

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Plán rekultivací hnědouhelných lomů
a jejich výsypek v oblasti německé Lužice**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

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

Bakalant: Milan Lenc

2020



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Milan Lenc
Studijní program: Krajinářství
Obor: Územní technická a správní služba
Vedoucí práce: Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.
Garantující pracoviště: Katedra biotechnických úprav krajiny
Jazyk práce: Čeština

Název práce:

Plán rekultivací hnědouhelných lomů a jejich výsypek v oblasti německé Lužice

Název anglicky:

Reclamation plans of brown coal mines and spoil heaps in the Lusatia

Cíle práce:

Hlavním cílem práce je zhodnocení rekultivací na postindustriálních stanovištích v německé Lužici. Bakalářská práce se bude věnovat problematice těžby v hnědouhelných lomech formou popisu postupů a mapování současné situace. V činných lomech zmapuje plán rekultivace a navrhne lepší řešení. Součástí bude analýza výhod a dopadů jednotlivých řešení.

Metodika:

Informace budou shromažďovány z odborných publikací. Bude proveden průzkum historických map oblasti před těžbou a porovnání se současným stavem. V GIS bude po vektorizaci biotopů nad ortofotomapou zhodnoceno zastoupení, vazby a potenciál rekultivací rozdělených na hydrické, lesní, zemědělské a ostatní. Dále bude pomocí rekultivačních plánů ještě aktivních lomů posouzena řešení budoucí rekultivace. Přístupy k obnově hnědouhelné krajiny budou diskutovány také s českým systémem rekultivací.

Doporučený rozsah práce:

40

Klíčová slova:

Těžba, Lom, Lužice, Rekultivace, Postindustriální krajina, Těžební lokality, Uhlí

Doporučené zdroje informací:

1. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, -- HENDRYCHOVÁ, M. *Vliv managementu ploch po těžbě hnědého uhlí na živocísná společenstva*. Disertační práce. Praha: 2010.
2. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, -- PRACH, K. -- KABRNA, M. *Praktické možnosti uplatnění přírodních obnovitelných procesů při rekultivaci krajiny po povrchové těžbě uhlí [rukopis] : doktorská disertační práce*. Disertační práce. Praha: 2013.
3. PEŠOUT, P. -- JONGEPIEROVÁ, I. -- PRACH, K. *Ekologická obnova v České republice II*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2018. ISBN 978-80-88076-83-4.
4. TROPEK, R. -- ŘEHOUNEK, J. -- ŘEHOUNKOVÁ, K. -- PRACH, K. -- JIHOČESKÁ UNIVERZITA. PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA. *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. České Budějovice: Calla, 2015. ISBN 978-80-87267-13-4.

Předběžný termín obhajoby:

2019/20 LS - FŽP

Konzultant:

Ing. Vladimír Major

Elektronicky schváleno: 20. 11. 2019
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 25. 11. 2019
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Děkan

*Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: **Plán rekultivací hnědouhelných lomů a jejich výsypek v oblasti německé Lužice** vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.*

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

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

V Praze dne

25.06.2020

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí této bakalářské práce Ing. Markétě Hendrychové, Ph.D. za konzultace, rady, připomínky a odbornou pomoc při zpracování bakalářské práce a za poskytnutí fotografií k tematice rekultivace hnědouhelných dolů. Poděkování patří též mé rodině a blízkým přátelům za pomoc a podporu během studia. Bez jejich pomoci by nebylo možné práci dokončit.

Abstrakt:

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou rekultivací po ukončení těžby v hnědouhelných lomech v německé Lužici. V práci je popsáno území celé Lužice. Jedná se o ucelený dokument, v němž je první část je věnovaná celému území německé Lužice se zaměřením na vodní rekultivace v podobě oblasti Lužických jezer. V další části se práce zabývá praktickou částí, v níž je uvedena případová studie zájmové oblasti dolu Nochten. Byl zpracován mapový výstup v jednotlivých časových obdobích, v němž bylo konkrétně porovnáno území a postup těžby hnědého uhlí v této oblasti. Výstupem této bakalářské práce je vytvoření vlastního návrhu rekultivačního plánu oblasti dolu Nochten, v němž je počítáno s nejrůznějšími zónami odpočinku – vodní plochou (pláže, travnaté plochy pro pikniky) a zónami aktivního odpočinku (golfové hřiště) a zónou pro ochranu přírody – biotopy. Následně je porovnán s rekultivačním návrhem společnosti LMBW z roku 2011, který je zaměřen především na rekreační využití pro veřejnost a budoucí rozvoj území.

Klíčová slova:

rekultivace, oblast Lužických jezer, těžba hnědého uhlí

Abstract:

This bachelor thesis deals with the problem of reclamation after mining in brown coal mines in Lusatia, Germany. The thesis describes the territory of the whole Lusatia. This is a comprehensive document, where the first part is devoted to the entire territory of German Lusatia, focusing on water reclamation in the form of the Lusatian Lakes. In the next part the thesis deals with the practical part, where a case study of the Nochten mine area is presented. A map output was prepared in individual time periods, where the territory and the procedure of brown coal mining in this area were compared. The outcome of this bachelor thesis is the creation of a reclamation plan of the Nochten mine area where various rest zones - water areas (beaches, picnic grass areas) and active rest areas (golf course) and nature conservation areas - biotopes are envisaged. Subsequently, it is compared with the reclamation proposal of LMBW from 2011, which is mainly addressed to recreational use for the public and future development of the area.

Keywords:

reclamation, Lusatian lakes, brown coal mining

Obsah

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	1
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
3.1 Historie dobývání uhlí v Lužici	2
3.2 Vliv těžby na životní prostředí	2
3.2.1 Biosféra	3
3.2.2 Pedosféra	3
3.2.3 Litosféra	3
3.2.4 Hydrosféra	4
3.2.5 Atmosféra	5
3.2.6 Další vlivy těžby na přírodní prostředí	6
3.3 Legislativa v těžbě a rekultivaci	6
3.3.1 Horní zákon Německo – Bundesberggesetz	6
3.3.2 Platba poplatků	7
3.3.3 Zákon č. 44/1988 Sb. Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)	8
3.4 Způsoby obnovy krajiny – rekultivace (zemědělská, lesnická, hydrická, ostatní) a samovolná obnova (spontánní sukcese)	9
3.4.1 Rekultivace	9
3.4.2 Zemědělská rekultivace	9
3.4.3 Lesnická rekultivace	11
3.4.4 Hydrická rekultivace	11
3.4.5 Spontánní sukcese a ostatní	12
3.5 Zajímavé příklady projektů	12
3.5.1 Lausitzring	12
3.5.2 Lužická jezera	14
3.5.3 F60 - ležící Eiffelova věž	14
3.5.4 Findlingspark Nochten – park bludných kamenů	15
3.5.5 IBA terasy	16
3.5.6 Maják v přístavu u Geierwalder See	16
3.5.7 Bio věže Lauchhammer	17
3.5.8 Lausitzer Seenland Resort - plovoucí domy	18

3.5.9	Větrný park Klettwitz.....	19
3.6	Transformace hnědouhelného revíru	20
3.6.1	Transformace německé konvenční energetiky a tím i hnědouhelného průmyslu.....	20
3.6.2	Co bude, až skončí těžba hnědého uhlí?	20
4.	METODIKA.....	22
4.1	Postup práce	22
4.2	Lokalizace zájmového území.....	23
4.3	Přírodní podmínky	28
4.3.1	Geologie	28
4.3.2	Geomorfologie.....	28
4.3.3	Pedologie	29
4.3.4	Podnebí.....	31
4.3.5	Rostlinstvo a živočišstvo.....	31
4.3.6	Ochrana přírody v okolí	32
5.	VÝSLEDKY.....	34
6.	DISKUSE.....	45
7.	ZÁVĚR	49
8.	POUŽITÉ ZDROJE	50
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
10.	PŘÍLOHY.....	56

1. ÚVOD

Předkládaná bakalářská práce „Plán rekultivací hnědouhelných lomů a jejich výsypek v oblasti německé Lužice“ se zabývá zhodnocením území Lužice po povrchové těžbě hnědého uhlí. Zde bylo provedeno několik rekultivací a území bylo předáno k rekreačnímu nebo jinému využití. V oblasti stále na několika místech probíhá těžba. Bakalářská práce se věnuje budoucí rekultivací oblasti stále aktivního dolu Nochten.

Podnětem pro vznik této bakalářské se stal můj osobní vztah k oblasti Lužických jezer. Navštívil jsem nejen zrekontrovanou oblast lužických jezer, ale i místa, v nichž rekultivace probíhá po již ukončené těžbě, a místa, v nichž těžba stále probíhá. Exkurzí do oblasti aktivního dolu Nochten bylo získáno potřebné množství informací o dané problematice nezbytných k utvoření vlastního názoru pro budoucí rekultivaci.

Povrchová těžba hnědého uhlí v německé Lužici je nedílnou součástí německé energetické strategie. Uhlí je stále důležitou surovinou navzdory tomu, že Německo vyhledává i jiné alternativní zdroje pro získávání energie. Těžba uhlí má v Německu i Česku mnoho odpůrců jak z řad ochránců přírody či ekologických aktivistů, tak i z řad místních obyvatel dotčených regionů. Těžba je důležitá z pohledu zaměstnanosti, protože v těžebních společnostech a při následných rekultivacích je zaměstnáno nemalé množství obyvatelstva v německé Lužici. Území jsou hluboce ovlivněna povrchovou těžbou. Existuje zákon, který nařizuje těžařské společnosti, aby po ukončení těžební činnosti oblast ovlivněnou těžbou hnědého uhlí zrekontrovala.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem práce je zmonitorovat současný stav německé Lužice po těžbě hnědého uhlí, sledovat stav rekultivací a zjistit, které doly jsou stále aktivní. Bakalářská práce si klade za cíl zmapovat historii těžby v oblasti dolu Nochten pomocí mapových výstupů, zajistit rekultivační plán a vytvořit vlastní návrh rekultivačního plánu oblasti dolu Nochten. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První část se zabývá kompletně územím německé Lužice a vodní rekultivací v podobě vytvořené rekreační oblasti Lužických jezer. Další kapitola se zabývá problematikou vlivu těžby na životní prostředí. Další kapitola se zabývá legislativou v těžbě a rekultivací a dopady horního zákona v České republice a v Německu na těžební společnosti. Jsou porovnány oba zákony a dopady těžby hnědého uhlí na životní prostředí. V této části se práce zabývá jednotlivými známými typy rekultivací. Dále je kapitola věnovaná zajímavým

projektům realizovaných v německé Lužici. Závěr této části je věnován transformaci hnědouhelných revírů. Druhá část bakalářské práce se zabývá praktickou částí v podobě popisu zájmového území německé Lužice a zhodnocení oblasti území dolu Nochten pomocí mapových výstupů. V diskusní části jsou výsledky popsány a porovnány pomocí grafů a následně porovnány s vlastním návrhem rekultivačního plánu dolu Nochten .

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Historie dobývání uhlí v Lužici

Historie těžby hnědého uhlí v Lužici sahá až do 18. století. V roce 1789 prvně objevili hnědé uhlí v Niederlausitzu u Bockwitzu, v dnešní části města Lauchhammer. V průmyslu ho začali používat až od roku 1850. Nejdříve bylo hnědé uhlí používáno ve stavebnictví. Se zvyšující se poptávkou nestačila stávající produkce těžby. V roce 1924 byl nasazen dopravní důlní most u Plessa, s jehož pomocí těžba v otevřené důlní jámě postupuje mnohem rychleji. Zvyšuje se produkce těžby. V dobách bývalé NDR bylo hnědé uhlí jedním z nejdůležitějších zdrojů energie. Absolutního maxima dosáhla těžba hnědého uhlí na konci 80.let. Objem těžby se blížil k 200 milionům tun hnědého uhlí ročně v 17 různých povrchových dolech. Z toho 10 bylo na území dnešního Braniborska. Po sjednocení Německa poptávka po hnědém uhlí výrazně klesla. Dá se říct, že propad byl extrémní. Dnes se těžba dostala na úroveň necelých 60 milionů tun uhlí za rok ve čtyřech povrchových dolech. V Jänschwalde (produkce v roce 2006: 14,5 milionu tun), Cottbus-Nord (5,1 milionu tun), Welzow-Süd (19,4 milionu tun) a v Nochten (18,9 milionu tun). Všechny tyto doly provozuje energetická společnost Vattenfall. V blízkosti dolů má tato společnost tři elektrárny Schwarze Pumpe, Jänschwalde a Boxberg. Podíl Lužice na těžbě hnědého uhlí je v Německu přibližně 33 procent (Heuer, 2009).

3.2 Vliv těžby na životní prostředí

Všechny způsoby těžby narušují prostředí a těžba surovin se dotýká všech základních složek krajiny a životního prostředí. Dotýká se biosféry, pedosféry, litosféry, hydrosféry a atmosféry. Tyto vlivy mají svůj vlastní specifický charakter. Každý z těchto vlivů vyplývá ze způsobu dobývání a z druhu těžené suroviny (Volný, 1985). Povrchová těžba představuje daleko větší zásah do krajiny a poškození krajiny než podzemní těžba (Richter, 2012).

3.2.1 Biosféra

Během těžby vzniká zábor půdy. Ten negativně poznamenává celkový ráz krajiny a dále snižuje možnost jejího využívání, například pro rekreační nebo jiné účely (Neužil, 1998). Biosféra je účinky povrchové těžby narušena přímou destrukcí v celém dobývacím prostoru. V oblasti ploch vnějších výsypek jsou odstraněny všechny formy vyšších rostlin a živočichů, které nejsou schopny uniknout z pásma zasaženého těžbou (Richter, 2012). Narušení porostů, které tvoří významný stabilizační prvek daného ekosystému, se projeví na celkové rovnováze ekosystému (Neužil, 1998). Celoplošně zlikvidovaná krajina zhoršuje možnost pro migraci zvířat a různých živočichů, protože jsou narušeny migrační koridory (Neužil, 2001). Skrývkou půdního profilu dochází rovněž k destrukci mikroflóry a mikrofauny. Nepřímé účinky na biosféru se dotýkají také okolí těžebních lokalit. Jsou to důsledky působení imisí plynných a tuhých škodlivin vznikajících během těžby (Richter, 2012).

3.2.2 Pedosféra

Během procesu těžby všech povrchových a většiny hlubinných způsobů těžby dochází k degradaci až destrukci pedosféry. V případě hlubinné těžby je degradace na poddolovaném území a území přesypaném odvaly. Při povrchové těžbě dochází k destrukci na území vlastního lomu a vnějších výsypek (Štýs, 1990). Provádí se skrývka úrodné vrstvy půdy, její oddělené skládkování po část nebo po celou dobu těžby a její opětné využití pro lesnické či zemědělské rekultivace, ale přesto se její kvalita zhoršuje. Je narušen zejména vodní režim, obsah vzduchu a mikrobiologické složení. Obnovení původní úrodnosti je dlouhodobý proces, který vyžaduje další vklady – změnu vegetačního krytu, organická a minerální hnojiva, úpravu vodního režimu melioracemi apod. (Richter, 2012).

3.2.3 Litosféra

Konečná podoba krajiny se utváří několik let až desítek let nejen vlastními rekultivačními zásahy, ale také sedáním výsypek, propadáním hlubinných důlních děl, sesuvy svahů výsypek a lomů, vodní erozí aj. (Richter, 2012). Těžba se primárně projevuje vznikem antropogenních tvarů reliéfu, které jsou přímo spojeny s hornickou činností. Patří sem montánní tvary reliéfu (poklesové kotliny, odvaly) a industriální tvary reliéfu (kalové nádrže, manipulační plochy) (Mulková et al., 2010). V ojedinělých případech může při hlubinné těžbě docházet také k propadání poddolovaných oblastí. To se může stát v případě, že sloje nejsou v geologicky stabilních oblastech. Propadání poddolovaných území způsobuje další problémy spojené s udržováním liniových staveb, využíváním zemědělské půdy, vytvářením nových říčních koryt atd. (Neužil, 2001).

3.2.4 Hydrosféra

Vliv těžby nerostů na hydrosféru se projevuje v ovlivňování režimu i kvality podzemních a povrchových vod. Zvláštní kategorií vod v těžební krajině jsou vody důlní. Podle českého zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostných surovin ve znění pozdějších předpisů (dále horního zákona) jsou důlními vodami všechny podzemní, povrchové a srážkové vody, které vnikly do důlních prostorů, a to až do jejich spojení s jinými stálými povrchovými nebo podzemními vodami. Režim povrchových vod je narušován především poklesy terénu, jimiž je deformován spád vodotečí, vznikají bezodtokové poklesy se stagnující vodou, je nutné překládat vodní toky do nových koryt v důsledku záboru území pro těžbu atd. Hydrologický režim podzemních vod je ovlivněn především tím, že jsou porušovány prameny a podzemní proudění (Volný, 1985).

Podle příkladu z dolu Bílina se s důlními vodami nakládá dle zákona 44/1988 Sb. – (horní zákon) a vypouští se do veřejných vodotečí – recipientů dle zákona 254/2001 Sb. – (vodní zákon). Důlní vody jsou všechny podzemní, povrchové a srážkové vody, které pronikly do hlubinných nebo povrchových důlních prostorů bez ohledu na to, jestli se to tak stalo průsakem nebo gravitací z nadloží nebo podloží, nebo boku nebo prostým vtékáním srážkové vody. To vše až do jejich spojení s jinými stálými povrchovými nebo podzemními vodami. Hlavní záměry ve vodohospodářských oblastech jsou vedle zajištění bezpečnosti vlastního provozu také záměry směřující k zajištění plnění emisních limitů při vypouštění důlních vod. Jde zejména o minimalizování svodů vod ze severních i jižních svahů na dno lomu a pak důlní vody ze severních svahů, kromě vod z již rekultivované části výsypky Pokrok. Neodvádět důlní vodu do koryta Ledvického potoka a ani na dno lomu. Vody, které jsou zatíženy a znečištěny železem a manganem přečišťovat pomocí ÚDV u ČS drénů a zde vyčištěné vody i vody zbývající odvádět na ÚDV Emerán. Pak zefektivnit ÚDV Emerán zvýšením kapacitního využití zařízení a zařízením alkalizačního stupně. Detailní odvodnění a především nezbytné úpravy a zásahy do systému odvodnění budou operativně prováděny v průběhu báňské činnosti vždy v dostatečném předstihu tak, aby nedošlo k ohrožení dalšího postupu lomu a ani okolí lomu (Kryl, 1997).

Hlavním cílem důlní hydrogeologie je zajistit bezpečnost práce, důlní techniky a pracovišť před neřízeným zavodněním v lomech. Hlavní činnosti vedoucí k tomuto zajištění jsou odvodňování ložiska a vytvoření hydraulických bariér. Odvodňování ložiska je trvalé nebo dočasné snížení hladiny. Jedná se o piezometrické úrovně na stanovenou výškovou úroveň. Vytvořením hydraulických bariér je znemožněn přítok

podzemních vod do lomu. K odvodňování se zpravidla používá a dosahuje soustavou vzájemně se ovlivňujících objektů (používají se k tomu vrty nebo studny) a to pouze za předpokladu, že se jejich depresní kotliny vzájemně překrývají. Dále se dá dosáhnout snížení vodní hladiny přes otevřené díly (zářezy, rýhy, rigoly). Další variantou jsou zakryté díly (drenážní potrubí, štěrková drenáž). Při hlouběji zaklesnutých hladinách podzemních vod a u zvodní s napjatou hladinou se snižuje hladina či piezometrická úroveň pomocí čerpání vod z vrtů. Odvodňuje se pomocí speciálně ražených odvodňovacích štol v podloží i nadloží ložiska nebo ve vlastním ložisku. K odvodnění se může využít starých důlních děl. Jedním z velmi důležitých faktorů z pohledu bezpečnosti báňského provozu je snížení tlaku podzemních vod v napjatých zvodních tak, aby nemohlo dojít k protržení hydraulických bariér nebo k protržení dna lomu při nedostatečně dimenzované ochranné izolační vrstvě na jeho dně. Místa zvýšených přítoků vod do důlních děl bývají zejména hydraulicky aktivní zlomová pásma nebo mezivrtstevní spáry a některé puklinové systémy. Z hlediska bezpečnosti práce jsou velmi nebezpečné výrony důlních plynů, které se uvolňují z podzemních vod. Zvodněné, nezpevněné jemnozrnné písky mohou při proudění vody ztekucovat a vytvářet velmi nebezpečné bahnotoky tzv. kuřavky. V každém lomu musí být vytvořena soustava odvodňovacích objektů. Soustava je vytvořena zejména čerpací stanicí v nejnižší úrovni lomu a soustavou sběrných vodních jímek, kam jsou přítoky svedené a kam se přítoky soustřeďují. Odtud se důlní vody čerpají na povrch. Na povrchu se následně upravují do podoby, ve které je možné tyto vody vypouštět do veřejných vodotečí. Část těchto vod se pak opět využívá v lomu jako vody provozní. K poznání hydrogeologických poměrů ložiska slouží hydrogeologický průzkum, který musí předcházet otvírce i dobývání ložiska. Systém čerpacích stanic, dimenze čerpadel, objemy jímek a celé vodní hospodářství lomu včetně likvidace důlních vod je navrženo na základě výsledků hydrogeologického průzkumu. Musí být součástí schváleného POPD nebo plánu využití ložiska (Vocásek, 2011).

3.2.5 Atmosféra

Na kvalitu atmosféry během těžby působí emise plynů, par, aerosolů a prachu uvolňujících se z těžených a přepravovaných hornin, případně zápar v uhelných slojích, emisí výfukových plynů z dozérů a dopravních prostředků a emisí zplodin výbušnin, jimiž jsou rozpojovány těžené horniny (Richter, 2012). V atmosféře dochází ke změnám klasických klimatických veličin a k ovlivňování kvality vzduchu. Příčinou mikroklimatických a mezoklimatických změn jsou hlavně transformace reliéfu, nadmořské výšky, členitosti území, jeho expozičních vlastností, vlhkostních poměrů a vegetační pokrývnosti. Velký vliv na kvalitu atmosféry v okolí hnědouhelných dolů mají hnědouhelné elektrárny (Štýs, 1990).

3.2.6 Další vlivy těžby na přírodní prostředí

Dalšími negativními projevy při těžbě jsou hluk a vibrace, které plaší zvěř v širokém okolí, a to zejména pokud je důl umístěn v zalesněné oblasti. Vibrace a mletí jsou silným zdrojem hluku. Stejně tak drcení, skládkování vytěžené hlušiny a nákladní automobilová doprava (Neužil, 1998). Mezi další negativní důsledky těžby patří trhací práce, které vyvolávají vedle žádaného rozrušení těžených hornin vznik různých vln napětí, které se šíří horninovým prostředím do okolí dolu. Tyto vlny vyvolávají poškození budov, sesuvy těžbou nebo vodní erozí narušených svahů a změny vodního režimu narušením původní soudržnosti hornin (Richter, 2012).

