomicky vyplatí odstranit, se odstraní a zároveň se přemístí pod svah za účelem zpevnění. Uhlí je z odkrytého pásu odtěženo. Pro zvýšení výtěžnosti je ještě možnost dodatečných návrtů do boků sloje. Při plošné liniové těžbě je odstraněn pás zeminy, pod kterým se těží uhlí. Postupuje

se v určitém směru a odstraňovaná zemina se ukládá do předchozí vytěžené oblasti. Způsob těžby odstranění špice hor je kombinací vrstevnicové a liniové těžby. V počátcích těžby se odstraňovaná zemina ukládá do údolí mezi svahy. Pokud tento prostor pro ukládání nepostačuje, začne se ukládat do předchozí vytěžené oblasti. Po dokončení těžby je špice kopce nebo hory zcela odstraněna. (Špiláček, 2016)

Při hlubinném způsobu dobývání jsou hloubeny svislé jámy – tzv. šachty směrem od povrchu až k uhelné sloji. Nad šachtami jsou těžní věže, jejichž prostřednictvím se vytěžené uhlí vyváží na povrch. Od šachty se razí postranní chodby za účelem nejefektivnějšího vytěžení sloje. Chodby jsou raženy většinou vodorovně a mohou být v několika patrech nad sebou. (Encyklopedie ČEZ, 2020)

Při hlubinné těžbě je nutné mít zajištěné tzv. ochranné pilíře – uhelné bloky, které jistí nadložní vrstvy. V důsledku toho tedy nelze vytěžit celou sloj. Oblast připravené uhelné sloje se disociuje uhelnými pluhy nebo brázdičkami. Rozrušené uhlí se poté nakladači sype na dopravní pás, odkud uhlí putuje do vozíků, jež vyveze těžní klec na povrch. (Encyklopedie ČEZ, 2020)

U hlubinné těžby rozlišujeme několik způsobů: komorování, pilířování, zátinkování a stěnování. Zvolená dobývací metoda je hlavním činitelem, jež ovlivňuje změny vznikající těžební činností na povrchu dobývaného prostoru. (Štýs, 1990) Při komorování se vytěží postupně se zvětšující komory v určitém pořadí, komory se v tomto případě vytěží až na zával. U pilířování se naopak ponechávají uhelné pilíře, které brání propadu stropu a závalu sloje. Propad a zával hrozí i při zátinkování, uhlí se těží v úzkém pruhu a ve stopu sloje se uhlí ponechává z důvodu zpevnění. Toto uhlí se těží až ve zpátečním směru. Při stěnování se vytěží uhlí na celou délku uhelné stěny. Opatřením proti závalu jsou vzpěry nebo se vytěžená oblast zavalí. (Špiláček, 2016)

Z výše uvedeného plyne, že při povrchové těžbě je těžbou narušené území představováno výsypkami, které mohou být úrovňové, nadúrovňové nebo podúrovňové, podle lokalizace v území mohou být vnitřní nebo vnější a podle technologie vzniku mohou být ruční, automobilové, pluhové, rýpadlové, plavené nebo zakládačové. Dalším útvarem vznikající po povrchové těžbě jsou zbytkové lomy, pokud nejsou zasypány vnitřní výsypkou. Při těžbě hlubinné reprezentují těžební prostory různé typy poklesových kotlin, které vznikají nad vytěženými

prostory při plastickém nadloží. Vytěžená hlušina je ukládána jako zakládka v dole, většinou však na odvaly, které reprezentují další typ útvarů v těžební lokalitě. S úpravami vytěženého nerostu jsou neproduktivní složky úpravárenského procesu uloženy mokrou cestou do usazovacích nádrží, jež jsou také dalšími útvary v území. (Štýs, 1990)

4.1.2 Výsypky – geologické útvary po těžbě uhlí v krajině

Za výsypku označujeme složiště sypkého materiálu, které vzniká při těžbě nerostných surovin nebo při průmyslové výrobě. Jde o antropogenní útvar sloužící k dočasnému nebo trvalému uložení vytěženého materiálu. Výsypky můžeme rozlišit dle umístění na vnitřní, které se nachází uvnitř lomu v místě, které bylo již vytěženo, a vnější, které se nachází v blízkosti těžební lokality. (Kožešník a kol., 1982)

Povrchovou těžbou uhlí vznikají mikro a mezoreliéfově členité výsypky. Pokud je hlušina sypána zakladači v pásech, dochází k drobnějším elevacím v pásech a tím zůstávají hlubší, většinou zvodnělé deprese. Tento způsob sypání je z hlediska biodiverzity příznivý. (Řehounek, Řehouňková, Prach, 2010) Výsypky se skládají z hornin různých vlastností, které tvoří výchozí substráty pro rekultivační účely. (Frous, 2008) Substráty jsou tvořeny vyvřelými, sedimentárními nebo metamorfovanými horninami. Pro půdní vlastnosti podstatné pro rekultivaci je důležitý chemismus půdy, a to hlavně přítomnost čtyř primárních složek – Ca, K, P, Mg, který určuje tzv. minerální sílu hornin. (Dimitrovský, 2001) Vlastnosti výsypkových zemin jsou ovlivňovány také vegetací, reliéfem, charakterem klimatu a vodním režimem. (Štýs, 1981) Po nasypání je výsypka osidlována dispergovanými semeny tzv. pionýrských dřevin. Pionýrské dřeviny rozrušují svými kořeny povrch výsypek a vylučují množství látek, které jsou zdrojem energie pro půdní organismy. Dochází tak ke změně vlastností půdy, která je poté příznivá pro uchycení semen vyšších dominantních dřevin. (Nyssen, 2010)

Při posuzování rekultivační vhodnosti půdních substrátů jsou za hlavní vlastnosti považovány:

- struktura sedimentů – velmi proměnlivá díky nestejněměrnému zastoupení pórů, obsahu půdního vzduchu a rozdílné infiltrační schopnosti pojímat srážkovou vodu

- zvětrávání – tvořeno fyzikálním, chemickým a biologickým procesem zvětrávání, pomocí těchto procesů vznikají nejjemnější částice půd
- zrnitost – nejvýznamnější charakteristika půdy, nejvýznamnější je obsah tzv. jemnozeme (částice s průměrem pod 2 mm)
- chemické vlastnosti – chemismus nadložních zemin je podstatně ovlivňován chemismem výsypkového materiálu. (Dimitrovský, 2001)

Hnědouhelné výsypky jsou v České republice nejrozšířenější typem území s ukončenou těžbou. S černouhelnými výsypkami zaujímají plochu kolem 270 km². Jedná se tedy o plochu, která je srovnatelná s rozlohou všech národních přírodních rezervací v České republice (ty zaujímají plochu o 279 km²). Rozhodně by tedy ochránářský potenciál výsypek a dalších ploch s ukončenou těžební činností neměl být podceňován. (Doležalová, Solský, Vojar, 2012 b)

Uhelné výsypky jsou uznávány jako heterogenní prostředí s mimořádnými a extrémními abiotickými a biotickými podmínkami a nízkou produktivitou. (Tropek a kol., 2012) Poskytují kyselé prostředí, ale navzdory svému antropogennímu původu substráty z výsypek neobsahují vysoké koncentrace těžkých kovů a toxinů, které by jinak bránily růstu rostlin. (Stefanowicz a kol., 2015) Představují náhradní stanoviště v moderní člověkem pozmeněné krajině. (Skalski a kol., 2016)

4.1.3 Vlivy těžebních aktivit na krajinu

Každá hornická činnost představuje velký zásah do krajiny a negativní zásahy do životního prostředí. Těžba surovin se týká všech základních složek krajiny. Vlivy těžby mají různý charakter, jež vychází ze způsobu těžby a druhu těžené suroviny.

Během těžby je významně ovlivněna litosféra. Dochází k narušení původního horninového prostředí. Petrografickou, stratigrafickou a hydrogeologickou transformací je změněn reliéf území a nadmořská výška. Těžbou je také vyvolána a urychlena eroze půdy. (Blažková, 2011) Krajina se utváří v průběhu několika desetiletí nejen rekultivačními zásahy, ale i sesedáním výsypek, propady hlubinných důlních děl, sesuvy svahů výsypek a lomů. (Richter, 2012).

K degradaci půdy během těžby dochází při nadměrném zamokření nebo vysušení zavodněných či nezavodněných lomů v okolí. K poškození pedosféry

dochází v celé ploše lomu i v celém dobývacím prostoru. (Bian a kol., 2009) Ke zhoršení kvality dochází i u skrývek úrodné půdy, jež jsou odděleně skládkovány po celou dobu těžby. Je narušen vodní režim, obsah vzduchu v půdě i její mikrobiologické složení. Obnovení původních vlastností půdy je dlouhodobým procesem, který není možný bez dalších vkladů, které jsou součástí rekultivačních prací. (Richter, 2012)

V atmosféře je ovlivňována kvalita vzduchu. Příčinou mezo a mikroklimatických změn jsou zejména přeměny reliéfu, členitosti území, pokryvnosti vegetací a nadmořské výšky. (Štýs, 1990) Emise plynů, par, aerosolů a zejména prachu uvolňujících se při těžbě ovlivňují kvalitu atmosféry. Dochází k uvolňování toxických látek, jako je arzen, olovo, rtuť, nikl, kadmium ad. Tyto látky jsou produkovány ve stopovém množství, ale z hlediska celosvětového je toto množství výrazné. Většina znečišťujících látek se usazuje v okolí těžební lokality, ale aerosoly a částice menší než 0,005 mm jsou přítomny v ovzduší trvale a jsou schopny se šířit až na vzdálenost 2 000 km od zdroje znečištění. (Anděl, 2011)

Těžba také zapříčiňuje kvantitativní i kvalitativní změny hydrografické sítě a hydrologického režimu povrchových i podzemních vod. Režim povrchových vod je narušen poklesy terénu, porušováním pramenů a podzemního proudění. (Volný, 1985) Horní zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostných surovin ve znění pozdějších předpisů označuje za důlní vody takové podzemní, povrchové a srážkové vody, které vnikly do důlních prostorů, a to až do spojení se stálými povrchovými a podzemními vodami. Důlní vody jsou charakteristické nízkou hodnotou pH, zvýšenou tvrdostí, vysokými obsahy iontů a vysokou koncentrací rozpuštěných látek. (Bian, 2009) V krajině také dochází ke snížení podílu vody v tzv. krátkém cyklu a v důsledku toho dochází k přehřívání rozsáhlých ploch. (Mazur a kol., 2011)

Těžba také v neposlední řadě působí na životní prostředí organismů. Povrchová těžba představuje enormní zásah do struktury ekosystému nejen v celém dobývacím prostoru, ale i v jeho okolí. (Štýs, 1981)

Pokud se však při technických rekultivacích po ukončení těžební činnosti postupuje uvážlivě a povrchy výsypek nejsou jen zarovnávány a odvodňovány, nemusí původní pestré prostředí zaniknout. Jestliže nejsou hnědouhelné výsypky zarovnány do rovných plání a nejsou na nich zakládány nebo ponechávány

jednotlivé, zpravidla větší nádrže, může toto prostředí dosáhnout heterogenity. Značná vertikální členitost a morfologie podmiňuje heterogenitu stanovišť. V terénních depresích vznikají drobné vodní tůně a jezírka díky nepropustnému podloží třetihorních jílu. Horní partie jsou pak charakterizovány podmínkami stepí či polopouští. Zvodnělé prostředí v bezprostředním okolí výsypek mají zásadní význam při osidlování, neboť slouží jako tzv. nášlapné kameny. (Doležalová, Vojar, Solský, 2012 b)

Změny ve struktuře krajiny vyvolané povrchovou těžbou uhlí jsou nesmírné. Povrchová těžba je jednou z aktivit lidské historie, která vytváří velké nevratné změny v krajině. (Dulias, 2010) Změny se mohou projevit jako kvalitativní změny v land-use a také jako změny krajinné heterogenity. Pokud analyzujeme tyto změny, je možné identifikovat stabilní části krajinné struktury, které poté mohou být využity jako základ pro vytvoření územních systémů ekologické stability. Územní systémy ekologické stability jsou hlavním zdrojem pro druhy, jež jsou nutné k znovuosídlení rekultivovaných hnědouhelných výsypek a dolů divoce žijícími živočichy a planě rostoucími rostlinami. (Sklenička, Charvátová, 2003)

Velkoplošná povrchová těžba hnědého uhlí má značný vliv na krajinu a její strukturu. Typy krajinného pokryvu představují pomalou spontánní transformaci díky přirozené sukcesi a disturbancím. Krajina, ve které probíhala těžba, prochází kompletní metamorfózou. Původně převažující typ – orná půda – reprezentuje nyní pouze malou část celkového území, z většiny je nahrazena zalesněnou krajinou a jezery vytvořenými ze zbytkových lomů, které se v krajině před těžbou nevyskytovaly. Nerekultivované části výsypek s unikátním členitým povrchem jsou zajímavým rysem z hlediska ochrany přírody a komplexní krajinné funkce, mohou se proměnit ve výchozí body pro rozšiřování druhů, včetně těch vzácných. (Hendrychová, Kabrna, 2016)

4.2 Rekultivace

Před počátkem těžby by měl proběhnout důkladný biologický průzkum, a to nejen v plánovaném těžebním prostoru, ale i v jeho okolí. Těžba by měla být prováděna takovým způsobem, aby okolí těžebny bylo zachováno v co nejvyšší míře. V průběhu těžby i po jejím ukončení by měl být prováděn monitoring prostředí.

Většina území ovlivněná těžbou má schopnost obnovit se samovolně – tzv. spontánní sukcesí, kterou můžeme v případě potřeby usměrňovat. Je žádoucí, aby minimálně 20 % rozlohy, jež je narušena dolováním, bylo ponecháno pro spontánní sukcesí. Po ukončení těžby by měla být odstraněna technická zařízení, těžba by měla být ukončována pozvolna a obnova krajiny by měla být rozložena do několika fází a do delšího časového úseku, aby byla dosaženo co největší prostorové i věkové struktury společenstev. (Řehounek, Řehouňková, Prach, 2010) Soubor úprav území, kterými dochází k nápravě prostředí, jež bylo postižené těžbou, můžeme označit termínem rekultivace. Pro lepší porozumění tomuto pojmu si uveďme několik definic.

Přední odborník na rekultivace po těžbě hnědého uhlí Ing. Stanislav Štýs, DrSc. definuje rekultivace tímto způsobem: „*Rekultivace je antropogenním faktorem v dynamickém procesu vývoje přírody s funkcí převážně kladných zpětných vazeb, kterými je usměrňován vývoj struktury a funkcí devastovaných částí krajiny, a to urychlením tvorby ekologicky stabilizujících prvků; současně dochází k plánovité tvorbě biologicky i sociálně vhodných poměrů ve prospěch přírody i člověka*“. (Štýs, 1981) Sixta označuje rekultivace jako „*pokus člověka o urychlení přírodních procesů, které z jeho pohledu trvají příliš dlouho*“. (Sixta, 2013) Dle Řehouňkové by prostřednictvím rekultivací mělo být dosaženo původního stavu krajiny před zahájením těžby. Pokud tedy zahajujeme těžbu v lokalitě, kde je pole, je cílem rekultivačních prací opět pole. (Řehouňková a kol., 2007) Podle Dimitrovského rekultivace „*zahrnuje celou soustavu technických i biologických opatření, vedoucích k zúrodnění deficitních půd*“. (Dimitrovský, 2000) Z výše uvedeného tedy můžeme vyvodit, že se v procesu rekultivace využívají technické a biologické postupy a činnosti. Cílem je především obnovení funkce a možnosti využití plochy zdevastované těžbou. Jedná se o proces odstranění následků poškození krajiny způsobené těžební činností a následnou přípravu lokality pro další využití. Proces rekultivace probíhá ve dvou na sebe navazujících etapách, z rekultivace technické, kdy probíhají úpravy terénu, úpravy hydrologického režimu v lokalitě, technické úpravy půdních profilů, výstavby dopravních sítí apod. Na tuto etapu navazuje biologická rekultivace, kdy se využívají biotechnická opatření, speciální osevňovací postupy, lesotechnická opatření, výsadba a ošetřování sadovního materiálu apod. Rekultivační proces končí v okamžiku, kdy je obnovená plocha začleněna do okolní krajiny. (Řehouňková a kol., 2007)

Celý rekultivační proces můžeme rozdělit do několika fází:

1. Přípravná fáze: V této fázi rekultivačního procesu nám jde o prevenci a optimalizaci. Probíhá řešení různých střetů zájmů, ve kterém by vždy měly být zohledněny celospolečenské zájmy. Dochází k průzkumu ložiska, jež poskytuje cenné informace nejen pro vlastní otevření ložiska a jeho těžbu, ale i pro následný plán sanací a rekultivací. Všechny možné dílčí střety by měly být vypořádány ještě před otvírkou ložiska a vzhledem k nim by měl stanoven dobývací prostor. Navržená rekultivační opatření by měla být zanesena do územně plánovací dokumentace. (Štýs, 1981)
2. Důlně technická fáze: Tato fáze začíná při počátku exploatace ložiska v dané oblasti. Nejčastějším problémem, který se v této fázi objevuje, je odvodnění výsypek. Nedostatečné odvodnění výsypek vede ke skluzům svahu a také ke snižování kapacity výsypek. Pokud bude nedostatečné odvodnění zanedbáno, mohou později vzniknout problémy při provádění rekultivačních prací. Zásadním procesem při této fázi rekultivačního procesu je také umístění a tvar výsypek v krajině. Je nutné zohlednit stav a budoucí zamýšlené funkce v okolní krajině. (Vesecký, 1981)
3. Biotechnická fáze zahrnuje úpravy terénu se základními půdními melioracemi včetně hydromelioračních opatření, navážky úrodných a potenciálně úrodných hornin a zemin spojenými s technickou stabilizací svahů a provedením protierozních opatření. Do této fáze je zahrnuta i případná výstavba komunikací. Cílem této etapy je zkvalitnit ekologické vlastnosti území, a to nejen těch, jež jsou určeny k rekultivaci. (Štýs, 1981)
4. Postrekultivační fáze je zahájena při předání zrehabilitovaných území do dalšího užívání. Postrekultivační fáze se tedy odlišuje pro jednotlivé druhy rekultivací. Pokud se jedná o rekultivace zemědělské, představuje postrekultivační fáze udržování a zvyšování úrodnosti pozemků po rekultivaci. V případě lesnické rekultivace jde o systém pěstební péče. (Štýs, 1981)

Hlavním smyslem rekultivací je vytvořit mozaiku ploch s různými funkcemi: produkční (lesy, zemědělské plochy), sociální (turismus, nové stavby) a neprodukční (kdy dominantní funkcí by měla být estetická nebo přírodní ochrana). Revitalizační strategie by také měly brát do úvahy historii, jež krajinu ovlivnila, zejména pokud je cílem dosáhnout krajiny s plnohodnotnými ekologickými funkcemi. (Demirel, Emil, Duzgun, 2011)

4.2.1 Druhy rekultivací

Rekultivace se mohou odlišovat svým přístupem k lokalitě. Jednou z metod je technická rekultivace, jež probíhá na základě technických a biotechnických opatření. Tato metoda zaznamenala ve svém historickém vývoji přelom. Do konce 90. let minulého století byla tato metoda rekultivace vnímána jako tvorba krajiny, která by sloužila pouze k hospodářskému využití. Po roce 1989 nastal obrat, který korespondoval se změnou společensko-ekonomických podmínek. Objevují se nové směry, názory a pohledy na rekultivaci, regeneraci a revitalizaci degradovaných území. Do popředí se dostává nejen téma klimatu, ale i vodohospodářských, půdních a biologických poměrů v dané lokalitě. Podstatou současných rekultivací je obnova krajiny narušené těžbou, která probíhá v územních a technických souvislostech, jejichž cílem je dosažení harmonické funkční krajiny. Tato harmonická krajina by měla zajišťovat nejen ekologickou a estetickou funkci krajiny, ale i sociálně ekonomickou (prostor pro rekreaci, sport, volnočasové a podnikatelské aktivity). (Svoboda, 2006) Rekultivační činnost by měla:

