ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Hydrická rekultivace krajiny postižené těžbou

Bakalářská práce

Autorka práce: Helena Pernerová

Vedoucí práce: Ing. Petra Sychová, Ph. D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její dílčí části nebyly použity k získání jiného akademického titulu.

V Teplicích 30. 3. 2019 ……..

Helena Pernerová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomohli se vznikem této práce, především paní Ing. Petře Sychové, Ph. D., vedoucí bakalářské práce, za věnovaný čas a ochotu, se kterou se této role ujala. Velice si vážím jejích cenných rad a připomínek, bez kterých bych se při psaní této práce neobešla. Dále děkuji svým blízkým za podporu, které se mi dostávalo po celou dobu mého studia.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Helena Pernerová

Územní technická a správní služba

Název práce

Hydrická rekultivace krajiny ovlivněné těžbou

Název anglicky

Hydric reclamation of an area affected by mining

Cíle práce

Předmětem práce je charakteristika způsobů obnovy krajiny narušené těžbou nerostných surovin v obecném měřítku. Pozornost je věnována vlivu těžby na okolní krajinu, na vodní režim území a na možnosti rekultivace dotčeného území s ohledem na jeho budoucí využití.
Konkrétním cílem předložené práce je popis vybraných příkladů hydrických rekultivací v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve. Dílčím cílem pak je specifikace problematiky hydrické rekultivace jezera Most, především s ohledem na zajištění dostatečného zdroje a odpovídající kvality vody.

Metodika

- literární rešerše odborné literatury,
- výběr vhodných příkladů hydrických rekultivací v zájmovém území,
- vyhodnocení náročnosti procesu hydrické rekultivace,
- zhodnocení zjištěných informací.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

hydrická rekultivace, těžba uhlí, obnova území, severočeský region

---

Doporučené zdroje informací

Gremlica T., Vrabec V., Cílek V., Zavadil V., Lepšová A., Volf O., 2013: Industriální krajina a její přirozená obnova: Právní východiska a rekultivační metodika oblastí narušených těžbou. Praha: Novela bohemica, 110 s.

Kutílek M., 1978: Vodohospodářská pedologie. Praha: Nakladatelství technické literatury, 296 s.

Pešek J., Sivek M., 2012: Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky. Praha: Česká geologická služba, 199 s.

Říhová Ambrožová J., Ivanovová P., 2013: Hydrická rekultivace na Mostecku. Vodní hospodářství 4, s. 102-106.

Štýs S., Helešicová L., 1992: Proměny měsíční krajiny. Praha: Bílý slon, 256 s.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2019

Abstrakt

V severočeském regionu dochází v současné době k postupnému dotěžování hnědouhelných lomů a k jejich postupnému uzavírání. Krajina, která zůstává po skončení těžby, je zničena, a proto je nezbytné ji rekultivovat. Jedním ze způsobů je vodohospodářská rekultivace, která spočívá v zatopení jámy bývalého lomu vodou. Plánovaný a realizovaný postup rekultivace v Podkrušnohoří spočívá tudíž ve vytváření umělých jezer určených převážně k rekreačnímu využití. Rekultivace představuje významný pozitivní zásah do této krajiny. Vodohospodářská rekultivace se již nyní projevuje ve změně mikroklimatu, ekosystému a i v kvalitě ovzduší v regionu severních Čech.

Klíčová slova: vodohospodářská rekultivace, těžba uhlí, obnova území, severočeský region

Abstract

In the North Bohemia region, the production of the brown coal has been gradually running out and the lignite quarries have been progressively closing. The landscape, which remains after extraction, is left destroyed and it is therefore necessary to reclaim it. One way is hydric recultivation based on flooding the former quarry with water. The intendet rehabilitation process in the Ore Mountain foothills consists of the creation of artificial lakes intended mainly for recreational use. Recultivation is a positive intervention to the landscape. Hydric recultivation has already had an impact on the microclimate, the ecosystem and the air quality in the North Bohemia region.

Key words: hydric recultivation, coal mining, countryside regeneration, north Bohemia region

Obsah

1. Úvod 1

1.1. Cíl práce 3

2. Těžba nerostných surovin v ČR a její vliv na krajinu 4

3. Pojem rekultivace, její druhy a rozdělení 7

4. Hydrická rekultivace 12

5. Vybrané příklady hydrických rekultivací ve sledovaném území – Ústecký region 14

5.1. Popis území 14

5.2. Historie těžby a první rekultivace ve spojení s nejstaršími právními předpisy 15

5.3. Poválečná legislativa spojená s rekultivací 17

5.4. Současná právní úprava týkající se těžby nerostných surovin a následné rekultivace krajiny 17

5.5. Současné hydrické rekultivace regionu 20

5.5.1 Jezero Barbora 21

5.5.2 Jezero Milada 22

5.5.3 Jezero Benedikt 23

5.5.4 Jezero Matylda 24

5.5.5 Jezero Most 25

6. Náročnost projektování, návrhy, problémy při realizaci hydrické rekultivace jezera Most 29

6.1. Problematika zdroje vody v jezeře 29

6.2. Problematika kvality vody v jezeře 29

6.3. Vliv jezera na místní mikroklima 31

6.4. Ekologický potenciál nového jezera 33

7. Plánovaná hydrická jezera v Podkrušnohoří 35

8. Diskuse, proměna regionu, zásobárna vody 38

9. Závěr 41
10. Zdroje – seznam literatury 42
10.1. Odborné publikace 42
10.2. Legislativní zdroje 44
10.3. Internetové zdroje 45
10.4. Ostatní zdroje 47
10.5. Obrázky, fotografie 47

1. Úvod

Těžba nerostných surovin je v dnešní době nepostradatelná součást našeho života, při které se získávají suroviny nezbytné pro fungování moderní společnosti. Při získávání těchto surovin se muselo zničit a nadále i ničí značné množství recentní půdy a cenných ekosystémů. Půda je přitom nenahraditelnou složkou životního prostředí, která má spoustu důležitých rolí. Je útočištěm pro řadu organismů, podílí se na globálním koloběhu látek, na zadržování vody a transformaci látek, pro lidstvo je důležitým zdrojem produkce potravin (Novák et al., 2010).

Povrchová těžba nerostných surovin po celém světě vyvíjí značné tlaky na půdu, vodu a biologické zdroje, čímž se zvyšuje i poptávka po udržitelném oživení postižených krajin. Tato těžba narušuje krajinu a ovlivňuje integritu prostředí, ekologické toky a funkce ekosystému. Vyvolává obavy o vodu, kvalitu ovzduší a půdy, často také o veřejné zdraví. Ozdravné činnosti po těžbě nerostných surovin by proto měly být integrovány s půdou a následná rekultivace či rehabilitace krajiny, by měla probíhat v závislosti na podmínkách dané lokality a regionálního procesu územního plánování, který bere v úvahu environmentální náklady a přínosy daného projektu obnovy území (Lima et al., 2016).

V Čechách má těžba nerostných surovin dlouhou a bohatou tradici, proto i nutnost eliminovat následky těžby se datuje již do poloviny 19. století. První rekultivace se prováděly jednoduchými metodami, vesměs jen vysazováním nenáročných dřevin přímo na dno vytěžených lomů. V 90. letech minulého století se staly populární vodohospodářské (hydrické) rekultivace, díky kterým vznikají velká několikasethektarová jezera ve vytěžených jámách, které v krajině zůstaly jako následek těžby hnědého uhlí.

V současnosti probíhá po celé České republice těžba nerostných surovin na více než pěti stovkách míst. K tomu je třeba připočíst několikanásobně více ložisek, na kterých byla těžba již v minulosti ukončena, a proto se obnova těžbou poškozené krajiny dostala do centra pozornosti na stovkách míst po celé České republice.

Slovo rekultivace, dříve téměř nepoužívané, se nyní častěji skloňuje nejenom v médiích, ale i v odborných časopisech, neboť často panují různé názory na to, jaký druh rekultivace zvolit pro dané vytěžené území.

V regionu severních Čech, Podkrušnohorské pánvi, je v současné době v provozu velké množství uhelných lomů. Mnohé z nich končí nebo brzy budou končit svou činnost. Zničenou krajinu je proto nezbytné rekultivovat. Jedním ze způsobů je právě již zmíněná hydrická - mokrá rekultivace, která spočívá v zatopení jámy bývalého povrchového lomu vodou. Například region Mostecko, který je nechvalně známý napříč celou Českou republikou především svým zdevastovaným územím po těžbě, se pomalu díky hydrickým rekultivacím mění v krásné prostředí.