3.3 Legislativa v těžbě a rekultivaci

Hlavním cílem rekultivací je rychlá a ekonomická rehabilitace nepoužívaných povrchových dolů. To je zásadní předpoklad pro opětovné využití těchto lokalit pro osídlení průmyslu a obchodu, pro zemědělství a lesnictví, ochranu přírody a pro turistické využití. Opětovné využití bývalých provozních oblastí se provádí v souladu s povinnostmi stanovenými federálním zákonem o těžbě. V Lužici je zodpovědnost za rekultivaci na těžební společnosti LMBV, která je zodpovědná zejména za dosažení cílů obnovy definovaných v regionálním plánování federálních států, za produkci veřejné bezpečnosti a přípravu plánovaného opětovného využití. Tato těžební společnost významně přispívá k budoucímu rozvoji Lužické oblasti po těžbě hnědého uhlí (LMBV, 2019).

Společnost LMBV má za úkol se věnovat pěti oblastem:

- Přispívat k nezbytným rozhodnutím o obnově půdy využívané těžebním průmyslem.
- Provoz rehabilitační těžby jako odpovědného vlastníka projektu, včetně plánování, výběrových řízení, zadávání, kontroly a přejímání renovačních prací s cílem ukončit dohled nad dolem.
- Využití a marketing nemovitostí připravených k následnému použití s cílem opětovného začlenění do přírodního a ekonomického cyklu, s cílem vytvoření pracovních míst.
- Příprava plánů uzavření bývalých zařízení na těžbu hnědého uhlí.
- Řízení projektů jménem dotčených spolkových zemí (LMBV, 2019).

3.3.1 Horní zákon Německo – Bundesberggesetz

V Německu a České republice jsou horní zákony, které přikazují těžařským společnostem, aby si odkládaly peníze na následnou rekultivaci do rekultivačního fondu. Pro doly, které byly těženy v době komunistického režimu, platí pravidlo, že

rekultivaci těchto území hradí stát. Po privatizaci se situace změnila. Těžařské společnosti musejí hradit rekultivace samy, tedy ty škody, které samy napáchají. To je stejné jak v Německu, tak v České republice. V Německu je hlavním zákonem v oblasti těžby Bundesberggesetz. V České republice je to horní zákon. V Německu se jedná o federální právo, které je provázáno s příslušnými předpisy spolkových zemí a musí být v souladu s nimi. Řešení rekultivace pro jednotlivé zájmové oblasti je vymezeno regionálními územními plány. Ty jsou platné pro Durynsko, existují Plány obnovy v Brandenburgu, Rehabilitační rámcové plány v Sasku a Regionální vývojové programy v Sasku-Anhaltsku. Spolková republika Německo a východoněmecké hnědouhelné spolkové státy uzavřely správní dohodu o řešení těchto důlních dědictví, a to včetně financování. K provedení renovačních prací byla založena společnost LMBV z privatizované části východoněmeckého hnědouhelného průmyslu. Předpisy jsou striktně právně závazné podle spolkové země, na jejímž území se momentálně těží. Předpisy jsou zpracovány na základě komplexního prověřování, hodnocení a výzkumu budoucího rozvoje v regionech. Plány pro následnou rekultivaci byly projednávány ve vzájemné diskuzi s obcemi, občany, okresy, úřady, asociacemi a společnostmi LMBV. Po ukončení diskuzí pak podle zákona o těžbě vznikly následné plány rekultivací jednotlivých zájmových území. V plánech jsou uvedeny všechny informace o tom, jak má krajina vypadat, jaké práce budou provedeny a především, jaký poměr jednotlivých typů ploch (lesů, vodních ploch či jiných oblastí) na území vznikne, aby byla ochrana přírody prioritou a zároveň se mohl rozvíjet turismus a cestovní ruch. Plány, které jsou v souladu s nadřazeným federálním zákonem, obsahují nezbytné kroky při těžbě a rekultivaci. V plánech je popsáno, jaká technika má být použita, je vymezeno období pro dokončení procesů. Všechny požadavky jsou dopodrobna popsány. Právní předpisy v oblasti životního prostředí poskytují prostor pro správná opatření v procesu obnovy krajiny, a především veřejného zájmu. Jsou to pouze předpisy, které nejsou vším. Těžařská společnost musí před zahájením úkonu provést další průzkumy, protože při praktické realizaci rekultivace jsou důležité i lokální předpisy, pravidla a programy té dané země. Mezi taková pravidla a pokyny patří například kvalita půdy, cíle v lesnictví, zásady zemědělství. Cílem společnosti LMBV, která s těžařskými společnostmi spolupracuje, je implementovat všechny tyto standardy do praxe (Schlenstedt, 2009).

3.3.2 Platba poplatků

Za provádění půdního daňového nařízení ve Svobodném státě Sasko odpovídá Saský hornický úřad. Právním základem jsou sekce 30 až 32 spolkového zákona o těžbě (BBergG). Držitel povolení k těžbě za účelem průzkumu pro komerční účely je

povinen zaplatit daň z půdy v souladu s § 31 BBergG. Svobodný stát Sasko v současné době neúčtuje daň z pole kvůli ekonomickým obavám ve smyslu § 32 odst. 2 zákona BBergG. Podle § 32 BBergG je držitel licence na těžbu v zásadě povinen platit propagační poplatek za nerostné zdroje vytěžené z licenčního pole. Totéž platí pro majitele dolů. Povinnost uhradit poplatky se nevyžaduje, pokud vlastníci nebo majitelé dolů těží nerostné zdroje výhradně z technických důvodů a nevyužívají je ke komerčním účelům. Svobodný stát Sasko osvobodil nerostné zdroje, tj. geotermální energii, mramor, solanku, kazivec, měď a některé přírodní kameny (Sachsen, 2019).

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

Povinnost rekultivovat území dotčené hornickou činností vyplývá pro těžební organizaci z horního zákona. V České republice zpracovávají těžební společnosti (ve smyslu vyhlášky Českého báňského úřadu č. 242/1993 Sb.) souhrnný plán rekultivací a sanací na období pěti let. Kompletní plán se předkládá na Ministerstvo životního prostředí, které následně vydává stanovisko. Na základě stanoviska Ministerstva životního prostředí pak obvodní báňský úřad plán sanací schválí formou rozhodnutí. Určité rekultivační projekty musejí být schváleny územním a následně stavebním řízením. Vztahuje se na ně stavební zákon. Projekty rekultivací musí být v souladu s územními plány příslušných měst a obcí a vydanými stanovisky a podmínkami orgánů činných v oblasti ochrany životního prostředí. Jednodušší rekultivační práce jsou realizovány na základě rozhodnutí o využití území. V roce 1993 proběhla novelizace horního zákona. Od té doby musejí těžbařské společnosti vytvářet finanční rezervu na rekultivace a sanace oblastí zasažených důlní činností. Zákon stanovuje způsob vzniku této finanční rezervy a postupy při jejím čerpání za příslušný rok. Žádost o čerpání finanční rezervy na sanace a rekultivace a důlní škody pro příslušný kalendářní rok podává těžební organizace. Žádost pak posuzuje obvodní báňský úřad. V žádosti je přehled jednotlivých rekultivačních akcí, na které budou finanční prostředky čerpány. Vydáním rozhodnutí obvodního báňského úřadu o schválení čerpání finanční rezervy je schvalovací proces ke konkrétnímu rekultivačnímu projektu u konce. Těžební společnost smí zahájit práce na rekultivacích. Konkrétní termíny zahájení dílčích rekultivací si stanoví těžební společnost sama, ale vždy musí postupovat v souladu se schváleným plánem sanací a rekultivací (SPSR). Zároveň musí zajistit všechny legislativní náležitosti (OKD, 2010).

Těžební společnosti musí odvádět v souladu s § 23a odst. 2 zákona č. 44/1988 Sb. (horní zákon) na účet příslušného báňského úřadu prostředky na úhradu odvodů z

vydobytých vyhrazených nerostů. Z těchto výnosů báňský úřad převádí finanční prostředky na účet měst a obcí, na jejichž území se nachází dobývací prostor. Městům a obcím odvádí 75 % finančních prostředků (původně 50 %) a do státního rozpočtu 25 % finančních prostředků (původně 50%). Finanční prostředky jsou ze státního rozpočtu uvolňovány v návaznosti na příslušné usnesení Vlády ČR na základě žádosti těžební organizace na vybrané asanačně rekultivační akce – ekologická dotace. Jedná se tak rovněž o finanční prostředky těžebních organizací, které přerozděluje stát (OKD, 2019).

3.4 Způsoby obnovy krajiny – rekultivace (zemědělská, lesnická, hydrická, ostatní) a samovolná obnova (spontánní sukcese)

3.4.1 Rekultivace

Rekultivace je proces, jehož cílem je plně obnovit krajinu poškozenou lidskou činností tak, aby bylo opětovně možné ji využít k zemědělským, lesnickým nebo rekreačním účelům. Nejedná se pouze o aktivní obnovu krajiny, ale také o tvorbu původního fondu. Rekultivovat se musí každá část krajiny takovým způsobem, aby do sebe jednotlivé části zapadaly funkčně i strukturálně. Je nutné respektovat přírodní, sociální i ekonomické podmínky oblasti. Zákon ukládá těžebním společnostem povinnost zabezpečit a provést rekultivace ploch po hornické činnosti za účelem zpětného uvedení devastovaného území do kulturního stavu. Hlavním cílem rekultivace antropogenně poškozených území je vytvoření vhodných podmínek pro jejich udržitelné biologické osídlení, a to především rostlinami a mikroorganismy, a tím dosažení ekologické stability krajiny. Rekultivace výsypkových zemin se skládá ze dvou základních etap – technické a biologické. Technická rekultivace zahrnuje především terénní úpravy a meliorační práce. Patří sem rovněž hydromeliorační a hydrotechnické práce, výstavby komunikací, protierozní a stabilizační opatření apod. Meliorace obvykle završuje technickou rekultivaci a předchází rekultivaci biologické (Čermák et al., 2002).

3.4.2 Zemědělská rekultivace

Zemědělská rekultivace začíná skrývkou kulturních vrstev půdy v předpolí povrchového lomu, aby se vytvořila dostatečná zásoba zeminy, která se při rekultivaci využije. Podle zvoleného technologického postupu vznikne během pěti až osmi let orná půda, za tři roky louka nebo pastvina, případně jiný druh zemědělské rekultivace. Pro zlepšení kvality půdy a zvyšování její úrodnosti je důležitý výběr plodin, kterými se plochy střídavě osévají. Po skončení zemědělské rekultivace se mohou na rekultivované ploše pěstovat různé zemědělské plodiny, odpovídající ekologickým podmínkám oblasti včetně speciálních kultur, jakými jsou ovocné sady, vinice a

chmelnice (pomologická rekultivace). Zemědělská rekultivace je upřednostňována tam, kde je těžbou devastována zemědělská půda a kde stupeň degradace nevylučuje zemědělské využití (Volný, 1985).

Tradiční postupy zemědělské rekultivace jsou založeny buď na přímé zemědělské rekultivaci bez převrstvení, nebo na nepřímé s převrstvením. Přímá zemědělská rekultivace trvá až 12 let, což představuje velmi zdlouhavý proces, jehož úskalí tkví v tom, že na běžných výsypkách nezajistí vhodné podmínky pro následující intenzivní zemědělství. Z tohoto důvodu je tato metoda využívána obvykle jen výjimečně, a to ještě pouze na snadno zúrodnitelných výsypkových zeminách (spraše, sprašové hlíny, bentonity, slinité horniny apod.). Nepřímá zemědělská rekultivace s převrstvením orníci nebo zúrodnitelnou zeminou je velmi efektivní. Jediným negativním aspektem tohoto způsobu rekultivace jsou vysoké finanční náklady. Nepřímá rekultivace trvá obvykle 8 let. V obou výše popsáních postupech spočívá zemědělská rekultivace v pěstování zemědělských rostlin. Jedná se konkrétně o uplatnění zúrodnitelného osevního postupu s větším zastoupením tzv. zúrodnitelných zemědělských rostlin, které zvyšují zásobu organické hmoty a živin a zvyšují strukturnost půdy. K těmto rostlinám patří především víceleté pícniny (obvykle jetelotrávní směsi), jejichž zastoupení se v závislosti na zúrodnitelnosti výsypkových zemin volí v rozmezí 40-60 %. V současné době se z důvodu změny priorit zemědělské výroby směrem k nepotravinářské produkci mění i základní přístup k účelům produkce. Dochází tím i ke změně způsobů zemědělské rekultivace na výsypkách. Dnes se pěstují netradiční technické, energetické a víceúčelové plodiny. Tyto víceúčelové plodiny se staly nejenom konečným cílem zemědělské rekultivace důlních výsypek, ale mohou být výborným nástrojem pro její samotnou realizaci. Je to dáno především tím, že většina druhů nepotravinářských plodin je vysokovzrůstná. Velmi často se jedná o vytrvalé plodiny s velkou produkcí nadzemní a zejména podzemní hmoty. Tato podzemní hmota významně přispívá k úspěšnému oživení výsypkových zemin. Rozvoj pěstování nepotravinářských plodin na antropogenních a devastovaných půdách pomůže jejich rychlejší biologické rekultivaci. To významným způsobem ovlivní životní prostředí a povede ke zvýšení celkové ekologické stability krajiny. Dalším nezanedbatelným pozitivním přínosem při uplatnění netradičních technických a zejména energetických plodin při biologické rekultivaci výsypek je i významný ekonomický efekt z dalšího tržního uplatnění vyprodukované zemědělské biomasy (Ušák et al., 2008).

3.4.3 Lesnická rekultivace

Rekultivační smíšené listnaté lesy jsou jedinečné ekosystémy, které v těžební krajině stabilizují základní životní podmínky pro početnou skupinu rostlin a živočichů. Vysazují se především prostokořenné sazenice, u nichž musí být doložen i jejich genetický původ. Pěstební cyklus trvá zhruba 10 let a teprve potom může být lesní rekultivace ukončena na základě rozhodnutí orgánu životního prostředí. Lesnické způsoby jsou cenné především v souvislosti s prvořadým významem lesních porostů jakožto stabilizujících prvků v ekologických soustavách, ve vazbě na asanační, hygienické, estetické a rekreační funkce (Štýs, 1997).

Pro lesnickou rekultivaci jsou určeny především ty objekty, které mají nevhodné půdotvorné substráty nebo se vyznačují pro zemědělskou výrobu nepříznivými sklonitostními poměry nebo jsou pro toto využití určeny územním plánem či generelem rekultivace (Volný, 1985).

Při lesnických rekultivacích jsou v současnosti téměř vždy v průběhu fáze mechanické a chemické přípravy půd paradoxně likvidovány ekologicky velmi hodnotné porosty přirozených náletových dřevin, které by nově vysazované monokultury výrazně obohatily. K vlastním výsadbám jsou velmi často používány nepůvodní druhy dřevin nebo druhy, které neodpovídají nadmořským výškám, zeměpisným polohám rekultivovaných lokalit a jejich morfologii, což společně s jednorázovou, velkoplošnou a příliš hustou výsadbou vede ke vzniku lesních porostů s nevhodnou druhovou skladbou a věkovou i prostorovou strukturou, jež jsou z biologického a ekologického hlediska téměř bezcenné (Gremlica, 2011).

3.4.4 Hydrická rekultivace

Propojuje vodní ekosystémy v nové krajině, v nichž se spontánně vznikající a již existující vodní útvary doplňují technickými prvky, jako jsou příkopy, drény nebo vodní nádrže, aby se stabilizoval vodní režim v daném území. V současné době je obecně nejvýznamnější formou vodní rekultivace zavodňování zbytkových jam. Vytěžený lom se zatopí a vznikne jezero. Důležitým článkem a součástí realizace sanačních a rekultivačních prací jsou i hydrotechnická opatření spojená s tvorbou nového vodního režimu v krajině narušené těžební činností. Hydrické rekultivace se dělí na dva základní typy a to: zřizování vodních toků a zřizování vodních ploch (Kryl et al., 2002).

Koncepce hydrických způsobů rekultivace musí vycházet především z předpokladu, že voda je v přírodních i lidských ekosystémech neopomenutelným infrastrukturálním faktorem. Hydrickými způsoby rekultivace jsou vždy ovlivňovány odtokové poměry i

režim podzemních vod. Rekultivační výstavby vodních nádrží i vodních toků se podílí na změnách průtokových poměrů a na kvalitě vody. Rozsáhlejší vodní nádrže ovlivňují na úrovni mikroklimatu a částečně i mezoklimatu atmosférický režim hydrosféry a vlhkostní poměry (Štýs, 1981).

Těžařské společnosti jsou ze zákona povinny provádět sanační a rekultivační práce. Rozsáhlé plochy, nenávratně narušené těžbou, se vrací do nového trvalého stavu. Vytváří se totiž nová krajina. Kromě nejrozšířenějších typů rekultivací, mezi které patří rekultivace lesnická a zemědělská, mají pro návrat k přírodě velký význam rekultivace hydrické (Kašpar et Měsková, 2003).

3.4.5 Spontánní sukcese a ostatní

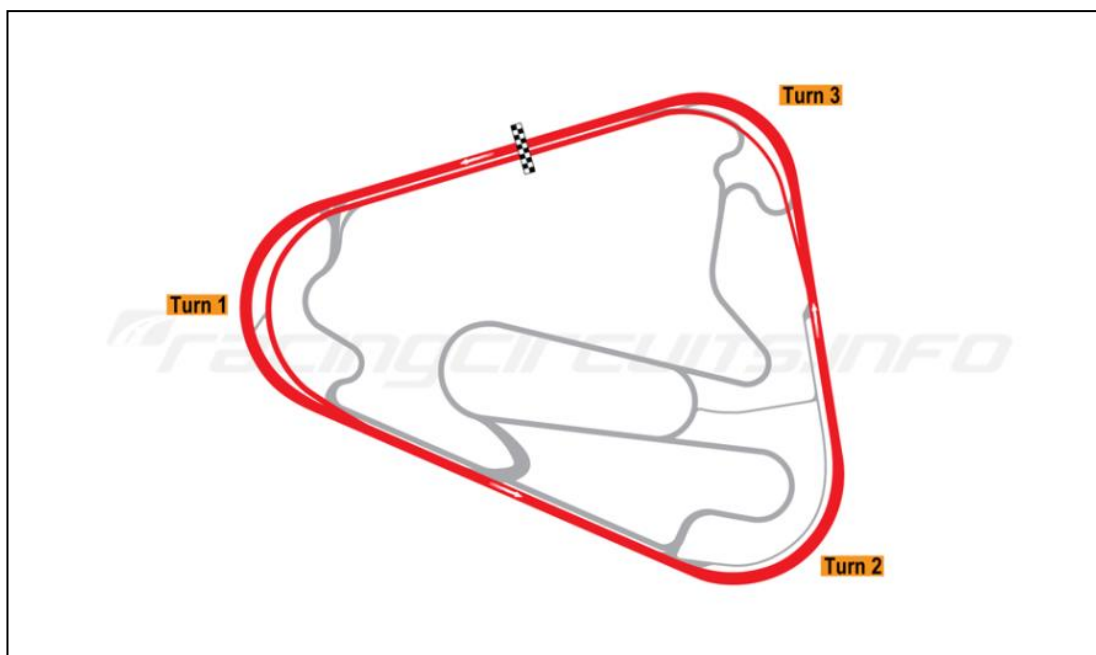
Při ostatní rekultivaci se krajinné úpravy vhodně přizpůsobují budoucímu využití. Zahrnuje přístupové komunikace, technickou infrastrukturu území, mokřady a plochy řešené jako rozptýlená rekreační zeleň. Krajina je tak obohacena například o solitérní stromy, aleje podél cest nebo skupiny dřevin a keřů. Součástí ostatní rekultivace je i sukcese. Ta se zaobírá procesem, během něhož se na plochách určených k rekultivaci podporuje přirozený přírodní vývoj ekosystému a zachovává to, co příroda sama vytvořila. Ekologická obnova po těžbě má tři základní formy. Jde o spontánní sukcesi, řízenou (usměrňovanou) sukcesi a managementové zásahy ve prospěch některých druhů. Spontánní sukcesí je samovolný vývoj bez zásahu člověka. V případě řízené sukcese je vývoj ekosystémů ovlivněn žádoucím směrem, např. odstraňováním nepůvodních invazních druhů. Poslední formou přírodě blízké obnovy mohou být tzv. managementové zásahy, jejichž cílem je vytvoření nebo zachování vhodných podmínek pro výskyt ohrožených druhů organismů (Řehounek et al., 2010). Ostatní rekultivace zahrnují zejména vytváření krajinnotvorných prvků zeleně rostoucí mimo les s převážně rekreační a estetickou funkcí a sportovních i rekreačních ploch (Gremlica et al., 2011). Podmínkou je, že tyto plochy musí tvořit jen dílčí část každé kulturní krajiny. Při plánování krajiny nezabírají rozhodující výměru, ale doplňují mozaiku krajinných prvků. Při velkoplošné rekultivaci devastovaných území nehrají podstatnou úlohu. V případě rekultivace malých bodových lokalit mohou tvořit přímo významný přírodní a krajinný prvek (Kryl et al., 2002).

3.5 Zajímavé příklady projektů

3.5.1 Lausitzring

Lausitzring (Eurospeedway Lausitz) je velký závodní a testovací komplex. Byl postaven na místě bývalého uhelného dolu. Jako jediný závodní okruh v Evropě má ovál s klopenými zatáčkami. Myšlenka na revitalizaci krajiny pro použití v

motoristickém sportu byla poprvé vyjádřena v polovině 80. let. Tehdy byly ve východním Německu populární terénní motocyklové závody. Byla to lákavá představa pro politické vůdce. V polovině 90. let dostal projekt nový impuls. Bylo nutné najít náhradu za pouliční okruh AVUS v Berlíně, který se díky zvýšeným dopravním a obecným bezpečnostním obavám hlavního města blížil ke konci své životnosti. V roce 1991 byla založena společnost, která měla najít vhodné místo, přičemž původně bylo vybráno bývalé důlní místo Meuro. V roce 1995 projekt povolila německá vláda a začalo podrobné plánování okruhu. Základní kámen hlavních tribun byl položen v květnu 1999 a v červnu začaly první asfaltovací práce. Komplex byl dokončen 2. prosince 1999 (Dekra - Lausitzring, 2020). Okruhový komplex byl v měřítku, s nímž se nesetkáme jinde v Evropě. V jeho středu je dvoumílová tříoválná plochá dráha připomínající Pocono Raceway. Druhý ovál je dlouhý téměř čtyři kilometry. Najdeme ho vedle hlavní trati a měl sloužit jako zkušební zařízení. Mohl být také připojen k hlavnímu okruhu. Hlavní tribuna pojme 25 000 sedících diváků. Další místa kolem oválu pojmu dalších 95 000 diváků. Celkové náklady na výstavbu činily 158 milionů eur, přičemž stát Brandenburg poskytl 123 milionů eur. Dne 20. srpna 2000 se konal slavnostní zahajovací ceremoniál, kterého se zúčastnilo 80 000 diváků. Německé mistrovství IDM Superbike testovalo nový asfalt v soutěži o týden později. Následovalo dalších sedm dní DTM, i když druhý ze dvou plánovaných závodů musel být kvůli přívalovému dešti zrušen. Obě kategorie se staly základem závodního kalendáře okruhu. První závodní sezonu poznamenaly těžké nehody. Nejznámější je nehoda bývalého pilota Alexe Zanardiho v sérii CART, který při nehodě přišel o obě nohy (Racingcircuits, 2019).