- zohlednit historický vývoj krajiny,
- obnovit krajinné kontinuum v celém rozsahu paměti krajiny,
- obnovit vazby mezi plochami přímo ovlivněnými, nepřímo ovlivněnými a neovlivněnými těžbou,
- vázat maloplošné formy obnovy krajiny na velkoplošné a naopak,
- vázat plány obnovy krajiny na další formy krajinného plánování, mezi které patří územní plánování, pozemkové úpravy, lesní hospodářské plány ad.,
- obnovit funkce krajiny jako prostředek ovlivňující a regulující mezoklima,

- zahrnovat i přirozenou sukcesí a prosazovat jí v místech, kde poskytuje srovnatelné výsledky jako řízená sukcese. (Svoboda, 2006)

Předchozí přístup k obnově hornické krajiny nezahrnoval výše uvedené zásady rekultivací, ale pouze odstraňoval důsledky těžební činnosti a využíval krajiny pouze z hlediska produkce bez ohledu na její limity. Možnost produkce úrody zemědělských plodin a hospodářské formy lesa byly považovány za hlavní smysl rekultivací minulých let. Posun od tohoto náhledu na krajinu je vysvětlován dvěma způsoby. Prvním z nich je spojení s postupným útlumem těžby, jež probíhal v 90. letech a se stanovením ekologických limitů těžby. Druhým způsobem je změna v pohledu na rekultivaci krajiny s ekologicky šetrným způsobem využívání krajiny dle pojetí trvale udržitelného rozvoje, který byl včleněn do mezinárodní politiky prostřednictvím Světové komise pro OSN pro životní prostředí a rozvoj dokumentem „Naše společná budoucnost“ nebo Agendou 21 z Konference OSN v Riu de Janeiro konané roku 1992. Nově vytvořená krajina by měla dosáhnout téměř stejného potenciálu možnosti využití, jaký měla krajiny před narušením těžební činností. (Mlčoch, 2000)

Technické způsoby rekultivací jsou prováděny několika způsoby. Jedná se o zemědělské, lesnické, hydrické a ostatní rekultivace. Obnova zemědělské činnosti je hlavním cílem zemědělských rekultivací. Technologický postup zemědělských rekultivací je usměrňován požadovanou cílovou formou rekultivace – tzn., zda má být cílovou plochou orná půda, trvalé travní porosty, vinice, sady nebo jiné produkční plochy. Zemědělské rekultivace jsou upřednostňovány tam, kde je těžbou poškozena zemědělská půda a zároveň kde stupeň degradace nevylučuje zemědělské využití. (Volný, 1985) K zemědělským rekultivacím je také vhodné využít území, které navazuje na současně zemědělsky využívané pozemky, musí být však zachována minimální výměra území 5 ha a vhodný sklon mezi 3 a 8 % (Kryl a kol, 2002) *„Obvyklý způsob realizace zemědělských rekultivací spočívá v navezení a rozprostření organické hmoty na plochu, následuje orba, vláčení, smykávání, síje přípravných plodin, jejich zaorání, hnojení a v konečné etapě pěstování cílových plodin nebo zatravnění pozemků.“* (Gremlica, 2011a) Pro zemědělskou rekultivaci se používají dva základní technologické postupy:

- rekultivace s překryvem (nepřímá rekultivace): využívá se na plochách, které jsou určena k intenzivní zemědělské produkci.

Jedná se o převrstvení nevhodných výsypkových zemin orníci nebo jinou snadno zúrodnitelnou zeminou (spraše, sprašové hlíny a svahoviny). Propojení překryvné vrstvy se substrátem rekultivovaného pozemku lze ovlivnit melioračním osevním postupem. (Mauer, 1985)

- rekultivace bez překryvu (přímá rekultivace): využívá se půdotvorných schopností pionýrských rostlin. Tento postup je však časově náročný. (Kryl, 2002)

Zemědělský typ rekultivací převládal v 70. a 80. letech 20. století. Vzhledem ke změnám v politickém a ekonomickém systému státu dochází však k postupnému útlumu. Svou roli v utlumování sehrály změny ve vlastnictví půdy. Provádění zemědělských rekultivací ve velkoplošném měřítku bylo hlavním trendem. Výsledkem pak byly velké zemědělské plochy postrádající stabilizační prvky, které by v krajíně plnily funkce územních systémů ekologické stability. (Gremlica, 2011a)

Lesnické rekultivace na výsypkách po těžbě uhlí v České republice převládají. Podstatné je při lesnických rekultivacích zajistit rovnovážný poměr krajinných fenoménů, který respektuje úroveň devastace původní krajiny, industrializaci a urbanizaci krajiny, imisní zatížení krajiny a demografické poměry v řešeném území. (Dimitrovský, 2001) Jedná se o zakládání lesních porostů, jež po dosažení určité věkové struktury plní protierozní, stabilizační, hydrologické, asanační, rekreační a další krajinné funkce. Do tohoto typu rekultivace lze zařadit i lesoparky, zeleň biocenter a biokoridorů, doprovodnou zeleň komunikací apod. Následná pěstební péče o založené porosty je velmi nákladná, proto by měla být druhová skladba vysazovaných porostů volena s ohledem na mikroklima a půdní podmínky. Lesnická rekultivace je vhodná pro ty lokality, které nemají vhodné půdotvorné substráty nebo mají pro zemědělskou výrobu nevhodnou sklonitost. Realizace zakládání lesních porostů zahrnuje tyto body:

- vhodnou úpravou plochy před výsadbou,
- výběr vhodných druhů lesních stromů a keřů,
- zajištění biologicky vhodného výsadbového materiálu,
- výsadbu,
- péči o porost,

- výchovné lesopěstební zásahy. (Štýs, 1997)

Lesní rekultivace upravují klimatické a vodohospodářské poměry v rekultivované krajině, ovlivňují půdotvorný proces a zmírňují negativní vlivy vodní eroze, zejména na svažitéch terénech. Při vytváření lesnických rekultivací v blízkosti města jako příměstské lesy plní i rekreační a sociální funkci. (Kryl, 2002) Lesy můžeme rozdělit do dvou kategorií, na lesy s primárně produkční funkcí a na lesy účelové. Lesy s primárně produkční funkcí jsou vhodné v těch místech, kde není možné přímé použití cílových porostů. Postupuje se ve dvou fázích, kdy jsou nejprve založeny přípravné porosty a poté pod jejich ochranu jsou po deseti a více letech vysazovány cílové dřeviny. Cílem účelových lesů jsou ostatní funkce, které plní les. Podle funkce mohou být realizovány jako ochranné nebo rekreační lesy (Mauer, 1985) Při fázi mechanické a chemické přípravy půdy je nežádoucí, aby byli zlikvidováni velmi cenné porosty náletových dřevin. Tyto dřeviny vysazené monokultury výrazně obohacují. Problémem je používání nepůvodních druhů dřevin, nebo těch druhů, které neodpovídají přírodním podmínkám dané lokality, porosty jsou poté z hlediska biologického a ekologického téměř bezcenné. (Gremlica, 2011a)

Do ostatních rekultivací řadíme ty rekultivované plochy, které neslouží k žádnému hospodářskému účelu, ale jsou vhodné k volnočasovým a podnikatelským aktivitám. Zpravidla se člení podle účelu na:

- *„ostatní veřejnou zeleň: vegetace ve sportovních a rekreačních zónách, podél vodních toků a vodních nádrží, remízků, sukcesních ploch a podél komunikací,*
- *ostatní komunikace: místní a účelové komunikace, parkovací plochy,*
- *rekreační a sportovní plochy: hřiště a stadiony, jízárny, dostihové dráhy a střelnice,*
- *rekreační a ubytovací plochy: kempy a tábořiště,*
- *kulturní a osvětové plochy: zoologická zahrada, skanzen,*
- *plochy pro podnikatelské aktivity: pro komerční využití.“ (Vráblíková, 2010)*

Tento typ rekultivace je klíčový pro udržitelný rozvoj rekultivované lokality. V současné době je tento typ rekultivací často využíván. Při obnově krajiny je patrná

snaha využívat výše uvedené způsoby rekultivací, včetně hydrických rekultivací, které jsou popsány níže v samostatné kapitole.

Druhou metodou rekultivace je přírodní přístup. Tato metoda rekultivace vychází z přírodě blízké obnovy krajiny, snaží se využívat autoregulačních schopností a přirozených obnovních procesů biocenóz. Cílová vegetace by měla odpovídat daným stanovištním podmínkám lokality. Lokalita zasažená těžbou by se měla zapojit do okolní neporušené krajiny. Smyslem této metody je vytvoření biodiverzity na obnovovaném území a její následná ochrana. Vzhledem k bohaté historii těžební činnosti na území České republiky představují těžební útvary nedílnou součást naší krajiny, stejně tak je tomu i v Německu. Útvary, které vznikly hornickou činností jako např. haldy, výsypky, lomy, zbytkové jámy, poklesové kotliny ad., mohou vytvářet specifické typy ekosystémů v krajině. Neměli bychom je považovat za a priori pozitivní či negativní, ale jde o poměr přínosů a ztrát. Mohou se stát hlavními refugii výskytu ohrožených druhů díky přirozeným přírodním procesům, které v nich probíhají, a vytváří tak ekologicky stabilní stanoviště. Z důvodu výskytu chráněných druhů se stala řada bývalých těžebních oblastí zvláště chráněným územím. Do roku 2009 bylo na území České republiky vyhlášeno 2 220 maloplošně zvláště chráněných území a 197 z nich tvoří území, která v minulosti byla zasažena těžební činností. (Řehounek, Řehounková, Prach, 2010) Obnovené lokality mají v hornické krajině také podstatnou roli při definování nové krajiny. Vytvoří se tak soubor ekologicky významných prvků, které utváří nové vztahy v krajině. Tuto krajinu je pak třeba chránit a doplňovat. (Bejček a kol., 2006)

Oborem, který se zabývá využíváním spontánních mechanismů obnovy ekosystémů poškozených lidskou činností, je ekologie obnovy. Základy této vědecké disciplíny položil Aldo Leopold ve 30. letech 20. století, když obnovoval prerii v arboretu univerzity Wisconsin. (Fiedler, Groom, 2006) V obnovovacím procesu může rozlišit 7 kroků:

1. identifikace procesů vedoucích k degradaci,
2. návrh postupů zastavujících degradaci,
3. stanovení cílů obnovy,
4. navržení měřitelných parametrů,
5. návrh konkrétních metodických postupů,
6. realizace,

7. monitoring. (Řehounek, Řehounková, Prach, 2010)

Podstatou obnovy je proces postupné změny společenstev – sukcese. Počáteční fází sukcese je tzv. primární sukcese. Jedná se o fázi, která nastupuje krátce po ukončení antropogenního narušení krajiny. Rostlinná společenstva osidlují „holé“ substráty, kde se doposud nevyskytovaly žádné organismy. (Sklenička a kol, 2002) Jednoduchá společenstva organismů poté ovlivňují vlastnosti prostředí a tím vytváří podmínky pro nástup dalších druhů, jež je postupně vytlačí. Existence sekundárních druhů je však závislá na prvotních jednoduchých společenstvech. (Dolný, 2000) Během sukcese dochází ke změnám ve druhovém složení a struktuře společenstev. Původně degradovaná krajina se přizpůsobuje charakteru okolní krajiny. Závěrečným procesem sukcese je klimatické společenstvo, jež odpovídá abiotickým faktorům daného prostředí. V praxi můžeme používat přirozenou (spontánní) sukcesi nebo můžeme přirozenou sukcesi nějakým způsobem usměrňovat, tj. urychlovat, brzdit ji zpět nebo jinak nasměrovat. (Řehounek, Řehounková, Prach, 2000)

Při spontánní sukcesí se samovolným způsobem obnovují území postižená těžbou. Z hlediska ekologického a estetického se jedná o přijatelnou formu obnovy, přestože druhové složení a vzhled vegetace je odlišný od původního stavu. Spontánní sukcesí ovlivňuje několik faktorů. Ovlivňují ji zejména výchozí stanovištní podmínky, možnost migrace rostlin a jejich přizpůsobivost vůči prostředí. Hlavním faktorem úspěšnosti spontánní sukcese je přítomnost zdroje společenstev v blízkém okolí narušeného území. (Prach, 2001)

Pokud v místě nejsou vhodné podmínky pro spontánní sukcesí, je možné využít řízenou sukcesí. Výhodou řízené sukcese je poměrně krátké období, za které můžeme obnovit různorodost vegetace. Spontánní sukcesí můžeme usměrnit tím způsobem, že upravíme některý faktor prostředí, např. zvedneme hladinu vody, dodáme živiny, dosadíme organismy do prostředí, mulčování, extenzivní pastva, odstraňování náletů a invazních druhů apod. (Prach, 2006)

Z výše uvedeného jsou jednoznačně zřejmé výhody spontánní sukcese, přesto jsou rekultivace těžebních jam a výsypek opodstatněné. V krajině došlo k mnoha nevratným změnám. Po ukončení těžby krajině dáváme novou tvář, a proto by v ní měly být zohledněny i potřeby lidí, kteří se zde nachází. Na rekultivace je tedy možné pohlížet jako na velkou příležitost. Vznikají tak nové rekreační příležitosti

a krajinně může vtisknout nový charakter. Měli bychom však také současně zohledňovat zájmy ochránářské a nechat ty vybrané části, které jsou potenciálně velmi cenné, přirozenému vývoji. (Doležalová, Vojar, Solský, 2012 b)

4.2.2 Hydrické rekultivace

Hydrická rekultivace je velmi často využívána v lokalitách, kde byla krajina devastována v důsledku těžby hnědého uhlí. Cílem rekultivačních prací je vznik nové vodní plochy. Tyto plochy mohou vzniknout dvojitým způsobem, a to odvodňováním výsypkových ploch, nebo zatápním zbytkových jam. Nově vzniklé plochy ovlivňují pohyb vody, energie a dalších látek v krajině. Významně také ovlivňují klima a tvoří refugia pro vodní a mokřadní společenstva. Hydrické rekultivace jsou také v poslední době podporovány z finančních důvodů. Podle odhadů je „mokrý“ varianta rekultivace od „suché“ až pětikrát levnější (Petružela, 2002) Důležitými faktory ovlivňujícími nově vzniklé vodní plochy jsou převýšení, srážkové podmínky, sklonitost, geologicko-pedologická povaha zemin, velikost a tvar odvodňovaných území. (Dimitrovský, 2001)

V případě, kdy nelze při odvodnění povrchu výsypek a svahů zbytkových jam docílit požadované úpravy vodního režimu pomocí organizačních a agrotechnických opatření, je nutné využít opatření technická, kterými se urovná povrch do požadovaných tvarů a vystaví se odvodňovací prvky. Za těmito účely lze využít technická zařízení, jako jsou příkopy, průlehy, terasy, protierozní cesty, retenční nádrži – poldry. V bočních svazích se používá sanační odvodnění, tvořené odvodňovacími prvky jako jsou drény a kamenná odvodňovací žebra, které odvádí podzemní vodu z propustných vrstev mimo svahové partie. (Dimitrovský, 2000)

Významnou formou úpravy krajiny ovlivněné báňskou činností je zatápní zbytkových jam. Vzniklé jezero by mělo mít mnohostranné využití: může sloužit jako estetický prvek, zásobárna vody, mělo by plnit ekologickou, sportovně-rekreační i sociálně ekonomickou funkci. (Dimitrovský, 2000) Již při báňském projektování je zapotřebí brát v úvahu tyto základní principy:

- v případě velkých zbytkových jam jsou výhodnější jezera hluboká,
- doporučuje se vytváření mělkých okrajových částí,

- morfologie dna i svahů by měla být členitá, nejen horizontálně, ale i vertikálně,
- doporučuje se členitá i břehová linie,
- sklon svahu by měl být mírný – optimální sklon 1 : 20.

Výše uvedené tvarování je důležité pro dosažení optimální kvality vody v jezerech, podmínek pro rekreaci, sport a zároveň pro stabilitu svahů. Délka, tvar a sklonové poměry ovlivňují možnosti využití pro sportovní a rekreační činnosti, vhodnost přírodních podmínek pro zvěř a také krajinně-estetický vzhled území. (Dimitrovský, 2000)

Hydrické rekultivace nezahrnují jen vodní nádrže. Podstatný je „přirozený charakter, pozvolné břehy s širokým pásmem litorálu, větší zastoupení navazujících mokřadů, občasné zaplavování tůní apod.“ (Hendrychová a kol., 2012) Nevhodné vlastnosti jako jsou např. pravidelné tvary a strmé břehy nádrží snižují biologický význam a brání rozvoji litorálu, který představuje důležitý biotop a úkryt pro mnoho druhů ptáků, obojživelníků i bezobratlých živočichů. Vhodné je tvořit členité okraje vodních ploch, nevysypávat břehy po celém obvodu hrubým štěrkem, ale ponechat je z části přírodní a s mírným sklonem. Pokud u vodních ploch není naplánováno rybářské využití, je ideální nezarybňování a ponechání rybí populace spontánnímu vývoji, popř. nevhodnou rybí obsádku usměrňovat. (Doležalová, Vojar, Solský, 2012a)

Dalšími prvky hydrických rekultivací jsou slaniska, nebeská jezírka nebo vodní plošky pod patami výsypek. Tyto prvky mají velký význam zejména v případě, kdy jsou vodní plochy zcela obklopeny zemědělsky rekultivovanými pozemky.

4.3 Legislativa a rekultivace

Ochrana a rekultivace půdy po báňské činnosti je zakotvena na území ČR již od 19. století, kdy v době Rakouska-Uherska existoval horní zákon o povinnosti navrácení původnímu účelu těžbou zasaženým pozemkům.

Současný právní řád v ČR řeší problematiku rekultivací ve všech jejích fázích, a to i přípravu, průběh a ukončení těžby. Hlavními právními prameny upravující těžbu nerostných surovin je zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného

bohatství a zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavením řádu. (Šanda, 2007)

Horní zákon ukládá povinnost těžebním organizacím zajistit sanaci a rekultivaci území dotčených těžbou a jejich monitoring po ukončení jeho provozu. Sanace pozemků se provádí podle plánu otvírky, přípravy a dobývání. Podle § 31 odst. 5. zákona č. 44/1998 Sb., je organizace, oprávněná dobývat výhradní ložisko v dobývacím prostoru, který jí byl stanoven, zajistit sanaci, která obsahuje i rekultivace podle zvláštních zákonů (zákona č. 334/1992 Sb., a zákona č. 289/1995 Sb.), všech pozemků, jež jsou dotčeny těžbou. Za sanaci se považuje odstranění škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur. (zákon č. 44/1988 Sb.)

Organizace, která v lokalitě provádí těžbu, je povinna vytvářet finanční rezervu. Výše této finanční rezervy musí odpovídat potřebám sanace dobývaných pozemků. Tyto rezervy jsou nákladem na dosažení, zajištění a udržení příjmů. Souhrnný sanační a rekultivační plán, který organizace přikládá k návrhu na stanovení dobývacího prostoru, obsahuje také návrh na řešení komplexní úpravy území a územních struktur dotčených těžbou. (zákon č. 44/1988 Sb.)

Podle § 4 zákona č. 334/1992 Sb., vyžaduje po ukončení povolení nezemědělské činnosti provedení takové terénní úpravy, aby dotčená půda mohla být rekultivována a byla způsobilá k plnění dalších funkcí v krajině podle schváleného plánu rekultivace. (zákon č. 334/1992 Sb.) Podle ustanovení § 13 odst. 3 písm. c) zákona č. 289/1995 Sb. jsou právnické a fyzické osoby, které provádí stavební, těžební a průmyslovou činnost, povinny průběžně vytvářet předpoklady pro rekultivaci uvolněných ploch. Po ukončení záboru půdy pro jiné účely mají povinnost neprodleně provést rekultivaci dotčených pozemků tak, aby mohly být navráceny plnění funkcí lesa. (zákon č. 289/ 1995 Sb.)

V souladu s § 2 odst. 2 zákona č. 114/1992 Sb. se ochrana přírody a krajiny zajišťuje mimo jiné obnovou a vytvářením nových přírodně hodnotných ekosystémů, např. při rekultivacích a jiných velkých změnách ve struktuře a využívání krajiny. (zákon č. 114/1992 Sb.)