K plošně nejrozsáhlejším územím v České republice, která jsou dotčena těžbou nerostných surovin, jsou oblasti povrchové těžby hnědého uhlí. Proto je v těchto místech nezbytná velkoplošná rekultivace půd a pozemků. Jedná se především o oba podkrušnohorské revíry, tedy o Severočeský hnědouhelný revír a Sokolovský revír. Ze zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), v platném znění (dále jen „horní zákon“), je zřejmé, že samy důlní společnosti jsou povinny provádět následnou rekultivaci území. V Severočeském revíru to jsou tedy akciové společnosti Severočeské doly se sídlem v Chomutově a Mostecká uhelná společnost se sídlem v Mostě a dále státní podnik Palivový kombinát Ústí; v Sokolovském revíru akciová společnost Sokolovská uhelná společnost. Tyto společnosti si pro zajišťování rekultivací vytvořily, buď vlastní odborné struktury, nebo si zajišťují na objednávku u specializovaných firem. Jednou z největších takových společností je akciová společnost Rekultivační výstavba Most.

Povinnost rekultivací se již traduje z minulého století, z doby Marie Terezie. Proto již na počátku století Báňský úřad v Mostě vykazoval nově zalesněné výsypky. Teprve však s rozvojem velkoplošného povrchového dobývání uhlí ve druhé polovině minulého století nabyly plošné rekultivace na významu. Postup rekultivační obnovy krajiny je pro každou těžební lokalitu zpracován rámcově až do jejího vyuhlení (ukončení báňské činnosti) s tím, že je průběžně aktualizován podle konkrétního postupu báňské činnosti (Voštová, Růžička, 2000).

V oblasti v Podkrušnohoří se jako nejvhodnější způsob rekultivace povrchových lomů jeví rekultivace hydrická. S tím souvisí zejména vznik nových vodních nádrží. Do budoucna se předpokládá, že hydrickou rekultivací projde celá řada dalších povrchových lomů, které mohou sloužit v budoucnu jako zásobárny pitné vody pro obyvatelstvo, rekreaci či ochrana před povodněmi (retenční nádrže).

1.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je charakteristika procesu rekultivace, její historické počátky, specifika vodohospodářské rekultivace ve vybrané lokalitě – Severozápadní Čechy. Cílem je taktéž popsat přínosy této rekultivace pro okolní krajinu a obyvatele žijící v blízkosti nově vzniklých jezer. Práce je zaměřena na charakteristiku současných nejvýznamnějších hydrických nádrží v Podkrušnohoří i nástin budoucích projektů spojených s vodohospodářskou rekultivací v této oblasti. Ve své práci přiblížím problémy, se kterými se potýkají projektanti vodohospodářských rekultivací, konkrétně u jezera Most. Při napouštění jmenovaného hydrického jezera se projektanti potýkali s několika problémy, které podrobněji popíši ve své práci. Součástí práce je i legislativní rámec vodohospodářských rekultivací a zákonných norem s ní souvisejících.

2. Těžba nerostných surovin v ČR a její vliv na krajinu

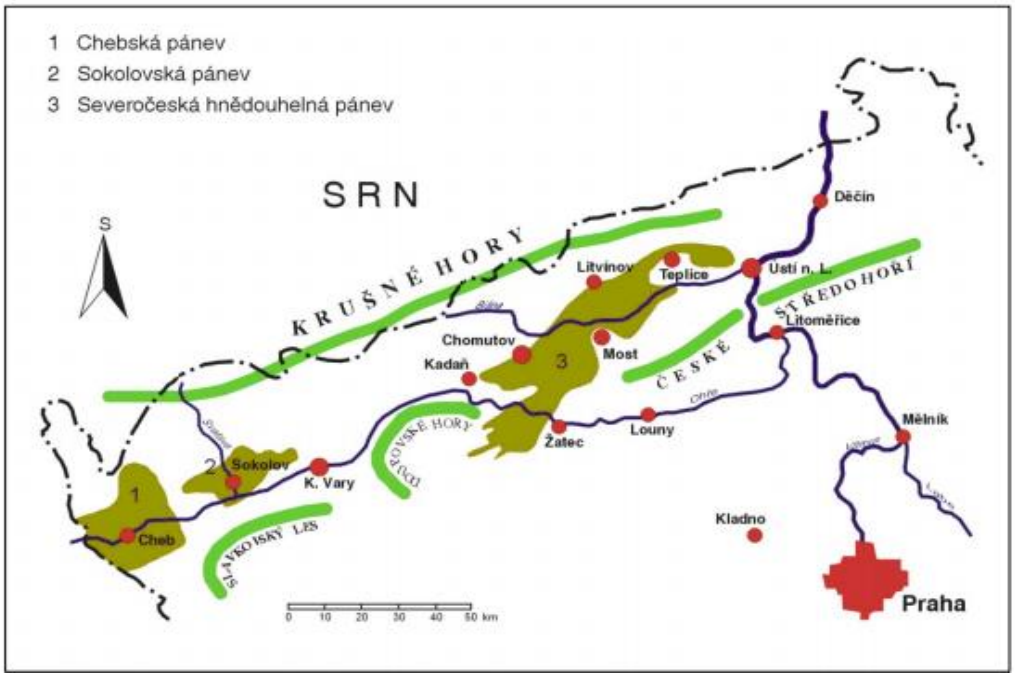
Naše republika patří k nejzatíženějším zemím v Evropě, pokud se jedná o povrchovou těžbu nerostných surovin. Z toho také plynou velké výměry výsypek v oblastech těžby. Rozsáhlá povrchová těžba štěrků a hlavně hnědého uhlí vedla k zásadnímu narušení odtokových poměrů, provázených erozí půd, erozními smyvy půdních částic, k projevům větrné eroze a narušení biodiverzity, v důsledku snížení počtu druhů rostlin a živočichů a četnosti jejich zastoupení v zemědělské krajině. Vlivem těžby dochází také ke zhoršení kvality ovzduší (vysokou prašností) a ke změnám celkové architektury krajiny (Vráblíková et al, 2008).

Kromě uhlí je z území Severočeské hnědouhelné pánve (SHP) známa řada dalších nerostných surovin (obr. 1). Nadložní jíly a jílovce je možné využívat jako cihlářskou surovinu. Z hlubšího podloží sloje jsou známa ložiska bentonitu. Zvětralé uhlí – oxyhumolit – bylo využíváno v barvířském průmyslu. V současné době se humáty používají i v dalších oborech. Velmi zajímavou surovinou jsou vypálené jíly – porcelanity, které se hodí jako podsypový materiál pro dočasné cesty a kolejiště v lomech. Těží se i kaolin a vápenec. Doprovodné suroviny se těží v povrchových dolech vesměs pouze příležitostně v obdobích, když je zaručen jejich odbyt. V severočeské hnědouhelné pánvi se vyskytuje řada lokalit s vývěry minerálních vod. Nejznámější z nich jsou nepochybně lázně Teplice v Čechách (Pešek, Sivek, 2012).

V případě těžby hnědého uhlí v Podkrušnohoří dochází k negativnímu zásahu do oběhu podzemních vod. V zásadě nezáleží na tom, zda se jedná o hlubinný nebo povrchový způsob dobývání uhlí. V půdní vrstvě se vytvářejí tři zóny. V I. zóně je zvodnělý horizont, resp. vrstva, v níž se vyskytuje podzemní voda. Nad hladinou podzemní vody je II. zóna s kapilárním pásmem. Ve III. zóně se objevuje zavěšená voda (Rode, 1956). Báňská činnost se projevuje převážně zásahy do zvodněného horninového prostředí, které mají za následek snížení hladiny podzemní vody, vydatnosti zdrojů a i případně zhoršení jakosti vody. Kromě toho při těžbě nerostných surovin vznikají různé antropogenní tvary neboli nové tvary krajiny, vznikající jako následek lidské činnosti, kterými se na zemském povrchu mění podmínky pro infiltraci vody do půdy.

Ložiska nerostných surovin se většinou nachází pod úrovní hladiny podzemní vody, proto se musí tato voda odstranit čerpáním a odváděním mimo prostor těžby. Důsledkem této činnosti je skutečnost, že v Podkrušnohoří došlo k umělému snížení hladiny podzemní vody. Z dolů a lomů v Severočeském hnědouhelném revíru bylo v minulosti nutno za rok odčerpat více než 30 mil. m³ důlních vod (Kříž, 1983).

Báňskou činností se změní i celkové hydrogeologické poměry, zejména tím, že se zvětšuje objem volných prostorů ve vrstvách hornin, kde se těžilo a tím i množství proudící podzemní vody a její původní směr pohybu. Ke změnám dochází i z hlediska infiltrace vody z povrchu, neboť svrchní krycí vrstvy jsou díky těžbě úplně odstraněny, anebo jsou různě rozrušeny. Těžba nerostných surovin má za následek taktéž změnu reliéfu, příkladem ve sledovaném území Severozápadních Čech jsou to rozlehlé plošné výsypky (Kříž, 1983).