Obrázek 1: Lausitzring (Racingcircuits, 2019).

3.5.2 Lužická jezera

Z těžební oblasti postupně vzniká vodní ráj, největší evropská umělá vodní krajina. Při návštěvě tohoto regionu jsou patrné všechny fáze rekultivace bývalé oblasti povrchové těžby. Povrchová těžba je stále aktivní. Krajina se mění na jezerní krajinu s přístavy a plážemi. Jezera nabízí ohromné množství sportovního vyžití. Pro svou rovinnou polohu je tato oblast ideálním místem pro rodiny s dětmi. Můžete jezdit na kole, inline bruslích, potápět se, rybařit nebo plachtit na loďce po jezerech. Okolo jezer jsou tematické cyklotrasy (Lausitzerseeland, 2019).

3.5.3 F60 - ležící Eiffelova věž

Dopravník F60 byl postaven firmou VEB TAKRAF Lauchhammer (dnes TAKRAF GmbH Lauchhammer) v roce 1989. V provozu byl využíván pouze od března 1991 do června 1992. Ocelová konstrukce byla pojmenována jako „Ležící Eiffelova věž v Lužici“. Její celková délka činí 502 metrů. Eiffelovu věž převyšuje o 182 metrů. Obrovské rozměry konstrukce podtrhuje šířka 204 metrů a výška téměř 80 metrů. Pracovní činnost dvou rypadel ve vysokém a nízkém řezu je celkem 60 metrů, odtud název F60. V nadmořské výšce 75 m se na vrcholu mostu nachází plošina nabízející neopakovatelný panoramatický výhled na Lužici. V letní sezóně je F60 velmi oblíbeným místem. Od roku 2002 představil tým F60 a jeho partneři veřejnosti více než 120 akcí pod širým nebem s více než 200 000 diváky. Paleta hudebních představení je velmi široká, a to napříč všemi žánry. Od klasické hudby, opery, operety, lidové hudby a populární hudby, rockovou až po hudbu elektronickou. K nejpůsobivějším akcím patřila opera Nabucco se zpěváky z La Scaly, irská tap dance show Magic of the Dance, Max Raabe a Palace Orchestra a velkolepá show

PhilHARMONIC ROCK. V zázemí mostu se nachází výstavní síň se stálou výstavou věnovanou historii těžby hnědého uhlí v Dolní Lužici (F60, 2020).



Obrázek 2: F60 - ležící Eiffelova věž (F60, 2020).

3.5.4 Findlingspark Nochten – park bludných kamenů

Park bludných balvanů Nochten je venkovní zahrada vytvořená ze 7 000 skandinávských bludných balvanů. V jemně formované kopcovité krajině roste přes 100 000 vřesových rostlin, keřů a houští. V souhře s ohromnými skálami zde vzniká v každém ročním období fascinující obraz ve stále nových barvách a formách. Při prohlídce parku lze najít i na označení nejvyššího vrcholu s výhledem na celou Lužici. V parku je nádherná krajina s mosty, kamenitými zahradami a vřesovišti (Findlingspark, 2020).



Obrázek 3: Findlingspark Nochten (Findlingspark, 2020).

3.5.5 IBA terasy

Zajímavý turistický cíl se nachází u městečka Großräschen, na břehu budoucího jezera Großräschener See (Ilse). Terasy nabízejí ojedinělý výhled na vytěženou krajinu, která se postupně mění v nádhernou rekreační oblast. Pavilony IBA teras slouží k letní rekreaci. V návštěvnickém centru IBA-Terrassen Lausitzer Seenland v Großräschen jsou všechny turistické informace o Großräschen a Lužickém jezeru. Výstavní místnost prezentuje různé informační tabule architektonické kanceláře Joswig, které poskytují podrobný pohled na vývoj Großräschener See. Na aktuálních fotografiích je možné porovnat podobu plánování se samotnou realizací. Kromě fotografií ze zaniklých okresů Großräschen Süd a Bückgen je na letecké fotografii vidět, jak byl rypadem v roce 1997 vytvořen přístav Großräschen (IBA terrassen, 2020).



Obrázek 4: IBA terasy (IBA terrassen, 2020).

3.5.6 Maják v přístavu u Geierwalder See

Majákový komplex v Geierwalder See tvoří pět samostatných domů. Otevřen byl na Velikonoce v roce 2014. Maják je symbolem pro nový začátek jezerní oblasti v regionu. U majáku je hlavní dům, v němž jsou umístěna všechna stravovací zařízení a 10 různých druhů ubytování. V dalších čtyřech domech jsou k dispozici apartmány a dvoulůžkové pokoje. Všechna ubytování se liší půdorysem, barvou. Většina pokojů nabízí výhled na jezero, balkon nebo terasu (Leuchtturm, 2020).



Obrázek 5: Maják u Geierwalder See (Leuchtturm, 2020).

3.5.7 Bio věže Lauchhammer

Bio věže Lauchhammer patří k dalším místům přitahujícím naši pozornost. Tyto bio věže jsou industriální památkou v jižním Braniborsku ve městě Lauchhammer. Věže jsou pozůstatkem kdysi obrovské koksovny - první svého druhu na světě. Přes jejich středověký vzhled byly postaveny a uvedeny do provozu na přelomu let 1958/59. Nachází se zde 24 věží o velikosti 22 m. Věže sloužily jako čistírna odpadních vod z koksovny. Návštěvníkům je k dispozici prosklená vyhlídková plošina nabízející pohled daleko za oblast bývalé koksovny. Bio věže nabízí jedinečnou kulisu pro pořádání různých akcí např. divadelních představení, koncertů, autorského čtení a výtvarné instalace. Jedinečný soubor s výraznou estetikou dnes slouží také jako místo konání výstav. O Bio věže Lauchhammer pečují členové klubu Lauchhammer. Velká koksovna byla odstavena v roce 1991 a zbořena v roce 1994. V roce 2002 byly biotopy vyřazeny z provozu a věže zachráněny před demolicí (Biotuerme, 2020).



Obrázek 6: Bio věže Lauchhammer (Biotuerme, 2020).

3.5.8 Lausitzer Seenland Resort - plovoucí domy

Resort je umístěn do malebné krajiny u jezera Geierswalder. K sousedním jezerům se snadno dostanete pěšky, na kole, inline bruslích, lodí nebo autem. V resortu jsou k dispozici tři zařízené plovoucí domy a tři domy u jezera (Seenland, 2020).



Obrázek 7: Lausitzer Seenland (Seenland, 2020).



Obrázek 8: Poloha Lausitzer Seenland (Seenland, 2020).

3.5.9 Větrný park Klettwitz

Větrný park Klettwitz tvoří tři částí. Větrný park Kostebrau s 6 zařízeními z roku 2000, větrný park Klettwitz s 2 zařízeními z roku 2007 a větrný park Klettwitz z druhé fáze výstavby s 5 zařízeními z roku 2017 (Gemeinde-schipkau, 2020).



Obrázek 9: Větrný park Klettwitz (Gemeinde-schipkau, 2020).

3.6 Transformace hnědouhelného revíru

3.6.1 Transformace německé konvenční energetiky a tím i hnědouhelného průmyslu

V současnosti prochází Německo restrukturalizací energetického trhu. Z tohoto důvodu se konvenční elektroenergetická produkce a hnědouhelný průmysl se ocitají v procesu transformace. V Německu je společenská potřeba a tlak vyrábět CO₂ neutrálně veškerou energií. Bezalternativní proměna energetiky, která zároveň nepodporuje konvenční elektrárny a k tomu nekoncepční politická rozhodnutí o energeticko-ekonomické koncepci představují pro výrobce elektroenergie velké ekonomické potíže ohrožující střednědobou existenci. Dochází k nabourání jejich dlouhodobých plánovacích a investičních cyklů. Přesto se povrchovým provozům v porýnském revíru podařilo tyto komplikace překonat, a to díky vzdělaným a kvalifikovaným pracovníkům. Získané zkušenosti jsou spolu s robustní a moderní technickou infrastrukturou vynikajícím základem budoucího směřování povrchových báňských provozů. Provozy musí redukcí nákladů a zvyšováním efektivnosti ve všech oblastech vytvářet také dlouhodobě udržitelný ekonomický základ pro hnědé uhlí. Organizační schéma společností musí být flexibilní. Pouze tak lze reagovat na dnešní požadavky trhu s elektřinou a těmto požadavkům vyhovět. Zacílení hnědouhelného průmyslu novým směrem je v plném proudu. Nové iniciativy vyústily v celokoncernový program New Way of Working (NWoW). Optimalizace procesů sleduje zlepšení ve finanční a operativní oblasti. Zaměřuje se také na zvyšování kultury řízení i práce na všech úrovních. Program NWoW tak podporuje a akceptuje nově zaměřené procesy u osazenstva povrchových dolů. Usnadňuje tím probíhající proces optimalizací, jenž vedle dalších procesních inovací musí zahrnovat i výkonnost zaměstnanců, zachování know-how a řešení personálního dorostu a generační obměny. Rotace na pracovních místech, revír přesahující nasazování odborných a řídicích pracovníků a také další zvyšování kvalifikace techniků zajistí i v nejistých časech dobrou investici do budoucnosti hnědé uhlí. Lze říct, že hnědé uhlí bude schopno za spravedlivých rámcových podmínek a při vlastní schopnosti dalšího rozvoje a inovací úspěšně projít stávajícím transformačním procesem. Zůstane přispěvatelem k bezpečnému a zaplatitelnému energetickému zásobování obyvatel a průmyslu (Hornické listy 2020).

3.6.2 Co bude, až skončí těžba hnědé uhlí?

Rozvoj moderní energetiky má na evropské hospodářství pozitivní dopad. Tato rychlá proměna s sebou však přináší pozitiva i negativa. Především ve středoevropských zemích, Německu a České republice, v nichž existují tradiční uhelné regiony, jsou dopady na život obyvatel nejintenzivnější. Na rozdíl od těžby černého uhlí, které bylo

páteří evropské energetiky v poválečné době a od 70. let minulého století se nachází v setrvalém řízeném útlumu, si těžba hnědého uhlí dodnes udržuje vysokou úroveň produktivity. Dotčené regiony - například Rýnský a Lužický hnědouhelný revír či části Saska-Anhaltska stejně jako severočeská hnědouhelná pánev mohou při přechodu na budoucnost bez uhlí hodně ztratit. Tato situace nastane, pokud nebude proces přechodu dobře a kvalitně řízen. Existuje řada regionálních ekonomik, které jsou založeny na relativně levné těžbě hnědého uhlí a výrobě elektřiny. V okolí bývalého hnědouhelného dolu jsou postaveny celé průmyslové komplexy energeticky náročných výrobních odvětví. Do těchto odvětví spadá chemická výroba, ocelárny, hliníkárný, cementárny nebo papírny. Tato odvětví v regionech zajišťovala dobře placenou práci. Hospodářská základna by bez těchto odvětví byla velmi slabá. Veřejné spoluvlastnictví nebo sponzorské programy vytváří v jednotlivých místních podmínkách spojení uhelného průmyslu s místními politickými elitami a obcemi. Tyto obce jsou závislé na příjmech z poplatků od společností, které provozují uhelné doly a elektrárny. Jestliže má být proces transformace úspěšný, musí vzniknout nové projekty, které budou nabízet nové možnosti a to především těm, kteří jsou dosud na starém systému závislí. Ve zprávě zpracované v pražské pobočce Heinrich-Böll-Stiftung a německá organizaci Deutsche Umwelthilfe v těsné spolupráci s institutem Glopolis a think tankem E3G – Third Generation Environmentalism jsou zkoumány hnědouhelné regiony v České republice a Německu. V této zprávě je popsáno, jak se mohou současné modely hospodářství těchto hnědouhelných regionů transformovat ekonomicky udržitelným a sociálně spravedlivým způsobem. Je v ní také popsáno mnoho příkladů z praxe. Nezbytná je aktivní účast občanů a inkluzivní řízení procesů proměny. Obnova krajiny, která je poničená těžbou, nabízí velké množství příležitostí pro ekonomický i společenský rozvoj. Rekultivace je prováděna moderními metodami. Zákony jednotlivých zemí ukládají povinnost zajistit finanční rezervy, a to nejen pro obnovu samotnou, ale i pro potřebnou údržbu nové infrastruktury. Krajina se musí vyvíjet tak, aby plnila potřeby obyvatel a byla tak obyvatelná. Zároveň musí ponechat prostor pro rozvoj biodiverzity. Místní zainteresované strany mají možnost vyjádřit se k novým návrhům krajiny. Je nutné maximálně respektovat požadavky lidí a zapracovat je do rekultivačních plánů. V České republice došlo v roce 2015 k uznání specifické situaci těchto hnědouhelných regionů. Česká vláda na jejich podporu vytvořila program RE:START. Hlavním cílem tohoto programu je zastavit stagnaci a nastartovat strukturální proměnu. Pomoc uhelným regionům nabídla také Evropská komise. Na konci roku 2017 podpořila Evropská komise vznik platformy pro uhelné regiony procházející transformací v různých zemích Evropské unie. Programy podpory EU ze strukturálních fondů mohou do budoucna představovat příležitost k

urychlení a zkvalitnění transformace v hnědouhelných regionech. V Německu vznikla vládní komise, jejímž úkolem je v souvislosti s debatou o ukončení výroby elektřiny z uhlí řešit rozvoj, proměnu, zaměstnanost a prosperitu ve všech regionech postižených těžbou. Česká republika se zabývá podobnými problémy v oblasti energetiky jako Německo, proto by způsob řešení dané situace v Německu mohl být inspirací pro strukturální proměny v České republice. Vzájemné sdílení zkušeností je pro obě země přínosné. (Schulz, 2018).

Velkoplošná hnědouhelná těžba v České republice je situována v Mostecké a Sokolovské pánvi, kde významně destruovala přírodní i kulturní složky krajiny. Rekultivace v této oblasti probíhají již 60 let. Největší součástí těchto rekultivací jsou hydrologické rekultivace. Celkem 1496 hektarů hydrologických rekultivací bylo dokončeno v obou revírech do roku 2010. Na tomto území tvoří důležitou součást ekologická, ekonomická a sociální funkce. Těžební krajina se díky rekultivačním procesům vrací zpět k životu. Rekultivací se designěři rekultivačních prací snaží cíleně dosáhnout terestrických a vodních ekosystémů, které obnoví krajinu a vytvoří příznivé životní prostředí pro hospodářský rozvoj a občanskou soudržnost. Česká republika upravuje horním zákonem povinnosti těžařských společností. Z tohoto zákona vyplývá, že ten, kdo těží, musí území rekultivovat. Sanace a rekultivace jsou považovány za odstranění škod na krajině komplexní úpravou. Voda představuje infrastrukturální faktor, který hraje důležitou roli v této povinnosti rekultivace území po těžbě hnědého uhlí. Největší procento rekultivací představují rekultivace lesnické, potom následují rekultivace zemědělské a hydrologické. Vodní objekty se mnohdy tvoří i na poklesech, které vznikly v důsledku těžby. Hydrologický cyklus musí být řešen v průběhu celé těžby a i následné rekultivace, protože ovlivňuje celou hydrosféru i vodní hospodářství. Hydrickou rekultivací se významně zvyšuje retenční a akumulací kapacita daného území. To je velmi důležitý faktor z pohledu oteplování a volnočasových aktivit pro obyvatele daného území. Po rekultivaci se postupně uvolňují pozemky a vzniká nová krajina s množstvím zeleně. Vodní díla úplně změň charakter území (Štýs, 2013).

4. METODIKA

4.1 Postup práce

Pro vznik bakalářské práce bylo nezbytné vybrat vhodné území spojené s tématem rekultivace. Následně prostudovat odborné publikace zabývající se touto problematikou, a tím získat ucelenější náhled na celou problematiku rekultivace hnědouhelných dolů v německé Lužici. Tímto postupem byly zajištěny potřebné

informace pro zpracování literární rešerše. Podklady pro její zpracování byly získány z Web of science, publikací z knihoven a odborných článků z časopisů. Nezbytné bylo kontaktovat zástupce společnosti LMBW, která je pověřená k zajišťování rekultivačních prací v německé Lužici. Christopher Lein, ze společnosti LMBW, byl zasvěcen do tématu připravované bakalářské práce. Jeho ochota a vstřícná komunikace byly základem pro získání cenných podkladů a plánů rekultivačních prací prováděných společnostmi LMBW v oblasti německé Lužice. Pro bakalářskou práci byla vybrána konkrétní oblast vhodná pro provedení rekultivace, a to hnědouhelný důl Nochten. Zásadní pro výběr tohoto zájmového území se staly mé časté cesty do rekultivované oblasti Lužických jezer a objevování těchto míst. Po objevení Findlingsparku Nochten a výhledu na aktivní důl bylo rozhodnuto, že tento hnědouhelný důl je vadou na kráse parku a zároveň skvělou výzvou pro zpracování návrhu rekultivačního plánu v rámci bakalářské práce. Následovalo historické zmapování těžby uhlí v této oblasti. Nejdříve bylo nutno zajistit vstupní data pro vektorizaci území a tvorbu mapových a grafových výstupů. Pro vektorizaci a tvorbu polygonů byl použit program ArcGIS, v němž proběhla kompletní praktická část práce. Mapové podklady pro bakalářskou práci byly získány z on-line mapových přístupů programu ArcGIS. Ve vstupních datech je použita ortofoto mapa a několik historických map z let 1922-1945, 1976-1989, 1990-1996 a 2015. Nejprve bylo potřeba tato jednotlivá vstupní data zvektorizovat v ArcGIS. Po vektorizaci bylo území rozčleněno do několika dílčích ploch (typů) pro porovnání jednotlivých let podle land-use. Pak bylo nutno vytvořit polygony, v nichž byly jednotlivé části území rozděleny na tyto land-use: Aktivní lom, elektrárna, les, louka, neaktivní lom, ostatní, pole, sukcese, vodní plochy a zastavěná území. Díky tomu bylo možné v programu ArcGIS přiřazení polygonů k jednotlivým land-use a získat data o rozloze jednotlivých land-use v několika časových obdobích podle získaných mapových podkladů. Rozloha jednotlivých land-use byla změřena v aplikaci ArcGIS pomocí funkce calculate geometry. Pro celkový součet jednotlivých land-use byla použita funkce summarize. Rozloha je uváděna v km². Z této sumarizační tabulky byly vytvořeny grafové výstupy. Mapové a grafové výstupy oblasti dolu Nochten jsou součástí této práce. Vlastní mapový návrh rekultivačního plánu je rovněž zpracován v programu ArcGIS a je součástí této bakalářské práce.

4.2 Lokalizace zájmového území

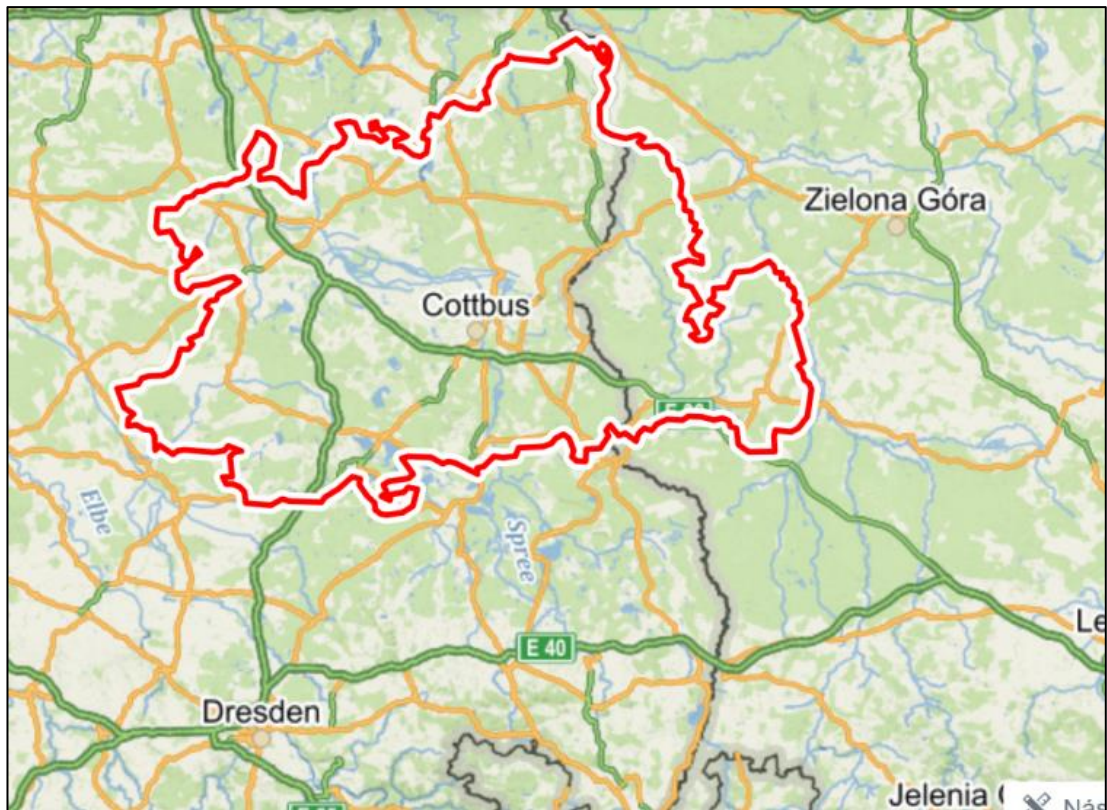
Území německé Lužice se dělí na Horní Lužici ve spolkové zemi Sasko a Dolní Lužici ve spolkové zemi Braniborsko. Horní Lužice sousedí na západě s vlastním Saskem, na jihu s Českem, na východě se Slezskem a na severu s Dolní Lužicí. Centrem Horní

Lužice je město Budyšín (německy Bautzen), ale největším městem je Zhořelec (německy Görlitz). Horní Lužice (hornolužicky Hornja Łužica, německy Oberlausitz, dolnolužicky Gónra Łužyca) je historické území rozdělené od roku 1945 mezi Německo (většina území) a Polsko (menší část). Většina německé části je od roku 1990 součástí spolkové země Svobodný stát Sasko. Malá část je součástí spolkové země Braniborsko.