Právní předpisy nevylučují využívání procesu přirozené nebo usměrňované sukcese při rekultivaci, ale ani tento postup přímo nepodporují a neusnadňují. V zásadě by tento postup měl být u všech rekultivovaných lokalit, nebo alespoň tam,

kde biologické a ekologické průzkumy dokáží existenci ohrožených nebo zvláště chráněných druhů hub, planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů, kterým oligotrofní stanoviště v lokalitách narušených těžební činností vyhovují. Tento proces by měl být také využíván tam, kde v průběhu těžby došlo k vytvoření cenných biotopů samovolnou sukcesí, které se vyznačují vysokou biodiverzitou a vyšší ekologickou stabilitou. (Gremlica a kol., 2011b)

V současném právním systému týkající se problematiky rekultivací je patrná nejednotnost, je nutné pracovat s množstvím zákonů, vyhlášek a nařízení. Zákony jsou roztržité a nedostatečně provázané s vyhláškami a nařízeními. Problémem je nejednotnost postupů a výkladů na jednotlivých úrovních orgánů státní správy. Příkladem mohou být rekultivace vnitřních a vnějších dobývacích prostor, kdy v případě vnitřních prostor se používají předpisy upravující báňskou činnost, a v případě vnějších prostor se využívá stavební zákon. (Dimitrovský, 2000)

4.4 Vodní plochy na hnědouhelných výsypkách

Vodní plochy a mokřady mají v krajině mnoho funkcí. Jsou podstatným prvkem v pohybu vody v krajině, a to jak malého i velkého vodního cyklu. Slouží člověku ve smyslu protipovodňové ochrany, jako zdroje vody pro různé účely a nezanedbatelná je také jejich estetická funkce. (Přikryl, 2012)

Vodní biotopy mají nejen velký význam z důvodu výskytu vzácných druhů živočichů a rostlin, ale i proto, že slouží jako nášlapné kameny při šíření všech druhů organismů na vnitřní části výsypek z okolí. Umožňují tak kontinuální šíření a rozvíjejí metapopulační dynamiku. Podílejí se tak na dlouhodobém přežití organismů menších izolovaných populací a ovlivňují své okolí větší zemědělskou produkcí, jelikož pozitivně působí na hnízdění opylovačů, přirozenou predaci škůdců, protierozní ochranou, retencí vody v krajině apod., a to i přes to, že jejich rozlohy nejsou nikterak rozsáhlé. Celkové zastoupení vodních ploch a prvků na výsypkách se pohybují okolo 20 – 30 %. Významné jsou zejména přechodové biocenózy ekotonálních zón, stejně tak i neustálé drobné disturbance, které vývoj společenstva vrací k jeho počátku, a tvorba jemné krajinné mozaiky (více menších a prostorově blízkých krajinných plošek). (Hendrychová a kol., 2012)

Povrchové vody definuje §2 vodního zákona jako vody, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu, a to i pokud přechodně protékají přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. (Zákon č. 254/2001 Sb.)

V souvislosti s povrchovou těžbou uhlí vznikají různé typy vod. Některé z nich mají dočasný charakter, jiné trvalý. Oba dva typy však plní ekologickou funkci. (Příkryl, 2012) Spontánně vyvinuté plošky bez terénních úprav na výsypkách označujeme jako nebeská jezírka. Tato jezírka je vhodné ponechat bez zásahu jejich spontánnímu vývoji – tzn. bez výsadeb dřevin v okolí. Pokud jsou jezírka v těsné blízkosti, podporují metapopulační dynamiku. Samovolný vznik a zánik jezírek je prospěšný pro různá sukcesní stádia rozmanitých organismů, které potřebují odlišnou hloubku, odlišnou velikost a břehy. Prostřednictvím nebeských jezírek také dochází ke zlepšení malého vodního cyklu a jezírka jsou zdrojem pro terestrické druhy živočichů. (Hendrychová a kol., 2012)

Díky samovolnému procesu vytlačování vody vlastní tíhou výsypky se utváří tzv. vodní plochy pod patou výsypky. Jedná se o vodní plochy různé hloubky a velikosti, často s velmi pozvolným přechodem mezi volnou hladinou a suchou zemí. Tyto plochy jsou ale vhodné jen v těch případech, kdy plocha neohrožuje stabilitu výsypkového tělesa. (Hendrychová a kol., 2012) Významnou charakteristikou je malý průtok vody, který u malých ploch podstatně ovlivňuje kvalitu vody. Existují regionální rozdíly v kvalitě vody – často jsou zasolená. (Příkryl, 2012)

Dalšími plochami, které vznikly samovolně v terénních depresích, případně vyhloubením nebo vzduťím spodní hladiny vody, jsou tůně. Ve většině případů jde o přirozenou součást povrchu výsypky. Jejich hloubka se pohybuje od několika cm do cca 1, 5 m. Zlepšují malý vodní cyklus a jsou zdrojem vody pro terestrické organismy. Velmi podstatné jsou pro obojživelné rostliny – ty, které koření ve dně a jsou adaptovány na střídání vodní a suchozemské fáze, ale i pro stenoeknní společenstva. (Hendrychová a kol., 2012)

Potoční niva zlepšují samočištění vody. Jsou tvořena spíše mělkými a širšími koryty, která nevyžadují opevnění dna a břehů. Je tak umožněn přirozený rozliv, meandrování a existencí tůní volně přetékajících vodou. Pokud je nutné opevnění, je

při rekultivaci vhodné využít přírodních materiálů a dodržet přírodě blízký vzhled. U větších toků, jež vyžadují stabilizaci koryta, využívat spíše jen pohozy, záhozu kamenů a preferovat biotechnické prvky, jakým je drnování, různé vrbové stavby a rohože z rostlinných materiálů, klády a kameny ve dně, které zvýší možnosti úkrytových míst pro organismy. (Hendrychová, 2012)

Vodní nádrže umožňují existenci druhů, jako jsou raci, škeble, permanentní fauně dna a hmyzu s víceletým vývojem larev, tedy takovým živočichům, jež jsou pevně vázáni na vodní prostředí. Nádrže také slouží k retenci vody v krajině. Podstatným parametrem nádrže je mělké pobřeží bez kamenitého opevnění, členitá břehová linie a rozmanité vlhké biotopy v okolí. Nádrže není vhodné zarybňovat a měly by být zapojeny do okolního prostředí a navazovat na přilehlé okolní stanoviště vzácných bezobratlých živočichů. Rozvoj litorální vegetace lze urychlit výsadbou iniciálních jedinců, ale výsadba není bezpodmínečně nutná. Pokud je výsadba realizována, neměla by být provedena v bezprostřední blízkosti nádrže. Dřeviny by tak zastiňovaly vodní hladinu a rozkládající organický materiál napadaný do vody by z ní odčerpával kyslík. (Hendrychová, 2012) Velké vodní nádrže s rozsáhlým litorálem jsou také vhodnou lokalitou pro vodní ptactvo (Přikryl, 2012)

Vodní jezera jsou naopak od vodních nádrží poměrně hluboká. Jejich pobřeží je většinou rozděleno do několika zón dle jejich využití. Jezera plní funkci retence vody v krajině a přispívají k obnově malého vodního cyklu a pozitivně ovlivňují makroklima. Podstatné pro jejich funkčnost je utěsnění dna, protiabrazivní opatření břehů, stabilizace vodní hladiny a nezarybňování. Pro dosažení dobré kvality vody je klíčová maximální průměrná hloubka a minimální průtok vody. (Přikryl, 2012) Důležitá je také prevence eutrofizace. Mělo by se zamezit vnášení živin do jezer pomocí makrovegetace a sedimentačního prostoru u vtoku. Důležitá je také protierozní ochrana v povodí jezera. (Hendrychová, 2012) Při vytváření jezer je také podstatné, jakým způsobem byla těžba zastavena. V případě, kdy byla těžba zastavena velmi rychle, a nedošlo k využití báňských technologií pro optimální tvarování morfologie břehových částí jezer, podstatně se snižuje využitelnost jezer. (Přikryl, 2012)

4.5 Historie dobývání hnědého uhlí v ČR a v Německu

První písemné zmínky o těžbě hnědého uhlí v českých zemích jsou známy z počátku 15. století. Jedná se o zápis v městské knize duchcovské z 16. května 1403 o prodeji podílu na uhelném dole založeném v obci Krigvald duchcovského měšťana Mstislava skupině horníků z Míšně za čtyři kopy grošů. Druhý nejstarší záznam o dobývání uhlí v Severočeském hnědouhelném revíru je zpráva z roku 1550, kdy Bohuslav Felix Hasištějnský z Lobkovic, královský horní hejtman, sděluje českému arcivévodovi Ferdinandovi, že zamýšlí vybudovat v kraji Žateckém, Litoměřickém a Slánském nový důl na kamenné uhlí. Teprve roku 1740 podle záznamů horního ředitelství hraběte Fridricha z Westphalenu je historicky doloženo dobývání uhlí. (Jakš, 2020)

Nejprve se uhlí dobývalo povrchovým způsobem, tj. lomy na výchozu uhelné sloje, poté pak hlubinným stolem buď štolami, nebo nehlubokými doly. Jednalo se o velmi jednoduchý a neekonomický způsob těžby s výnosem okolo 15 – 20 %. Zprvu se těžilo jen kusové a hrubozrnné uhlí, které se prodávalo jako palivo nebo se spalovalo na popel jako hnojivo. Odbyt ze všech dolů byl omezený kvůli nedostatku vhodných a levných dopravních prostředků. (Jakš, 2020)

Mohutný rozvoj však začal až v období průmyslové revoluce v druhé polovině 19. století, zejména díky zásahům státu, kdy byl vyvíjen tlak na vyhledání národního paliva za v té době drahé dřevo. Hnědé uhlí významně ovlivnilo rozvoj průmyslu v severozápadních Čechách. K rozvoji těžby zde také přispěla stavba železnice spojující těžební lokality s místy zpracování a konečného využití uhlí. V letech 1850 – 1851 byla otevřena státní dráha Praha – Podmokly a v roce 1852 byla napojena na trať Drážďany – Hřensko. V roce 1855 byla zahájena stavba teplické dráhy, jejíž součástí byla tzv. labská vlečka. Na železniční stanice se začaly napojovat první doly, jež byly budovány jako první velkoprovozy. Od konce sedmdesátých let 19. století převažuje těžba hnědého uhlí nad černým. Severočeský uhelný revír se v té době stal nejvýznamnějším středoevropským uhelným revírem. (Smolová, 2008)

Všude tam, kde má těžba hnědého uhlí dlouhou tradici se zpočátku dobývalo ručně, nejinak tomu bylo i v Německu. V místech jako je Lužice nebo porýnské pohoří Ville dobývali lidé hnědé uhlí přímo na svých pozemcích pod zemí nebo v mírných vyhloubeninách. Uhlí poté nabízeli k prodeji. S nástupem technického

vybavení pak rapidně vzrostla i produktivita těžby. Začaly se používat první bagry a čerpadla, jež snižovala hladinu podzemní vody. Následkem využívání těžebních strojů se hnědé uhlí zlevnilo, zejména vzhledem k černému uhlí, které se těžilo dále ručně. (Holdinghausen, 2015)

Lignit a hnědé uhlí byly objeveny ve východním Německu na konci 18. století. První otevřené jámy se nejprve v malém měřítku rozvíjely v podpovrchové doly. Avšak kolem roku 1900 již byly založeny první povrchové doly, jejichž rozloha se neustále zvětšuje, neboť se tato technika se využívá doposud. (Weber a kol., 1999) Ve 40. letech 20. století se hnědé uhlí stalo nejdůležitějším primárním zdrojem energie pro Německou demokratickou republiku a regiony okolo Chotěbuzi se staly nejdůležitějším ekonomickým centrem těžby hnědého uhlí a produkce elektřiny. (Grosser, 1998)

Nacistický režim také zvyšoval těžbu, uhlí totiž zapadalo do konceptu energetické soběstačnosti. Různé technologie, jako je např. zkapalnění uhlí pro získání benzínu, byly důležité z hlediska válečné strategie. V padesátých letech začaly vznikat v západním i východním Německu hluboké povrchové doly, kde kolesová rypadla nejdříve dolovala skrývku a poté uhlí. (Holdinghausen, 2015)

Až do 70. let těžební aktivity držely krok s rekultivační schopností Německé demokratické republiky. Později zvýšení těžební produkce vedlo k rekultivační činnosti ve velkém měříku. Po roce 1996 celková roční zrekultivovaná plocha byla mnohokrát větší než celková roční vytěžená plocha. (Drebenstedt, 1998)

4.6 Krajinné plánování v ČR a Německu

Krajinné plánování je jedním z nástrojů ochrany přírody a péče o krajinu. Mimo místního krajinného plánování na obecní úrovni existuje i krajinné plánování na okresní, krajské či státní úrovni. Cílem krajinného plánování na všech úrovních je dlouhodobé udržení přírodních zdrojů. Zabývá se nejen chráněnými oblastmi, ale usiluje o trvale udržitelný rozvoj krajiny. (Wilke a kol., 2002)

Krajinné plánování zpracovává plánovací a koncepční podklad o stavu krajiny a jejích změnách a i o managementu. Je podkladem pro návrhy prostorového uspořádání. Na základě krajino-ekologických a kulturně-historických hodnot území navrhuje ochranu přírodního a kulturního dědictví. (Jančura, 2005)

Naše legislativa vymezuje formy krajinného plánování na obligatorní, podmíněně obligatorní a fakultativní formy. Obligatorní formy stanovuje zákon, podmíněně obligatorní jsou nepřímo stanovené zákonem a zpracování fakultativních forem je dobrovolné, většinou vyvolané zájmem o některý z dotačních titulů. Mezi obligatorní a podmíněně obligatorní formy plánování patří územní plánování, pozemkové úpravy, hospodářská úprava lesů a lesní hospodářský plán, ÚSES, plán péče o zvláště chráněná území a rekultivace. Fakultativními formami plánování jsou revitalizace, dotační krajinnotvorné programy, sadovnické a krajinářské úpravy a hospodářský plán zemědělského podniku. (Sklenička, 2003)

Krajinné plánování v Německu spravuje Spolkový zákon o ochraně přírody. Plánování existuje ve všech spolkových zemích s následujícími kategoriemi:

- krajinný program – na úrovni spolkové země,
- rámcový krajinný program – na úrovni plánovacího regionu,
- krajinný plán – na místní úrovni, bližší specifikace si určují jednotlivé spolkové země,
- plán uspořádání zeleně,
- plán péče o krajinu.

Při plánovacím procesu se používá řada metod, které vychází zejména z krajinné ekologie, která hodnotí míru zásahů do stávajících biotopů včetně možnosti nebo nutnosti kompenzačních a nápravných opatření. (Spolkový zákon o ochraně přírody)

4.7 Charakteristika vybraných zájmových území

4.7.1 Lokalita A – Sokolovská a Severočeská hnědouhelná pánev

Zdroje nerostných surovin jsou na území České republiky rozloženy velmi nepravidelně. Místa výskytu jsou ovlivněna jejich geologickou stavbou, území ČR můžeme rozdělit na dvě části: Český masiv a Karpaty. V oblasti Českého masivu se nacházejí podstatná ložiska uranu, hnědého uhlí, kaolinu a živců. Ložiska těchto surovin jsou významná i z evropského hlediska. Z hlediska národního jsou také významná ložiska polymetalických rud, zlata, stříbra a grafitu. Karpaty, tvořené flyšovými pásmy Vnějších západních Karpat a Vněkarpatskými sníženinami, jsou na ložiska nerostných surovin skrovné. Nachází se zde ložiska černého uhlí, ropy

a zemního plynu. V národním hospodářství jsou významná naleziště šterkopísků a cihlářských surovin. Téměř bezvýznamná jsou zde ložiska stavebního kamene a rudná ložiska. (Smolová, 2008)

Díky vlivu neovulkanismu je severočeský hnědouhelný revír rozčleněn do několika pánví, z nichž nejzásadnější je Mostecká, Sokolovská a Chebská pánev. Nejrozsáhlejší je Mostecká pánev s rozlohou 1 420 km², přičemž přibližně 850 km² je uhlonosných. Rozkládá se od Kadaně až k Ústí nad Labem v délce 80 km. Její šířka se pohybuje mezi 2, 5 až 16 km. Zdejší hnědouhelná sloj z období je mocná od 10 m k 50 m a směrem na západ se štěpí. S rozlohou 300 km² je druhou největší pánví v této oblasti Chebská pánev, jež se člení na Oldřichovsko-Pochlovickou část, Odravskou část a část Františkolázeňská. Nejmocnější sloj (až 32 m) se nachází v Oldřichovsko-Pochlovické oblasti. Chebská pánev sousedí se Sokolovskou a mají společnou geologickou strukturu. Od sebe je odděluje Chlumský fylitový hřeben. Sokolovská pánev s rozlohou 200 m² se nachází v prostoru Litovle a Chlumem Sv. Máří na západě, Vřesovou a Novou Rolí na severu a Sadovem, Lesovem a Karlovými Vary na východě. Soubor hnědouhelných slojí zde tvoří sloje Josef (5 - 15 m), Anežka (4 – 8 m) a Antonín (27 – 32 m). (Štýs a kol., 2014)

Všechny tři pánve jsou součástí provincie Česká vysočina, Krušnohorské soustavy a podsoustavy vnitřního Krušnohorského pásma. Z pohledu georeliéfu jde o průměrné pahorkatiny, jejichž reliéf má mírnou dynamiku. Jedná se o zástupce akumulárního až erozně akumulárního reliéfu. V současné době je povrch nejvýznamněji ovlivněn těžbou v Mostecké a Sokolovské pánvi. Vznikají zde novotvary odvaly s převýšením až 100 m a lomy, které jsou až 200 m hluboké. V krajině je také patrná erozní činnost, včetně sesuvů svahů na výsypkách před provedením rekultivace. (Štýs a kol., 2014)

Teplota a srážky jsou faktory, které nejvíce určují charakter podnebných poměrů. V tomto ohledu se jednotlivé pánve odlišují, a to díky různým nadmořským výškám, které se směrem na západ zvětšují. Průměrné roční teploty vzduchu dosahují v Mostecké pánvi 8 °C až 9 °C, zatímco v Sokolovské pánvi se pohybují v mezi 5 °C až 7 °C. Průměrný roční úhrn srážek v Mostecké pánvi čítá 450 – 600 mm, v Sokolovské a Chebské pánvi dosahují 600 – 700 mm. Mostecká pánev se odlišuje od ostatních mírně teplých a suchým charakterem počasí s převážně mírnou zimou. Oproti tomu pánve Karlovarského kraje typické mírně vlhkým a mírně teplým

počasím, avšak se studenějšími zimami. V severočeském hnědouhelném revíru převažuje severozápadní až jihozápadní proudění větru. (Štýs a kol., 2014)

Všechny tři pánve mají velmi podobnou geologickou stavbu. Podobné vlastnosti jsou dány tím, že pánve společně vznikaly a byly od sebe odděleny až dodatečně. Základní bází je krystalinikum, nad kterým se rozvinulo souvrství a pásmo hnědouhelných slojí. Nad uhelnými slojemi se nachází sedimenty terciéru a kvartéru. Charakter těchto sedimentů hraje poté velkou roli při rekultivačních činnostech po ukončení těžby uhlí, neboť se po vytěžení a uložení na výsypky stávají sedimenty základem pro nové hydrogeologické, ale i půdotvorné prostředí. Nadloží zmiňovaných pánví tvoří především jíly, částečně písky s různými příměsemi. Podstatnou část příměsí činí hrubozrnné splaveniny, spraše a sprašové hlíny. Spraše a sprašové hlíny jsou velmi dobrým půdotvorným substrátem, na části Chebské pánve je vyvinuta rašelina, která také zlepšuje kvalitativní vlastností jílu. (Štýs a kol., 2014)