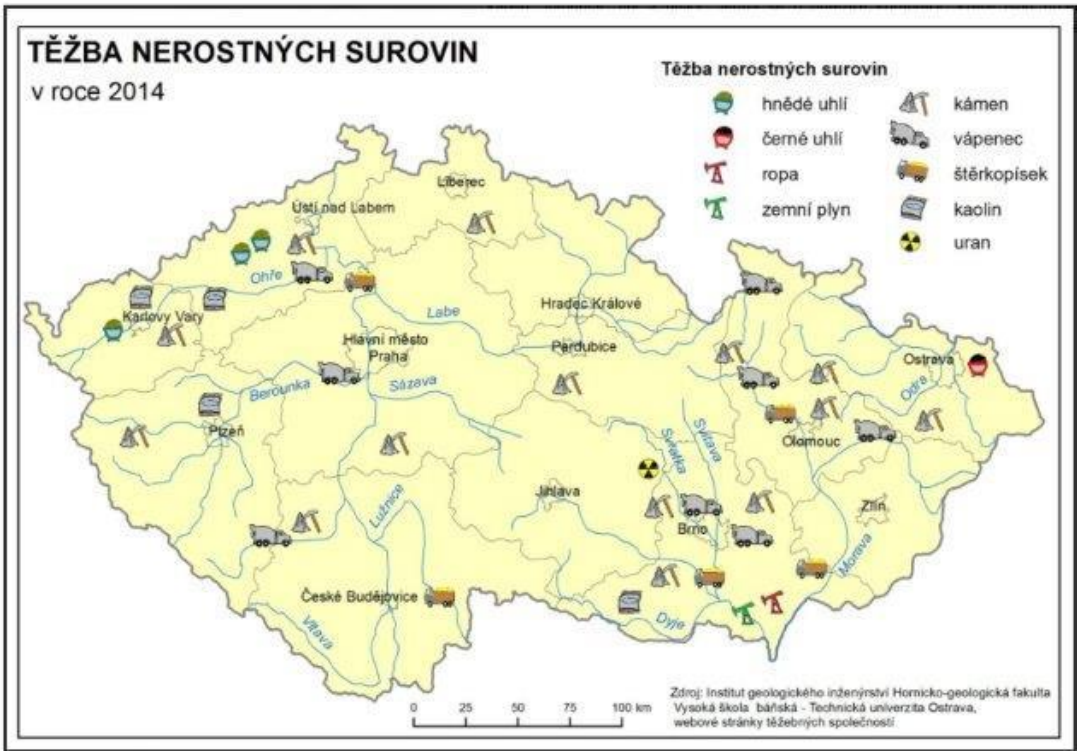


Obrázek 1: Situování podkrušnohorských hnědouhelných pánví (Šafářová, Chytka, 2009)

Důlní organizace, které těžbu nerostných surovin provádějí, vypracovávají plány otvírky, přípravy a dobývaní ložisek. Jejich součástí je vyčíslení předpokládaných nákladů na vypořádání důlních škod vzniklých v souvislosti s plánovanou činností a na sanaci a rekultivaci dotčených pozemků včetně návrhu na výši a způsob

vytvoření potřebné finanční rezervy. Podrobnosti o plánech otvírky, přípravy a dobývání výhradních ložisek (obr. 2) a o plánech zajištění a likvidace hlavních důlních děl a lomů stanovuje Český báňský úřad obecně závazným předpisem (zákon č. 44/1988 Sb., a zákon č. 61/1988 Sb.).

Těžba nerostných surovin prochází několika etapami. Tou první je etapa přípravná, která zahrnuje období otvírky a přípravy těžby, projekční činnost a koncepce, průzkum hornin a zemin. Následující etapou je důlně – technická fáze, ta zahrnuje období těžby, odkliz zemin a zakládání výsypek (Vráblíková, 2010). Poslední etapou je etapa ekotechnická, která následuje po ukončení těžby. Jejími fázemi a rozdělením se budu zabývat dále ve své práci.



Obrázek 2: Těžba nerostných surovin v roce 2014 (Hájková, Svobodová, 2017)

3. Pojem rekultivace, její druhy a rozdělení

Rekultivace je souhrn zásahů, které mají zahladit nežádoucí antropogenní zásahy do krajiny. Nejčastěji je předmětem rekultivace území postižené těžbou nerostných surovin. Jsou to např. zbytkové jámy po povrchové těžbě uhlí, výsypky, vytěžené pískovny, kamenolomy, pinky. Je to aktivní obnova a tvorba půdního fondu v oblasti devastované průmyslovou činností. Obecně lze říci, že se jedná o soubor sanačních a rekultivačních prací, které respektují technickou i biologickou podstatu oblasti. Výsledkem rekultivace pak jsou nová pole a lesy, rekreační zázemí jako jsou např. parky, golfová hřiště, a v neposlední řadě nová lomová jezera (Říhová Ambrožová, Ivanovová, 2013).

Nejvýznamnější požadavky rekultivace:

- ekologická vyváženost krajiny
- ekonomická efektivnost krajiny (schopnost do určité míry uživit lidi)
- zdravotní požadavek (u vodohospodářských rekultivací vytváření vhodných makroklimatických a bioklimatických poměrů)
- kvalita rekultivovaných půd (zastoupení bakterií, hub a dalších mikroorganismů, na kterých je závislý koloběh látek a energie)
- požadavek estetický.

Proto, aby rekultivovaná krajina splňovala všechny tyto výše uvedené požadavky, existují plány obnovy krajiny, tzn. prognóza a generel rekultivací. První a úplný generel rekultivací byl zpracován v letech 1958-59 v koncernu severočeských hnědouhelných dolů (SHD). Tento generel byl několikrát upravován a obsahoval výhled až do roku 1980. V úpravách se projevilo navýšení podílu zemědělských a vodohospodářských rekultivací, oproti rekultivacím lesnickým (Štýs, Helešicová, 1992).

Dělení rekultivací se provádí podle několika různých hledisek. Základní rozdělení je rekultivace dle úprav a podle využití ploch. Rekultivace dle úprav rozlišujeme na technické a biologické.

Technické rekultivace zahrnují terénní úpravy, základní půdní meliorace, skrývku a navážku vhodných zemin, hydromelioračních úpravy, výstavbu provozních staveb a výstavbu systému komunikací. Při těchto pracích je využívána těžká technika, jako jsou dozery, příkopové pluhy, frézy. Základem je vytvoření nového povrchu. Už v této fázi je ale důležité vědět, která část bude později na co využita, neboť dle toho je volen druh hornin, kterými se budou jednotlivé povrchové části zavážet. K místním zavážkám propadlin a jam se používají především zeminy z výsypek a skrývek. Při nedostatku těchto zemin a je-li rekultivované území v blízkosti větších sídlišť, doporučují se k tomuto účelu různé odpadní hmoty, jako jemný prosev z městského smetí, sedimentační kaly z čistíren odpadních vod nebo různé kompostované hmoty. Zavážky by se pak měly zvyšovat pozvolna a v tenčích vrstvách, nejvýše 30 až 50 cm, aby navezené hmoty mohly větrat a rozložit se v době asi jednoho roku (Jůva et al, 1984).

Do biologické rekultivace patří úprava fyzikálních a chemických vlastností nově navezených půd jako je např. kyselost a struktura. Dále pak hnojení (organické či minerální), agrotechnická opatření, kterými jsou kypření, válcování, smykování. Důležitou složkou je v této fázi i volba rekultivačně vhodných plodin, kterými jsou jeteloviny, traviny, jetelino-travní směsky, luskoviny na zelené, obiloviny a energetické plodiny (šťovík, konopí).

Jiný způsob rozdělení rekultivací je rozdělení podle využití nově vzniklých ploch.

- **zemědělské** – cílem je obnovit zemědělskou činnost v rekultivovaném území, dá se použít po těžbě jakékoliv suroviny, nově nejčastěji vznikají pole a louky, v menším měřítku pak sady a vinice, do této skupiny zapadá i volba osevních postupů
- **lesnické** - využívá se k zalesnění plochy, které nejsou vhodné pro zemědělské využití, pozitivním přínosem této rekultivace je zpevnění půdy, vysazují se geograficky původní dřeviny, většinou se jedná o výsadbu monokultur, k důležitým fázím této rekultivace patří i ošetřování a probírka mladého porostu

- **vodohospodářské (hydrické) rekultivace** – jsou hydrotechnická opatření, která jsou spojená s tvorbou nového vodního režimu v krajině narušené těžební činností, zavodněním zbytkových lomových jam, spadá sem obnova říčních ekosystémů, úprava a zvyšování vodní bilance
- **ostatní rekultivace** – do této skupiny se řadí plochy, které slouží ke zvýšení biodiverzity krajiny a posílení systému ekologické stability, stavbě nadzemních objektů, rozvoji podnikatelských aktivit, vybudování skládek, sportovních areálů, autodromu apod.