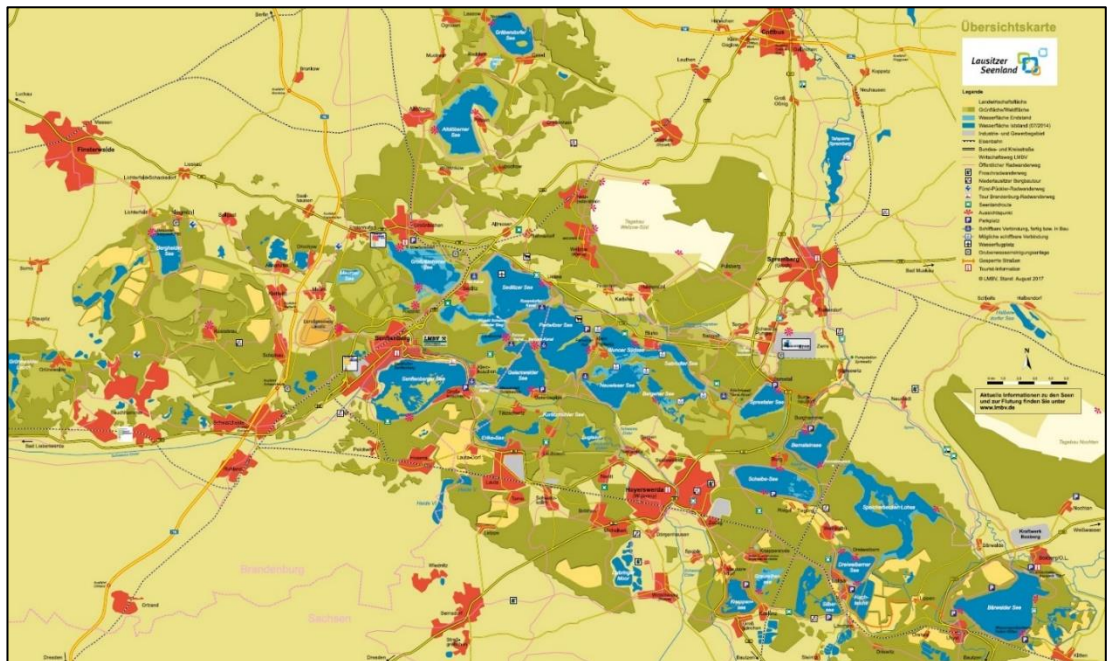
Obrázek 10: Horní Lužice (Mapy.cz, 2020).

Dolní Lužice sousedí na jihu s Horní Lužicí, na východě se Slezskem, na severovýchodě s Lubušskem, na severu a severozápadě s Braniborskem. Dolní Lužice (německy Niederlausitz, dolnolužickosrbsky Dolna Łužyca, hornolužickosrbsky Delnja Łužica) je historické území, které je od roku 1945 rozděleno mezi Německo a Polsko. Téměř celá německá část Dolní Lužice je součástí spolkové země Braniborsko. Centrem Dolní Lužice je město Chotěbuz (německy Cottbus).



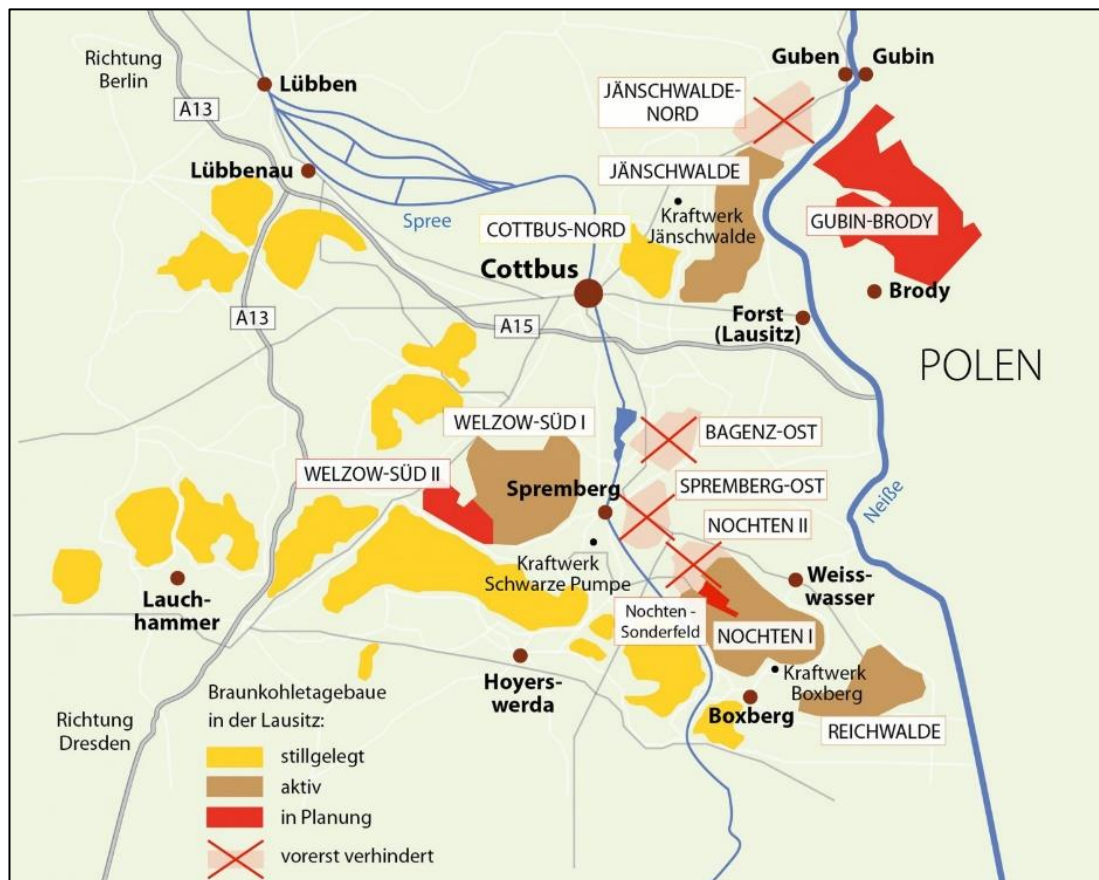
Obrázek 11: Dolní Lužice (Mapy.cz, 2020).

Nejvíce hnědouhelných lomů a jejich výsypek v oblasti německé Lužice je v severní části Horní Lužice. Oblast bývalých lomů je dnes rekultivována převážně na jezera. Existuje zde celkem 35 jezer o různých rozlohách. Díky nim je oblast přejmenována na Lausitzer Seenland. Nejznámější z nich je pravděpodobně jedno ze starších jezer, Senftenberger See, které bylo vybudováno již v roce 1973.



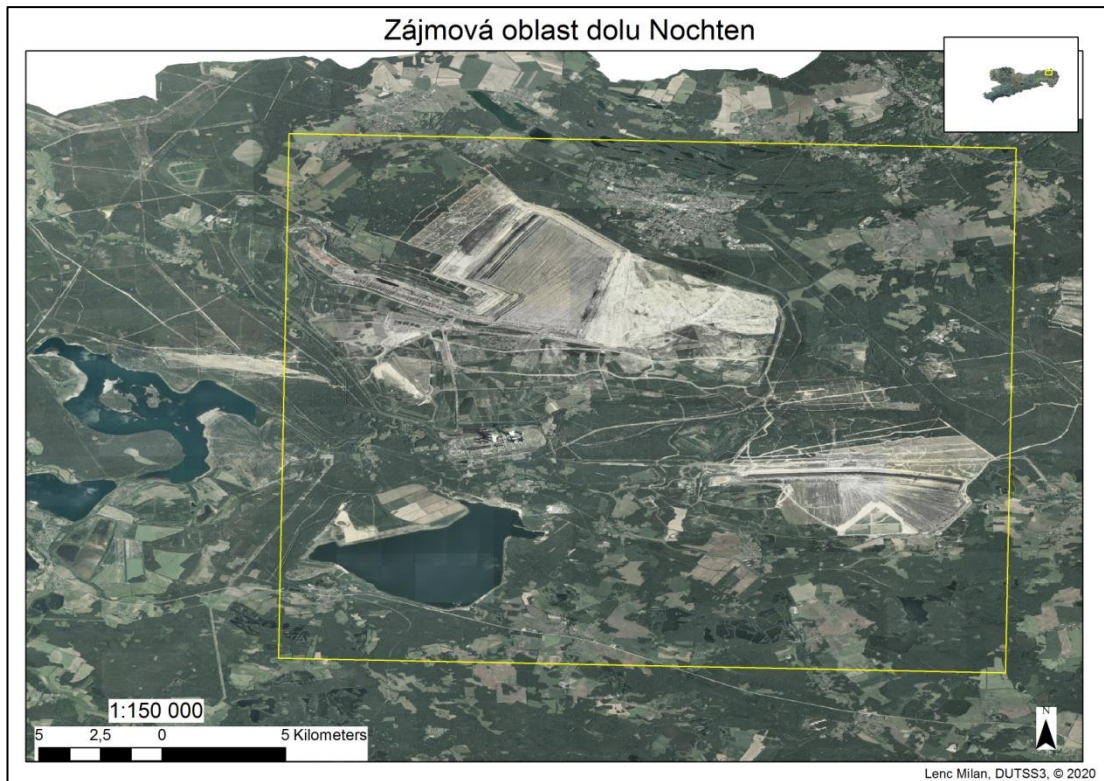
Obrázek 12: Lausitzer Seenland (LMBW, 2019).

Lužický hnědouhelný revír má stále 4 aktivní doly. Těžba probíhá v dolech Nochten, Welzow-Süd, Jänschwalde a Reichwalde.

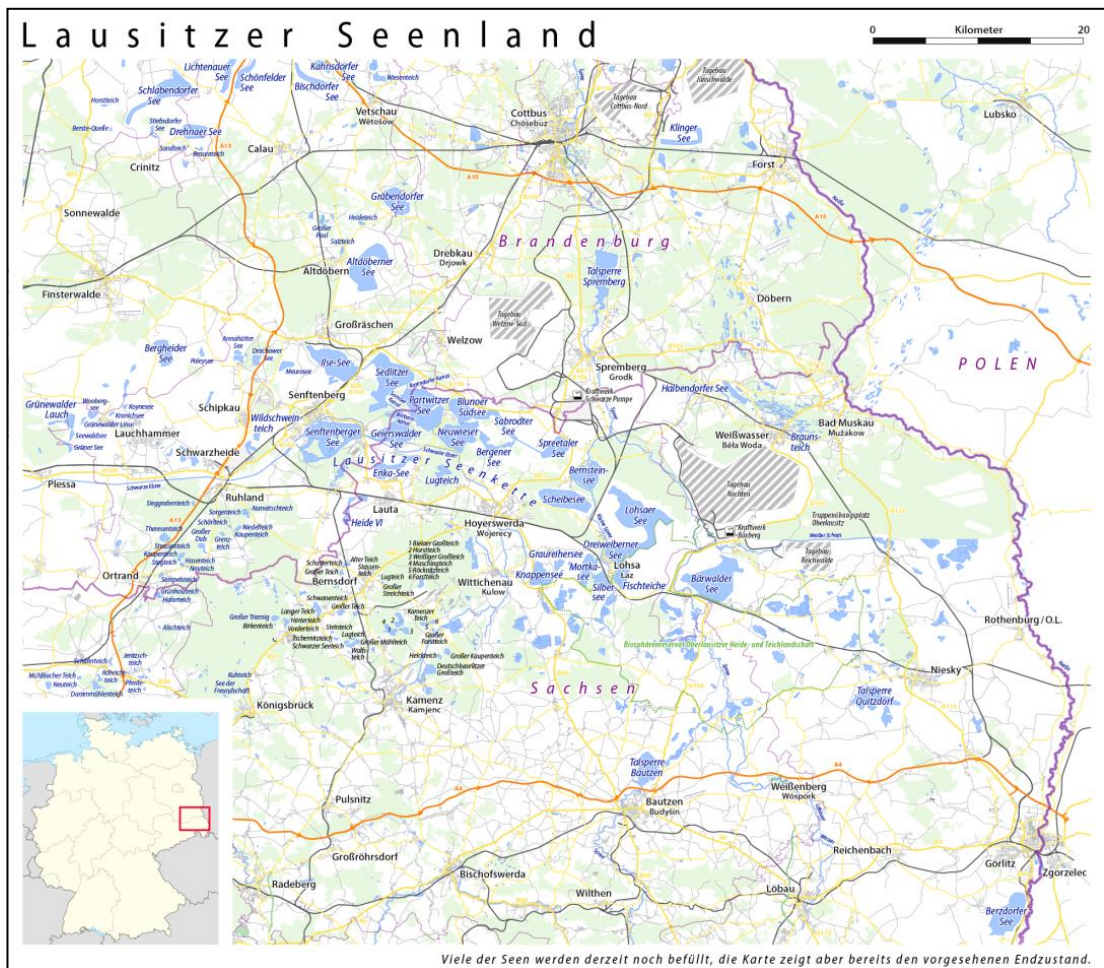


Obrázek 13: Aktivní doly v Lužici (Bündnis 90 die Grünen, 2019).

Název Lužice je odvozen od umístění v krajině. Luhy, lužní lesy, mokřady, strouhy, rybníky a jezera jsou pro lužickou krajinu typické. V jižní části jsou kopcovité hřebeny, a to zejména při hranici s Českem. Pokračují pak dále po západní hranici historické Lužice. Severně je mírně zvlněná a úrodná zemědělská krajina. Tato oblast patří k jedné z nevýznamnějších oblastí obývaných Lužickými Srby. Území ležící po proudu řek směrem na sever jsou převážně rovinatá. Místní krajina má svůj zarovnaný tvar se zbytky morén kvůli ledovci. Nachází se zde rozsáhlé souvislé plochy lesů, převážně borových s podrostem borůvky a vřesu, na chudých písčitéch stanovištích. (Lužice, 2019).



Obrázek 14: Vyznačená studijní oblast dolu Nochten na ortofotomapě (Lenc, 2020).



Obrázek 15: Lausitzer Seenland (Dreams on wheels, 2019).

4.3 Přírodní podmínky

4.3.1 Geologie

Charakteristikou dominantních horninových typů a je saský granulitový masiv vystupující na povrch a je obklopen většinou metamorfním pláštěm. Relikty proterozoických metakonglomerátů a pararul jsou překryty metamorfovanými paleozoickými sedimenty. V nadloží masivu, blíže ke kontaktu s granulitovým tělesem, leží migmatity, svory, ruly a granátické břidlice. Některé tyto horniny vykazují stupeň metamorfózy až v amfibolitové facii. Ve větší vzdálenosti od kontaktu už metamorfóza dosahovala u stratigraficky nadložních hornin pouze facie zelených břidlic. Jedná se převážně o fylity a chlorit-sericitické břidlice, někdy obohacené vápenatou složkou nebo grafitem. Stupeň metamorfózy hornin obalu se snižuje s rostoucí vzdáleností od granulitů. Ve stejném směru je patrné snížení intenzity deformace. Je to spojeno s mírou ovlivnění vystupujícím granulitovým masivem. Změna ve stupni metamorfózy se dá sledovat díky výskytu aluminosilikátů a minerálů vrcholných podmínek metamorfózy. V masivu se nalézají i další horniny (např. granity, serpentinity nebo metagabra). Hlavními litologiemi jsou kordieritové ruly; svory + granátické břidlice + dvouslídne ruly + migmatity (vyšší stupeň metamorfózy); fylity + chloritické břidlice (nižší stupeň metamorfózy) a granulity (Pietzsch, 1963).

4.3.2 Geomorfologie

Geomorfologie se skládá především z nízkých terasových písků a oblázků s místní dunou a širokých záplavových území a záplavových území s holocenními sedimenty. Reliéf této severovýchodní saské nížinné oblasti je relativně plochý. Oblast sahá od řeky Schwarzen Elster k Nise v 15 - 20 km širokém pruhu a hraničí na jihu s kopcovitou oblastí Lužice. Obecně zde terén padá z jihu postupně na sever. Nejnižší bod je na úpatí Schwarze Elster s přibližně 110 m nad mořem. Kopce Hohe Dubrau jsou proti tomu 307,6 m nad mořem. Průměrná výška je 135 - 150 m. To je na typické nížinné úrovni. Rozšířeny jsou mírně prohloubené široké záplavové oblasti procházející oblastí z jihu na sever. Podzemní voda v blízkosti nížin umožnila ve středověku rozvoj rybníků. Horní Lužice je oblastí vřesovišť a rybníků, které jsou součástí lužického ledovcového údolí. Morfologicky nejenom terasy a pláně, ploché hřebeny, široké záplavové oblasti, Morénové plošiny a duny a více než 1000 rybníků, ale také místní terén. Jedná se většinou o pleistocenní formace: Stannewischer Rücken (197 m) západně od Trebusu, hřeben Großdubrauer (203 m) východně od Königswartha, vinice Schmeckwitzer (195 m), pohoří Guhra (větrný mlýn) (208 m). Na jižním okraji např. HoheDubrau 307 m, Eichberg bei Weißig 161 m, Pansberg 160 m,

Caminaberg 157 m, Schafberg 198 m, Eisenberg 168 m) (Sächsisches Landesamt, 2019).

4.3.3 Pedologie

Druhy půd a bilance půdní vody

Výchozí substráty pro tvorbu půdy jsou převážně písčito-šterkové typy půdy s nízkou úrodností, málo využitelným polem kapacity a vysokou mírou infiltrace. V oblasti Horní Lužice dominuje oblast vřesovišť a rybníků (Rodionov, 2012).

Vliv podzemní vody na sušší oblasti

V oblasti vřesoviště jsou hnědé zeminy (25,0%) a podzol (7,5%). Podzol se nachází také na jiných chudých písčících místech. Podzoly hnědé země jsou méně kyselé a úrodnější kvůli přítomnosti zvětralých produktů. Silné hnědé zeminy jsou bohaté na jemnou zeminu a živiny. Část půdy je zničena zejména v oblasti dříve používané pro vojenské účely. V oblastech biosférické rezervace byl narušen přirozený vývoj půdy. Na čerstvě odkrytých substrátech se začala znovu tvořit půda. Surové půdy jsou málo obohaceny humusem (regosoly 1,6 %). Mezi přirozenou půdou jsou relativně mladé formace, a to i na písčících dunách. Na nejmladších dunách zatím vznikají pouze regosoly. V ornici jsou jen velmi slabé hlinité písky. Oblast je ovlivněna vysokou hladinou podzemní vody. Dominantní půdní formací je zde podzolový glej a glej (39,9 %). Tyto půdy mají v závislosti na hladině podzemní vody nízkou až střední plodnost. Vyznačují se vysokou mírou vypařování a nízkou ochrannou funkcí proti kontaminaci podzemní vody. Vyšší hladina podzemní vody se hromadí v organické půdě. V bažině se vytvořily anmoor gleje a mocné slatiny. Z toho je 0,7 % plochy pokryto rašeliništi (např. Daubaner Wald, rašeliniště Milkeler). V údolích se tvoří četné říční toky s relativně širokými záplavami. Tam dominují lužní gleje a hnědé půdy (5,5 %). V důsledku regulačních opatření vznikly na těchto plochách relativně dobré orné půdy. V sedimentech nebo na rovných deskách se v jílu ukládají také jílovité a hlinité sedimenty v podzemí (např. v Caminau, Gutttau). Na něm se vyvinuly půdy typu pseudo gleje (10,2 %) (Rodionov, 2012).

Ochrana podzemních vod

V této oblasti je ochranná funkce vnějších vrstev půdy proti znečišťujícím látkám převážně nízká. Je to způsobeno písčito-šterkovými sedimenty pleistocénu, který udává její charakter. Vyznačuje se vysokými výluhy a nízkou absorpční kapacitou. V důsledku vyluhování dusičnanů jsou místa nebezpečná. Existuje potenciálně vysoké riziko vyluhování dusičnanů z kořenové zóny (> 150% frekvence výměny půdní vody

za rok). Jedná se asi o polovinu plochy. Vysoký podíl písků a jiných pleistocénních písků a štěrků neumožňuje dosáhnout lepších hodnot. V lagunách s hlinitými substráty není riziko vyluhování tak vysoké (Sächsisches Landesamt, 2019).



Obrázek 16: Podzol (Soil Science Society of Belgium, 2019).

Přirozená úrodnost půdy

Úrodné půdy se nacházejí na 20 – 40 % území. Úrodnost půdy je ohrožena vodní erozí. Vysoká citlivost na vodní erozi je potenciálně na 22,4 % plochy a z toho jen 2,1% plochy je ohroženo velmi vysokým rizikem. Nejvíc jsou ovlivněny skládky v povrchové těžební oblasti. V důsledku eroze větru je ohrožena úrodnost půdy. Větrná eroze hraje v oblasti dominantní roli díky písčité půdě (15,6 %). Oblast je potenciálně ohrožena, z nichž 1,9 % je ohroženo velmi silně (Rodionov, 2012).

4.3.4 Podnebí

Obecně má tato oblast subkontinentální klimatické vlastnosti, které se směrem na východ zvyšují. Teplotní amplituda (průměrná měsíční leden a červenec) dosahuje 18 až 19 stupňů. Typické jsou relativně nízké srážky a napjatá klimatická vodní bilance (cca +50 mm) se zvýšeným rizikem sucha. Chudé vodopropustné půdy jsou podobné suchým oblastem jižního Braniborska. Naproti tomu borovicové vřesy a velké rybníkové oblasti tu způsobují místní klimatické odchylky (pseudoatlantické účinky, chladné a vlhké místní klima). Průměrné roční srážky činí 635 mm. V oblasti Hohen Dubrau severozápadně od Königshain Berge spadne místně až do 700 mm srážek. Na západě jsou roční srážky menší než roční průměr 620 mm. K oblasti s nejmenšími srážkami patří Schwarzwassertal jižně od Königswartha. Úhrn srážek je menší než 600 mm. Maximálních srážek se v dané oblasti dosahuje v létě (červen až srpen). V těchto měsících spadne téměř polovina ročních srážek. Průměrná roční teplota je 8,8 °C se vzestupným trendem. Nejtepleji je v Hoyerswerda s 9 °C a nejchladněji na Hohen Dubrau s 8 °C. Ve vlhkých nížinách (např. v oblasti skupin rybníků) je přirozeně chladnější podnebí. Na suchých zemědělských písčivých plochách je naopak tepleji. Pro východní saské nížiny jsou charakteristické oblasti studeného vzduchu, v nichž vznikají špatné povětrnostní podmínky. Tyto podmínky jsou využívány pro větrné elektrárny (Sächsisches Landesamt, 2019).