Hlavní charakter podkrušnohorských pánví vytváří hydrogeologické podmínky. Tato oblast je velmi výrazně dotována srážkovou vodou z Krušných hor a dále také ze Slavkovského lesa, Smrčín, Doupovských hor a Českého středohoří. Voda je zde odváděna řekou Ohří a ve východní části lokality řekou Bílinou. Obě řeky odtékají jako levostranné přítoky do Labe. Vzhledem k nutnosti úprav vodního režimu území, které bylo zasaženo těžební činností, je nutné některé vodní toky přemísťovat, likvidovat a v některých částech nově vystavit retenční a akumulární nádrže. Téma ochrany vody v lázeňských městech (např. Karlovy Vary, Teplice, Bílina) také ovlivnila rozhodnutí, že v blízkosti těchto lokalit nebude těžba obnovována. V posledních letech se čistota toků významně zlepšila, přesto však řeka Bílina patří mezi nejvíce znečištěné řeky v České republice, což se nepříznivě projevuje při hydrologických rekultivacích. (Štýs a kol., 2014)

Z hlediska fyto geografie je severočeský hnědouhelný revír součástí atlantské podoblasti. Sokolovská a Chebská pánev je chladnější. Vegetace ve všech třech pánvích má klimatogenní charakter, kterým je předurčen i potenciál přirozené vegetace. Ta je ovlivněna poměrně teplým klimatem odpovídající přirozeným doubravám, část Mostecké pánve spadá do oblasti dubohabřin a lipových doubrav. Území Sokolovské a Chebské pánve je řazeno k acidofilním bikovým, jedlovým, březovým a borovým doubravám. (Štýs a kol., 2014)

4.7.2 Lokalita B – Lužice, Německo

Důlní oblast Lužice je tvořena převážně venkovským územím na východě Německa, které se táhne podél hranic s Polskem. Nachází se ve spolkových zemích Sasko a Braniborsko. Největším městem je zde Chotěbuz se 100 000 obyvateli. Mezi nejbližší městské aglomerace patří Drážďany na jihu, Lipsko na západě a Berlín na severu. V Lužici žije 1 milion obyvatel, počet obyvatel však od r. 1995 klesá, cca o 18 %. Hustota obyvatel je zde výrazně menší než hustota zalidnění v celém Německu. Vzhledem k odlivu velkého počtu obyvatel a počtu lidí dojíždějících za prací mimo Lužici je jedním z největších problémů tohoto regionu nedostatek kvalifikované pracovní síly. V posledních letech se zde rozvíjí iniciativy pro získání potenciálních pracovních sil do regionu. HDP na jednoho obyvatele je v Lužici výrazně nižší, než je německý průměr. V rámci východoněmeckého regionu je hodnota HDP srovnatelná s ostatními regiony. Výše nezaměstnanosti je zde podobná jako v celém východním Německu, nezaměstnanost již několik let klesá, také díky tomu, že se značná část obyvatel v produktivním věku stěhuje z východního Německa. (Schulz, Schwartzkopff, 2018)

Na rozdíl od zbytku východního Německa je lužický region velmi průmyslově orientovaný. Mimo těžbu hnědého uhlí se zde nachází také chemický, potravinářský, sklářský, strojírenský, hutní, plastikářský a textilní průmysl. Přibližně 23 % zaměstnanců v regionu pracuje v průmyslu. (Schulz, Schwartzkopff, 2018)

Lužice má zásoby hnědého uhlí o objemu 11, 8 miliard tun, z nichž 3, 3 miliardy tun jsou komerčně vytěžitelné. 94 % produkce hnědého uhlí v regionu slouží k výrobě elektřiny a tepla. V lužické lokalitě se nachází tři hnědouhelné elektrárny Jönschwalde, Schwarze Pumpe a Boxberg. Palivo pro tyto elektrárny poskytují hnědouhelné povrchové doly Welzow-Süd, Nochten, Jänschwalde a Reichenwalde. Průmyslová těžba zde probíhala již od počátku 20. století, objem těžby se značně zvýšil až v 50. letech, protože hnědé uhlí bylo jediným významným tuzemským zdrojem pro Německou demokratickou republiku – až 87 % elektřiny vyrobené elektřiny pocházelo odtud. V roce 1988 tu bylo zaměstnáno na 80 000 horníků, kteří vytěžili před 200 milionů tun hnědého uhlí. Po sjednocení Německa proběhla velká modernizace, který ještě více zvýšila produktivitu. Velké části

průmyslu se však zhroutily z neschopnosti konkurovat v tržním hospodářství. (Schulz, Schwartzkopff, 2018)

Ačkoli v posledních dvaceti letech celkový objem těžby hnědého uhlí významně klesá, je Německo stále hlavním producentem hnědého uhlí na světě. Lužice patří mezi tři hlavní těžební areály a je silně ekonomicky závislé na těžbě hnědého uhlí již od poloviny 19. století. (Schulz, 2000). Dnes je zde v hnědouhelném průmyslu zaměstnáno přímo kolem 8 tisíc osob a přibližně stejný počet pracovních míst je v dodavatelských odvětvích. Kolem 3 % zaměstnanosti v regionu zajišťuje hnědouhelný průmysl. Region však zároveň kvůli těžbě hnědého uhlí dostal environmentálního úpadku. V roce 1994 byla založena společnost LMBV (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft) za účelem řízení rekultivace dolů. Od počátku těžební činnosti v Lužici bylo zdevastováno více než 87 000 ha půdy. Region je také zasažen poklesem hladiny podzemní vody a znečištěním ovzduší i vod. Od roku 1945 zde bylo také nuceně přesídleno až 30 000 občanů v rámci uvolnění místa pro hnědouhelné doly. (Schulz, Schwartzkopff, 2018)

Před těžbou hnědého uhlí zemědělské plochy tvořily 31 % land use, po těžbě zaujímá 1%, lesy před těžbou zaujímaly 59 % plochy, nyní zaujímají 55%, značnou změnu zaznamenaly vodní plochy, jež před těžbou zaujímaly 1%, nyní však 14 %. Menší nárůst také zaznamenala infrastruktura, z 9 % na 13 %. Mezi hlavní environmentální výzvy v tomto území patří kompletní destrukce a remodelace krajiny před těžbou v geologické dimenzi a geomechanická stabilizace výsypek s texturou písku a hrází náchylných k neočekávanému „zkapalnění“ výsypek díky zvyšování podzemních vod. (Knoche a kol., 2020)

Obecně rostoucí úroveň resilience je typická pro reorganizační fázi, kterou Lužice prochází. Region, který reorganizací prochází, by pravděpodobně byl schopen adaptovat se na nový směr rozvoje vzhledem k hlavní disturbanci. Avšak kapacita pokroku lužického regionu je prozatím stále nízká v porovnání s německým průměrem. (Oei, a kol, 2019) Lužice se nacházela v reorganizační fázi po dobu více než 20 let. To je velmi dlouhé trvání, které možná naznačuje past chudoby. Past chudoby je odchýlení od adaptivního cyklu, které nastává, když potenciál a diverzita je redukována k bodu, kdy všechny tři parametry – spojitost, potenciál a resilience - jsou nízké. (Holling, 2001)

Remediace dřívějších těžebních plochy započala v roce 1990. Společnost LMBV (Lauzitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft) byla založena 9. srpna 1994 německou vládou. Tato společnost je zodpovědná za privatizaci dřívějších jihoněmeckých pohledávek. LMBV byla určena, aby postupně ukončovala a restrukturalizovala hnědouhelné regiony ve středním Německu a Lužici. Aktivity LMBV zahrnují management a koordinaci ukončení těžby. LMBV připravilo operační plány pro odstavení provozů a poslední produkční zařízení přerušilo provoz v roce 1999. Od tohoto data se LMBV koncentruje na aktivity remediace dřívějších těžebních lokalit. (Steinhuber, 2017)

Těžba hnědého uhlí má vážné a zejména dlouhotrvající efekty na vodní zdroje v regionu. V Lužici bylo nezbytné načerpat přibližně 1, 2 bilionu m³ vody, aby se vytěžilo každoroční množství 200 milionů metrických tun. To vytvořilo obrovský deficit podzemní vody. Aby došlo ke stabilizaci vodní rovnováhy, bylo nezbytné znovu naplnit podzemní zvodně. Naplněním podzemních zvodní došlo ke zredukování deficitu podzemní vody na 2, 3 bilionů m³. Aby po kompletní základní remediaci LMBV dosáhla konečné požadované úrovně vody, zaměřila se na naplnění 30 – 52 hlavních jezer, jež zůstaly po vyřazení dolů z provozu. (Steinhuber, 2017)

Hnědé uhlí se v Lužici vyvinulo před 15 až 20 miliony let ze subtropických bažinných lesů čtvrtohor. (Grosser, 1998) V této době hojně rašelinné sedimenty vytvořily volné čtvrtohorní vrstvy hnědého uhlí. Během následujících dob ledových byly tyto vrstvy překryty ledovci. Tloušťka ledovců se pohybovala mezi 10 až 150 m. Hnědé uhlí se zde vyvíjelo pod tlakem tohoto nadloží. Přirozený vzhled lužické krajiny je výsledkem čtvrtohorního procesu. Na severu lem části sekundárního lužického hnědého uhlí dosahuje mezních morénových a nánosových planin brandenburské etapy weichselianského zledovatění. (Nowel, 1992) Na jihu a jihovýchodě lem hnědého uhlí dosahuje oblastí starších morén západní a jižní Dolní Lužice. Hlavním geomorfologickým elementem tohoto regionu je mezní moréna třetího glaciálu, jež je nazývána jako Lužický zemský hřeben. Tento hřeben je doprovázen komplexem morén, náhorních plošin a jezer raného saalského glaciálu. Proudění tající vody zformovaly dvě glaciální údolí, jedno na severu Lužického zemského hřebenu a jedno na jihu. Periglaciální a postglaciální vývoj způsobil utváření plochy z dunových a písčiny materiálů o rozloze 30 km².

V lužickém glaciálním údolí se rozvíjela oblast s močály. Nejvýše položené místo této oblasti – ve výšce 138 m. n. m. se nachází na východě Lužického zemského hřebenu. Nejnižší položené místo se nachází okolo 50 m. n. m. (Grosser, 1998) Vrstvy hnědého uhlí, jež jsou dnes těženy, jsou mocné přibližně 10 – 20 m a nachází se pod vrstvami třetihorních a čtvrtohorních substrátů, jež se skládají z písků a štěrkopísků rozptýlených spolu s naplaveninami a glaciálními jíly. Relativně malé množství soudržného čtvrtohorního materiálu jako jsou písky a glaciální jíly jsou obvykle těženy selektivně, aby poté byly použity k rekultivacím posttěžebních oblastí. (Pflug, 1998)

Hnědouhelný lužický region patří k teplé kontinentální oblasti nížin severovýchodního Německa. Díky hlavnímu severnímu hemisférickému cirkulačnímu charakteru směru větrů na západě a zároveň silnému jižnímu proudění se vyskytují vysokotlaké oblasti eurasijské zemské masy. Zvláště v zimním období relativně neproměnlivý tlak produkuje studený a suchý vítr s vysokou schopností eroze. Průměrná roční teplota je 8, 5 °C, průměrný roční úhrn srážek je okolo 707 mm. Zhruba polovina srážek připadá na vegetační dobu od dubna do září. V letním období se vyskytuje několik týdnů nebo dokonce měsíců s horkými a suchými periodami, neboť většina srážek má charakter krátkých konvekčních přeháněk. Klimatické podmínky v kombinaci s velmi rozšířenými substráty bohatými na písky zvyšují přirozené riziko edafického sucha. Povrchová těžba zde velmi ovlivňuje regionální mezoklima – např. relativně nízké rychlosti větru a rozlehlé oblasti, jež jsou většinou bez přítomnosti vegetace, vedou k nízkým teplotám během noci a vysokým teplotám během dne. (Graf, 1994)

Slovanské slovo Lužice v přímém překladu znamená bažiny. Adekvátně tomu můžeme zde nalézt různě rozlehlé bažiny s rašelinnými jezírky. Močály bez podzemních morén a mrtvými glaciálními oblastmi jsou malé, ale velmi početné a mají poměrně velkou mocnost. Mnoho z nich bylo degradováno lidskými aktivitami, zejména snižující se hladinou podzemních vod a odvodněním z důvodu zemědělství. V nížinách, kde se nevyvinuly žádné močály, můžeme najít různé glejové půdy, zejména v ledovcových údolích, kde se vyskytuje podzemní voda pouze několik decimetrů pod povrchem. Běžné jsou luvisolý a podzolové půdy. Se snižující se podzemní vodou působením těžební činnosti je mnoho močálů, bažin a glejových půd degradováno. V případě reliktních glejových půd, jež se vyvinuly

pod vlivem podzemních vod, již déle nejsou ovlivňovány podzemní vodou a nepochybně se mění v čase. (Steckebrandr, Mahhenke, 2002)

Potenciální přirozená vegetace v Lužici zahrnuje různé slatinné typy dle přítomnosti vody a živin. Sušší oblasti jsou reprezentovány různými typy dubových lesů v závislosti na zásobě vody a živin v půdě. Nejčastějším typem je dubovoborovicový les. Na velmi písčitéch lokalitách, jako jsou duny, se rozvinuly přirozené borovicové lesy. (Grosser, 1998)

Typická pro severojižní německé nížiny, mezi které patří i lužická oblast, je zemědělsky obhospodařovaná krajina, v písčitéch půdách pak dominují lesy, jež jsou většinou v soukromém vlastnictví. Jedna třetina lužické krajiny je spojena se zemědělstvím, ve většině jako orná půda, kde jsou vysoce mechanizované závody s více jak 2 000 ha hospodářské půdy. Téměř 75 % obdělávané půdy je pronajímáno. Rostlinná produkce je široká, závisí na místních podmínkách, především na dostupné uložené vodě v lehkých půdách. Mezi hlavní zemědělské plodiny pěstované v tomto regionu patří žito, kukuřice, pšenice, ječmen, ozimé olejné semeno, řepka a triticales. Malou produkci představují vlník bob, oves, slunečnice, hrách, brambory, cukrová řepa. Některé provozy produkují ovoce a zeleninu jako chřest, okurky a jahody. (Knoche a kol., 2019)

Mnoho různých výsledků dlouhotrvající remediaci a transformaci pro budoucí využití okolo nově vytvořených jezer je zřejmých. Nejvíce je tento pokrok patrný pro obyvatelstvo, které žije v regionech bývalých hnědouhelných dolů. Remediaci vytváří základní podmínky pro možnosti nového využívání. Nebe je zde opět modré a v řekách je opět čistá voda. Kvalita života pro populaci tohoto regionu se zdatně zlepšila a mnoho oblastí s nově vytvořenou krajinou jsou nyní dobře zavedeny jako snadno dostupné rekreační oblasti a jako turistické atraktivity. Výsledná oblast Lužických jezer (Lusatian Lake District) se stala největší vytvořenou sítí řečiště v Evropě. Celkový povrch vodních ploch tvoří zhruba 70 km². Jižně od Lipska Central German Lake District podobně reprezentuje jako hlavní formát zařízení a vybavení pro vodní sporty. Zde ovšem nejsou jezera pouze propojena mezi sebou, ale jsou také spojeny s danými řekami – jako je např. Pleisse a Weisser Elster) – v jednu velkou vodní síť. (Steinhuber, 2017)

5 Praktická část – analýza mapových podkladů vybraných lokalit

Praktická část výzkumu navazuje na zpracovaná data v diplomové práci Ing. Václava Vodrážky, který zpracovával data pro Českou republiku – Sokolskou a Severočeskou hnědouhelnou pánev v roce 2016. Z této práce byla použita data pro srovnání mnou zvektorizovaných ploch lužické oblasti v Německu.

5.1 Výsledky ČR – Sokolovská a Severočeská hnědouhelná pánev

| CELKEM | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-----------|-------|----------------|-----------|-------|----------------|-----------|-------|
| Severočeská hnědouhelná pánev | | | | | | | | | |
| | 1954 | | | 1975 | | | SOUČASNOST | | |
| | PLOCHA | OBVOD | POČET | PLOCHA | OBVOD | POČET | PLOCHA | OBVOD | POČET |
| | m ² | m | / | m ² | m | / | m ² | m | / |
| vodní plocha | 7 084 320,2 | 138 801,2 | 399 | 7 046 781,3 | 131 959,3 | 358 | 17 141 782,6 | 310 310,2 | 833 |

Tabulka 1: Parametry vodních ploch Severočeské pánve

Severočeská hnědouhelná pánev se skládá z Kadaňsko-Chomutovské, Ervěnicko-Holešické, Mostecké, Litvínovské, Bílinské, Radovesické, Teplické a Chabařovické oblasti. Každá oblast má mírně odlišné land use a reliéf. Kadaňsko-Chomutovská oblast byla před těžbou hnědého uhlí rovinatá zemědělská oblast, která byla využívána nejen jako louky a pole, ale také jako chmelnice a sady. Vodní biotopy se zde vyskytovaly v podobě rybníků a rybníčků v jednotlivých obcích. K podstatným změnám vodních ploch v této oblasti nedocházelo, většinou všechny původní nádrže zanikly, avšak byly nahrazeny novými. Ervěnicko-Holešickou oblast můžeme charakterizovat jako zemědělsky rovinatou krajinou. Většina vodních ploch zde byla odvodněna právě kvůli zemědělství. Vodní plochy také mizely s postupující těžbou v lomech, ale byly zde vytvořeny nové nádrže, jako např. vodní nádrž Újezd či Zaječice.



Obrázek 1: Vodní nádrž Újezd, zdroj:
<http://www.krusnohorsky.cz/2012/08/02/vodni-nadrz-ujezd-neboli-kyjicka-prehrada/>

V současné době zvyšují počet vodních ploch nebeská jezírka. Mostecká oblast má oproti předchozím oblastem značně členitější reliéf, dominantní jsou zde vrchy Hněvín, Ressel, Špičák a Červený vrch. Tato krajina byla zemědělsky obdělávaná a využívána pro vinice. Vodní plochy zde byly zastoupeny drobnými prvky, jako jsou slániska a jezírka. Nově zde byla založena vodní nádrž Benedikt, jež bylo později rozděleno, dále jezero Most, Matylida a Vrbenský.



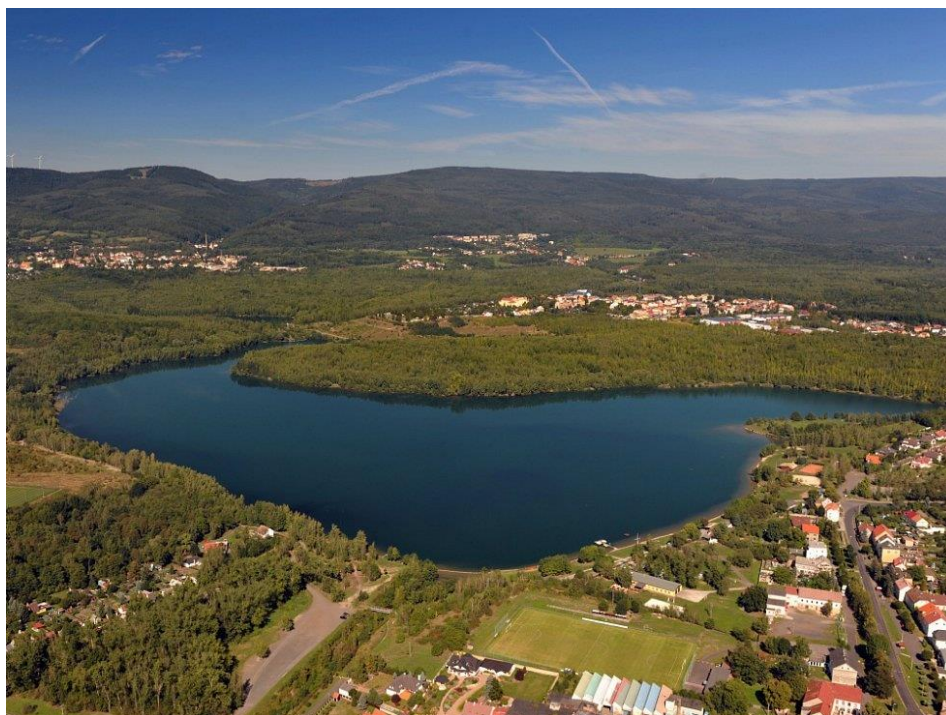
Obrázek 2: Jezero Matylida, zdroj: <https://m.kamsdetmi.com/detail?id=59087>

Litvínovská oblast se vyznačovala velkým výskytem mokřadů a tůní. Až po roce 1975 se začínaly mokřady vysoušet a docházelo tak k významným změnám v důsledku postupu těžby. Menší vodní plochy zanikaly pod tělesy výsypek a mnoho nových spontánně vzniklo. V součtu se však oproti minulosti plocha vodních ploch zmenšila a došlo k podstatnému úbytku mokřadů. Bílinská oblast patří mezi ty, kde nedošlo k významným změnám v rozlohách vodních ploch a mokřadů. Radovesická oblast patřila před vytvořením výsypky rovinnatou oblast. Poté, co byla výsypka rekultivována, vzniklo v oblasti několik retenčních nádrží a mokřadů. V části výsypky, kde nebyly provedeny terénní úpravy, se vytvořila nebeská jezírka různých velikostí a tvarů.