Dle účelu se tyto rekultivace zpravidla dále člení na:

- ostatní veřejnou zeleň: vegetace v rekreačních zónách, podél vodních toků a nádrží, podél komunikací
- ostatní komunikace: místní a účelové komunikace, parkoviště
- rekreační a sportovní plochy: hřiště a stadiony, dostihové dráhy, střelnice, jízdárny
- rekreační a ubytovací plochy: kempy a tábořiště
- kulturní a osvětové plochy: zoologická zahrady a skanzen
- plochy pro podnikatelské aktivity: pro komerční využití (OKD @2012).

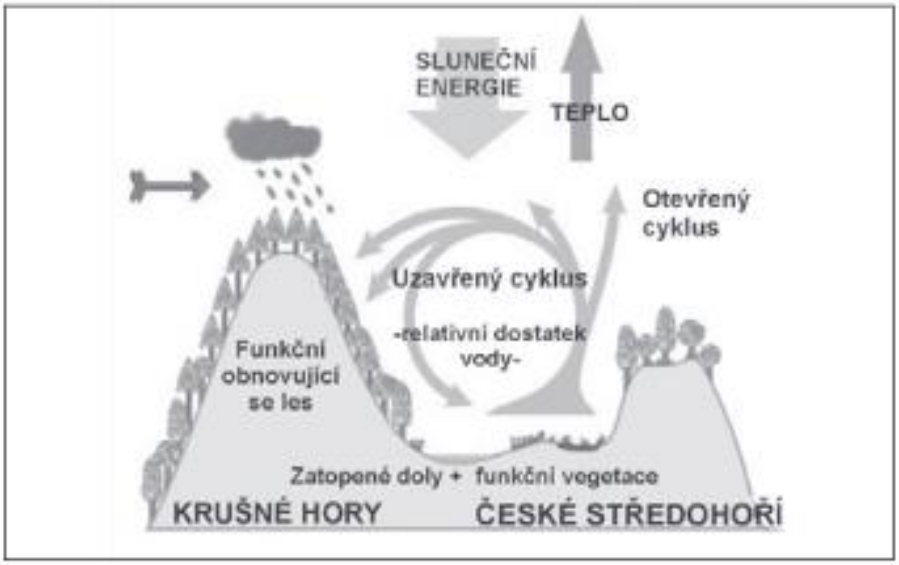
Kromě těchto uvedených rekultivací existují i další formy obnovy krajiny po těžbě, lze se setkat i s obnovou formou řízené a přirozené sukcese. Řízenou sukcesí rozumíme, že vytěžené plochy se po drobných technických a biologických úpravách ponechají samovolnému vývoji. Tyto sukcese se mohou stát krajinotvorným prvkem, který může doplnit zemědělskou nebo lesnickou rekultivaci. Ponechání vytěžených ploch samovolnému vývoji, bez jakéhokoliv zásahu, se říká přirozená sukcese, vhodná pro území o rozloze několika desítek či stovek m² těmi jsou opuštěné kamenolomy, pískovny a výsypky hlušiny. Naproti tomu v územích povrchových lomů, nelze vzhledem k velkému rozsahu těžbou zasaženého území, takovýto způsob obnovy doporučit (Vráblíková, 2010).

Fakulta životního prostředí UJEP (Univerzita J. E. Purkyně) v Ústí nad Labem problematiku obnovy území po těžbě v severních Čechách sleduje od roku 1990 a kromě technických rekultivací ověřovala i procesy řízené sukcese (Vráblíková et al, 2008). Z uvedených výzkumů vyplývá nutnost preferovat pro tuto oblast technické rekultivace, neboť dalším důvodem pro tento typ rekultivace je i délka obnovy krajiny a vysoká koncentrace osídlení. V Podkrušnohoří žije 60 % obyvatel Ústeckého kraje (283 tis.), hustota osídlení je 215 obyvatel na km², což je o 62 obyvatel více než je průměr Ústeckého kraje (154). Proto je nutné, aby krajina v Podkrušnohoří byla zdravotně nezávadná, ekologicky vyvážená, a také aby plnila produkční i mimoprodukční funkce (Vráblíková, 2010). Tento výčet prvků rekultivační technologie není zdaleka vyčerpávající. Přesto z něj vyplývá, že rekultivace jsou velmi pestrou činností zasahující do mnoha vědních oborů a profesí (SD, 2003).

O rozvoj rekultivací v severních Čechách se významně zasloužil Ing. Stanislav Štýs, DrSc., bývalý pracovník SHD v Mostě, který jako první zpracoval metodické postupy rekultivačních prací v Podkrušnohoří a zároveň se podílel na jejich realizaci. Významně přispěl ke vzniku české rekultivační školy, která má významné postavení v obnově krajiny po těžbě uhlí ve středoevropském prostoru (Vráblíková, 2010), neboť daná problematika se netýká jen České republiky. Nejenom v Evropě rychlé a prudké změny přetvářejí krajinu jako nikdy předtím a modifikují kvalitu území a prostředí. Avšak půdní zdroje na evropské i celosvětové úrovni nemohou trvat tak, aby dodávaly zboží a služby bez překročení prahu pružnosti (resilience) půdy. Na celosvětové úrovni lidstvo překračuje tuto schopnost naší planety a spotřebovává více krajiny a zdrojů, než je reálně udržitelné (Dazzi, 2008).

V tomto měřítku je nutné konstatovat, že naše republika patří k nejzatíženějším zemím v Evropě, pokud se jedná o povrchovou těžbu nerostných surovin. Z toho také plynou velké výměry výsypek v oblastech těžby. Proto je nutné u těchto výsypek znát jejich vlastnosti, pro možnost posouzení a doporučení dalšího využití (Kuráž, 2018). Právě proto je hydrická rekultivace společně s rekonstrukcí vegetačního krytu základním opatřením pro obnovu území zdevastovaného či narušeného těžbou nerostných surovin (Gremlica et al., 2013).

Hydrická rekultivace byla nejvhodnější alternativou rekultivace pro velkoplošné povrchové lomy na severu Čech (obr. 3). A i nadále se jeví jako nejlepší řešení pro budoucí vytěžené lomy v dané lokalitě, neboť velká rekultivační jezera nejenom zadržují vodu v krajině a významně přispívají ke změně lokálního klimatu, ale současně plní i funkci protipovodňovou. V neposlední řadě mají též význam pro zlepšení čistoty toků, chov ryb, případně využití vodní energie a pro rekreaci obyvatel.



Obrázek 3: Cíl obnovy vytěžené podkrušnohorské pánve (Pecharová et al, 2004)

4. Hydrická rekultivace

Po ukončení těžby hnědého uhlí či štěrkopísku se zvodnělé těžební jámy využívají zpravidla jako trvalé vodní plochy s různým funkčním zaměřením. Jedná se v podstatě o funkci vodárenskou, rekreační a produkční. Jen v ojedinělých případech v lomech malých plošných rozměrů a hloubky se po vytěžení zvodnělý prostor zaváží a plocha se využije k zemědělské nebo lesní produkci (Volný, 1989).

Významným faktem pro využití krajiny v České republice je strategická poloha nacházející se v místě hlavního evropského rozvodí (Němec et al, 2006) ve vztahu k celosvětovému snižování zásob pitné vody v přírodě. Díky své geografické poloze voda z České republiky až na výjimky odtéká, je proto žádoucí akumulace vody v krajině. Proto se záměry, v zatápění zbytkových těžebních jam v severočeských hnědouhelných pánvích (SHP) za vzniku velkoplošných jezer, jeví jako velmi vhodné.

Vodní biotopy vzniklé v rámci hydrických rekultivací jsou z hlediska biodiverzity a ekosystémových funkcí v krajině hodnotnější než biotopy způsobů rekultivací zemědělských a rekultivací ostatních. Lze také předpokládat, že nově vznikající lomová jezera na severu Čech budou mít pozitivní vliv na plnění řady ekosystémových funkcí a krajinný ráz a že se změní charakter původně „měsíční" krajiny v krajinu novou s odlišným rázem (Zacharová, Pokorný, 2010).

Hydrická rekultivace rozsáhlého lomu je náročným projektem. Možnost, že by se vyrubaný prostor opět zasypal zeminou je zcela ekonomicky, časově i ze společenských hledisek neúnosná. Základním požadavkem na hydrickou rekultivaci je samozřejmě voda a její neomezený zdroj, tzn. řeka či nádrž. Důležité ovšem je, že v těchto zdrojích nesmí příliš poklesnout voda, proto následné čerpání do nově vznikajících lomových jezer závisí na úhrnu srážek (ALWAC a.s., 2005).