4.3.5 Rostlinstvo a živočišstvo

V oblasti horního Lužického vřesoviště a rybníků jsou suché, méně úrodné písky. Půdy jsou převážně chudé na živiny a písčité substrát ukládá vodu do vegetace jen minimálně. V oblasti jsou zastoupeny zejména smíšené dubové lesy (59,5 %). Typický je borovo-dubový les (27,0 %), který zaujímá území s převážně chudou až kyselou půdou. Obléhá místa bez podzemních vod. Lokality lesních trav, borovic a dubového lesa (3,7 %) se vyskytují na Zentendorfer Niederterrasse a východně od Kamenzu (Piskowitzter Ton-Platte)). V oblasti hornolužických vřesovišť a rybníků zabírají trávy, mix borovice, břízy a dubu (18,6 %) velké plochy půdy s nízkou výživnou hodnotou a podzemní vodou (podzol-glej, glej-podsol, pseudoglej podzol). V západní části oblasti Horní Lužice je olše-dubový les (9,4 %). Mírná až vysoce

výživná místa na periferii jsou doménou lípo-habrových lesů. Přirozeně se vyskytuje smrk. Na minerálních mokřích místech, ale také na mělkých rašeliništích je smrkoborovico-dubový les (0,3 %). Ten je v nížině často v kontaktu se smrkovým lesem (0,2 %). Bukové lesy s kyselými půdami mírně zásobovanými živinami jsou zastoupeny pouze na 1,6 % plochy. V těchto lesích najdeme borůvčí. Čisté borové lesy jsou vzácností. Lužní a nížinné lesy minerálních mokřadů dosahují 4,9 % plošného podílu. V oblasti jsou louky a pastviny, na nichž se vyskytuje heřmánek polní. V dubových lesech jsou ostružiny, rakytník, keře malin, bezu, ovesná pole na mokřích místech vřesoviště a kapradí. V Lužních lesích jsou pro snižování hladiny podzemní vody vysazovány listnaté stromy, smrčiny, vlhkomilné keře a mokřadní společenstva (Sächsisches Landesamt, 2019).

4.3.6 Ochrana přírody v okolí

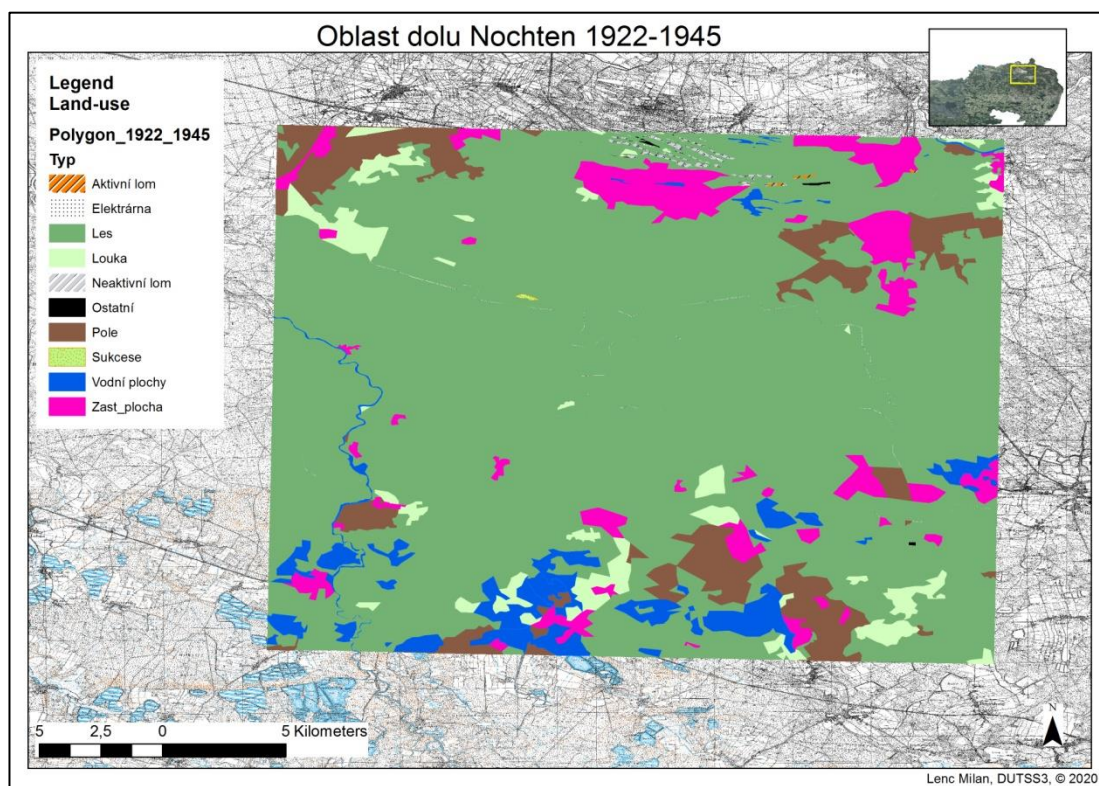
Podíl chráněných oblastí

Legislativně se rozlišují Chráněné oblasti podle zákona o ochraně přírody a Chráněné oblasti podle vnitrostátního práva. Zvláštnosti oblasti vřesovišť a rybníků předurčují tuto krajinu pro ochranu přírody a správu kulturní krajiny. Nachází se zde přirozená mozaika mokřadů a mokřích luk, rašelinišť, rybníků, vřesovišť, dun a lesů. Je třetí největší rybníkářskou oblastí ve střední Evropě. Zároveň je pro ptáky důležitou oblastí chovu, odpočinku a zimování. Hlavním předpokladem pro ochranu přírody je blízký management v zemědělství, lesnictví i rybochovu. Původně byla centrální část horního Lužického vřesoviště a rybníků vyhlášena v roce 1990 jako přírodní park. Od prosince 1997 byla označena jako jediná saská biosférická rezervace pod zvláštní ochranou. V kontextu celé Spolkové republiky Německo zaujímala 13. místo s 30 102 ha (24,6 %). Devět chráněných oblastí zabírá 11,0 % plochy. Z toho je rozloha chráněných oblastí Tal-sperre Quitzdorf und Kollmer Höhen (5 330 ha), rybníční krajiny severně od Commerau bei Klix (44,700 ha) a rozlehlých rybníků na jihu Uhyst (1 174 ha) zcela nebo částečně v biosférické rezervaci. Pouze s malými proporcemi v oblasti jsou Spreeniederung (2 410 ha), Königshainer Berge (5 349 ha), Boxberg-Reichwalder Wald- und Wiesengebiet (1 208 ha), Knappensee (1 127 ha) a Lautahoyerswerda-Wittichenau (4 038 ha). Elster kolem Neuwiese (247 ha) - oblast ovlivněná těžbou byla zamítnuta. Přírodní rezervace tvoří 14,1 % plochy. Z toho největší část představuje ochrannou zónu I a II biosférické rezervace o celkové rozloze 13 000 ha. Velmi cenné jsou zachovalé přirozené lesy. Jsou zprostředkovatelem představy o původním vzhledu lesních společenství. Důležitou součástí ochrany přírody je Natura 2000 - SOUSTAVA CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ EVROPSKÉHO VÝZNAMU. Oblasti Natura 2000 představují 19,6 % plochy. Jsou do

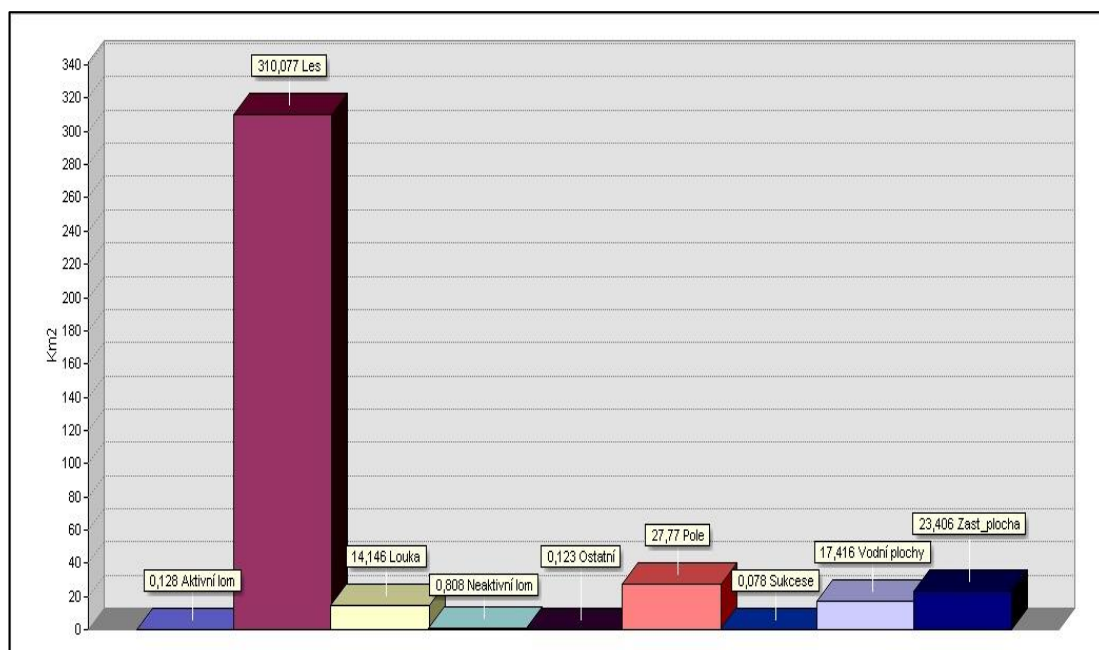
ní zahrnuty velké části biosférické rezervace a všechny výše uvedené přírodní rezervace. Dále jsou do této kategorie ochrany zahrnuty oblasti "Schwarze Elster oberhalb Hoyerswerda" (238 ha), „lesní rybníky západně od Schönau" (52 ha), „Jeßnitz a Thury" (300 ha), „Deutschbaselitzer Großteichgebiet" (201 ha), „lesní rybníky na severu Räkelwitz" (42 ha), „skupina rybníků Wartha" (40 ha), „Biwatsch" a skupina rybníků poblíž Caminau (244 ha), „Hoyerswerdaer Schwarzwasser" (574 ha), „Spreeniederung Malschwitz" (631 ha), „údolí kolem Weißenbergu" (963 ha), „Schlossteichgebiet Klitten" (219 ha, pro rata), „Schwarzer Schöps pod Reichwalde" (244 ha), "Schwarzer Schöps nad Horschau" (282 ha), "Ullersdorfer Teiche" (101 ha), „rybníky u Moholze" (122 ha), „Doras Ruh" (521 ha), "Monumentshügel" (67 ha), "tekoucí vody na Schöpstalu a Kodersdorfu" (296 ha), "Raklitz a rybníky v Rietschenu" (339 ha), "Weißer Schöps bei Hähnichen" (67 ha), „rybníky a mokřady severovýchodně od Kodersdorfu" (193 ha) a „Neißegebiet" (2 450 ha). Částečně jsou oblasti Natura 2000 vymezeny tak, aby obsahovaly chráněné oblasti s možností vzájemného propojení. To platí pro oblasti "Oblast rybníka Biehla-Weißeig" (963 ha), "Klosterwasserniederung" (347 ha), "Teichgruppen am Doberschützer Wasser" (493 ha), "Spannteich Knappenrode" (258 ha), „rybníky mezi Neschwitzem a Großdubrau" (334 ha), „rybníky a lesy u Quitzdorf " (409 ha) a oblast "rybníka Niederspreer a malého Heide Hähnichen" (1876 ha). Oblasti ochrany ptáků pokrývají v Evropské unii dokonce 36,4 % této oblasti. Jedna z nich odpovídá biosférické rezervaci (30 059 ha), ostatní jsou chráněné oblasti a oblast Natura 2000. Jednotlivé oblasti jsou „Neißeetal" (2373 ha), „Teichgebiet Nieder- spree-Hammerstadt" (2846 ha), "rybníky a lesy kolem Mückenhain" (655 ha), "území ve východní Horní Lužici" (9422 ha), "Doras Ruh" (526 ha), "přehrada Quitzdorf" (1581 ha), „Spreeniederung Malschwitz" (1857 ha), „rybníky mezi Neschwitz a Lomske" (733 ha), "Doberschützer Wasser" (2420 ha), "Jeß-Nitz a Thury" (304 ha), „Dubringer Moor" (1849 ha) a „Teichgebiet Biehla-Weißeig" (963 ha). V rámci ochrany vodních ploch se v oblasti nachází četná ochranná pásma podzemních vod, která dohromady tvoří 3,3 % její plochy. K největším z nich patří Zeißeig, Sdier-Ost, Königswartha, Kamenz-Jesau, Mücka, Diehsa a Rothenburg-Dunkelhäuser. Od středověku byla tato oblast formována více než 1 000 rybníků. Ty jsou využívány k rybolovu. Další umělé vodní útvary představují nádrže například Quitzdorf (620 ha) jihozápadně od Niesek a přehrady Bautzen (578 ha). Obzvláště důležité jsou vodou vyplněné lomy po těžbě hnědého uhlí (např. Olbasee 55 ha). Celková plocha stojatých vod činí 5 670 ha, povrchová část 5,2 % (Sächsisches Landesamt, 2019).

5. VÝSLEDKY

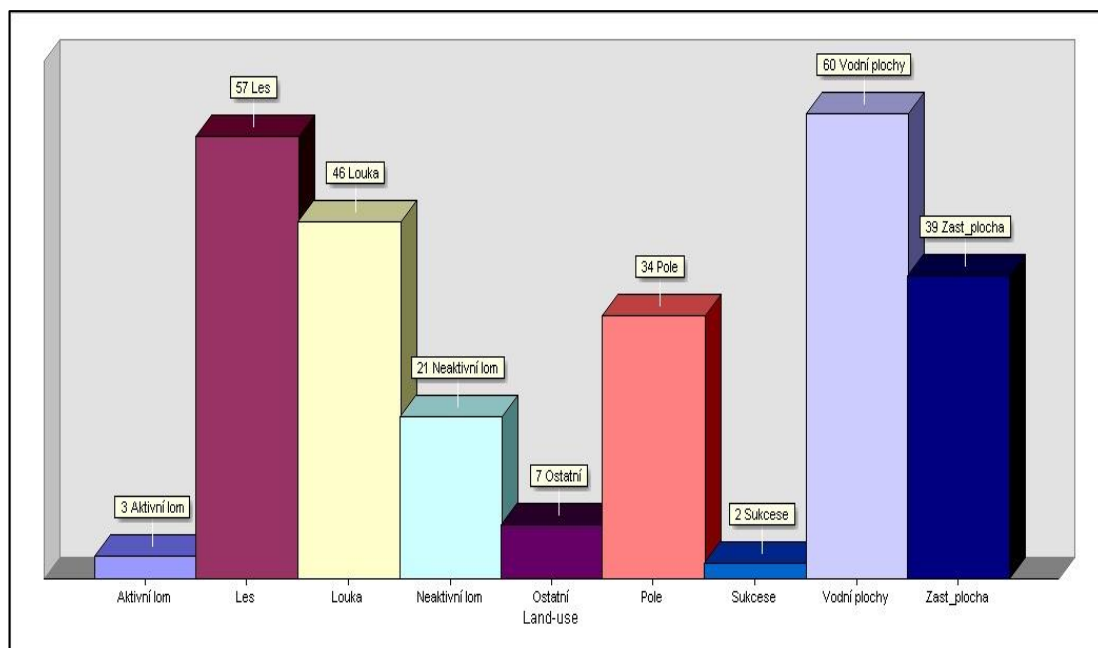
Výsledkem práce jsou výstupy získané z programu ArcGIS. Zajímavé je porovnání historických map z let 1922 se současným stavem.



Obrázek 17: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v letech 1922-1945 na studijní lokalitě (Lenc,2020).

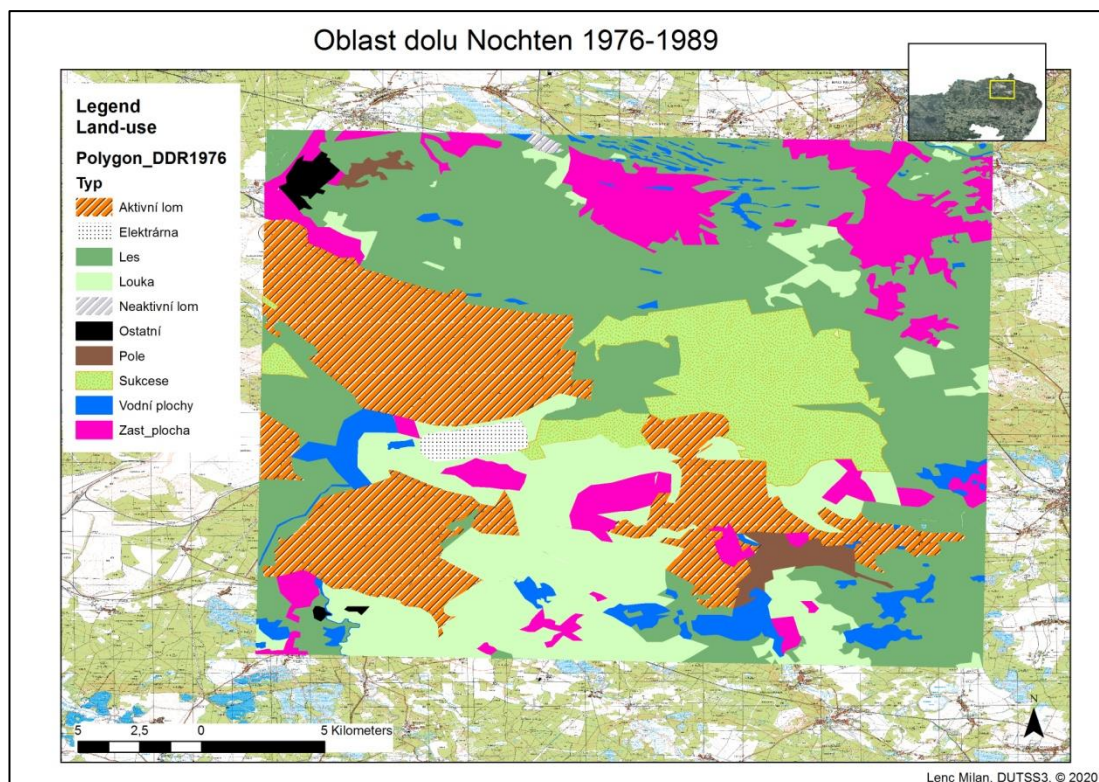


Obrázek 18: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v letech 1922-1945 na studijní lokalitě v km² (Lenc, 2020).

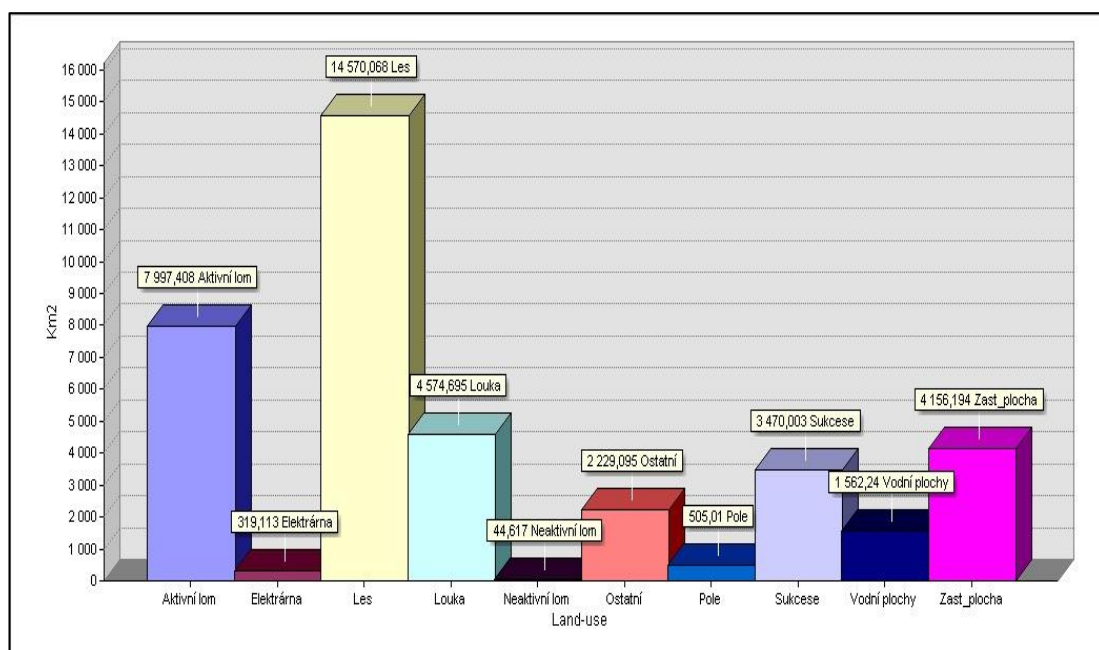


Obrázek 19: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v letech 1922-1945 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).

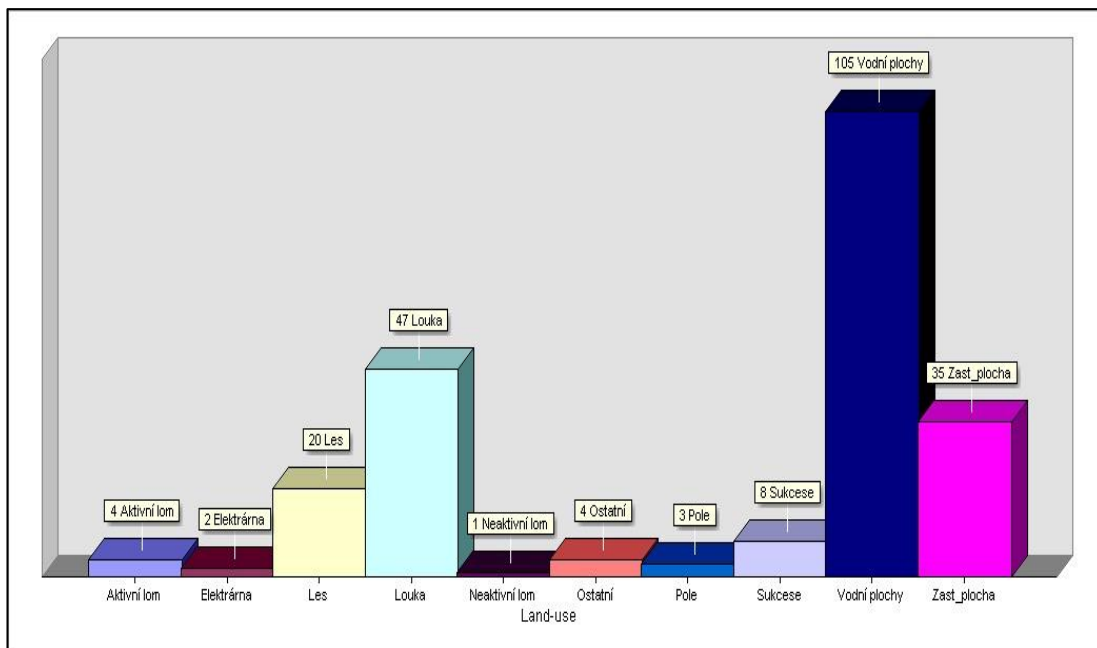
Z grafu je jasně patrné, že v původní krajině byly ve větší míře zastoupeny lesy, louky a nespočet vodních ploch. V tuto dobu zde bylo několik menších lomů. Až v průběhu let je v mapových výstupech patrný vývoj změn v krajině, zejména změny v rozloze dolů Nochten a Reichenwalde. Rozvoj hnědouhelných dolů způsobil ústup původní krajiny a vytrácení nejen lesů a luk, ale i osídlených oblastí. K největšímu rozmachu hnědouhelných lomů došlo v 70. letech 20. století. Aktivní lomy zaujímaly svou rozlohou druhou největší plochu, a to hned po lesích.