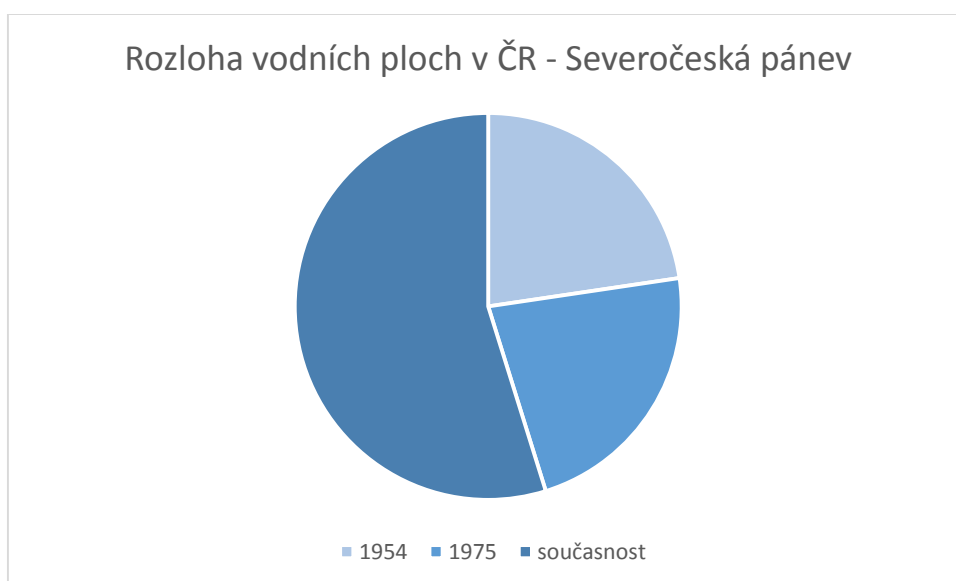
*Obrázek 3: Radovesická výsypka s nebeskými jezírky, zdroj:
<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/hnedouhelne-vysypky/>*

Teplická oblast byla zemědělsky využívána, v této krajině také byly zastoupeny ovocné sady a lesní porosty. Do 70. let se zde vyskytovaly menší vodní plochy a mokřady. V současnosti se zvýšil počet vodních ploch, vznikla zde nová jezera – př. jezero Barbora, Otakar, Líbik a Stříbrný rybník.

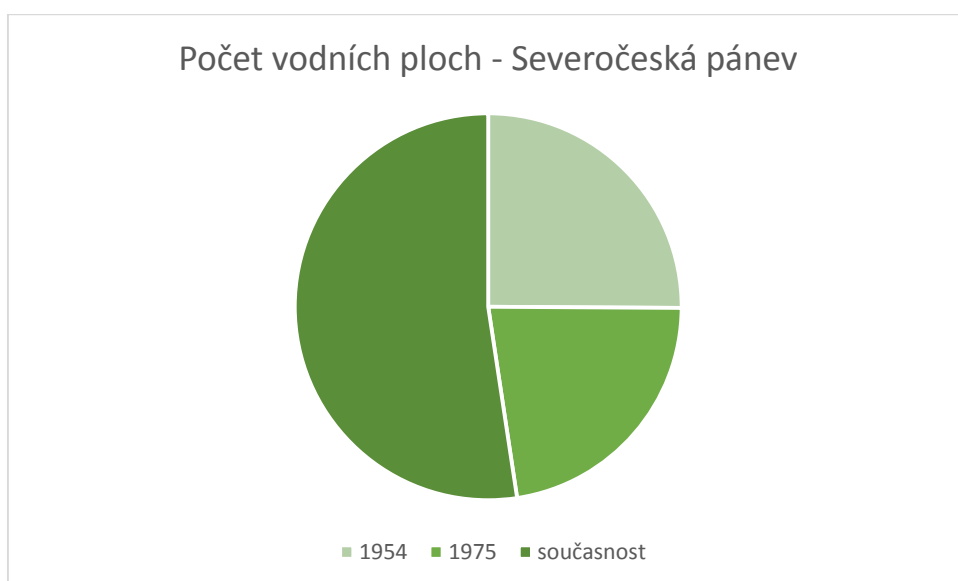


Obrázek 4: Jezero Barbora, zdroj:
<https://www.mistopisy.cz/pruvodce/body-zajmu/1270/jezero-barbora/>

Chabařovická oblast je lokalitou, kde byl od 70. let zaznamenán velký nárůst vodních prvků. Již v minulosti zde bylo mnoho vodních ploch a mokřadů, ty sice v době rozmachu těžební činnosti zanikly, ale byly nahrazeny novými, mezi které patří např. Kateřina, Modlany, Petry a jezero s největší rozlohou v této oblasti – Milada. (Vodrážka, 2016)



Graf 1: Rozloha vodních ploch v ČR - Severočeská pánev



Graf 2: Počet vodních ploch - Severočeská pánev

Rozloha i počet vodních ploch, jak je patrné z grafů uvedených výše, se po 50. a 70. letech příliš nezměnily. Vodní plochy, které zmizely v důsledku těžební činnosti v 50. letech, byly nahrazeny v průběhu těžby novými. Rozloha i počet vodních plochy zůstaly přibližně zachovány. Ke zvýšení rozlohy i počtu vodních ploch dochází až v současnosti díky hydričním rekultivacím. Došlo k vytvoření vodních nádrží, např. Újezd, Zaječice a jezer, např. Benedikt, Most, Barbora, Otakar, Milada, Matylda, Vrbenský ad. V Severočeské hnědouhelné pánvi však nechybí ani značné množství nebeských jezírek a slanisek, které zvyšují počet vodních ploch.

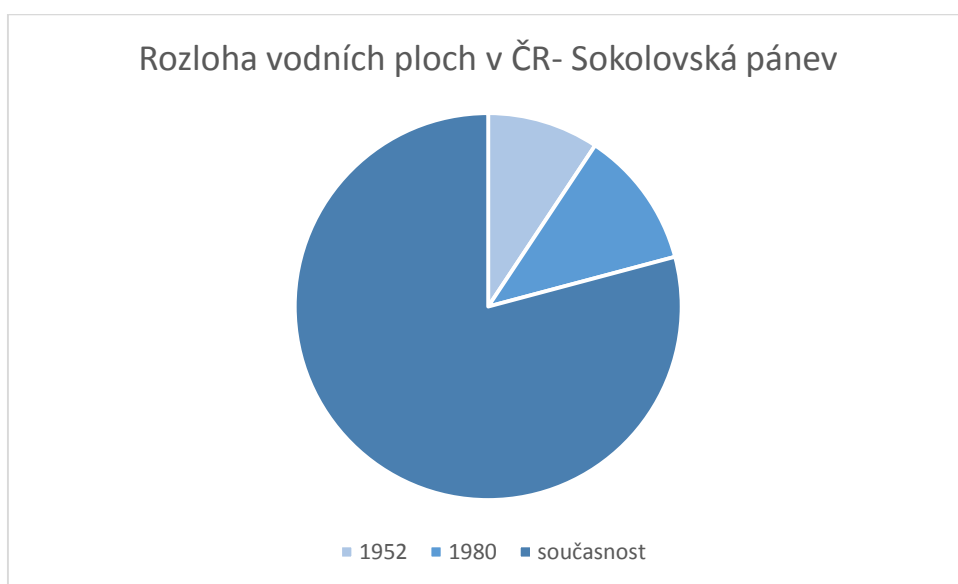
CELKEM

| Sokolovská pánev | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------|----------|-------|----------------|----------|-------|----------------|----------|-------|
| | 1952 | | | 1980 | | | SOUČASNOST | | |
| | PLOCHA | OBVOD | POČET | PLOCHA | OBVOD | POČET | PLOCHA | OBVOD | POČET |
| | m ² | m | / | m ² | m | / | m ² | m | / |
| vodní plocha | 747 702,8 | 51 740,6 | 580 | 924 423,0 | 51 624,0 | 352 | 6 346 611,0 | 67 846,0 | 263 |

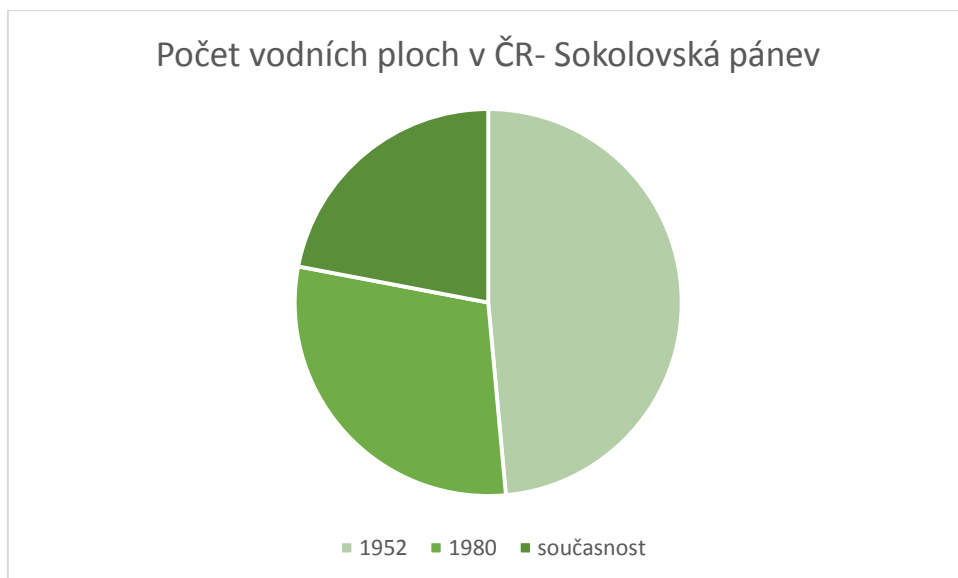
Tabulka 2: Parametry vodních ploch Sokolovské pánve

Sokolovská pánev byla v 50. letech především zemědělskou krajinou s malým podílem lesů. Vodní plochy zde byly reprezentovány pouze malými

vodními nádržemi, jež se nacházely v okolí obcí, které musely zaniknout kvůli rozmachu těžební činnosti v lokalitě. Podstatným typem vodních ploch ale v této době jsou nebeská jezírka, která se vytvořila zaplavením poklesových propadlin vznikajících v důsledku dolování. Větší soustavy rybníků s přílehlými mokřadními stanovišti se nacházely u obce Smolnice a u obce Vřesová. V 80. letech dochází ke změnám vodního režimu v krajině vlivem těžby, která v této době kulminuje. Zanikají malé i větší vodní plochy a jsou vytvářeny nové na okrajích lomů, jež slouží k zachytávání povrchové vody a k odvodnění výsypek. V lokalitě se nenacházela žádná významná vodní plocha. Díky novému vodnímu režimu se vytváří zamokřené plochy. Nárůst vodních ploch je patrný až v současnosti, velký podíl na tomto stavu mají hydrické rekultivace. Vznikají zde nejen jezera Medard, Michal a rekreační zóna Boden, ale na zrekultivovaných výsypkách se nachází i antropogenní jezírka, mokřady a poldry. (Vodrážka, 2016)



Graf 3: Rozloha vodních ploch ČR- Sokolovská pánev

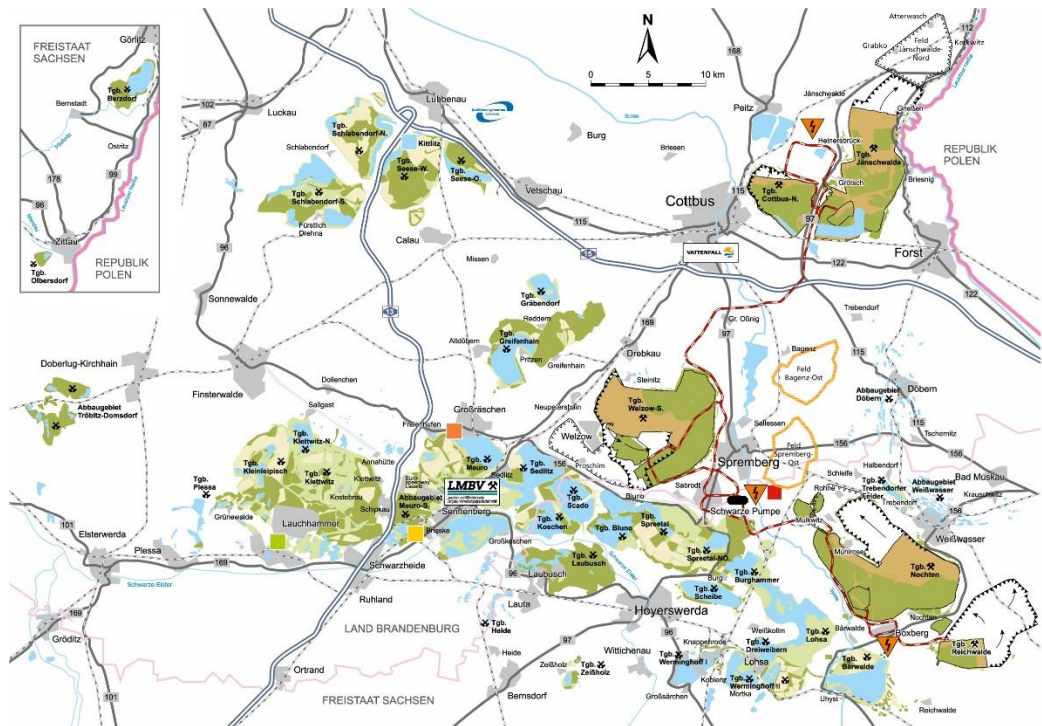


Graf 4: Počet vodních ploch v ČR – Sokolovská pánev

Na dvou výše uvedených grafech je vizualizován vývoj rozlohy a počtu vodních ploch v České republice. Lze sledovat trend zvyšující se rozlohy vodních ploch a zároveň snížení jejich počtu. Zvyšující se rozloha je dána hydrickými rekultivacemi a celkovou změnou vodního režimu v krajině. Zmenšující počet vodních ploch ovlivnily také hydrické rekultivace, neboť došlo k vybudování velkých jezer, jež nahradila menší vodní plochy.

5.2 Výsledky Německo – Lužice

Německo patřilo do roku 1975 k největším producentům uhlí. Pokud vezmeme v úvahu fakt, že první hnědouhelný důl je zde znám již od roku 1844, jedná se o historický těžební region. Těžba ovšem v tomto regionu degradovala prostředí znečištěným vzduchem, půdou a vodou ve velkém měřítku. V čase německého znovusjednocení v roce 1990 vyvstala otázka, co s viditelně ovlivněnou a poničenou krajinou lužické oblasti, co s hlubokými otevřenými těžebními jámami, co s prostředím bývalých dolů. (Irimie, 2019)



Obrázek 5: Lužická jezerní oblast, zdroj: LMBV

Od sedmdesátých let byly některé těžební jámy pozůstalé po těžební činnosti transformovány na jezerní oblast. Jako první bylo vytvořeno jezero Senftenberg. V roce 1938 zde začal průzkum dolu a odvodňování uhelných polí. Mezi lety 1960 – 1965 byly zahájeny plánovací přípravy pro následné využití povrchového dolu jako rekreační „přímořské“ krajiny. Senftenberg se tak stal příkladem opětovného využití těžební krajiny. V květnu 1966 opustil důl poslední uhelný vlak. Důl již nebyl plně karbonizovaný a pásové dopravníky tak byly odstraněny. Kolem listopadu 1968 se začal bývalý důl zaplavovat. V roce 1972 dosáhla hladina konečných 98, 95 m nad mořem. O rok později bylo předána první fáze výstavby a jezero bylo oficiálně otevřeno pro veřejnost. Na jezeře byla zřízena pravidelná lodní doprava a v okolí vystavěny objekty pro rekreační účely. V roce 1981 zde bylo povoleno rybaření. Se stabilizací kvality vody se populace ryb začala dobře rozvíjet. Postupně zde byly vytvořeny zimní lázně a nové centrum vodních sportů. V roce 2013 zde byl dokonce vytvořen přístav a došlo k propojení s Geierswalderským jezerem. (Wurzler, 2014)



Obrázek 6: Geierwalderské jezero, zdroj: https://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html

Postupně byly obdobným způsobem založena další jezera a postupně zde byla vystavěna další jezera. Vznikl tak rozsáhlý komplex, který se dělí na severní, centrální a jižní část. V severní části se nachází hlavní jezera Gräbendorfer See, Altdöberner See a Bergheiner See. Gräbendorfer See vzniklo postupným zaplavováním dolu Gräbendorf od roku 1996 vodou z blízké řeky Sprévy. Těžba zde začala v roce 1979 a trvala až do konce roku 1992. O dva roky později byly zahájeny rekultivační práce. V roce 2007 byla vodní rekultivace dokončena a pomocí přibližně 100 milionů metrů krychlových vody vznikla další rekreační oblast. (Teichmann, 2007)



Obrázek 7: Gräbendorfer See, zdroj: https://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html

Jezero Altdöberner See je v současné době ještě stále postupně zaplavováno. Přibližně dvě třetiny bývalého povrchového dolu jsou již zaplněny. Celý povrchový důl by měl být zaplaven v roce 2026. V následujících letech by mělo být investováno do turistické infrastruktury a rozvoje jezera. Již nyní je možné jižní břeh jezera využívat pro cykloturistiku, na poloostrově Pritzen se nachází umělecká díla z evropských bienále. (Teichmann, 2019)



Obrázek 8: Altdöberner See, zdroj: https://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html

Bergheider See je zatopená jáma z bývalého otevřeného lomu Klettwitz-Nord. Je pojmenováno po původní staré vesnici Berheide, která musela být kvůli těžbě opuštěna. Těžební jámu začala těžební společnost LMBV zaplavovat v září roku 2001, k plnému naplnění došlo v květnu 2014. Toto jezero je součástí Lužické jezerní oblasti, ale od ostatních jezer je izolováno, neboť je vzdáleno 20 km od vodních cest, které spojují ostatní jezera. Na břehu severního pobřeží je zázemí pro koupání, ostatní břehy jsou přírodní rezervací. V roce 2002 zde byl na severním břehu otevřen také přehlídkový návštěvní důl s původním těžebním zařízením. (Teichmann, 2001)

V centrální části se nachází jezera Senftenberg, Ilsesee, Sedlitzer See, Partwitzer See, Geierswalder See, Neuwieser See, Blunoer Südsee, Sabrodter See, Bergener See a Spreetaler See ad. Sedlitzer See ještě není doposud využívané pro vodní turistiku. Hlavní roli v Lužické jezerní oblasti bude mít, až bude bývalý povrchový důl Sedlitz zcela zaplaven a jezero bude splavné. Zaplavovat se začíná již od roku 2005 a požadované hladiny by mělo dosáhnout v roce 2023. Stane se tak největším umělým jezerem v lužické oblasti. (Anonym, 2020a)



Obrázek 9: Sedlitzer See, zdroj: https://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html

Partwitzer See bylo vytvořeno z bývalého hnědouhelného dolu Scado. Scado byla vesnicí, která musela ustoupit v 60. letech okolním dolům. Jezero je propojeno s Geierswalder See a se Senftenberg See. Do jezera se také vybíhá poloostrov Scado, který je vyhrazený pro ochranu přírody a je na něj vstup zakázán. (Anonym, 2020b)



Obrázek 10: Partwitzer See, zdroj: https://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html

Geierswalder See je napájeno vodou z řeky Schwarze Elster. U břehů jezera jsou vystaveny tzv. plovoucí domy, které jsou častým turistickým cílem. U Sornoer kanálu je zde také vystavěna industriální rozhledna, která poskytuje výhled na velkou