Typem hydrické rekultivace je rozuměno rozlišení na technické nádrže, dále pak samovolně vzniklé a ponechané pinky a oprámy (obr. 4), úmyslně vytvořené vodní plochy včetně odvodňovacích nádrží v blízkosti poddolovaných území a zatím nedokončené velkoplošné hydrické rekultivace či dočasné vodní útvary v oblastech výsypek. Při rekultivaci na trvalé vodohospodářské využití se lesnické úpravy uplatňují jako doplňující složka na celkových úpravách. Ve fázi technických úprav se

svahy vzniklé vodní nádrže upravují do sklonu 1 : 1,5 až 1 : 4 v závislosti na funkčnosti nádrže a jejich břehů. U vodárenských nádrží jsou svahy prudší, u hospodářských a zejména rekreačních nádrží se upravují břehy do mírnějších sklonů. U vodárenských nádrží by břehy měly být vyvýšené, aby se se zabránilo povrchovému přítoku vody z okolních pozemků. Vodárenské nádrže mají stanovena 2 pásma hygienické ochrany. V pásmu 1. stupně, které navazuje na vodní hladinu a jeho šířka bývá minimálně 100 m, lze pěstovat pouze lesní porosty a nedovoluje se používat chemické látky k obhospodařování (Volný, 1989).

Rekreační vodní nádrže rovněž vyžadují vegetační úpravu okolí, ale koncepce jejich úprav vychází z funkčního využití prostoru (plážové prostory, kempová zařízení, restaurační prostory, sociální zařízení). Rekultivace okolí vodních nádrží, které plní funkci produkční – sloužící pro chovné účely, je ve srovnání s předcházejícími funkčními typy minimální. Jde v podstatě o jejich biologické začlenění do krajiny (Volný, 1989).

Obrázek 4: Varvažovský oprám (Anonymus, 2006)

5. Vybrané příklady hydrických rekultivací ve sledovaném území – Ústecký region

5.1 Popis území

Ústecký kraj leží na severo-západu České republiky. Severní a západní část regionu Severozápad má hornatý charakter, jeho jihovýchodní část, v povodí řek Ohře, Bílina a Labe, zaujímají nížiny vč. hnědouhelných pánví. Severočeská hnědouhelná pánev má charakter příkopové propadliny, kterou ohraničuje na severu úpatí Krušných hor, na východě vodní tok Labe, na jihozápadě přechází pánev do Žatecké plošiny a na západě je ohraničena Doupovskými vrchy. Rozloha území s uhelnými slojemi je asi 680 km². Celková rozloha pánve má asi 1.000 km². Bezprostřední podloží uhelných slojí tvoří třetihorní sedimenty písčitého a jílovitého charakteru (Volný, 1989). Nejrozsáhlejším pohořím jsou Krušné hory při hranici se SRN. Nejvyšším vrcholem Krušných hor je Klínovec s 1 244 m n. m. Ve východní části regionu navazuje na pásmo Krušných hor hřeben Děčínských stěn (Děčínský Sněžník, 726 m n. m.) a Lužických hor (na území regionu Jedlová, 774 m n. m.).

Krajinný ráz oblasti regionu severozápadních Čech tvoří Krušné hory při severní hranici, pahorkatiny Karlovarského kraje a České středohoří s typickými krajinnými prvky vyvřelých hornin, zvedajícími se nad Mosteckou pánví a Pooherskou nížinou. Zábor území pro těžbu hnědého uhlí představuje v severočeské hnědouhelné pánvi zhruba 295 km², tj. pouze 5,5 % rozlohy Ústeckého kraje. Přitom značná část území postižených důlní činností (cca 54 %) byla již rekultivována a začleněna do okolní krajiny (FNM ČR @2015). Rozhodující nerostnou surovinou s největším množstvím zásob je hnědé uhlí. Jsou zde však i další významné zásoby nerudních ložisek jako jsou kaoliny, bentonity, křemence, cihlářské suroviny, kámen a kamenivo a další. Zásoby jsou vykázány i na ložiscích rud cín-wolframových, fluorit-barytových a železnorudných skarnů, které jsou však situovány převážně na Krušných horách (Blažková, 2008).

Rekultivace území zasažených těžbou hnědého uhlí se významně podílí na obnově krajiny. V severních Čechách je prováděna více jak 50 let a za toto období prošla

postupným vývojem názorů na formy a způsoby rekultivace (Vráblíková, Vráblík, 2008). Těžbou postižené pánevní oblasti Ústeckého kraje tvoří okresy Most, Teplice, Chomutov a Ústí nad Labem. Ústecký kraj byl v minulosti ovlivněn rozvojem těžby hnědého uhlí se všemi dopady s těžbou souvisejícími, kolektivizací zemědělství zanikly vlastnické vazby k půdě, byly oslabeny tradiční vztahy k přírodě a krajině.

Kraj byl postižen průmyslovými exhalacemi, krajina byla zásadně narušená těžbou nerostných surovin, došlo ke zhoršení jakosti vod, narušení celého vodního režimu a na značné části území i k výrazným změnám zemědělských a lesních ekosystémů a k poškození zdravotního stavu lesních porostů. V souvislosti s těžbou hlavně hnědého uhlí docházelo k velkoplošným záborům zemědělské půdy provázené likvidací obcí, včetně objektů využívaných zemědělskou výrobou. Rozsáhlá povrchová těžba štěrků a hlavně hnědého uhlí vedla k zásadnímu narušení odtokových poměrů, provázených erozí půd, erozními smyvy půdních částic, k projevům větrné eroze a narušení biodiverzity, v důsledku snížení počtu druhu rostlin a živočichů a četnosti jejich zastoupení v zemědělské krajině (Vráblíková et al, 2008).

5.2 Historie těžby a první rekultivace ve spojení s nejstaršími právními předpisy

Dle pověstí se v severočeském regionu započalo s těžbou hnědého uhlí již na počátku 15. století, a to v okolí města Duchcov. Teprve až v roce 1757 vyšel císařský reskript o hledání a využití tzv. minerálního uhlí, z důvodu nedostatku dřeva. K výraznému rozmachu těžby zde však došlo až ve spojitosti s rozmachem železnice během druhé poloviny 19. století. Do této doby byla krajina Podkrušnohoří a Českého středohoří charakteristická rozsáhlými vodními plochami a různorodými ekosystémy. Byla to oblast, kde se v hojné míře vyskytovaly vodní roky, jezírka a mokřady. Nejznámějším vodním útvarem bylo rozsáhlé Komořanské jezero. V polovině 19. století se začalo s jeho umělým odvodňováním, které zapříčinilo úplné vyschnutí jezera. Na bývalé oblasti jezera se dnes rozprostírá jeden z největších hnědouhelných lomů u nás. Jedná se o povrchový lom ČSA (Říhová Ambrožová, Ivanovová, 2013).

Těžba hnědého uhlí byla až do vydání Obecného horního zákona v roce 1854 spojena s vlastnictvím pozemků, kde se tento nerost nacházel. Tento zákon byl vydán císařským patentem a již v této době obsahoval pasáž ukládající těžařům dávat těžbou narušené pozemky opět do původního stavu. Toto první zákonné opatření mělo světovou prioritu. Praxe však byla jiná a tato povinnost nebyla dodržována.

Teprve roku 1892 byla pro vídeňskou říšskou radu připravena první osnova o rekultivaci. Ke schválení ale nedošlo. Přesto však již v tomto období k rekultivaci docházelo. Bohužel se nedochovaly konkrétní informace o způsobech rekultivace tohoto období, ale pravděpodobně se jednalo o odvodňování zamokřených zemědělských pozemků a o zavážení propadlin.

V roce 1908 byla v Duchcově zřízena rekultivační expozitura Zemské zemědělské rady, která již organizovala rekultivace. V roce 1909 bylo v okresech Duchcov, Most a Chomutov těžbou plně devastováno 2 210 ha pozemků, z nichž bylo postupně 448 ha zrekultivováno. Tato expozitura během první světové války organizovala rekultivaci s využitím válečných zajatců jako levné pracovní síly. Je známo, že takto se zalesňoval po hlubinné těžbě např. Důl Vrbenský (Říhová Ambrožová, 2014).

Rekultivace se prováděly i v meziválečném období, ale v menším rozsahu. Do roku 1929 bylo v severozápadních Čechách devastováno 3372 ha pozemků a zrekultivováno 1369 hektarů. Ve stejném roce byl v Poslanecké sněmovně předložen návrh na vydání rekultivačního zákona, tento bohužel neprošel. Opětovně byl v roce 1933 předložen českými sociálními demokraty další návrh zákona o rekultivaci. Ani tentokrát tento návrh zákona nebyl přijat. Další pokusy o prosazení zákonné povinnosti rekultivace byly v letech 1935 a 1938, ale opět s negativním výsledkem.

V období 2. světové války nejsou o rekultivaci žádné dostupné informace. V období po roce 1945 dochází v celém revíru severozápadních Čech k výraznému rozmachu těžby hnědého uhlí, a to převážně lomovým způsobem. Dochází k masivní devastaci krajiny a k likvidaci stovky obcí - 76 obcí zaniklo, 28 obcí bylo zničeno částečně (Říhová Ambrožová, 2014).