Obrázek 20: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v letech 1976-1989 na studijní lokalitě (Lenc,2020).

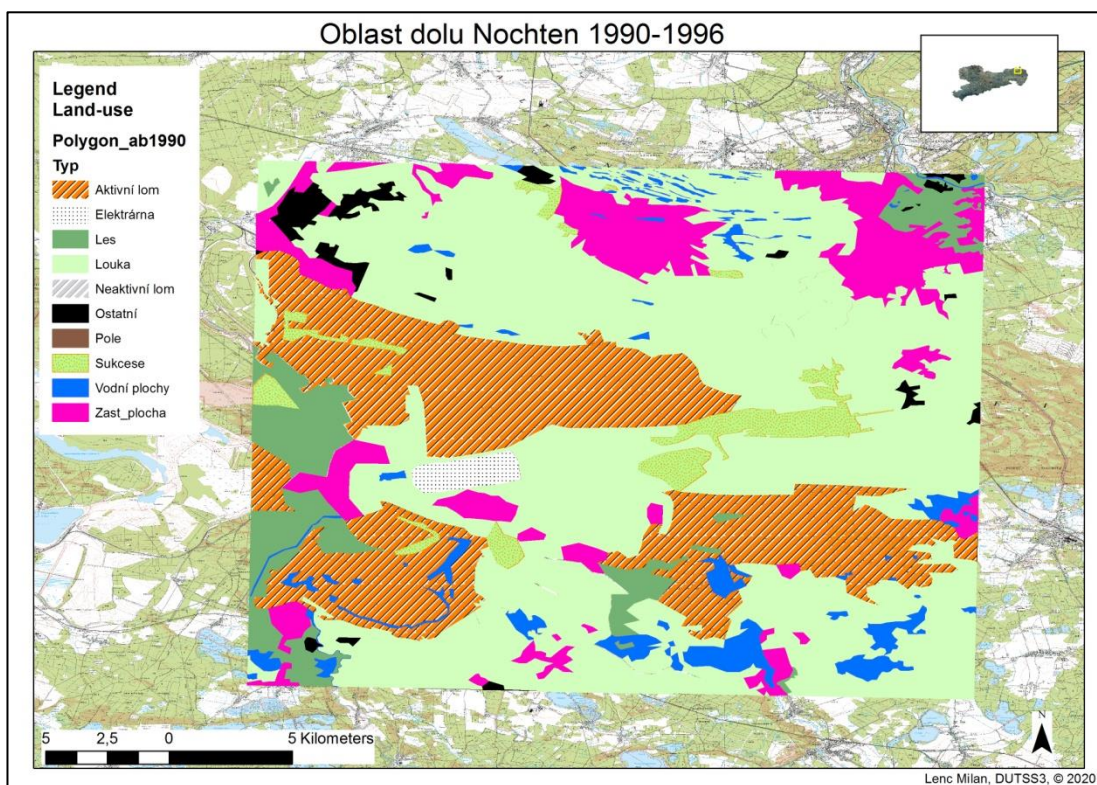


Obrázek 21: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v letech 1976-1989 na studijní lokalitě v km² (Lenc, 2020).

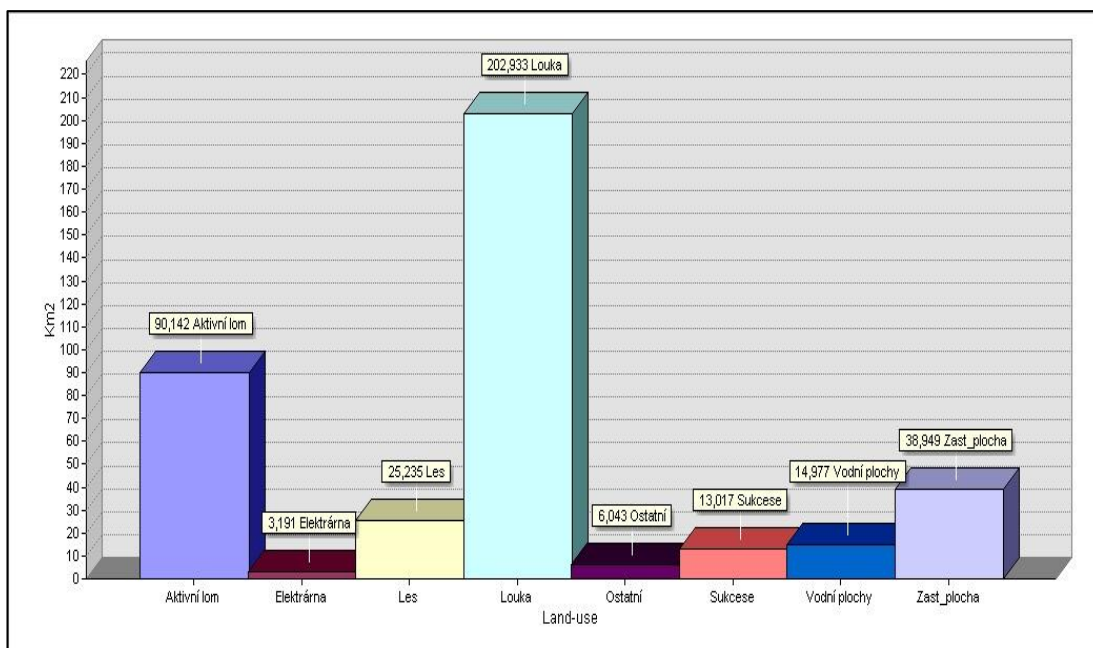


Obrázek 22: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v letech 1976-1989 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).

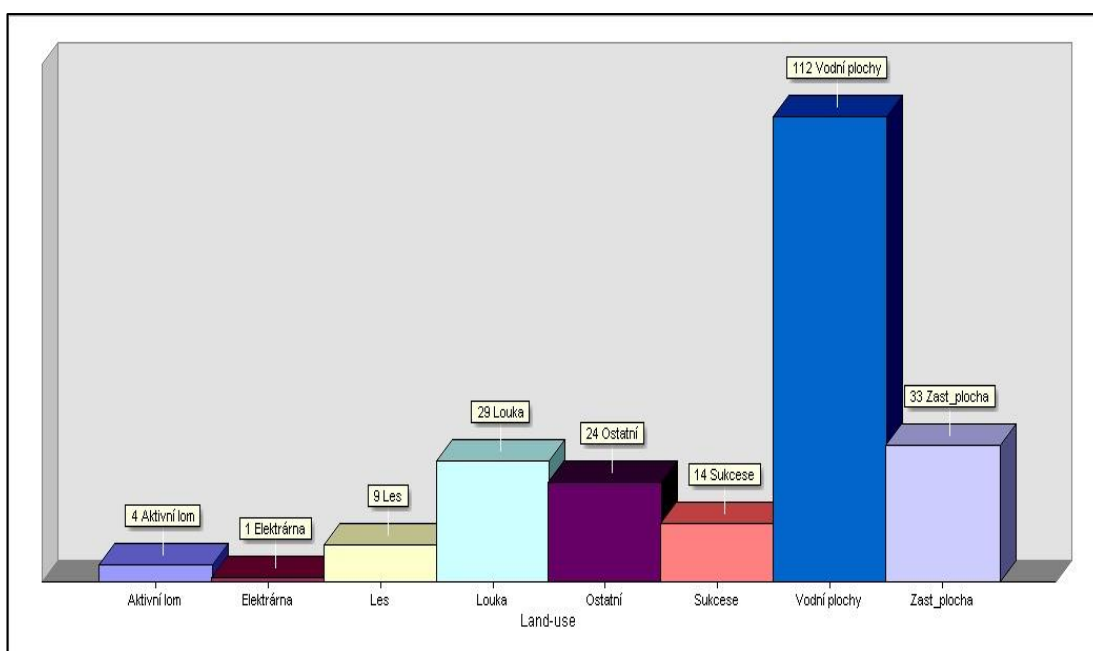
Součástí tohoto rozmachu byla stavba hnědouhelné elektrárny Boxberg, v níž bylo hnědé uhlí přeměněno na elektrickou energii. Rozmach těžební činnosti v této oblasti pokračoval až do 90. let 20. století. Poté došlo k útlumu těžby a uzavření hnědouhelného dolu Bärwalde, v němž je rekultivace již dokončena.



Obrázek 23: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v letech 1990-1996 na studijní lokalitě (Lenc,2020).

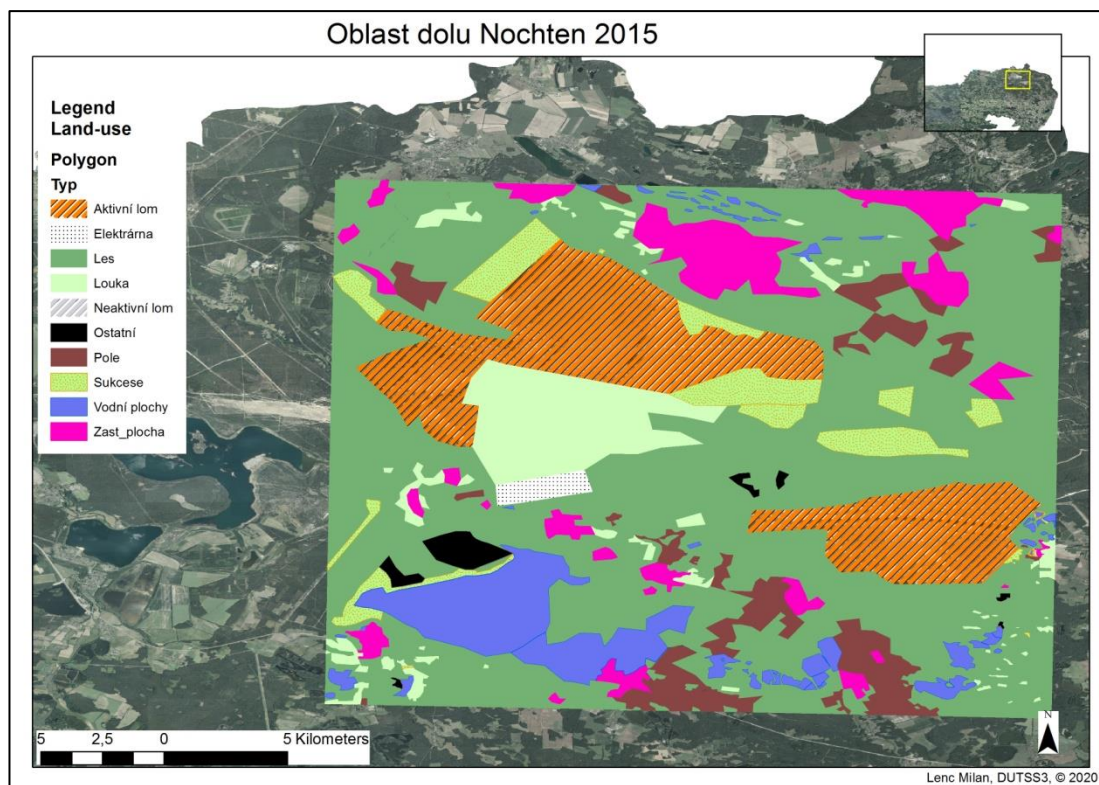


Obrázek 24: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v letech 1990-1996 na studijní lokalitě v km² (Lenc, 2020).

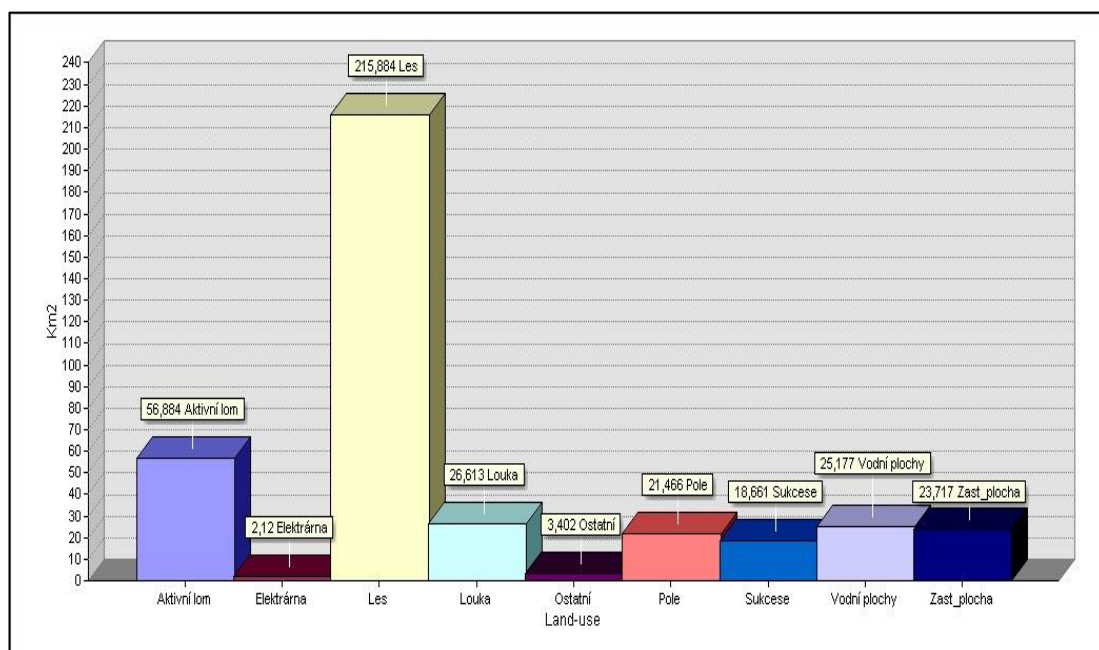


Obrázek 25: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v letech 1990-1996 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).

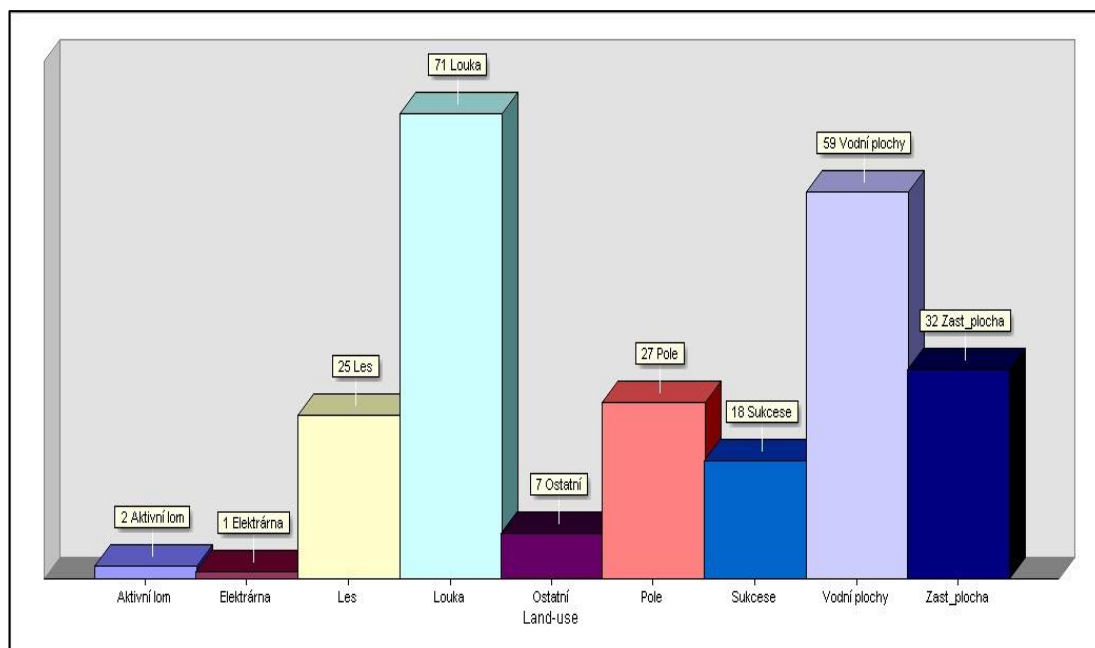
Bývalý důl byl rekultivací v roce 2009 proměněn v jezero Bärwalder See s hloubkou vody až 60 metrů. V současné době jsou stále aktivní doly Nochten a Reichenwalde. V oblasti dolu Nochten je patrný vývoj směrem k rekultivaci. Na několika místech zde probíhá přírodní sukcese. Dnes se krajina postupně navrácí z čistě důlní měsíční krajiny zpět k původnímu zelenému stavu.



Obrázek 26: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v roce 2015 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).



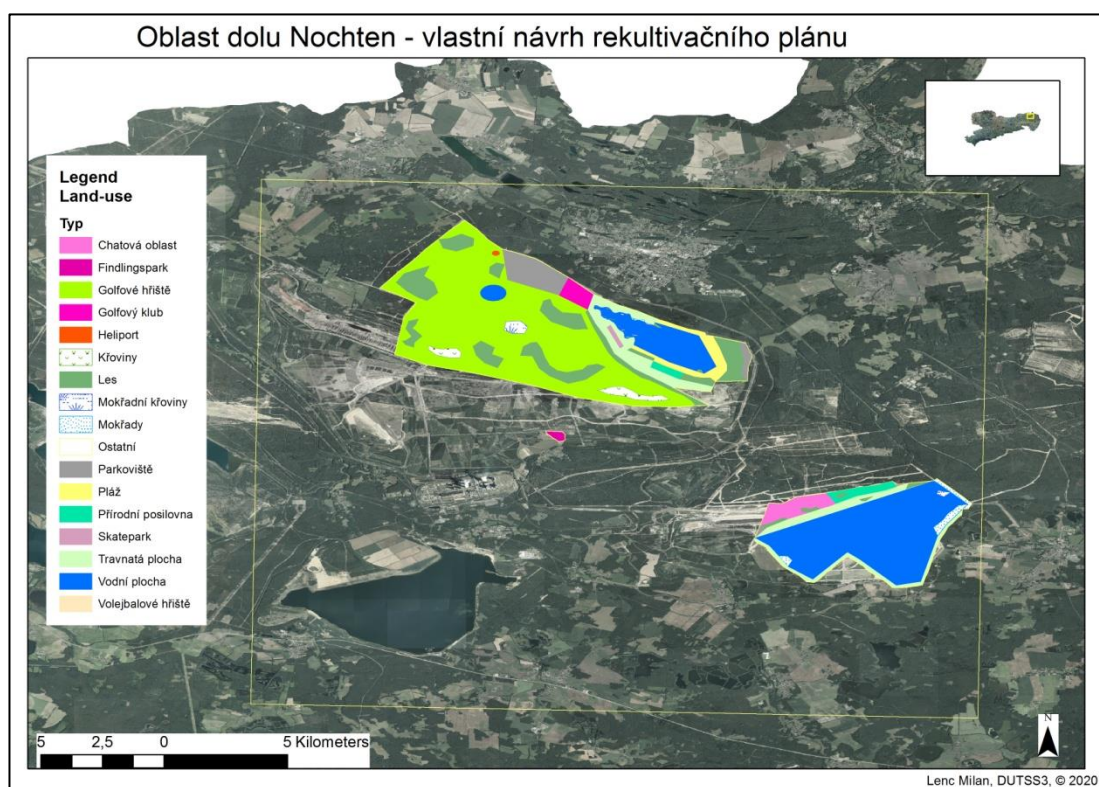
Obrázek 27: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v roce 2015 na studijní lokalitě v km² (Lenc, 2020).



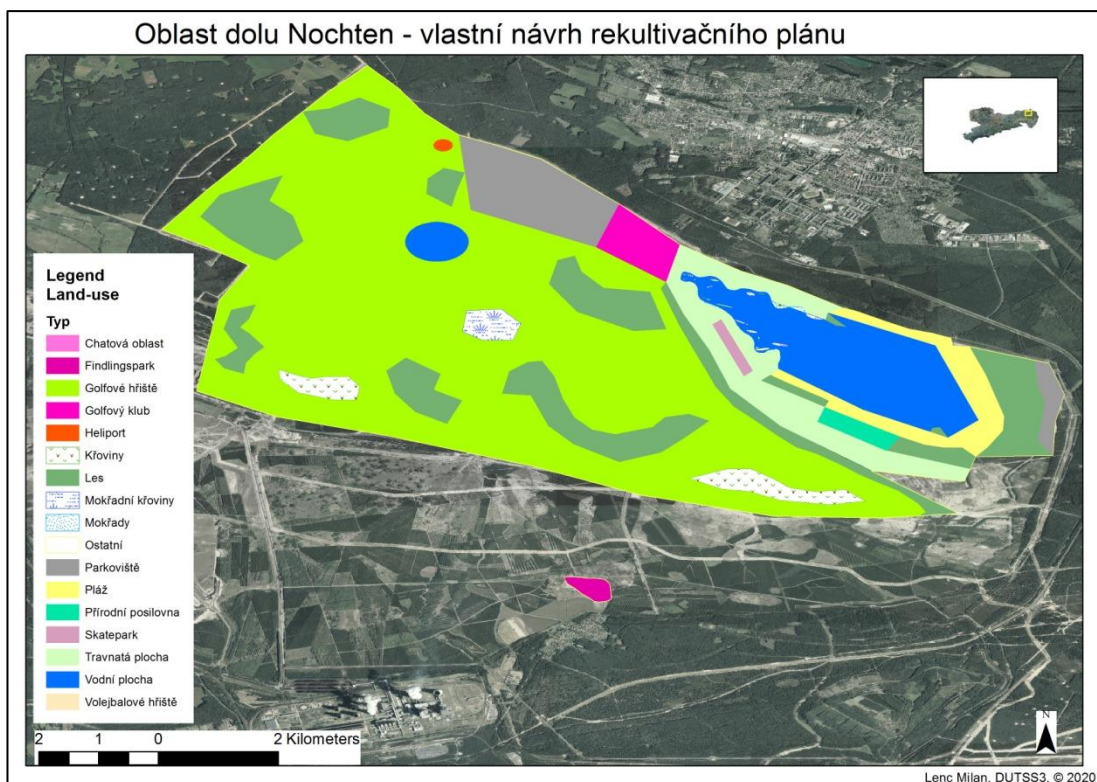
Obrázek 28: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v roce 2015 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).

V rámci úvahy nad vlastním návrhem rekultivace území by bylo území rozděleno do několika částí. V jedné části by byla uměle vytvořena vodní plocha pro rekreační účely. V okolí vodní plochy by vedly nové cyklostezky, které by byly napojeny na již stávající cyklotrasy v oblasti Lužických jezer. Cyklostezky by byly doplněny o stánky s občerstvením a příjemným posezením. Dále by byla v jejich okolí vybudována místa s lavičkami určená k odpočinku. Některá z nich by byla zastřešena. Nedílnou součástí všech odpočinkových oáz a stánků s občerstvením by byly napevno připevněné odpadkové koše. Vodní plocha by byla lemována písčitou pláží s bílým pískem navezeným od Baltského moře. Ke zvýšení atraktivity nové lokality pro příchozí by byl vybudován naučně zábavný park s vodními atrakcemi, v němž by si mohli návštěvníci všech věkových kategorií vyzkoušet, na jakých principech voda funguje a co všechno dokáže. Názorné ukázky, možnost zapojit se do aranžmá, touha vlastním přičiněním ovlivnit fungování a tok vody například pomocí zmenšeného mlýnského kola, přehrady se stavidlem by byly pro návštěvníky zajímavé. Součástí pláže by bylo zázemí pro návštěvníky v podobě převlékárny, mobilních toalet, půjčoven sportovního náčiní (paddleboard), stojanů pro jízdní kola a stánků s občerstvením. Byly by zde vybudovány přístřešky pro poskytnutí stínu před sluncem. Plynulý přechod z pláže by byl zajištěn přes hřiště pro plážový volejbal. Pozvolný přístup do vody by byl doplněn o dlouhé molo, z něhož by bylo umožněno skákat do vody. Rovněž by zde byly instalovány schůdky pro usnadnění vstupu do hluboké vody. Molo by bylo z jedné strany osazeno oky pro možnost ukotvení menších loděk. Pláže by plynule přecházely v travnatou plochu s možností pro relaxaci a pro piknik u vody.