část lužických jezer. (Richter-Zippack, 2019) Jezero Neuwiser See se nachází na místě bývalého povrchového dolu Bluno, zatím není turisticky využíváno. Požadované hladiny by mělo být dosaženo v letošním roce, po dokončení bude vodní plocha představována 630 ha. Část bývalé těžební lokality je ponechána spontánnímu vývoji a slouží jako chráněné oblast. (Anonym, 2020b)



Obrázek 11: Neuwiser See, zdroj: <https://www.lmbv.de/index.php/saechsische-lausitz.html>

Blunoer Südsee je v současné době zatopeno pouze z části, postupně by se mělo prostřednictvím kanálů připojit k sousedním jezerům Parwitzer See, Neuwieser See a Sabrodter See. Jižní břeh tohoto jezera je vyhrazen k ochraně přírody, zde by měla být zachována klidnější povaha jezera, na severním břehu je budována dopravní infrastruktura a podmínky pro další rozvoj cestovního ruchu. (Anonym, 2020d)



Obrázek 12: Blunoer Südsee, zdroj: <https://www.lmbv.de/index.php/saechsische-lausitz.html>

Sabrodter See vzniklo po zaplavení jámy Spreetal-Nordandschlauch. Bylo zde vybudováno sportovní a golfové zázemí. Jsou zde naplánovány velké investice v turistickém průmyslu, které by měli nejen přitáhnout návštěvníky, ale i vytvořit nová pracovní místa. Jezero je spolu se sousedními jezery prozatím ve vlastnictví LMBV, posléze by mělo patřit saskému státu. V září 2014 zde byla dosažena hladina 97 m, která představuje 73 % požadované hladiny. (Anonym, 2020e)



Obrázek 13: Sabrodter See, zdroj: <https://www.lmbv.de/index.php/saechsische-lausitz.html>

Bergener See se v současné době zaplavuje a je součástí významného projektu ochrany Lužických jezer, bude tu zanechána posttěžební krajina, která zajišťuje rozvoj určitých rostlinných a živočišných druhů. Budoucí splavnost jezera bude podřízena podmínkám ochrany přírody. (Anonym, 2020f)



Obrázek 14: Bergener See, zdroj: <https://www.lmbv.de/index.php/saechsische-lausitz.html>

Spreetaler See bylo dokončeno v roce 2015 a vodní plocha dosáhla 314 ha. Toto jezero je vyhrazeno pro motorizované vodní sporty, vzniklo zatopením bývalého dolu Spreetal.Nordost a sousedních dolů Brigitta a Spreetal. Na severním a severozápadním břehu bylo zřízeno centrum vodních sportů. Na jihozápadním břehu jsou další zařízení pro vodní turistiku. (Anonym, 2020g)



Obrázek 15: Spreetaler See, zdroj: <https://www.lmbv.de/index.php/saechsische-lausitz.html>

Jižní část komplexu Lužických jezer je tvořena Bernsteinsee, Scheibesee, Dreiweiberner See, Speicherbecken Lohse II, Silbersee/Mortkasee, Knappensee a Graureihersee. První tři uvedená jezera jsou spojena cyklotrasou, kterou je možné využívat i pro inline brusle. U těchto jezer je využíván především jejich rekreační potenciál. Speicherbecken Lohse II je akumuláční nádrž, v letech 1952 až 1984 se zde vytěžilo zhruba 300 milionů tun surového hnědého uhlí. V současné době se u této nádrže neuvažuje o využití ve smyslu cestovního ruchu. Nádrž slouží jako přírodní rezervace a je hlavní částí soustavy pro zadržení vody především pro Spreewald a Berlín. V bezprostřední blízkosti Knappensee a Graureihersee se chovají volavky popelavé. Sídí tu kolonie přibližně 700 párů a představuje tak jednu z největších kolonií svého druhu v Německu. (Anonym, 2020h)

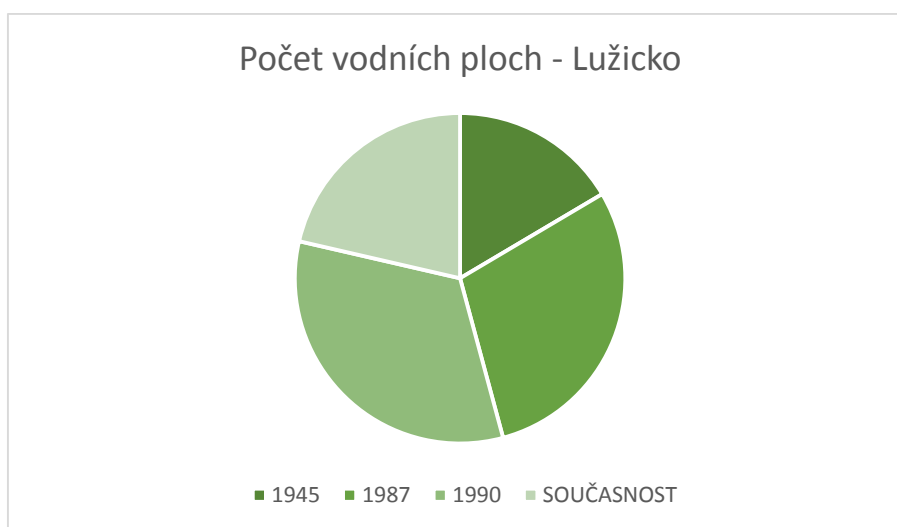
V praktické části této práce byly zmapovány vodní plochy v oblasti Lužických jezer, které se nacházejí ve Svobodném státě Sasko. Vektorizovány byly mapové podklady z let 1945, 1987, 1990 a ze současnosti. Původem byla oblast Lužice krajinou bažin s rašelinnými jezírky. Člověk však svými zásahy tvář krajiny změnil několikrát. K prvním proměnám krajiny došlo v okamžiku, kdy přizpůsoboval plochy zemědělskému využití. Značnou změnou prošlo zejména vodní prostředí, kdy se v souvislosti se zemědělstvím snižovala hladina podzemních vod,

a docházelo k velkému odvodňování. Zemědělské plochy tvořily 31 % land use. V současné době je třetina lužické krajiny spojena se zemědělstvím a o hospodářskou půdu se starají vysoce mechanizované závody. K dalším významné změně v krajině došlo se zahájením povrchové těžby hnědého uhlí. Povrchová těžební aktivita vyvolává nesmírné změny v krajině struktuře. Mění se land use, mění se heterogenita krajiny. V souvislosti s rozvíjející se těžbou došlo také k významným změnám ve vodním režimu krajiny. Povrchové vody jsou narušeny díky poklesům terénu v těžební lokalitě a dochází také k narušení pramenů podzemních vod a proudění. V lužické oblasti vodní plochy před těžbou zaujímaly 1 % území, po ukončení těžby a provedených hydrických rekultivacích představují 14 % území. Krajina zde získala opět nový charakter.

Níže uvedená tabulka s následným grafem dokumentuje vývoj počtu vodních ploch a jejich rozlohy. Počet vodních ploch se v průběhu těžby zvyšuje. Vznikají různé vodní plochy, které mohou mít dočasný nebo trvalý charakter. Některé vznikají spontánně a některé jsou antropogenně podmíněné. Mezi spontánně vzniklé vodní plochy řadíme zejména nebeská jezírka, tzv. vodní plochy vzniklé pod patou výsypky a tůň. Jejich vývoj v čase je velmi proměnlivý a významně ovlivňuje počet vodních ploch mapovaných v různých obdobích. Samovolný vznik a zánik těchto útvarů umožňuje existenci různých sukcesních stádií jednotlivých organismů.

| Počet vodních ploch - Lužicko | | | | |
|-------------------------------|------|-------|-------|------------|
| | 1945 | 1987 | 1990 | SOUČASNOST |
| vodní plocha | 733 | 1 303 | 1 458 | 951 |

Tabulka 3: Počet vodních ploch v Lužicku

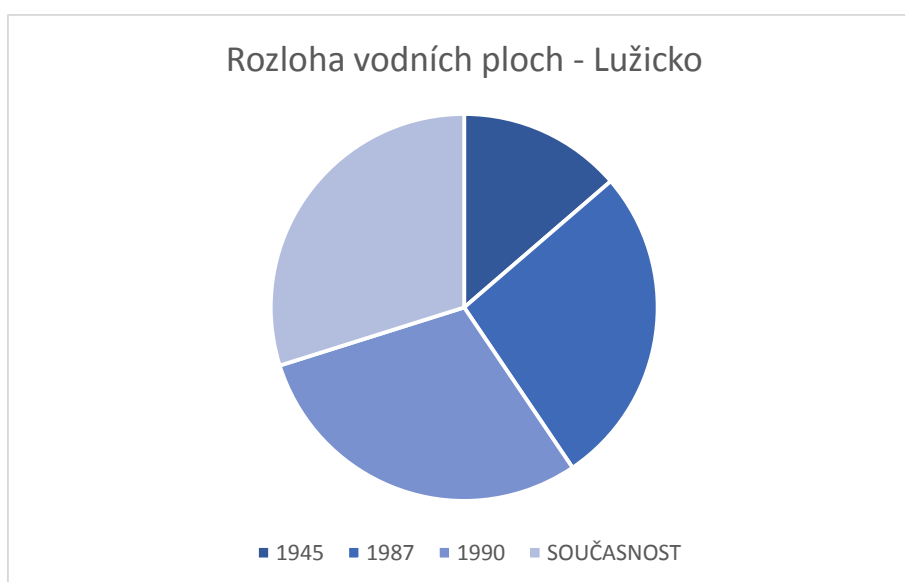


Graf 5: Počet vodních ploch v Lužicku

Postupně po ukončení těžby v jednotlivých dolech dochází k terénním úpravám a morfologickým změnám reliéfu. Uzavřené doly jsou postupně zatápěny a se zvyšující se rozlohou ubývá jejich počet. Malé vodní plochy jsou většinou vytvářeny uměle a jejich počet je menší.

| Vodní plocha | 1945 | | | | 1987 | | | | 1990 | | | | SOUČASNOST | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX |
| | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² |
| | 58 481 831 | 79 798 | 1 472 | 1 121 516 | 114 783 013 | 888 091 | 764 | 8 388 730 | 126 556 384 | 86 801 | 738 | 8 303 260 | 127 628 370 | 134 204 | 782 | 12 666 100 |

Tabulka 4: Parametry rozlohy vodních ploch v Lužicku



Graf 6: Rozloha vodních ploch – Lužicko

Vodní plochy s větší rozlohou se kolem roku 1945 vyskytují např. kolem měst Lauta, Grossgab, Weissig. Větší soustavy vodních ploch se nachází např. mezi městy Neuwiese a Bergen v západní části saské Lužice, okolo města Königswartha, Spreefurtu ve střední části saské Lužice, ve východní části potom v okolí Heidegeru, Reichwaldu a Bremenheimu. Po roce 1987 dochází u již vzniklých soustav k doplnění o další vodní plochy. Vznikají také první rozlehlejší vodní plochy, jako např. u Senftenbergu, Lauty, mezi městy Gross Sächen a Lohsa. Nová velká plocha s doprovodnými menšími vodními plochami vznikla u města Bautzen ve středu oblasti a na západě u města Niesky, kde se také nachází množství menších vodních

ploch propojených mokřady. Do roku 1990 vzniklo pouze několik rozlehlých vodních ploch, u města Hoyerswerda, Lohsa a Förstgen. Již založené plochy se dále zaplavovaly. V současnosti jsou dozaplavovány velké vodní nádrže, malé vodní plochy nevznikají, jejich počet se naopak vlivem rekultivací snižuje. Ubývá i mnoho ploch, které již nejsou pravidelně zaplavovány, neboť došlo ke značným změnám ve vodním režimu.

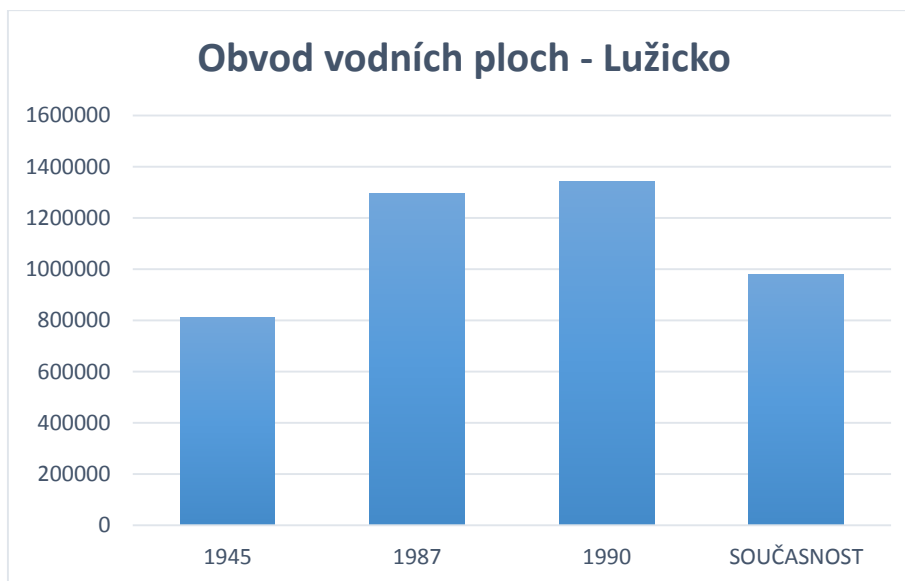
Obvod vodních ploch přímo souvisí s délkou pobřeží vodních ploch a s jejich členitostí. Členité přechody mezi vodou a břehem s mírnými sklony poskytují vhodné životní podmínky pro různé druhy rostlin a živočichů, vytváří se stanoviště a úkryty podstatné pro jejich existenci. Ekologicky neatraktivní strmé svahy by měly být nahrazeny cennými příbřežními mělčinami, které jsou občas zaplavovány. Dále by se měly využívat aktivní plochy pro organismy, jež se podílejí na procesech samočištění vody.

V počátcích těžby v místech, kde vznikají větší soustavy vodních ploch, je patrná snaha o zachování menších vodních plochy. Zpravidla na jedné světové straně těchto soustav se nachází mokřadní biotopy, které pozvolně přechází v travinná společenstva a les. Mezi lety 1987 a 1990 postupně jejich počet klesá, neboť jsou „pohlčeny“ a tvoří součást velkých zaplavených ploch. Vlivem technických úprav mizí přirozené břehové linie.

Obvod vodních ploch - Lužicko

| | 1945 | | | | 1987 | | | | 1990 | | | | SOUČASNOST | | | |
|--------------|---------|--------|-----|-------|-----------|--------|-----|--------|-----------|--------|-----|--------|------------|--------|-----|--------|
| | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX | CELKEM | PRŮMĚR | MIN | MAX |
| | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m |
| vodní plocha | 812 711 | 1 109 | 181 | 6 350 | 1 294 505 | 993 | 130 | 27 857 | 1 344 450 | 1 458 | 125 | 22 776 | 979 269 | 1 030 | 136 | 18 862 |

Tabulka 5: Parametry obvodu vodních ploch – Lužicko



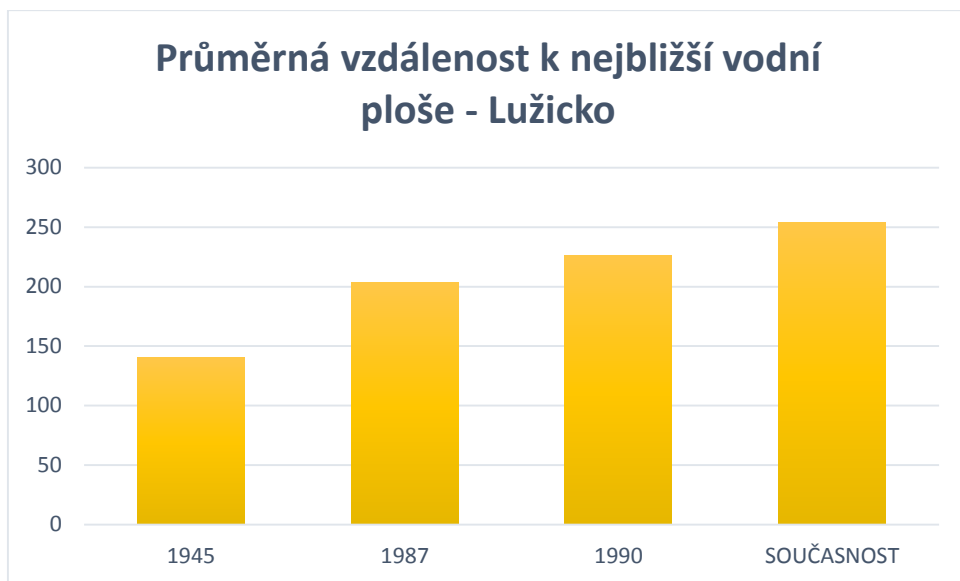
Graf 7: Obvod vodních ploch – Lužicko

Vzdálenost k nejbližší vodní ploše se v důsledku rekultivací velmi zvýšila. Zatímco dříve bylo značné množství menších vodních ploch v těsné blízkosti, nyní vodní plochy představují izolovaná stanoviště s velkou vzdáleností od sebe. V roce 1945 se průměrná vzdálenost mezi dvěma vodními plochami pohybovala okolo 140 m, v současnosti je to již kolem 250 m. Vzájemná vzdálenost vodních ploch ovlivňuje tok živin, energie, genetického materiálu a v neposlední řadě pohyb druhů. Počet druhů narůstá se zvětšující se plochou a počet druhů narůstá s izolovaností.