5.3. Poválečná legislativa spojená s rekultivací

V rámci dolů Severočeské hnědouhelné pánve byl v roce 1950 zřízen Zemědělský závod SHD a v něm roku 1951 ustanoveno oddělení rekultivací. Prvním poválečným rekultivačně orientovaným předpisem byl výnos Ministerstva paliv z roku 1954. Po té následoval v roce 1956 první zákon o ochraně zemědělského půdního fondu, který horníkům ukládal povinnost na všech těžbou dotčených pozemcích provádět následnou rekultivaci.

V roce 1957 byl vydán nový horní zákon, který těžebním podnikům rekultivaci již jednoznačně ukládal. V témže roce byl v Teplicích zřízen Zemědělský a rekultivační závod SHD (Severočeské hnědouhelné doly). Současně zde v rámci projektové organizace Báňské projekty začala také pracovat skupina rekultivačních specialistů, která v letech 1958 - 1960 vypracovala pokrokový program rekultivační obnovy - Generel rekultivací, který byl pak soustavně doplňován o nové poznatky. Tento dokument se stal v době svého vzniku světovým unikátem, neboť svými návrhy respektoval zemědělské, lesnické, hydrologické, ekonomické i sociální zájmy. Tento dokument i v současné době zůstává koncepčním východiskem rekultivační obnovy v ČR (Štýs, 2006).

5.4. Současná právní úprava týkající se těžby nerostných surovin a následné rekultivace krajiny

Legislativním nástrojem evropského významu, která má spojitost s těžbou nerostných surovin, je rámcová směrnice 2000/60/ES. Tato rámcová směrnice si klade za cíl zabránit dalšímu zhoršování stavu vodních ekosystémů včetně stavu suchozemských ekosystémů a mokřadů, podpořit trvale udržitelné užívání vod založené na dlouhodobé ochraně dosažitelných vodních zdrojů, zvýšit ochranu vodního prostředí a zastavit nebo postupně zcela odstranit vypouštění, emise a úniky prioritních nebezpečných látek, zajistit cílené snižování podzemních vod a zabránit jejich dalšímu znečišťování, přispět ke zmírnění účinků povodní a období sucha.

Směrnice také definuje ekologický stav a ekologický potenciál, které se používají pro účely hodnocení jakosti vod ve vodních nádržích. Ekologický stav je vyjádřením kvality struktury a funkce vodních ekosystémů, hodnocených na základě hodnot fyzikálně chemických, hydromorfologických a biologických ukazatelů, podle směrnice se rozlišuje ekologický stav velmi dobrý, dobrý a střední (Říhová et al, 2014).

Samotné rekultivace jako činnost upravuje zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), v platném znění (dále jen „horní zákon"), kde se uvádí v ustanovení § 31 odst. 5: „Organizace je povinna zajistit sanaci, která obsahuje i rekultivace podle zvláštních zákonů, všech pozemků dotčených těžbou a monitorování úložného místa po ukončení jeho provozu. Sanace pozemků uvolněných v průběhu dobývání se provádí podle plánu otvírky, přípravy a dobývání. Za sanaci se považuje odstranění škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur."

V ustanovení § 31 odst. 6 horního zákona se dále uvádí: „K zajištění činnosti podle odstavce 5 je organizace povinna vytvářet rezervu finančních prostředků. Výše rezervy vytvářené na vrub nákladů musí odpovídat potřebám sanace pozemků dotčených dobýváním. Tyto rezervy jsou nákladem na dosažení, zajištění a udržení příjmů."

Druhým zákonem spjatým s těžbou nerostných surovin je zákon ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě. Podle těchto dvou citovaných zákonů je v České republice prováděna těžba surovin v současné době.

S těžbou nerostných surovin je úzce spjata nutnost ochrany životního prostředí. Do roku 1989 byly v ČR využívány přírodní zdroje ve jménu dosažení co největšího objemu výroby (oceli, elektrické energie, tepla), zajištěného co největším objemem těžby surovin. Důsledkem byla dalekosáhlá devastace krajiny. Proto byl v roce 1992 přijat zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění, který je nejdůležitějším zákonem obecné ochrany životního prostředí.

Zákon o právu na informace o životním prostředí č. 123/1998 Sb., je dalším ze zákonů obecného základu práva životního prostředí. Jde o zákon, kterým je

umožněno získávat informace o stavu životního prostředí tak, aby byly pokud možno včasné a úplné.

Do obecných zákonů upravujících právo životního prostředí je možné v této práci zmínit i zákon č. 282/1991 Sb., o České inspekci životního prostředí, či zákon č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí. Dále je možné uvést i zákon 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Tyto zákony upravují působnost jednotlivých úřadů na úseku ochrany životního prostředí.

První složkou v ochraně životního prostředí – ovzduším – se zabývá zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Dle tohoto zákona se ochranou ovzduší rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví, způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší.

Druhou složkou ochrany životního prostředí - vodami - se zabývá zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Předmětem ochrany podle vodního zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní, sucha a zajistit bezpečnost vodních děl. Při projektování hydrických jezer, o kterých se ve své práci zmiňuji, projektanti pracují s vodohospodářskými podklady, které vycházejí ze směrného vodohospodářského plánu podle jmenovaného zákona.

Půdou, jako třetí složkou životního prostředí, se zabývá více zákonů. Prvním zákonem, který je bezprostředně spjat s těžbou nerostných surovin, je zákon ČNR č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění, ze kterého vyplývá nutnost zajištění sanace a rekultivace všech ploch, které byly dotčeny těžbou. Zákon přímo stanoví, že provozovatelé těžební nebo průmyslové činnosti jsou povinni chránit půdu již při provozu např. při skrývce ornice, ukládání odklizových hmot apod. a musí provádět potřebné rekultivační úpravy podle předem vypracovaného a schváleného plánu.

Dalším zákonem zabývajícím se ochranou půdy je zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), v platném znění, který rovněž stanovil zásady ochrany lesního půdního fondu při provozu báňských podniků a povinnost rekultivovat narušené pozemky, určené pro lesní využití.

Posledním zákonem, kterým je chráněna půda, je zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění. Účelem zákona je za účasti příslušných krajů, obcí, vlastníků a správců pozemků přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, k ochraně rozmanitostí forem života, přírodních hodnot a krás, k šetrnému hospodaření s přírodními zdroji.

Nelze opomenout také nepřímo související zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů a vyhlášku Ministerstva zemědělství č. 20/2002 Sb., o způsobu četnosti a měření množství a jakosti vody.

5.5. Současné hydrické rekultivace regionu

Až dosud byly v podkrušnohorských revírech rekultivace orientovány spíše lesnicky, zemědělsky a v příměstských okrscích volnočasově. Vznikaly hlavně parky, hřiště, sportoviště, zahrádkářské osady, koupaliště apod. Hydrické způsoby byly zpočátku uplatňovány pouze v menším rozsahu na poklesech po hlubinné těžbě a zaplavováním zbytkových jam malolomů, později lomů středních kapacit, které nebyly využity pro zakládání skrývkových zemin, komunálních či průmyslových odpadů a to např. vodní nádrž u Mariánských Radčic, jezero Gustav nebo jezero Barbora na Teplicku. V současné době nastal čas pro stále větší uplatňování hydrických rekultivací rozsáhlých zbytkových jam, neboť nastává útlum těžby hnědého uhlí a tím pádem končí i životnost velkolomů. Mezi nejznámější hydrické rekultivace ústeckého regionu patří jezero Barbora, Milada, Most, Benedikt a Matylda (tab. 1), jejich podrobnější charakteristikou se budu věnovat dále ve své práci.

V několika dalších letech vzniknou v Mostecké a Sokolovské pánvi v rámci vodohospodářských rekultivací rozsáhlá lomová jezera o výměře vodní hladiny cca 6 000 ha a objemu cca 2,3 mld. m³ vody. Krajině v Podkrušnohoří se pomalu vrací

její původní ráz, neboť jak je v úvodu této práce zmíněno, největším jezerem Čech bylo kdysi Komořanské jezero, které se rozkládalo původně na ploše 5 600 ha.

V České republice je dle statistických přehledů 24 140 vodních nádrží a rybníků s celkovým objemem vody 5,5 mld. m³ (Štýs, 2013).