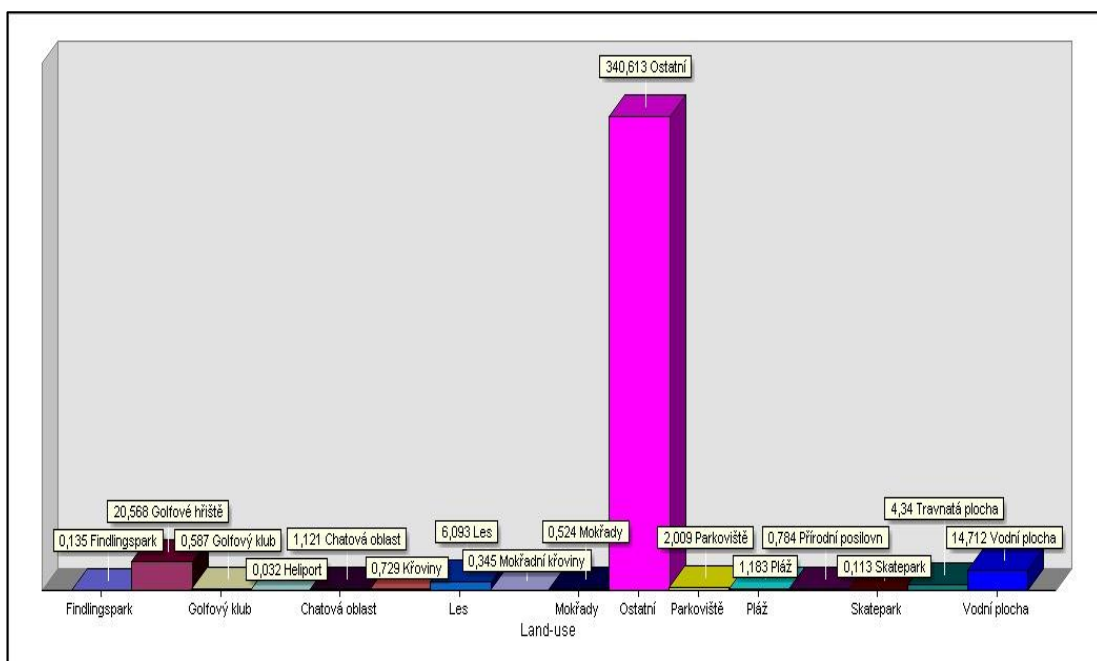
Tato travnatá plocha by byla vytvořena dostatečně velká, aby zde kromě místa k odpočinku na dece mohl být vybudován i prostor pro aktivní odpočinek. Několik cest by bylo vytvořeno speciálně pro jízdu na kolečkových bruslích. Pro zvýšení atraktivnosti by byla oblast obohacena o skate park s „U“ rampami, nájezdovými můstky, skokánky atd. Sportovní aktivity by zde byly podporovány i přírodní posilovnou pod širým nebem osázenou žebříky, hrazdami, kruhy a v neposlední řadě různorodými typy náčiní pro udržení rovnováhy. V takto koncipovaném prostoru je třeba myslet na nejmenší a vytvořit dostatečný prostor pro volný pohyb s dětskými kočárky. Prostor pro seniory by nabídl možnost posilovat pohybový aparát na zabudovaných trenažérech. Velkokryšá rozloha rekultivovaného území by nám byla schopna dovolit realizaci nejspolehlivějších plánů. Pokud by bylo vytvořeno menší bludiště obohacené o herní komponenty z čistě přírodních materiálů, byl by propojen odpočinek fyzický s duševním. Současný ráz krajiny umožňuje, aby byl využit pro výstavbu golfového hřiště.



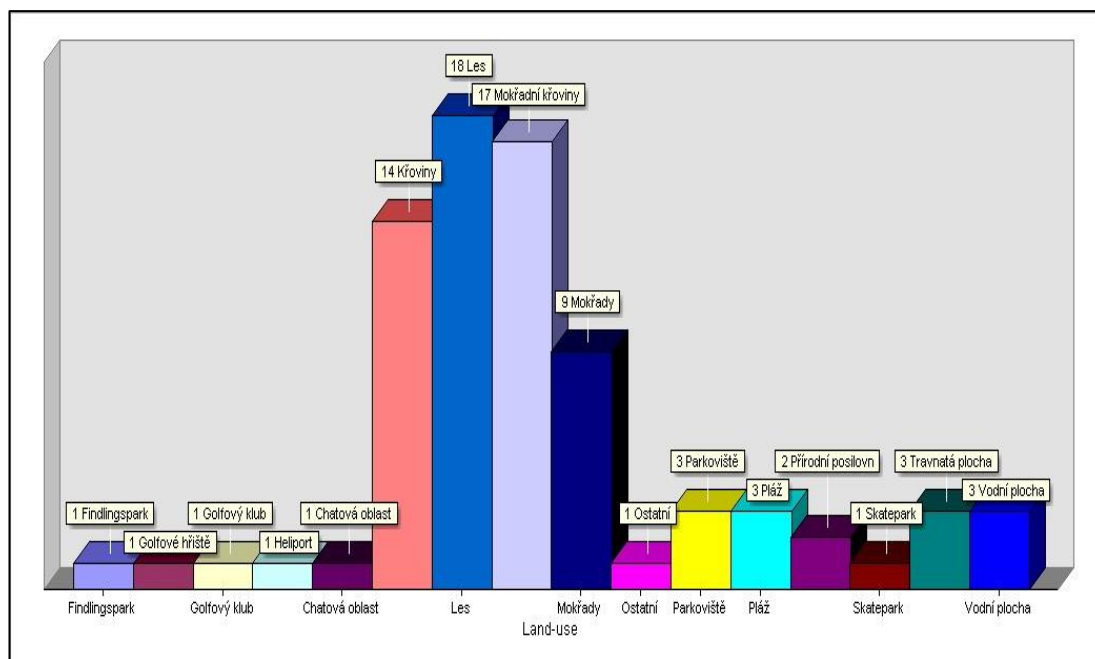
Obrázek 29: Mapový výstup mozaiky vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě (Lenc, 2020).



Obrázek 30: Detailní mapový výstup mozaiky vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě (Lenc, 2020).

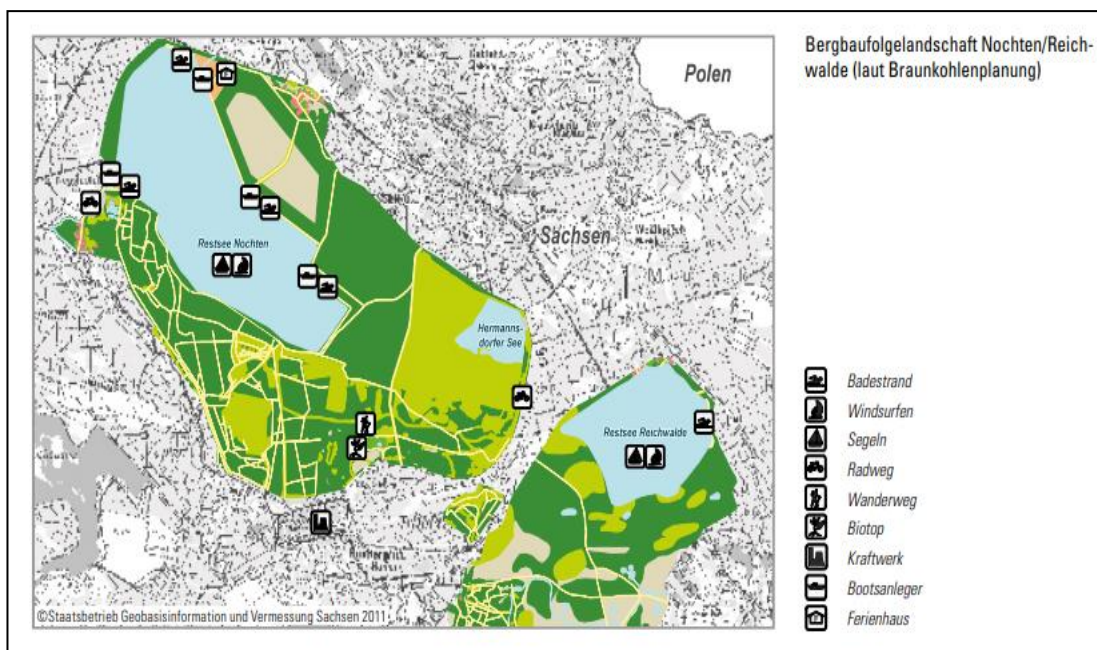


Obrázek 31: Celkové rozlohy vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě v km² (Lenc, 2020).

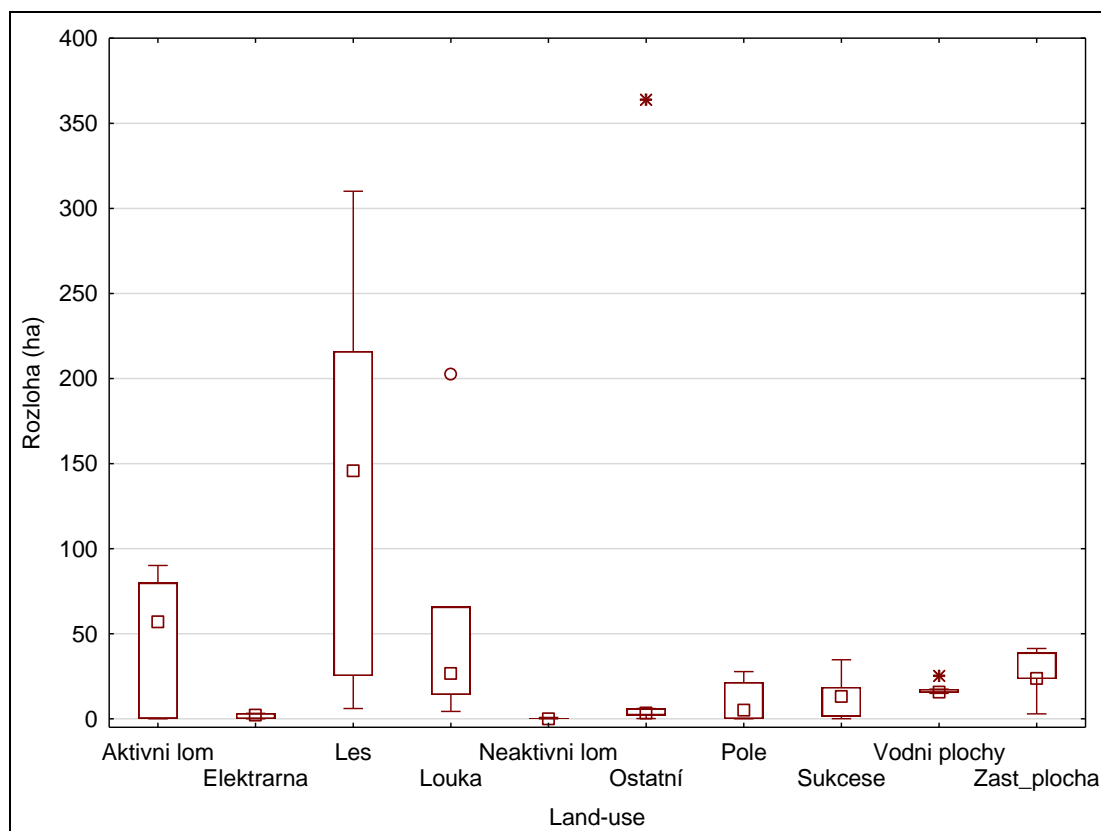


Obrázek 32: Celkové počty polygonů vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě (Lenc, 2020).

Pro budoucnost celého areálu by byla realizace golfového hřiště výhodná, neboť obliba tohoto sportu stále roste. Areál by se snáz dostal do povědomí lidí. Bylo by zajištěno využívání dané lokality pro rekreaci a odpočinek pro širokou veřejnost. Snahou nového hřiště by bylo maximálně se přiblížit koncepcím vyhlášených evropských golfových hřišť. Bylo by nezbytné vybudovat golfový klub se zázemím, restaurací a heliportem. Vznikající golfové hřiště by bylo tvořeno malebnými zákoutími s jezírky, mokřady, lesíky, střídajícími se nerovnostmi terénu pro větší rozmanitost přírody a hry samotné. Pro milovníky klidnějších lokalit a většího soukromí by byla vybudována chatová osada u další nedaleké vodní plochy. Rekultivační návrh společnosti LMBW je koncipován zcela odlišně, spíše jednostranně, od návrhu, který předkládám já. Je zde počítáno se třemi vodními plochami - Restsee Nochten, Hermansdorfer See a Restsee Reichenwalde. Dvě vodní plochy Restsee Nochten a Restsee Reichenwalde jsou primárně plánovány pro surfování, windsurfing, jachting a plavbu výletních lodí. U jezera Restsee Nochten je plánována větší pláž. Ostatní plochy jsou plánovány jako zelené plochy s jedním biotopem.



Obrázek 33: Rekultivační plán společnosti LMBW a rozložení jednotlivých land-use na studijní lokalitě (LMBW, 2020).



Obrázek 34: Změny v rozlohách jednotlivých land-use během let 1922 – 2020 (Lenc, 2020).

V zájmovém území docházelo k velkým změnám u rozlohy lesů, luk a aktivního lomu, středně narostla plocha sukcese, zastavěného území a polí, k extrémní změně dojde u ostatních ploch, kam patří rekreační zázemí zrekultivovaného lomu.

6. DISKUSE

Krajina v oblasti německé Lužice prošla za posledních 80 let obrovskou proměnou. Z původní krásné zelené krajiny, plné lesů, luk a polí, s mírným osídlením se stala krajina industriální s obrovským rozmachem dolů, elektráren, koksoven a dalším průmyslem souvisejícím s těžbou uhlí. To samozřejmě přineslo obrovský zásah do krajiny a zejména v době bývalé NDR neřízenou devastaci s dopadem do všech sfér života obyvatel, fauny a flóry (Wilfried Grauert, 1992). Výsledky mého mapování změn území a složení mozaiky land-use v jednotlivých obdobích byly potvrzeny obrovské změny krajiny německé Lužice.

S rozmachem elektráren a vlivem těžby došlo k zhoršení ovzduší. Dopady neodsířených elektráren jsou známy z Jizerských hor, které byly díky kyselým dešťům totálně zdevastovány. Katastrofu v imisemi oslabených lesích dokončilo exploatační socialistické lesní hospodářství. Doprovodným problémem je masivní půdní eroze. Koncem 80. a počátkem 90. let 20. století byla prakticky celá náhorní plošina (cca 100 km²) velkou holinou, nebo byla pokryta mladými výsadbami (ochranaprirody.cz, 2020).

Se změnou režimu došlo i k ekonomické změně a snížení poptávky po hnědém uhlí. To vedlo ke snížení produkce, útlumu těžby a postupnému úplnému uzavření některých dolů v oblasti německé Lužice. Ovšem i v době NDR nastalo dilema, jak řešit obnovu krajiny po skončení těžby. Jakým způsobem provádět rekultivace. Vrátit krajině původní ráz nebo vytvořit krajinu s novými krajinnými prvky. Jednou z prvních provedených rekultivací bylo Senftenberské jezero. Okolo jezera se postupně zbudovaly pláže, ubytování, přístav, občerstvení, rozhledna a cyklotrasa s odpočívadly. Uprostřed 1300 hektarového jezera se nachází ostrov, který je vyhlášen jako přírodní rezervace, a proto je na něj vstup přísně zakázán. Dnes je tam největší oblast uměle založených jezer v Evropě s významnými mokřady a významná evropská chráněná oblast. Největším benefitem vzniku těchto jezer se stal obrovský potenciál v turistickém ruchu. Oblast je doslova protkána stezkami pro cyklistiku a inline brusle. Jezero Senftenberg je příkladem úspěchu a ukázkou velkého rozvojového potenciálu v jezerech po důlní těžbě. Je ukázkou přitažlivosti pro místní rekreaci a cestovní ruch (Schultze, 2004). V mé studii je shoda s tímto způsobem rekultivace území v oblasti města Senftenberg. V návaznosti na vybudované Senftenberské jezero vznikla oblast jezer po bývalých hnědouhelných lomech. Nejde však jen o oblast, kde převažuje hydrická rekultivace. V rekultivačních plánech bylo pamatováno na mokřady, ale i na rozvoj území v oblasti turismu.

Z mých mapových výstupů oblasti dolu Nochten je zřejmé, že v průběhu postupu důlní těžby došlo k zániku mnoha obcí a zničení lesních porostů. Zajímavý je pohled na městečko Weißwasser, které dnes leží na hraně dolu Nochten. Zůstává doslova pár metrů mezi dolem a městečkem. Demolice a přemísťování bylo v Lužici úzce propojeno s rozvojem hnědouhelného průmyslu. Zpočátku bylo hnědé uhlí těženo v podzemí nebo v malých jámách. Technický vývoj, rostoucí poptávka po uhlí a rostoucí kapitál těžebních společností vedly k těžbě v otevřeném těžebním procesu na začátku 20. století. Těžba a přemístění hnědého uhlí dosáhly v NDR nové dimenze. V NDR byl téměř výhradně používán domácí lignit k výrobě energie. Maximalizace objemu výroby vedla k využití obrovských oblastí. Místa, která byla v uhelných polích, byla důsledně vykopávána. V důsledku toho, došlo během existence Německé demokratické republiky k největšímu počtu demolice a přemístění v Lužici. S politickou změnou se význam hnědého uhlí opět změnil. Lignitové odvětví se muselo přizpůsobit novým konkurenčním podmínkám. Financování bylo sníženo, povrchové doly byly uzavřeny a počet demolice klesl. Důležitou kapitolou byly v historii Lužice v rozsáhlé demolice. Demolice, přemístění a stěhování patří mezi nejzávažnější vedlejší efekty těžby hnědého uhlí. Od roku 1924 muselo hnědouhelné těžbě ustoupit celkem 137 měst. Bylo přestěhováno více než 25 000 lidí. K největšímu počtu demolice, přemístění a stěhování došlo v Lužici v období NDR. Rozsah a důsledky byly z velké části zatajovány. Po politickém převratu v roce 1989 vzrostl veřejný zájem o území hnědouhelných dolů, jejich rozšiřování a demolice měst a jejich minulost i současný stav rekultivací (Archiv verschwundener Orte, 2020).

Těžební práce probíhají směrem k Rohne, Mulkwitz a Mühlrose. Přibližně v roce 2030 je plánováno úplné vysídlení těchto míst a vytěžení. Je požadováno, aby tato místa zmizela z mapy. Rozšiřováním povrchového dolu Nochten bylo zničeno několik přírodních rezervací Eichberg, Hermannsdorfer Moor, Alteicher Moor a Große Jeseritzen. V současnosti je rozšiřováním dolu Nochten nenávratně zničen prales Weißwasser. Plány pro post-těžební krajinu po těžbě v oblasti Mühlrose nejsou dosud známy. V části dolu dnes probíhají rekultivační práce. V předchozím plánu po těžbě hnědého uhlí bylo plánováno jezero o rozloze 3 000 ha, které by bylo zaplaveno okolo roku 2080. Geologické podmínky v této oblasti však zjevně nejsou vhodné pro stavbu takového obrovského jezera, jak to navrhuje plánovací dokumenty s odkazem na okyselování na několika místech. Je to jeden z hlavních důvodů, proč je v mém předloženém vlastním rekultivačním plánu počítáno s rozlohou pouze 3,1 km². Aktuálně je povrchový důl Nochten hlavní příčinou vysokého znečištění řeky Spree síranem. Tento problém ovlivňuje především zásobování obyvatel pitnou vodou ve

vzdáleném Frankfurtu nad Odrou, a dokonce Berlíně, protože voda je získávána filtrováním z břehů řeky (Grüne liga, 2019).

Z důvodu rozšiřování povrchového dolu Nochten byly vysídleny obydlené oblasti Tzschelln, Mühlrose a Nochten. Demolice Tzschellnu proběhla v roce 1979. Oficiální počet přesídlenců byl vyčíslen na 195 lidí. Částečná demolice Mühlrose proběhla v roce 1972. Oficiálně postihla 90 obyvatel. V roce 1990 proběhla částečná demolice Nochten. Oficiálně tato částečná demolice postihla 37 rodin. V úseku Nochten-Weißwasser byla kolem východní části těžební oblasti vybudována náhradní cesta, dnešní B 156 (Regionaler Planungsverband, 2019). Mé výsledky potvrzují neustálé rozšiřování těžby v dolu Nochten.

Vytěžené hnědé uhlí je dodáváno do přilehlé elektrárny Boxberg. V současné době okolí dolu Nochten nenabízí mnoho možností pro rozvoj turistiky. Park bludných balvanů je sice velmi zajímavý, ale do oblasti nárůst turistického ruchu nepřinese. Nejsou zde vybudovány ani cyklostezky, ani trasy pro inline brusle. Zajímavé je porovnat rozvoj tohoto území s ostatními oblastmi v Lužici nebo s rekultivacemi v Česku například jezerem Milada. Z osobního rozhovoru s bývalým ředitelem Palivového kombinátu Ústí nad Labem vyšla najevo zajímavá skutečnost (Petr Lenc, ústní sdělení, 05.12.2020). V současné době je vysoká rozpracovanost různých rekultivačních plánů v severních Čechách. S německou stranou dochází k výměně zkušeností z různých typů realizovaných rekultivací. Zásadní rozdíl je ve schopnosti získat finanční prostředky na realizaci rekultivačních plánů. Německo je na rozdíl od České republiky úspěšnější. Německá strana dovede lépe využívat čerpání z různých evropských fondů. Akční plány v Česku jsou vždy rozděleny podle 7 tematických pilířů Strategického rámce hospodářské restrukturalizace. Program RE:START představuje otevřený a veřejně diskutovaný proces restrukturalizace všech dotčených krajů se zapojením stovek aktérů. Je řízen z úrovně vlády a podléhá pravidelnému vyhodnocování a aktualizaci pružně reagující na socioekonomický vývoj v dotčených krajích. V každém pilíři jsou opatření členěna podle strategických cílů, k nimž přispívají. Některá opatření mohou přispívat k více strategickým cílům či výjimečně také ke strategickým cílům více pilířů. V letech 2019 – 2030 budou uskutečněna všechna navrhovaná opatření a v uvedeném rozsahu to představuje nárok na finanční prostředky v objemu 10 090 mil. Kč (restartregionu. cz, 2020).