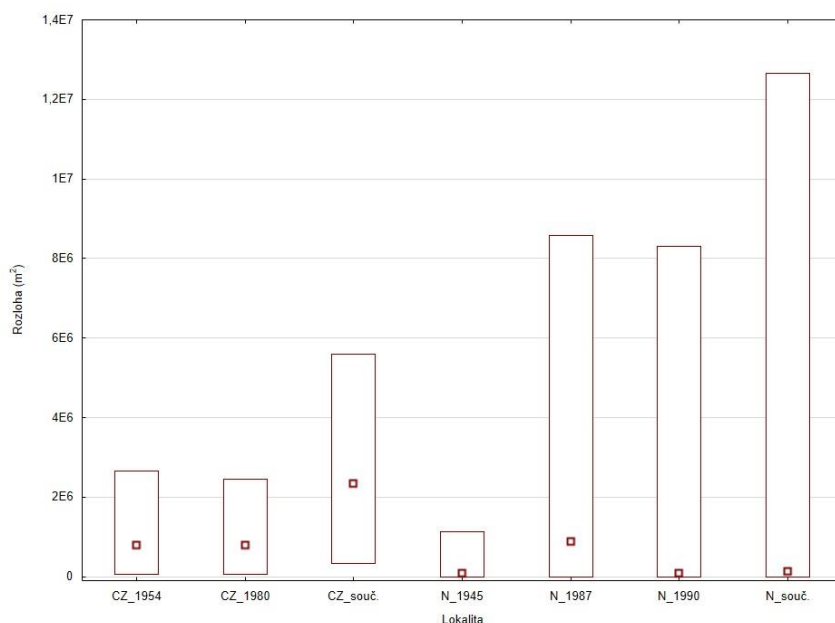
Vzdálenost k nejbližší vodní ploše - Lužicko

| | 1945 | | | 1987 | | | 1990 | | | SOUČASNOST | | |
|--------------|--------|-----|-------|--------|-----|-------|--------|-----|-------|------------|-----|-------|
| | PRŮMĚR | MIN | MAX | PRŮMĚR | MIN | MAX | PRŮMĚR | MIN | MAX | PRŮMĚR | MIN | MAX |
| | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m |
| vodní plocha | 140 | 2 | 8 461 | 203 | 2 | 3 894 | 226 | 2 | 5 132 | 254 | 1 | 5 263 |

Tabulka 6: Parametry vzdálenosti k nejbližší vodní ploše

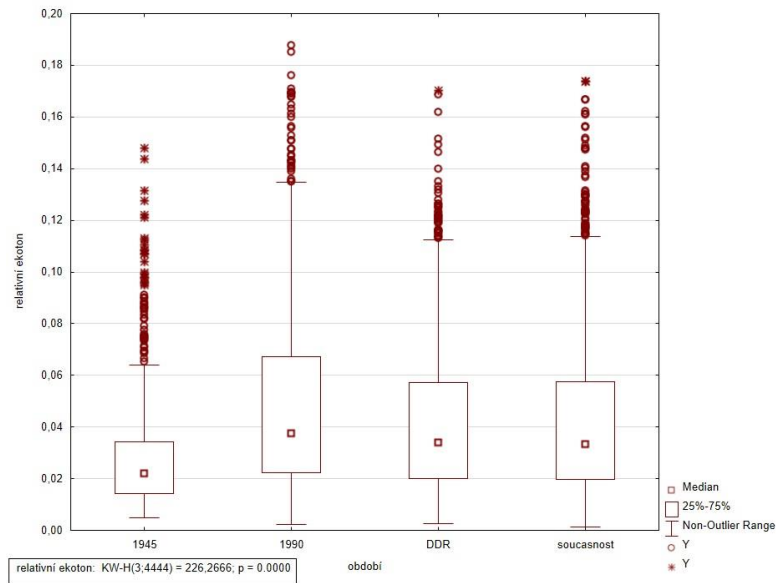


Graf 8: Průměrná vzdálenost k nejbližší vodní ploše

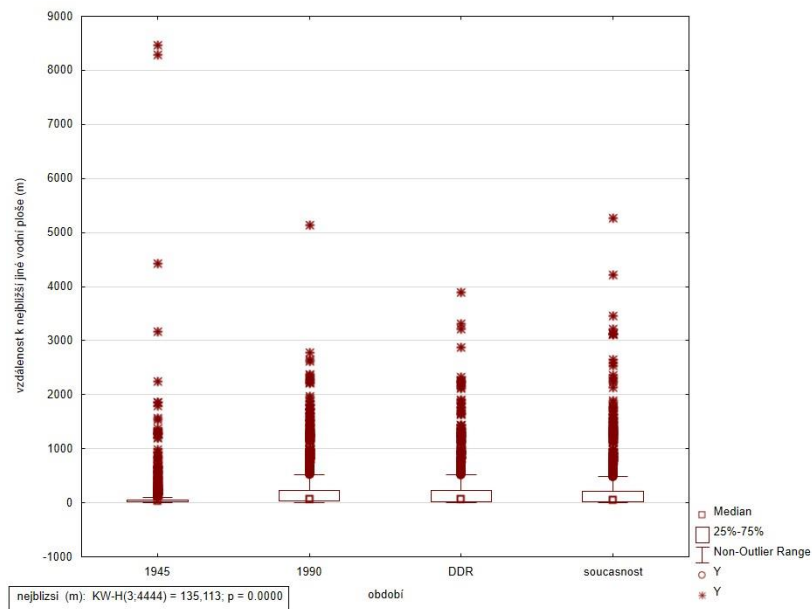


Graf 9: Srovnání rozloh vodních ploch v ČR a v Lužické jezerní oblasti

Na výše uvedeném grafu je znázorněno porovnání rozlohy vodních ploch v jednotlivých obdobích v České republice a v Lužické jezerní oblasti. Je patrné, že rozlohy jezer jsou v Lužici o dost větší, zejména v současnosti, ale v průměru jsou menší než jezera v České republice. To může být dáno tím, že v Lužici se vytvořily menší zbytkové jámy, nebo menší hydrické rekultivace vznikaly i mimo zbytkové jámy. V České republice se spíše nachází plochy s větší vodní rozlohou, přesto jsou však poloviční co do rozlohy v porovnání s Lužicí.



Graf 10: Relativní délka ekotonu



Graf 11: Vzdálenost k nejbližší vodní ploše

Dle výše uvedených grafů jsou rozdíly pro vzdálenost k nejbližší jiné vodní ploše a pro relativní délku ekotonu signifikantní ($p < 0, 05$) silně signifikantní. I přes existenci izolovaných vod byly vodní plochy před těžbou rozloženy v krajině navzájem blíže. Po těžbě je více vodních ploch ve větší vzdálenosti od sebe. Naopak dříve vykazovaly vodní plochy kompaktnější charakter s rovnějšími břehy, oproti tomu rekultivované plochy mají významnější relativní ekoton, který je pozitivní pro biodiverzitu.

6 Diskuze

Jak Lužická oblast v Německu, tak i Sokolovská a Severočeská hnědouhelná pánev prošly významnou krajinnou proměnou. Povrchová těžba hnědého uhlí, která tu měla poměrně dlouhou tradici, zcela ovlivnila tvářnost krajiny. Při těžbě dochází k proměnám ve všech základních složkách krajiny, je významně ovlivněna litosféra, pedosféra, atmosféra, hydrosféra i biosféra. Původní krajina před počátkem dolování byla využívána převážně zemědělským způsobem. Zatímco v české lokalitě se před těžbou mnoho vodních prvků nevyskytovalo, land use tvořily především pole, louky, ale také sady a vinice, v Německu bylo původně vodních ploch více, neboť se v oblasti nacházeli bažiny s rašelinnými jezírky. Dle Steckebandra a Mahhenkeho (2002) zde močály byly velmi početné a měly velkou mocnost. S počátkem zemědělského využívání se jejich počet podstatně snížil.

V obou lokalitách se přistoupilo k povrchové těžbě hnědého uhlí. Díky výsypkám, lomům, těžebním jamám a poklesovým propadlinám tak vznikl členitý reliéf. Velkému záboru půdy však postupně ustupovalo vše, co se nacházelo na povrchu těžebních lokalit. V České republice takto zaniklo královské město Most a spousty dalších jako např. Kopisty, Libkovice, Komořany. V Německu takto zanikly např. vesnice Berheide a Scado.

Oba hnědouhelné regiony jsou velmi průmyslově orientovány. Mimo provozy spojené s těžbou hnědého uhlí se zde nachází chemický, strojírenský a hutní průmysl. Těžba hnědého uhlí zde znamenala velké množství pracovních příležitostí a rozvoj ekonomiky. S rozkvětem povrchové těžby však došlo k devastaci krajiny a zhoršení životního prostředí se sníženou kvalitou ovzduší, vody a půdy.

S útlumem těžby se přešlo k obnově krajiny prostřednictvím rekultivací. Hendrychová a Kabrna (2016) toto potvrzují v článku zaměřeném na mostecké výsypky, kde uvádí, že s probíhajícími rekultivacemi se zvyšuje krajinná diverzita a zastoupení ekostabilizujících ploch (zejména lesů a vodních ploch). V obou regionech se přistoupilo k hydrickým rekultivacím. Hydrické rekultivace se velmi často využívají v lokalitách, kde byla krajina zdevastována povrchovou těžbou. Cílem rekultivačních prací je vznik nové plochy, která může vzniknout odvodněním výsypkových ploch, nebo zatápením zbytkových jam. Tak jako Skaloš a kol. (2015) dokládá mizení některých lesních ploch kvůli těžbě a následné přibývání lesních

ploch díky rekultivaci na úkor původní zemědělské půdy, lze paralelně pozorovat mizení drobných vodních ploch, zejména pak ve více mokřadním Německu a následný nárůst díky rekultivacím. U obou lokalit byla využíván zejména způsob zatápění. Vzniklá jezera by měla mít mnohostranné využití - plnit funkci estetického prvku, ekologickou, turisticko-rekreační i sociálně-ekonomickou funkci. Dle Dimitrovského (2000) by však jezera měla být dostatečně hluboká s mělkými okrajovými částmi, která by poskytovala refugia rostlinným a živočišným druhům. K tomu také dopomáhá členitá morfologie dna i břehů, včetně členité břehové linie. Sklon svahu by měl být mírný. Jak uvádí Schultze a kol. (2010), je také důležitá kvalita vody, podstatná je zejména její kyselost. Na rozdíl od českých rekultivačních jezer jsou lužická jezera velmi mělká a byla naplněna vodou z jiných lomů, jež jsou ještě v provozu, a voda je z nich odčerpávána. V České republice jsou k plnění jezer využívány horské toky a řeka Ohře, žádné průmyslové vody.

V praktické části práce byly sledován vývoj tří základních charakteristik vodních nádrží, a to jejich počet, rozloha a obvod. Dané výsledky jsou dány do vztahu k jejich lokalitám. Do úvahy je brána rozloha jednotlivých území.

V počtu vodních ploch v jednotlivých lokalitách dochází k rozdílnostem. V České republice bylo v roce 1954 okolo 980 vodních ploch, během počátku rekultivačních činností se jejich počet snížil téměř o třetinu a v současné době jejich počet překračuje zhruba o 100 vodních ploch. Počet ploch se během 50. a 70. let příliš nezměnil v důsledku toho, že vlivem těžební činnosti vodní plochy zanikly, ale zároveň byly v průběhu těžby nahrazeny novými. Toto také dokazuje Skaloš a kol. (2015), který uvádí obdobný trend u lesních ploch. Stejně tak jako u lesních prvků, jež vznikly díky spontánní sukcesi na dosud nerekulitovaných částech výsypek, dochází nad rámec cílených hydrických rekultivací k samovolné tvorbě vodních plošek, např. nebeských jezírek, přípatních mělkých vod ad. Tyto prvky mají velkou přírodo-ochranářskou hodnotu. Ke změnám v počtu vodních ploch dochází až v 80. letech, kdy zde těžba kulminuje. Zanikají vodní plochy a jsou vytvářeny nové na okrajích lomů, které slouží k odvodnění výsypek a zachytávání povrchové vody. V lokalitě se v těchto letech nenacházela žádná významná vodní plocha. Nárůst vodních ploch je zaznamenán až v současnosti, kdy se na tomto jevu podílí hydrické rekultivace. Vznikají velké vodní nádrže, jako je např. Benedikt, Medard, Most, Matylda ad. V lužické oblasti se nachází v roce 1945 kolem 730 vodních ploch, mezi

lety 1987 a 1990 se pohybuje počet okolo 1 300 – 1 400. V roce 1945 se větší počet vodních ploch soustředěných blízko sebe nachází pouze kolem několika měst. Po roce 1987 jsou již existující soustavy doplňovány o další vodní plochy. V této době také vznikají první rozlehlé vodní plochy. Po roce 1990 pokračovaly záplavy důlních jam, vícečetné vodní plochy tak spolu postupně vytvářely větší jezera. Docházelo tedy ke snížení jejich počtu.

Pokud sledujeme vývoj rozloh vodních ploch v obou zemích, lze pozorovat obdobný trend. Rozloha se neustále zvětšovala. V České republice se rozloha vodních ploch kolem roku 1954 pohybovala okolo 7 832 000 m². Po dvaceti letech se nepatrně zvýšila na 7 970 000 m². V současné době po konjunktuře hydrických rekultivací se jejich rozloha více než ztrojnásobila, vodní plochy dnes zaujímají přibližně 23 489 000 m². V lužické oblasti se rozloha vodních ploch v roce 1945 pohybovala okolo 58 000 000 m². Poté co se začala oblast postupně uzavírat a bývalé doly byly postupně rekultivovány, se rozloha vodních ploch téměř zdvojnásobila. Vznikala velká jezera u Senftenberu, Lauty, Lohsy ad. V roce 1990 se počet ještě mírně navýšil. V současné době je počet vodních ploch téměř o polovinu větší než při počátku hydrických rekultivací v roce 1987.

Na rozdíl od obdobného trendu u rozlohy je vývoj obvodu vodních ploch rozdílný. V těžební oblasti v České republice se v roce 1954 se pohybuje obvod vodních ploch okolo 190 700 m. V začátcích hydrických rekultivací došlo k mírnému snížení a v současné době se jeho délka téměř zdvojnásobila. V lužické oblasti se v prvním sledovaném období pohybovala délka kolem 813 000 m, při rekultivacích se značně zvýšila. V současnosti se pohybuje okolo 980 000 m. V České republice se nevyskytují tak rozlehlé vodní plochy, převažují menší vodní plochy s členitější břehovou linií. Břehová linie lužických oblastí byla již vytvářena s cílem turistického využití a ve větší části tomu tak byla přizpůsobena, její členitost není tedy tak rozmanitá, což je dle Hendrychové (2012) podstatné pro přirozený charakter.

Při povrchové těžbě uhlí nelze vrátit krajinu do původního stavu, pokud bychom území ponechali spontánní sukcesi, je otázkou, za jakou dobu a zda vůbec by došlo k jeho restauraci. Hydrické rekultivace představují způsob, jak se s degradovanou krajinou vypořádat a dle Petružely (2002) patří hydrické rekultivace také k nejvýhodnějším typům rekultivací z hlediska ekonomického.

7 Závěr

Vodní plochy mají v krajině svoji nezastupitelnou roli a plní mnoho funkcí. Jsou součástí pohybu vody v krajině – odtoku srážkových vod, malého i velkého vodního cyklu skrze odpar vody a kondenzaci vodních par. Poskytují také životní prostředí pro mnoho rostlinných a živočišných druhů společenstev. Tato území mohou být často chráněna.

V souvislosti s povrchovou těžbou hnědého uhlí vznikají různé typy vod, ať již spontánně nebo antropogenně. I tyto vodní plochy plní své funkce. Člověk významně ovlivňuje dynamiku a vlastnosti těchto vodních ploch. Některé vodní plochy mají jen dočasný charakter, jiné v průběhu těžby vznikají a jiné mají předpoklad trvalé existence i po skončení těžby.

Ve většině případů se po ukončení povrchové těžby hnědého uhlí přistupuje k hydrickým rekultivacím. Tyto rekultivace zcela změny tvářnost krajiny a dají jí nové využití. Velká vodní jezera slouží sportovně- rekreačnímu využití a přináší do daného regionu nové možnosti. Některé vodní plochy jsou určeny pro rozvoj ekologických funkcí a slouží jako nové habitaty pro různé organismy.

V práci jsou uvedeny dva případy provedených a dále prováděných rekultivací. V České republice zatím nejsou využívány možnosti vodních rekultivací ve všech jejích aspektech, vodní rekultivace zde ještě nejsou tolik propracovány. V Lužické oblasti v Německu prošlo území, které bylo hydrickým způsobem zrehabilitováno, mnohem větším vývojem a bylo zcela využito rekreačního potenciálu nově vzniklé jezerní krajiny. Rozloha vodních ploch zaznamenala podstatné změny. Zatímco v roce 1945 dosahovala rozloha vodních ploch 60 mil. m², v současnosti dosahuje více jak dvojnásobku. Toto využití přináší zpět do regionu nové pracovní síly i příliv financí, kterých je po útlumu těžby nedostatek. Daná rekultivace přináší nejen pozitiva, ale má i stinné stránky – např. k zaplavování jezer je velmi často využívána voda z okolních vodních toků, snižuje se počet malých vodních ploch, jež představují útočiště pro mnoho druhů živočichů. V současné době se v Lužické oblasti nachází kolem 950 vodních ploch, zatímco na počátku rekultivační činnosti jich bylo až přibližně o 400 více.

Otázku, kterou si musíme položit je, zda se chce Česká republika ubírat stejným směrem jako její soused v Lužické oblasti. Lužická oblast nám může

posloužit jako zdroj inspirace, např. v dobré propagaci původně devastované krajiny, která se nyní přetřansformovala do nového svébytného regionu s novým využitím a novou krajinou.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace:

ANDĚL, P., 2011: *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Evernia, Liberec. 265 s. ISBN 978-80-903787-9-7

BEJČEK, V., a kol., 2006: *Lze využít přirozenou sukcesi při rekultivaci výsypek?* Veronica 20, s. 1 – 4

BIAN, Z., a kol., 2009: *Environmental Issues from Coal Mining and Their Solutions*. Mining Science and Technology 20, s. 215 – 223

BLAŽKOVÁ, M., 2011: *Změny a zásahy do horninového prostředí v Podkrušnohoří*. Studia Oecologica, Ústí nad Labem, 136 s.

BRTNICKÝ, M., a kol., 2012: *Degradace a regenerace dílčích krajinných sfér*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 129 s. ISBN 978-80-7375-687-1

DEMIREL, N., EMIL, M. K., DUZGUN, H. S., 2011: *Surface coal mine area monitoring using multi-temporal high-resolution satellite imagery*. International journal of Coal geology, 86 (1), s. 3 – 11

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

DIMITROVSKÝ, K., a kol., 2000: *Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 66 s. ISBN 80-7271-065-6

DOLEŽALOVÁ, J., SOLSKÝ, M., VOJAR, J., 2012b: *Hnědouhelné výsypky*. Ochrana přírody 3/2012, s. 8 – 11

DOLEŽALOVÁ, J., VOJAR, J., SOLSKÝ, M., 2012a: *Využití sukcesních ploch*. Ochrana přírody 5/2012, s. 10 – 13.

DOLNÝ, A., 2000: *Budou na odvalech chráněná území přírody?* Živa 48 (4), s. 173 – 176

- DREBENSTEDT, C., 1998: Planungsgrundlagen der Wiedernutzbarmachung. In *Braunkohlentagebau und Rekultivierung*. Springer Verlag, Berlín. 1068 s. ISBN 978-3540600923
- DULIAS, R., 2010: *Landscape planning in areas of sand extraction in the Selesian Upland, Poland*. *Landscape and Urban Planning* 95, s. 91 – 104
- FIEDLER, P., GROOM, M., 2006: Restoration of Damaged Ecosystems and Endangered Populations. In: *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates Inc. S, Sunderland, s. 553 – 590. ISBN 978-087893-597-0.
- FROUZ, J., 2008: *Výsypky – pohroma nebo šance?* *National Geographic Česko* 3/2008, s. 28 – 34.
- GREMLICA, T., a kol., 2011a: *Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin*. Ústav pro ekopolitiku, o. p. s., Praha. 108 s.
- GREMLICA, T., a kol., 2011b: *Závěrečná zpráva Rekultivace a management nepřirodních biotopů v České republice*. Ústav pro geopolitiku, Praha. 245 s.
- GROSSER, K. H., 1998: *Der Naturraum und seine Umgestaltung*. In *Braunkohlentagebau und Rekultivierung*. Springer Verlag, Berlin. 1068 s. ISBN 978-3540600923
- HENDRYCHOVÁ, M, KABRNA, M., 2016: *An analysis of 200-year-long changes in a landscape affected by larga-scale surface coal minng: History, present and future*. In *Applied Geography* 74, s. 152 – 159
- HENDRYCHOVÁ, M., a kol., 2012: *Katalog mimoprodukčních biotopů pro rekultivaci území dotčeného těžbou Severočeských dolů, a. s., Ráje Petr Struna, Louny*. 52 s.
- HOLDINGHAUSEN, H., 2015: Hnědé uhlí – surovina s řadou prvenství. In *Atlas uhlí*. Heinrich-Böll-Stiftung, Praha. s. 54 ISBN 978-80-86834-57-3
- HOLLING, C. S., 2001: *Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems*. *Ecosystems* 2001 (4) s. 390 – 405
- IRIMIE, S., 2019: *From mining to dream vacation „Lusatian Lake District“, Germany*. Asociatin Institutul Social Valea Jiului, Romania. 7 s.