	Plocha (ha)	Objem vody (mil. m³)	Max. hloubka (m)
Most	309	69,8	75
Milada	252,2	35,601	24,7
Barbora	63	11,5	60
Benedikt	4,7	0,282	6
Matylda	38,7	1,16	4

Tabulka 1: Parametry sledovaných hydrických jezer (vytvořeno autorem, 2019)

5.5.1 Jezero Barbora

Lom Barbora byl poslední těžební jednotkou v podkrušnohorské části Duchcovska. Po ukončení těžby v roce 1974 zůstal poměrně rozsáhlý zbytkový lom – největší v této teplicko-duchcovské části revíru. Rekultivace měla část hydrologickou a část lesnickou. Celková plocha určená k rekultivaci byla 154,6 ha, z toho 63 ha bylo určeno k zaplavení. Již v roce 1975 se lom samovolně zaplavil vodou do 60 m hloubky z přilehlého potoka Bouřlivce.

Od roku 1993 se zde provádí pravidelné a soustavné měření a následné analýzy, které prokazují, že kvalita v jezeře Barbora odpovídá vodárenským požadavkům, a že zde nedochází k eutrofizaci. Současně se prokázalo, že v České republice neexistuje jiná srovnatelná nádrž s tak vynikající kvalitou vody v celém vodním sloupci. Rekultivační akce Barbora se stala i rozsáhlou přírodní laboratoří, ve které je dlouhodobě sledován vývoj všech parametrů důležitých pro následné hydrologické rekultivace (Štýs, 2006).

5.5.2 Jezero Milada

Tato vodní plocha (obr. 5) vznikla zaplavením těžební jámy lomu Chabařovice, kde těžba uhlí probíhala mezi lety 1977 až 1997. Výsypka tohoto lomu byla rekultivována podle generelu rekultivací. Původně byla zvažována, jak mokrá, tak suchá varianta rekultivace zbytkové jámy. Z ekonomického i krajinno-ekologického hlediska byla hydrická varianta rekultivace výhodnější, především pro nižší ekonomické náklady a o deset let kratší nápravu. Vlastní napouštění jezera bylo zahájeno v roce 2001 z nádrže Kateřina. Zdrojem vody byl Zalužanský potok. Z důvodu nutného zachování minimálních průtoků ve jmenovaném potoce, bylo napouštění poměrně pomalé. Hodně také záviselo na dešťových srážkách. Od roku 2005 zde fungoval přelivový vrt.

Samotné napouštění trvalo 9 let, ukončeno bylo v roce 2010, kdy hladina objemu 36,6 mil. m³ vody dosáhla požadované kvóty 146 m n. m. Jezero Milada má finální vodní plochu 252 ha a průměrná hloubka v jezeře je 15,6 m (tab. 2). Předání jezera veřejnosti se několikrát posouvalo kvůli sesuvům půdy, které zapříčinily přívalové deště. Přístupné návštěvníkům je jezero od 30. 5. 2015. Uvedenou lokalitu spravuje Dobrovolný svazek obcí jezero Milada, jehož členy jsou sousední města Ústí nad Labem, Trmice, Chabařovice a Řehlovice (Vrba, 2016).

V médiích bývá Milada často přirovnávána pro svoje skoro stejné parametry k Máchovu jezeru (plocha 284 ha, hloubka 12 m). Okolní svažité plochy jezera Milada byly zalesněny a část terénu s malým sklonem je využita pro zemědělskou činnost. Pobřeží jezera je využíváno pro rekreaci, oddych, turistiku, sport a rybolov (Vágnerová, Brejcha, 2010).

Cílová kvóta hladiny (m n. m.): 145,7	*Maximální hloubka (m):* 24,7
Plocha (ha): 252,2	*Zahájení napouštění:* 2001
Objem vody (mil. m³): 35,601	*Ukončení napouštění:* 8. 8. 2010
Průměrná hloubka (m): 15,6	*Tok:* Zalužanský potok

Tabulka 2: Parametry lomového jezera Milada k 8. 8. 2010 (Vágnerová, Brejcha, 2010)

Obrázek 5: Jezero Milada (foto autora, 2017)

5.5.3 Jezero Benedikt

Nachází se v bezprostřední blízkosti města Most mezi městskými částmi Liščí vrch a Vtelno. Zbytková zatopená jáma byla po ukončení těžby využívána k rekreaci, ale objevil se problém. A to podstatný. Dno nádrže bylo silně propustné, voda z Benediktu zaplavovala vtelenskou kanalizaci. Ohromné množství vody se také vzhledem k velikosti rozlohy vodní plochy odpařovalo. Nastaly tak výrazné potíže s kvalitou vody. Jen v rozmezí let 1989 - 1995 bylo na náklady města Most napuštěno do Benediktu téměř 1,5 mil. m³ vody. Ukázalo se, že Benedikt nebyl během rekultivačních prací po těžbě připraven na svou funkci vodní nádrže dokonale. Téměř celé dno nebylo schopno vodu zadržet, v tělese hráze vedoucí podél Vtelna pak naprosto selhala podzemní těsnící stěna. Na základě geofyzikálních a hydrogeologických průzkumů město Most začalo jednat. Bylo vypracováno několik možných variant, jakým způsobem by bylo možné nádrž sanovat. Následovaly nutné administrativní peripetie - v roce 1998 byla hotova studie budoucího areálu Benedikt, v roce 1999 byl záměr, jak tento příměstský rekreační areál bude využit hotov. Představa o nové podobě Benediktu (obr. 6) se pomalu

začala naplňovat. Jeho území bylo rozděleno na dvě části - západní přírodní klidovou zónu a část východní - jezero obklopené plážemi, sportovišti a dětskými hřišti. Hlavním předpokladem bylo celoroční využití areálu. Hladina se snížila, zasypány byly vzniklé mokřiny, obě části oddělující. V části západní bylo zachováno přirozené biocentrum, v části východní byly upraveny břehy pro rekreační využití. Poslední fází byly terénní úpravy okolí (Hájek, 2009). Nyní větší plocha jezera slouží ke koupání, menší část k rybaření.

Obrázek 6: Jezero Benedikt (Anonymus, 2016)

5.5.4 Jezero Matylda

Matylda je uměle vytvořené neprůtočné rekultivační jezero v severozápadní části města Mostu v městském obvodu II. Souš. Vodní nádrž (obr. 7) vznikla při rekultivaci zatopením bývalého lomu Vrbenský. Na některých mapách je proto uváděna jako Vodní nádrž Vrbenský, jak se nádrž zpočátku jmenovala. Nyní se jmenuje Matylda podle původního jména dolu z doby první republiky a jezero Vrbenský je označením pro menší vodní plochu zhruba 500 metrů severně od Matyldy. Stavba vodní nádrže byla zahájena v roce 1986, kdy byly upraveny těsnící vrstvy na dně budoucí nádrže. V roce 1992 se začala napouštět vodou z Nechranického přivaděče. Tento přivaděč slouží ke každoročnímu dopouštění vody

(Severočeské doly a.s., 2003). Hydrická rekultivace skončila v roce 1992 s rozlohou 38,7 ha a hloubkou cca 4 m. Kolem jezera se nacházejí lesní porosty o ploše 60 ha. Jezero v současné době slouží především pro rekreaci (Tichý, 2017).

Obrázek 7: Jezero Matylda (Anonymus 2016)

5.5.5 Jezero Most

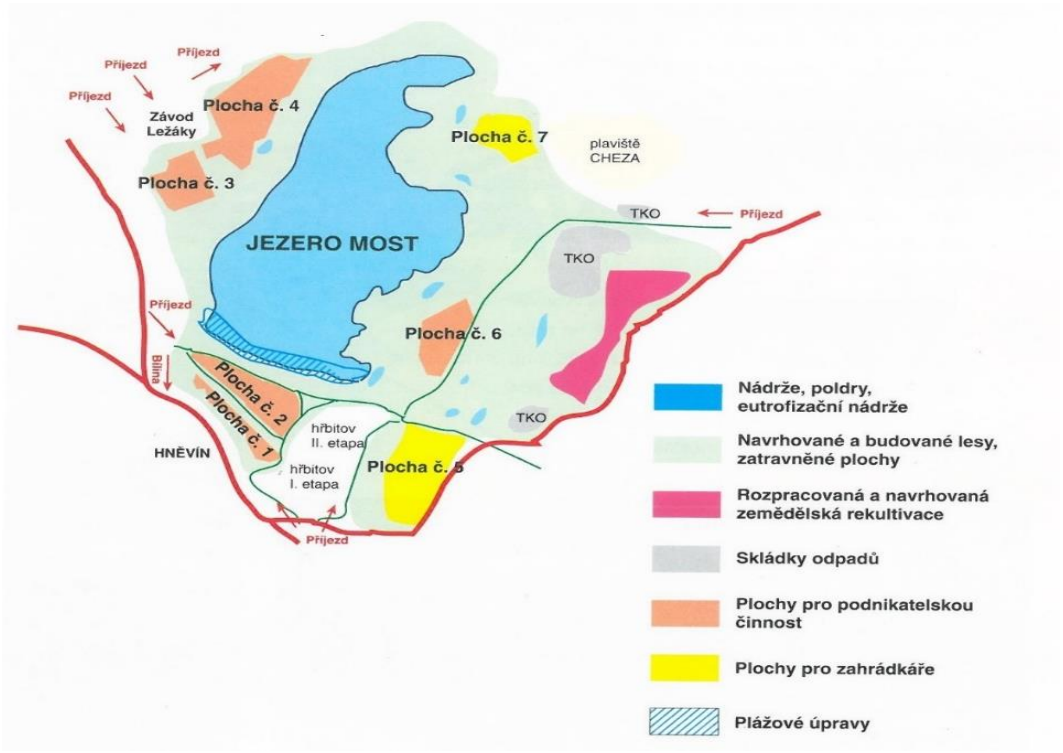
Jezero se nachází pod vrchem Hněvín, těsně u přesunutého chrámu Nanebevzetí Panny Marie v Mostě. Jezero Most vzniklo na místě bývalého královského města Most, jež muselo ustoupit těžbě. Těžba uhlí byla definitivně ukončena k 31. 8. 1999. Jezero Most leží v území bývalé těžební lokality Ležáky, která byla založena původně jako důl Richard v roce 1900 a přejmenovaná na důl Ležáky v roce 1945. Samotný lom je zatopen vytvořením neprůtočného jezera. Úroveň hladiny důlního jezera byla se zřetelem na okolní území (zejména úroveň základů a podzemních prostor přesunutého Děkanského chrámu) stanovena na 199,0 m n. m., což je přibližně 30 m pod úrovní okolního terénu. Zatopená plocha má velikost asi 320 ha a maximální hloubka dosahuje 75 metrů (obr. 8).