Zajímavé porovnání historické vývoje území v daleko větším časovém rozsahu rozděleného na šest časových období 1845, 1954, 1976, 1988, 2010 a po roce 2050 bylo zpracováno na oblast Mostu v severních Čechách. V každém období byla

zpracována rastrová mapa, kde bylo klasifikováno využití území v jednotlivých časových obdobích. Největšího rozmachu dosáhla těžba v letech 1976 a 1988. První revitalizování započalo v roce 1988. Ekologicky cenných kategorií území může být v budoucnu využito díky plánovaným rekultivacím. Během let docházelo k spontánní transformaci a sukcesy. Rozvoj těžby hnědého uhlí byl dán rostoucí poptávkou po černém uhlí. (Hendrychova, 2016). Mé výsledky říkají, že v německé Lužici bylo dosaženo největšího rozmachu těžby v 70. letech. Liší se rekultivační plány a postup rekultivací. V roce 1973 byla v Senftenbergu provedena hydrická rekultivace hnědouhelného lomu.

Porovnání vývoje historického vývoje v oblasti Sokolovska bylo rozděleno na dvě části. Bylo analyzováno území zasažené těžbou a území krajiny neovlivněné těžbou. Zvýšení těžby je hlavně na úkor orné půdy a pastvin. To je pouze jeden z účinků povrchové těžební činnosti. Povrchová těžba obecně snižuje plochy lesů. Krajina prošla radikální transformací. Výskyt lesů celkově vzrostl jak v krajině postižené těžbou, tak v oblastech kde nebyly prováděny žádné těžební činnosti. Rekultivace lesů, která je prováděná po ukončení těžby činnosti, je klíčovým faktorem, kterým byl zajištěn rozvoj lesa v těžební krajině (Skaloš, 2015). Má studie potvrzuje, že v německé Lužici je území rekultivováno převážně hydrickou rekultivací a je snaha rozšířit oblast stávajících jezer.

Z průzkumu a vektorizace území vyplývá, že v historickém území z roku 1922 převládají v oblasti současného dolu Nochten lesy. Tyto lesy ustoupily těžbě. V rekultivačním plánu společnosti LMBW není plánováno uvést krajinu do původního historického stavu. V plánu je vodní plocha, lesy, louky. V současné době lze jen těžko území vrátit k původní krajině, jako byl prales Weißwasser a další chráněná území. Přes všechnu snahu německých rekultivátorů nelze škody způsobené těžbou v hnědouhelném lomu Nochten nahradit. Území lze přizpůsobit ochraně přírody, ale návrat k původní krajině není reálný. V Německu je současným trendem rekultivovat převážně formou hydrických rekultivací a rozšířit oblast Lužických jezer. Z vyjádření Grüne Liga však vyplývá, že oblast dolu Nochten není příliš vhodná pro velké vodní plochy.

Zájmové území v oblasti dolu Nochten má po skončení těžby obrovský potenciál k dalšímu rozvoji v turistickém ruchu. Dnes je oblast uzavřena pro veřejnost. Postupně probíhají rekultivační práce a návrat k původní krajině. Nevýhodou se momentálně může zdát, že se z prostoru nestane jedna velká vodní plocha. Časem se ukáže, jestli by takto provedená rekultivace byla správnou volbou. Jsem

přesvědčen o tom, že by právě kombinace vodních ploch s dalšími typy rekultivací měla obrovský potenciál pro rozvoj turismu, který by byl podpořen vybudováním parkoviště s dostatečně velkou kapacitou jak pro osobní, tak pro obytné vozy. Pro něž je nutno počítat s možností elektrického připojení.

Tento rekultivační plán byl porovnán s plánem společnosti LMBW, v němž po zhodnocení plánu došlo k úpravě. V německém návrhu je vodní plocha umístěna na jiném místě a je zde navržena pouze jedna pláž. Celá koncepce je zaměřena spíše pro vodní aktivity bez dalších doplňujících aktivit a možností kulturního využití. Rozdílem v návrzích je umístění biotopu v německém návrhu, který by se nehodil do mnou navrhované koncepce. Ve vlastním plánu navrhuji biotopy nahradit mokřady a mokřadními křovinami, které jsou vhodnější pro tuto oblast. V této post-těžební krajině dolu Nochten je náročné budovat velké jezero z důvodu geologických podmínek. Mohlo by dojít k okyselení na několika místech. Snahou mnou vytvořeného návrhu je dosáhnout větší universálnosti využívání rekultivované oblasti s podporou ochrany přírody, maximalizace zelených ploch a zároveň využití oblasti pro širokou veřejnost všech věkových kategorií.

7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zmapovat aktuální stav rekultivačních prací německé Lužice, zpracovat vlastní návrh a porovnat ho s rekultivačními plány v oblasti hnědouhelného dolu Nochten. První část bakalářské práce je věnována popisu území německé Lužice a zajímavým příkladům rekultivací v této oblasti. Druhá část je věnována zájmové oblasti dolu Nochten. Byl posouzen a zhodnocen návrh rekultivačního plánu společnosti LMBW a na základě toho byl vytvořen vlastní rekultivační plán pro tuto oblast a zpracovány mapové výstupy z hlediska historického vývoje krajiny. Na tomto základě bylo vypracováno zhodnocení celkové situace, analýza a doporučení.

Důležitým poznatkem z literární rešerše je, že rekultivační plány jsou jak v Německu, tak i v České republice povinně zpracovávány na základě horních zákonů platných v jednotlivých zemích. Bez rekultivačních plánů nelze začít těžit. Musejí být součástí řízení o povolení těžby a otevření dolu. Jedná se o velmi důležitou podmínku pro zachování budoucích životních podmínek těžbou dotčených obyvatel. Zákon hned v úvodu definuje způsob financování budoucích rekultivací a nutí těžební společnosti k tvorbě dostatečně velké finanční rezervy pro zpětné zrekultivování vytěžené lokality.

Výsledkem práce je mapový a grafový výstup, v němž je porovnán vzhled krajiny v jednotlivých letech jejích proměn a vlastní návrh rekultivace. Z mapových výstupů od roku 1922 až po současnost je zřejmý vliv těžby hnědého uhlí na krajinu, její změny a proměny od krajiny plné luk, lesů a polí až ke krajině těžební, téměř bez života. V jednotlivých letech je vidět postup důlní činnosti v této oblasti.

V rekultivačním návrhu společnosti LMBW je počítáno spíše s využitím oblasti pro užší okruh návštěvníků. Je uzpůsoben pro milovníky vodních sportů. Výsledkem mého rekultivačního návrhu je jedinečné komplexní řešení s důrazem na podporu a ochranu přírody a zároveň využití celého prostoru dané lokality pro zajištění stálé návštěvnosti širokou veřejností (od maminek s kočárky, přes teenagery, až po seniory) v co nejvyšší možné míře a s potenciálem přínosu ekonomického růstu. Návrh společnosti LMBW je víceméně kopií rekultivace ostatních Lužických jezer. Mnou předložený návrh je inovativní v tom, že prostor nebude využit pouze s jednostranným zaměřením. Nejedná se pouze o hydrickou rekultivaci, ale jde o komplexní řešení rekultivace důlního prostoru. V návrhu je prostor pro ochranu přírody s ohledem na ekonomický rozvoj této oblasti.

8. POUŽITÉ ZDROJE

1. Archiv Verschundene Orte ©2020: Verschundene Orte (online) [cit.2020.01.12.], dostupné z <<http://www.archivverschundeneorte.de>>.
2. Biotürme Lauchhammer, ©2020: Biotürme Lauchhammer (online) [cit.2020.01.06], dostupné z <<http://www.biotuerme.de/>>.
3. Čermák, P. (et al.), 2002: Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru: (metodika pro praxi). Agentura Bonus, Hrdějovice, 93 s. ISBN 80-902690-5-2.
4. Dekra-Lausitzring, ©2020: Lausitzring (online) [cit.2020.01.15], dostupné z <<https://www.dekra-lausitzring.de/>>.
5. F60, ©2020: F60 (online) [cit.2020.01.05], dostupné z <<https://www.f60.de/>>.
6. Findlingspark, ©2020: Findlingspark Nochten (online) [cit.2020.01.05], dostupné z <<https://www.findlingspark-nochten.de/index.php/cs/>>.
7. Grauert, W., 1992: Eine Liquidation (nicht nur) der DDR ante mortem: Zu Volker Brauns Prosatext *Bodenloser Satz*. The Germanic Review, München

8. Gremlica, T. (et al.), 2011: Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin. Ústav pro ekopolitiku o. p. s., Praha
9. Grüne Liga, ©2019: Der geplante Tagebau Nochten – Sonderfeld (online) [cit.2019.11.26], dostupné z <<https://www.kein-tagebau.de>>.
10. Hendrychova, M. (et al.), 2016: An Analysis of 200-year-long changes in a landscape affected by large-scale surface coal mining: History, present and future, Applied Geography
11. Hornické listy, 2019: Transformace německé konvenční energetiky a tím i hnědouhelného průmyslu (online) [cit.2019.11.25.], dostupné z <<https://www.hornicke-listy.cz/aktuality/transformace-nemecke-konvencni-energetiky-a-tim-i-hnedouhelneho-prumyslu.aspx>>.
12. IBA terrassen, ©2020: Besucherzentrum Lausitzer Seenland (online) [cit.2020.01.05], dostupné z <<https://www.iba-terrassen.de/>>.
13. Christine, H., 2009: Die Tagebauplanungen und ihre Auswirkungen auf die Naturschönheiten der Region (online) [cit. 2020.02.03], dostupné z <<https://www.bund-brandenburg.de/service/publikationen/detail/publication/bedrohte-lausitz/>>.
14. Kašpar, J. (et al.), 2003: Rekultivace a voda. In Hornická Příbram ve vědě a technice, Most, 16 s.
15. Kašpar J. et Mesková L., 2003: Rekultivace a voda (online) [citace 2019.12.11], dostupné z <https://slon.diamo.cz/hpvt/2003/sekce_z/PZ11%20P.htm>.
16. Kryl, V. (et al.), 1997: Povrchové dobývání ložisek. VŠB Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 282 s. ISBN 80-7078-396-6
17. Kryl, V. (et al.), 2002: Zahlazení hornické činnosti a rekultivace. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava, 79s. ISBN 80-248-0111-6.
18. Lausitzerseeland, ©2019: Lausitzerseeland (online) [cit.2019.11.28], dostupné z <<https://www.lausitzerseenland.de>>.
19. Lausitzer Seenland, ©2020: Lausitzer-seenland-resort (online) [cit.2020.01.06], dostupné z <<http://www.lausitzer-seenland-resort.de/resort/>>.
20. Leuchtturm, ©2020: Der Leuchtturm komplex (online) [cit.2020.01.06], dostupné z <<https://www.leuchtturm-lausitz.de/uebernachten/der-leuchtturm-komplex.html>>.
21. LMBV, ©2019: Bergbauliche Grundsanie rung (online) [cit. 2019.09.11], dostupné z <<https://www.lmbv.de/index.php/grundsanie rung.html>>.

22. Lužice, ©2019: Poznáváme Lužici (online) [cit.2020.10.23.], dostupné z <<http://poznavani.luzice.cz/home/index.dot>>.
23. Mulková M. et Popelková R., 2010: Detekce změn krajiny ovlivněné hlubinnou těžbou uhlí na základě leteckých snímků (online) [citace 2019.10.11], dostupné z <<http://konference.osu.cz/cgsostrava2010.pdf>>.
24. Neužil, M., 1998: Vliv těžby uranové rudy na životní prostředí (online) [citace 2020.01.12], dostupné z <<https://www.mzp.cz/web/edice.html>>.
25. Neužil M., 2001: Vliv hlubinné těžby černého uhlí na životní prostředí. Zpravodaj EIA VI/ 3, S. 5-9.
26. Ochrana přírody, 2008: Jizerské hory (online) [cit. 2020.03.11], dostupné z <<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/jizerske-hory/>>.
27. OKD, 2010: Vracíme život krajině. OKD a.s., Ostrava
28. OKD, ©2019: Kdo platí rekultivace? (online) [cit. 2019.12.10.], dostupné z <<https://www.okd.cz/cs/zivotni-prostredi/rekultivace/kdo-plati-rekultivace>>
29. Pietzsch, K., 1963: Geologie von Sachsen: (Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig), VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, unveränderte Aufl., Berlin, 870 s.
30. Racingcircuits, ©2019: Racingcircuits Lausitzring (online) [cit.2019.12.05], dostupné z <<https://www.racingcircuits.info/europe/germany/lausitzring.html>>.
31. Regionaler Planungsverband, ©2019: Geschichte des Tagebaus Nochten (online) [cit.2020.02.20], dostupné z <<https://www.rpv-oberlausitz-.de>>.
32. RE:START, ©2020: Proměna hospodářské struktury (online) [cit.2020.03.18.], dostupné z <<https://restartregionu.cz/strategie-a-cile/>>.
33. Richter, M., 2012: Úvod do průmyslových technologií. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 25s.
34. Richter, M., 2012: Úvod do průmyslových technologií. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 27s.
35. Rodionov, A. (et al.), 2012: Impacts of Soil Additives on Crop Yield and C-Sequestration in Post Mine Substrates of Lusatia, Germany. German Research Centre for Geosciences GFZ, Potsdam, 345 s.
36. Řehounek, J., (et al.), 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice, 10 s., ISBN 978-80-87267-09-7
37. Sachsen.de, ©2019: Entrichtung von Feldes- und Förderabgaben (online) [cit. 2019.12.28], dostupné z <<https://www.bergbau.sachsen.de/8207.html>>.

38. Sächsisches Landesamt für Umwelt, ©2019: Landwirtschaft und Geologie (online) [cit.2019.11.15.], dostupné z<<https://www.naturschutzstation-osterzgebirge.de>>.
39. Schlensted, J. (et al.), 2009: Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften. LMBV, Senftenberg.
40. Schulz, S. (et al.), 2018: Budoucnost hnědouhelných regionů v Evropě. Heinrich-Böll-Stiftung e.V. a Deutsche Umwelthilfe ve spolupráci s E3G a Glopolis, Praha, ISBN 978-80-88289-02-9.
41. Schultze, M., 2004: Flusswasserentleerung als restaurierungs- und bewirtschaftungsstrategie für bergbauseen. UFZ-Umweltforschungszentrum, Leipzig
42. Skaloš, J. (et al.), 2016: What are the transitions of woodlands 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
43. Štýs, S. (et al.), 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, Praha
44. Štýs, S., 1990: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů. SNTL, Praha, 186 s. ISBN 80-85087-10-3.
45. Štýs, S., 1997: Rekultivace. Mostecká uhelná společnost a.s., Most, 63 s.
46. Štýs, S., 2013: Hydrologické rekultivace jako subsystém rekultivační transformace krajiny. ENKI, Třeboň, 157-161s., ISBN 978-80-260-4172-6.
47. Ust'ak S. (et al.), 2008: Pěstování a využití komonice bílé při biologické rekultivace důlních výsypek. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 4s. ISBN 978-80-87011-73-7
48. Vocásek, P., 2011: Odvodňování na Dolech Bílina. Hornické listy 19/2. S. 16-17.
49. Volný, S., 1985: Deteriorizace a rekultivace krajiny. Vysoká škola zemědělská, Brno.
50. Windpark Klettwitz, ©2020: Windpark Klettwitz (online) [cit.2020.01.06], dostupné z < <https://www.enercity.de/windenergie/projektentwicklung/windpark-html>>.

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Lausitzring (Racingcircuits, 2019).....	14
Obrázek 2: F60 - ležící Eiffelova věž (F60, 2020).....	15
Obrázek 3: Findlingspark Nochten (Findlingspark, 2020).....	15
Obrázek 4: IBA terasy (IBA terrassen, 2020).	16
Obrázek 5: Maják u Geierwalder See (Leuchtturm, 2020).	17
Obrázek 6: Bio věže Lauchhammer (Biotuerme, 2020).....	18
Obrázek 7: Lausitzer Seenland (Seenland, 2020).	18

Obrázek 8: Poloha Lausitzer Seenland (Seenland, 2020).	19
Obrázek 9: Větrný park Klettwitz (Gemeinde-schippkau, 2020).	19
Obrázek 10: Horní Lužice (Mapy.cz, 2020).	24
Obrázek 11: Dolní Lužice (Mapy.cz, 2020).	25
Obrázek 12: Lausitzer Seenland (LMBW, 2019).....	25
Obrázek 13: Aktivní doly v Lužici (Bündnis 90 die Grünen, 2019).	26
Obrázek 14: Vyznačená studijní oblast dolu Nochten na ortofotomapě (Lenc, 2020).	27
Obrázek 15: Lausitzer Seenland (Dreams on wheels, 2019).....	27
Obrázek 16: Podzol (Soil Science Society of Belgium, 2019).	30
Obrázek 17: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v letech 1922-1945 na studijní lokalitě (Lenc,2020).....	34
Obrázek 18: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v letech 1922-1945 na studijní lokalitě v km ² (Lenc, 2020).....	34
Obrázek 19: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v letech 1922-1945 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).....	35
Obrázek 20: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v letech 1976-1989 na studijní lokalitě (Lenc,2020).....	36
Obrázek 21: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v letech 1976-1989 na studijní lokalitě v km ² (Lenc, 2020).....	36
Obrázek 22: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v letech 1976-1989 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).....	37
Obrázek 23: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v letech 1990-1996 na studijní lokalitě (Lenc,2020).....	37
Obrázek 24: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v letech 1990-1996 na studijní lokalitě v km ² (Lenc, 2020).....	38
Obrázek 25: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v letech 1990-1996 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).....	38
Obrázek 26: Mapový výstup mozaiky jednotlivých land-use v roce 2015 na studijní lokalitě (Lenc,2020).....	39
Obrázek 27: Celkové rozlohy jednotlivých land-use v roce 2015 na studijní lokalitě v km ² (Lenc, 2020).	39
Obrázek 28: Celkové počty polygonů jednotlivých land-use v roce 2015 na studijní lokalitě (Lenc, 2020).	40
Obrázek 29: Mapový výstup mozaiky vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě (Lenc, 2020).....	41
Obrázek 30: Detailní mapový výstup mozaiky vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě (Lenc, 2020).....	42
Obrázek 31: Celkové rozlohy vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě v km ² (Lenc, 2020).....	42
Obrázek 32: Celkové počty polygonů vlastního návrhu rekultivačního plánu jednotlivých land-use na studijní lokalitě (Lenc, 2020).....	43
Obrázek 33: Rekultivační plán společnosti LMBW a rozložení jednotlivých land-use na studijní lokalitě (LMBW, 2020).....	44
Obrázek 34: Změny v rozlohách jednotlivých land-use během let 1922 – 2020 (Lenc, 2020).....	44

Obrázek 35: Důl Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).	56
Obrázek 36: Lužická těžební krajina z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).	56
Obrázek 37: Důl Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).	57
Obrázek 38: Důl Nochten a elektrárna Boxberg - vlastní foto (Lenc, 2019).	57
Obrázek 39: Důl Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).	58
Obrázek 40: Důl Nochten. V pozadí elektrárna Boxberg- vlastní foto (Lenc, 2019).	59
Obrázek 41: Lužická krajina v okolí okresního města Weißwasser - vlastní foto (Lenc, 2019).	59
Obrázek 42: Findlingspark Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).	59
Obrázek 43: Elektrárna Boxberg - vlastní foto (Lenc, 2019).	60
Obrázek 44: Důl Welzow Süd - vlastní foto (Lenc, 2019).	60
Obrázek 45: Důl Welzow Süd - vlastní foto (Lenc, 2019).	61
Obrázek 46: Důl Welzow Süd - vlastní foto (Lenc, 2019).	61
Obrázek 47: Uzavřená oblast po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	62
Obrázek 48: Uzavřená oblast po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	62
Obrázek 49: Sedlitz - hydrická rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	63
Obrázek 50: Sedlitz - příprava břehů hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	63
Obrázek 51: Sedlitz - hydrická rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	64
Obrázek 52: Parwitzer See - hydrická rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	64
Obrázek 53: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	65
Obrázek 54: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	65
Obrázek 55: Greifenhain/Gräbendorf - příprava břehů hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	66
Obrázek 56: Greifenhain/Gräbendorf - příprava břehů hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	66
Obrázek 57: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	67
Obrázek 58: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydrické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).	67
Obrázek 59: Landmarke Lausitzer Seenland - výhled z rozhledny na lužická jezera - vlastní foto (Lenc, 2019).	68
Obrázek 60: Sornoer Kanal - Vodní kanál propojující jezera u rozhledny Landmarke - vlastní foto (Lenc, 2019).	68
Obrázek 61: Lužická krajina u kanálu Sornoer - vlastní foto (Lenc, 2019).	69
Obrázek 62: Lužická krajina v okolí Landmarke Lausitzer Seenland - vlastní foto (Lenc, 2019).	69
Obrázek 63: Hnědouhelný důl Nochten z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).	70
Obrázek 64: Okruh Lausitzring z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).	70
Obrázek 65: Lužická krajina z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).	71
Obrázek 66: Lužická krajina z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).	71

10. PŘÍLOHY



Obrázek 35: Důl Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 36: Lužická těžební krajina z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).



Obrázek 37: Důl Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 38: Důl Nochten a elektrárna Boxberg - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 39: Důl Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 40: Důl Nochten. V pozadí elektrárna Boxberg- vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 41: Lužická krajina v okolí okresního města Weißwasser - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 42: Findlingspark Nochten - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 43: Elektrárna Boxberg - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 44: Důl Welzow Süd - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 45: Důl Welzow Süd - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 46: Důl Welzow Süd - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 47: Uzavřená oblast po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 48: Uzavřená oblast po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 49: Sedlitz - hydriická rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 50: Sedlitz - příprava břehů hydriické rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 51: Sedlitz - hydriká rekvitace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 52: Parwitzer See - hydriká rekvitace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 53: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydričké rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 54: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydričké rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 55: Greifenhain/Gräbendorf - příprava břehů hydričké rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 56: Greifenhain/Gräbendorf - příprava břehů hydričké rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 57: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydričké rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 58: Greifenhain/Gräbendorf - příprava hydričké rekultivace po ukončení těžby - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 59: Landmarke Lausitzer Seenland - výhled z rozhledny na lužická jezera - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 60: Sornoe Kanal - Vodní kanál propojující jezera u rozhledny Landmarke - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 61: Lužická krajina u kanálu Somoer - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 62: Lužická krajina v okolí Landmarke Lausitzer Seenland - vlastní foto (Lenc, 2019).



Obrázek 63: Hnědouhelný důl Nochten z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).



Obrázek 64: Okruh Lausitzring z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).



Obrázek 65: Lužická krajina z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).



Obrázek 66: Lužická krajina z leteckého pohledu (Hendrychová, 2019).