- JANČURA, P., 2005: Aktuálne problémy krajinného plánovania. In: *Ekologie krajiny a krajinné plánování: příspěvky z konference CZ-IALE konané 14. – 16. září 2006 v Lednici*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. s. 25- 31 ISBN 80-86386-82-1
- KNOCHE, D., a kol., 2019: Report on the current role of coal mining and related policies in the TRACER target regions. BSERC, Sofia. 206 s.
- KNOCHE, D., a kol., 2020: Report on the environmental impacts and sustainable reclamation solutions in nine coal regions. Forschungsinsitut für Bergbaufolgelandschaften e V., Finsterwalde. 127 s.
- KOŽEŠNÍK, J., a kol., 1982: *Ilustrovaný encyklopedický slovník, III. díl*. Academia, Praha. 976 s.
- KRYL, V., a kol., 2002: *Zahlužení hornické činnosti a rekultivace*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava. 79 s. ISBN 80-248-0111-6
- MAUER, O., 1985: *Deteriorizace a rekultivace I*. Vysoká škola zemědělská, Brno. 190 s.
- MAZUR, K. a kol., 2011: *Observation of Hydrological Processes and Structures in the Artificial Chicken Creek Catchment*. *Physic and Chemistry of the Earth*, 36. s. 74 – 86
- MLČOCH, S., 2000: Právní rámec ochrany krajiny – stav a perspektivy. In *Kulturní krajiny aneb proč ji chránit: Téma pro 21. století*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, s. 113 – 120
- NOWEL, W., 1992: Geologische Übersichtskarte des Lausitzer Braunkohlereviers. Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft, Senftenberg.
- NYSSSEN, J., 2010: *Slope Aspect Affects Geomorphic Danamics of Coal Mining Spoil Heaps in Belgium*. *Geomorphology* 123, s. 109 – 121
- OIE, P. – Y., a kol., 2019: *Lessons from Germany's Hard Coal Mining Phase-out: Policies and Transition form 1950 to 2018*. *Sustaibinality* 2019 (11), s. 15 - 21
- PETRUŽELA, L., 2002: Hydrická rekultivace severozápadních Čech. In *Tvář naší země- krajina domova 6*. Studio JB, Lomnice nad Popelkou, s. 53 – 59

- PFLUG, W., 1998: *Braunkohlentagebau und Rekultivierung*. Springer Verlag, Berlin, 1068 s. ISBN 978-3540600923
- PRACH, K., 2001: Šaty dělají člověka, vegetace krajinu. In *Tvář naší země-krajina domova*. Studio JB, Lomnice nad Popelkou, s. 45 – 48
- PRACH, K., 2006: Ekologie obnovy jako mladý obor a uplatnění botaniky v něm. In *Botanika a ekologie obnovy*. Česká botanická společnost, Praha, s. 13 – 21
- PŘIKRYL, I., 2012: *Vody vznikající v souvislosti s těžbou uhlí*. ENKI, o.p.s., Třeboň. 6 s.
- RICHTER, M., 2012: *Úvod do průmyslových technologií*. Univerzita J. E. Purkyně. Ústí nad Labem. s. 300. ISBN 80-7044-828-8
- ŘEHOUNEK, J., ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K., 2010: *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice. 172 s. ISBN 978-80-87267-09-7
- ŘEHOUNKOVÁ, K., a kol., 2007: *Pískovny za humny*. Calla, České Budějovice, 100 s. ISBN 978-80-903910-3-1
- SCHULTZE, M., a kol., 2010: *Pit lakes of the Central German lignite mining district: Creation, morphometry and water quality aspects*. *Limnologica* 40, s. 148 – 155
- SCHULZ, F., 2000: *Drei Jahrhunderte Lauzitzer Braunkohlebergbau*. Lusatia Verlag, Bautzen. 192 s. ISBN 978-3936758276
- SCHULZ, S., SCHWARTZKOPFF, J., 2018: *Budoucnost hnědouhelných regionů v Evropě*. Heinrich Böll Stiftung, Praha. 64 s. ISBN 978-80-88289-02-9
- SIXTA, J., 2013: *Rekultivace věc neznámá?* *Veronika* 27/2009, s. 7 -8
- SKALOŠ, J., a kol., 2015: *What are the transitions of woodland at the landscape level? Change trajectories of forest, non-forest and reclamation woody vegetation elements in a mining landscape in North-western Czech Republic*. *Applied Geography* 58, s. 206 - 216
- SKALSKI, T. a kol., 2016: *Do traditional land rehabilitation processes improve habitat quality and function? Life-History traits of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) say no*. *Period. Biol.* 118 (3), s. 185 – 194

- SKLENIČKA, P., 2003: *Základy krajinného plánování*. Naděžda Skleničková, Praha. 321 s. ISBN 80-903206-1-9
- SKLENIČKA, P., a kol., 2002: Využití procesů přirozené sukcese při obnově krajiny po těžbě nerostů. In *Tvář naší země – krajina domova 6*. Studio JB, Lomnice nad Popelkou, s. 60 – 62
- SKLENIČKA, P., CHARVÁTOVÁ, E., 2003: *Stand continuity – A useful parameter for ecological networks in post-mining landscapes*. Ecological Engineering 20, s. 287 – 296
- SMOLOVÁ, I., 2008: *Těžba nerostných surovin a její geografické aspekty*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 195 s. ISBN 978-80-244-2125-4
- STACKEBRANDT, W., MANHENKE, V., 2002: *Atlas zur Geologie von Brandenburg*. Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow, 142 s. ISBN 3-9808157-0-6
- STEFANOWICZ, A. M., a kol., 2015: *Effects of Calamagrostis epigeos, Chamaenerion palustre and Tussilago farfara on nutrient availability and microbial activity in the surface layer of spoil heaps after hard coal mining*. Ecol. Eng. 83, s. 328 – 337
- STEINHUBER, U., 2017: *Einblicke. Sanierung, Sicherung und Rekultivierung von Bergwerken und Tagebauen*. AD AGENDA, Senftenberg. 24 s.
- SVOBODA, I., 2006: Vybraná řešení z oblasti podkrušnohoří nabídnutá jako vzory do projektu Regions. In *Regionální workshop Rekultivace a socioekonomické aspekty*. Ústecký kraj, Ústí nad Labem, s. 3 – 6.
- ŠTÝS, S., 1990: *Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů*. SNTL, Praha. 186 s. ISBN 80-85087-10-3
- ŠTÝS, S., 1997: *Rekultivace*. Mostecká uhelná společnost, Most. 63 s.
- ŠTÝS, S., 2014: *Proměny Severozápadu*. Český statistický úřad, Praha, 181 s. ISBN 978-80-250-2556-7
- ŠTÝS, S., a kol., 1981: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 678 s.

TROPEK, R., a kol., 2012: *Technical reclamations are wasting the concervation potential of post-mining sites. A case study of black coal spoil dumps*. Ecol. Eng. 43, s. 13 – 18

VOLNÝ, S., 1985: *Deteriorizace a rekultivace krajiny*. Vysoká škola zemědělská, Brno. 187 s.

VRÁBLÍKOVÁ, J., 2010: *Recultivation of Area after Coal Mining on Example of Nort Bohemia*. Život. Prostor, 1/2010, Vol. 44, s. 24 – 29

WEBER, E., a kol., 1999: *Das BTUC Innovationskolleg Bergbaufolgelandschaften*. Walter de Gruyter, Berlin. 295 s. ISBN 978-3110163087

WILKE, T., a kol., 2002: *Landscape Planning for Sustainable Municipal Development*. German Federal Agency for Nature Conservation. s. 25 – 33

Legislativní zdroje

Spolkový zákon o ochraně přírody (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, BnatSchG)

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

Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

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

Zákon č. 334/1992 Sb., o zemědělském půdním fondu

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

Internetové zdroje:

ANONYM, 2020a: *Sedlitzer See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-sedlitzer-see.html>

ANONYM, 2020b: *Partwitzer See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-partwitzer-see.html>

ANONYM, 2020c: *Neuwieser See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-neuwieser-see.html>

ANONYM, 2020d: *Blunoer Südsee*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-blunoer-suedsee.html>

ANONYM, 2020e: *Bergener See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-bergener-see.html>

ANONYM, 2020e: *Sabrodter See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-sabrodter-see.html>

ANONYM, 2020f: *Spreetaler See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-spreetaler-see.html>

ANONYM, 2020h: *Lauzitzer Bilde*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <http://lausitzer-bilder.de/>

ENCYKLOPEDIIE ČEZ, 2020: *Uhlí*. (online) [cit. 22. 2. 2020] dostupné z https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/uhli_1.html

GRAF, D., 1994: *Ökologisches Anforderungsprofil – Sanierungsplan Döbern*. In Auftrag der Gessellschaft für bergbauliche Rekultivierung. (online) [cit. 18. 3. 2020] dostupné z <http://gl.berlin-brandenburg.de/braunkohle/sanierungsplaene/doebern.html>

JAKŠ, Z., 2020: *Uhlí na Mostecku*. (online) [cit. 25. 3. 2030] dostupné z <https://www.podkrusnohorskemuzeum.cz/cz/z-historie-uhli-na-mostecku>

RICHTER-ZIPACK, 2019: *Die schwimmenden Häuser auf dem Geierswalder See*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z https://www.lr-online.de/lausitz/senftenberg/die-schwimmenden-haeuser-auf-dem-geierswalder-see-wohnen-auf-dem-wasser-als-lausitzer-albtraumstreit-um-schwimmende-ferienhaeuser-am-geierswalder-see_-_38252938.html

ŠANDA, V., 2007: *Odstraňování následků hornické činnosti*. (online) [cit. 23. 2. 2020] dostupné z <http://www.mpo.cz>

ŠPILÁČEK, M., 2016: *Uhlí*. (online) [cit. 22. 2. 2020] dostupné z https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/about/projekty/enazp/projekty/16_Chemie-a-ekologie_43-44/43_IUT/080_Uhli---Spilacek---P1.pdf

TEICHMANN, U., 2001: „*Wege für das Wasser*“ zum Bergheider See sind vorbereitet - Inbetriebnahme der Flutungsleitung. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lmbv.de/index.php/pressemitteilung/1126.html>

TEICHMANN, U., 2007: *LMBV bindet Gräbendorfer See an Fliess an*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lmbv.de/index.php/pressemitteilung/1218.html>

TEICHMANN, U., 2019: *LMBV Der Seeboden des Altdöberner Sees wird demnächst vermessen*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.lmbv.de/index.php/pressemitteilung/lmbv-der-seeboden-des-altdoeberner-sees-wird-demnaechst-vermessen.html>

WURZLER, D., 2014: *Jezero Senftenberger – historie*. (online) [cit. 30. 4. 2020] dostupné z <https://www.senftenberger-see.de/cz/jezero-senftenberger-see/historie-de.html>

Bakalářské/diplomové práce:

VODRÁŽKA, V., 2016: *Historický a budoucí vývoj vodních prvků v těžbou dotčeném území Severočeské hnědouhelné pánve*. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 93 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

9 Přílohy

9.1 Seznam zkratek

| | |
|-----------------|--|
| °C | stupeň Celsia |
| ad. | a další |
| apod. | a podobně |
| Ca | vápník, <i>Calcium</i> |
| cca | přibližně |
| ČR | Česká republika |
| ha | hektar |
| HDP | hrubý domácí produkt |
| K | draslík, <i>Kalium</i> |
| km | kilometr |
| km ² | kilometr čtvereční |
| LMBV | Lauzitzer und Mitteldeutsche Bergbau- Verwaltungsgesellschaft |
| m | metr |
| m. n. m. | metry nad mořem |
| m ² | metr čtvereční |
| max | maximum |
| Mg | hořčík, <i>Magnesium</i> |
| mil. | milion |
| min | minimum |
| mm | milimetr |
| např. | např. |
| OSN | Organizace spojených národů |
| P | fosfor, <i>Phosphorus</i> |

| | |
|------|------------------------------------|
| pH | power of hydrogen |
| Sb. | Sbírka zákonů |
| tj. | to je |
| tzv. | takzvaný |
| ÚSES | územní systém ekologické stability |

9.2 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Parametry vodních ploch Severočeské pánve | 42 |
| Tabulka 2: Parametry vodních ploch Sokolské pánve | 46 |
| Tabulka 3: Počet vodních ploch v Lužicku | 56 |
| Tabulka 4: Parametry rozlohy vodních ploch v Lužicku | 57 |
| Tabulka 5: Parametry obvodu vodních ploch – Lužicko | 58 |
| Tabulka 6: Parametry vzdálenosti k nejbližší vodní ploše | 59 |

9.3 Seznam obrázků

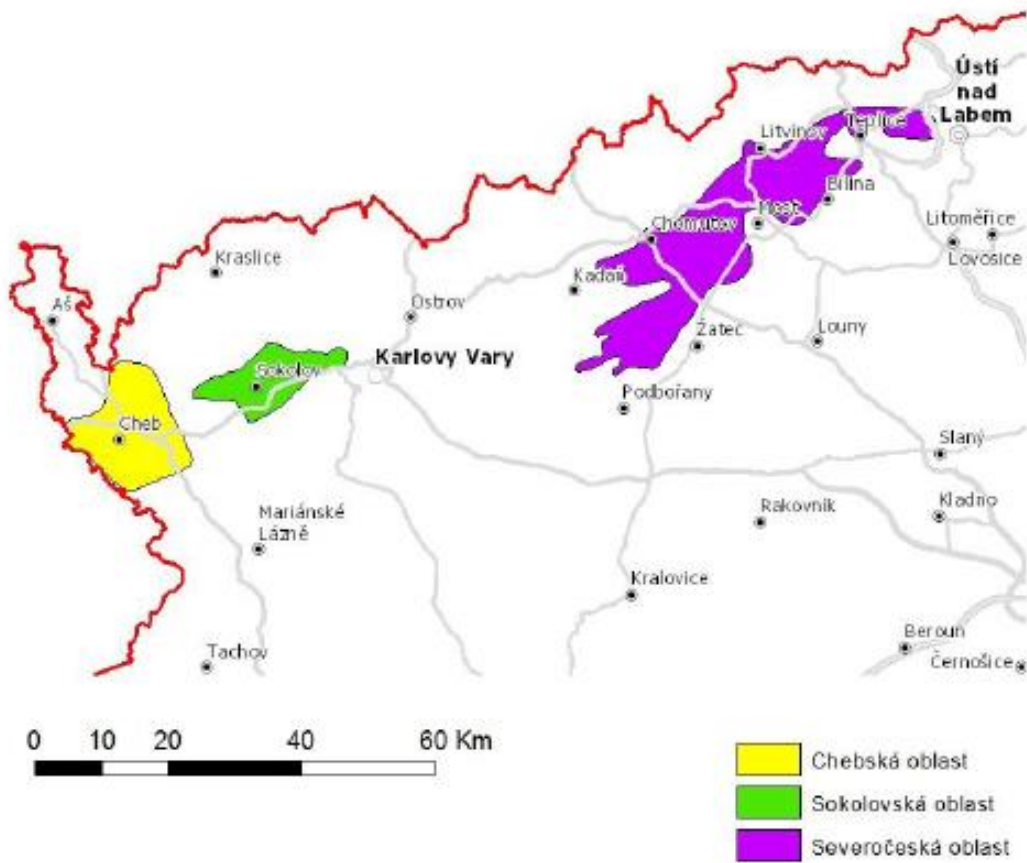
| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Vodní nádrž Újezd | 43 |
| Obrázek 2: Jezero Matylida | 43 |
| Obrázek 3: Radovesická výsypka s nebeskými jezírky | 44 |
| Obrázek 4: Jezero Barbora | 45 |
| Obrázek 5: Lužická jezerní oblast | 49 |
| Obrázek 6: Geierwalderské jezero | 50 |
| Obrázek 7: Gräbendorfen See | 50 |
| Obrázek 8: Altdöberner See | 51 |
| Obrázek 9: Sedlitzer See | 52 |
| Obrázek 10: Partwitzer See | 52 |
| Obrázek 11: Neuwiser See | 53 |
| Obrázek 12: Blunoer Südsee | 53 |
| Obrázek 13: Sabrodter See | 54 |
| Obrázek 14: Bergener See | 54 |
| Obrázek 15: Spreetaler See | 55 |

9.4 Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1: Rozloha vodních ploch v ČR - Severočeská pánev | 45 |
| Graf 2: Počet vodních ploch - Severočeská pánev | 46 |
| Graf 3: Rozloha vodních ploch ČR- Sokolovská pánev | 47 |
| Graf 4: Počet vodních ploch v ČR – Sokolovská pánev | 48 |
| Graf 5: Počet vodních ploch v Lužicku..... | 56 |
| Graf 6: Rozloha vodních ploch – Lužicko | 57 |
| Graf 7: Obvod vodních ploch – Lužicko..... | 59 |
| Graf 8: Průměrná vzdálenost k nejbližší vodní ploše..... | 60 |
| Graf 9: Srovnání rozloh vodních ploch v ČR a v Lužické jezerní oblasti | 60 |
| Graf 10: Relativní délka ekotonu | 61 |
| Graf 11: Vzdálenost k nejbližší vodní ploše | 61 |

9.5 Mapové přílohy

Podkrušnohorské pánevní oblasti

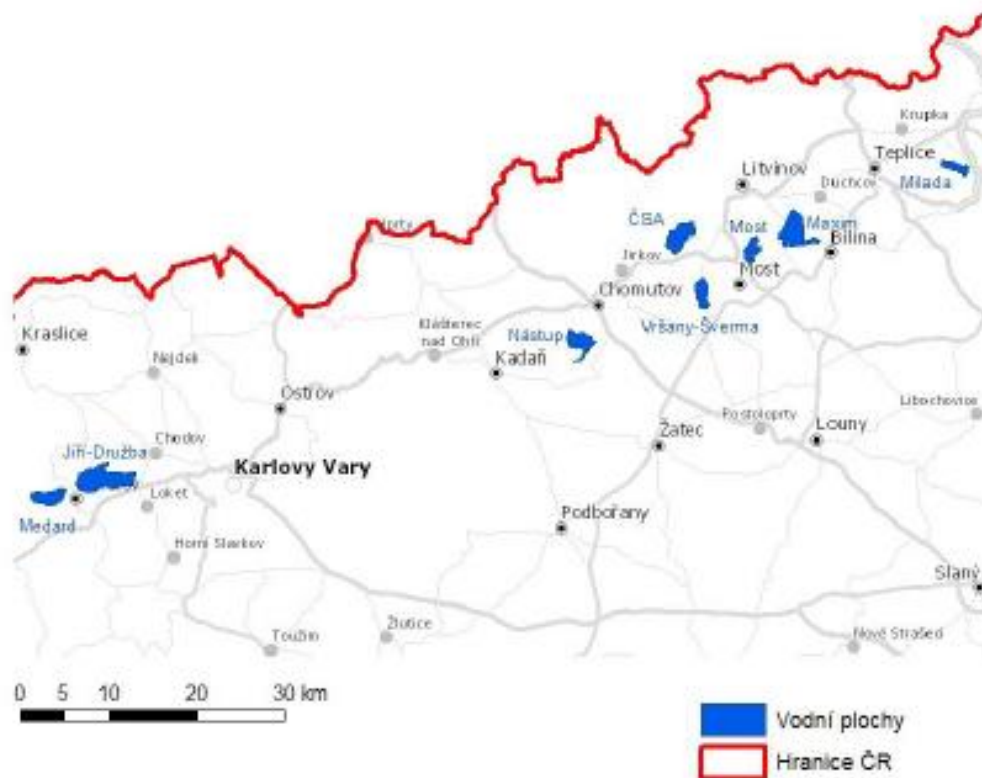


Diplomová práce
Vytvořil: Václav Vodrážka
2016

Příloha 1: Sokolovská a Severočeská oblast, autor: Václav Vodrážka

VELKÁ JEZERA V PODKRUŠNOHOŘÍ

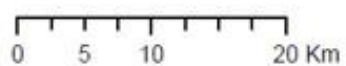
Budoucí situace po vzniku všech plánovaných jezer
vzniklých zatopením zbytkových jam




Diplomová práce
Vytvořil: Václav Vodrážka
2016

Příloha 2: Podkráskoňorská jezera, autor: Václav Vodrážka

Lužická jezerní oblast v r. 1945



Legenda

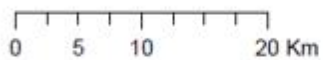
 vodní plochy - r. 1945

Diplomová práce
Vytvořila: Š. Fišerová
2020




Příloha 3: Lužická oblast v roce 1945, autor: Š. Fišerová

Lužická jezerní oblast v r. 1987



Legenda

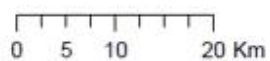
 vodní plochy - r. 1987

Diplomová práce
Vytvořila: Š. Fišerová
2020



Příloha 4: Lužická oblast v roce 1987, autor: Š. Fišerová

Lužická jezerní oblast v r. 1990



Legenda

 vodní plochy - r. 1990

Diplomová práce

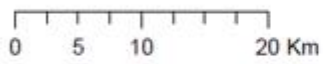
Vytvořila: Š. Fišerová

2020



Příloha 5: Lužická jezerní oblast v r. 1990, autor: Š. Fišerová

Lužická jezerní oblast v současnosti



Legenda

 vodní plochy v současnosti

Diplomová práce

Vytvořila: Š. Fišerová

2020



Příloha 6: Lužická jezerní oblast v současnosti, autor: Š. Fišerová