Dne 24. 10. 2008 bylo slavnostně zahájeno napouštění zbytkové jámy lomu Most – Ležáky – budoucího jezera Most, jako rozsáhlé hydrické rekultivace zajišťované

státním podnikem Palivový kombinát Ústí v rámci revitalizace území dotčeného těžební činností. Voda do jezera byla přiváděna přípojkou z průmyslového přivaděče z Nechranické přehrady. A připouštěla se také čistá důlní voda z Koohinoru.

Původně se sice plánovalo napouštět jezero jednodušší cestou z řeky Bíliny. Jmenovaná řeka ale ani dnes není takové kvality, aby tomuto účelu vyhovovala (Šoltysová, 2008).

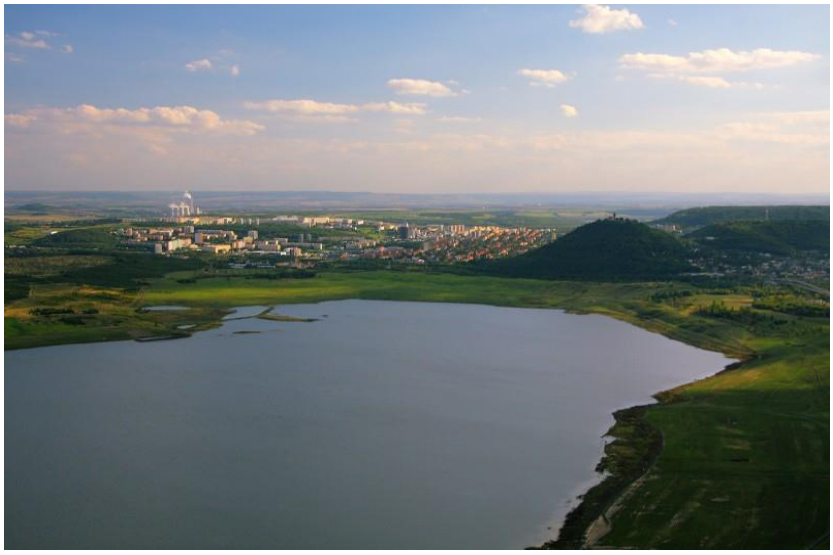
Jezero Most (obr. 9) je svou rozlohou větší než Máchovo jezero. Svou rozlohou 312 hektarů vodní plochy je jezero Most druhým největším v Česku (větší je pouze Medard, tedy další rekultivační jezero u Sokolova) a se 75 metry je dokonce vůbec nejhlubším u nás (ecmost @ 2016).



Obrázek 8: Rekultivace území dotčeného lomem Ležáky (Štýs, 1995)

Dle technického projektu likvidace bývalého lomu Ležáky vyplývá, že bylo organizováno zahlazení následků těžby na celkové ploše 1 264 ha (tab. 3), z nichž 528 ha bylo zalesněno, na ploše 57 ha byla provedena zemědělská rekultivace, nejhlubší část zbytkového lomu byla zaplavena s plochou jezerní hladiny 325 ha a ostatní plochy o výměře 352 ha byly upraveny pro různá účelová využití (výstavba, bruslařská dráha, apod.). V jezeru už jsou vysazeny ryby, které pomáhají udržovat

vysokou kvalitu vody. S rybařením se zatím nepočítá, aby nedošlo k narušení jemné biologické rovnováhy. I když jezero nemá vlastní odtok a přítok, ryby v něm žít mohou, jelikož na velké vodní ploše existují podpovrchové proudy, jež vodu okysličují (Kasal, 2015).



Obrázek 9: Jezero Most (Anonymus 2016)

V uvedené lokalitě byla navržena a postupně provedena alternativa kombinované rekultivace s tímto procentuálním využitím ploch:

Rekultivace

Zemědělská	Lesnická	Hydrologická	Ostatní	Celkem
4,5 %	41,8 %	25,7 %	28 %	100 %
56,88 ha	528,35 ha	324,85 ha	352,92 ha	1264 ha

Tabulka 3: Alternativa pro rekultivaci lomu Ležáky (Štýs, 1995)

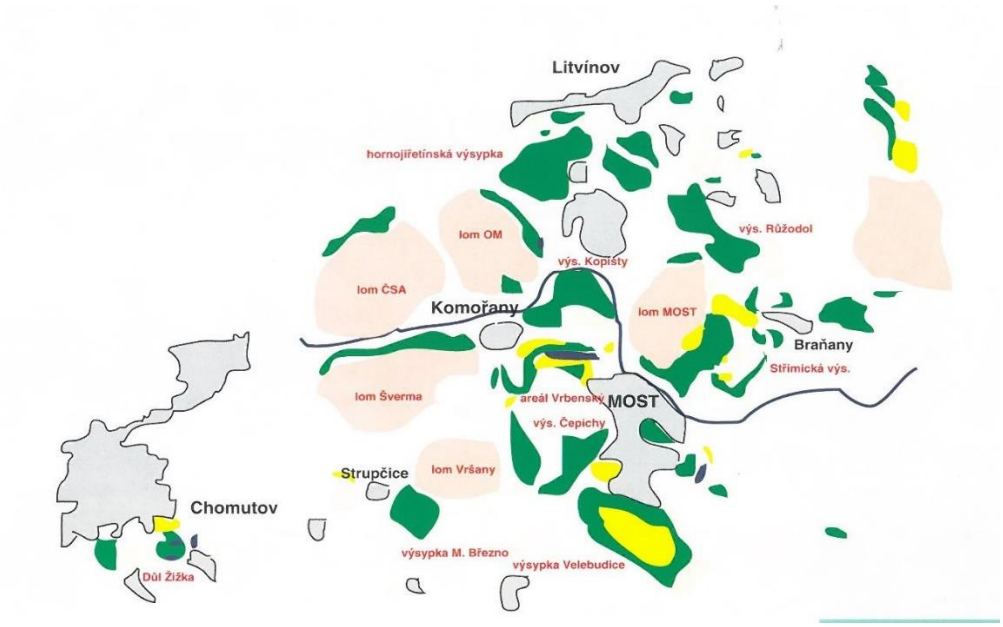
Celé řešené území se nachází v severním sousedství města Most. Jedná se o výrazně členité území s vysokým podílem výsypkových svahů. Dle těchto údajů a zjištění se při výstavbě hydrického jezera Most postupovalo podle několika zásad. Nejdříve byla vyloučena možnost zasypat vytěženou depresi vnitřní výsypkou.

Pak byly zvažovány 3 alternativy zaplavení s těmito charakteristikami:

varianty	hloubka vody	plocha hladiny	objem vody
suchá	10 m	19,5 ha	1 mil. m³
hluboká	88 m	429,0 ha	197 mil. m³
projektová	60 m	325,0 ha	72 mil. m³

Tabulka 4: Alternativy zaplavení lomu Ležáky (Štýs, 1995)

Po zvážení těchto variant byla vybrána varianta projektová, která počítala s částečným zasypáním zbytkového lomu tak, aby byl celý prostor jezera odizolován od důlních vod. Velká pozornost byla také věnována řešení terénních úprav. Lesnická a zemědělská rekultivace byla prováděna dnes již dobře známými standardními metodami.



Obrázek 10: Situační přehled těžebních a rekultivačních aktivit MUS, a.s. (Štýs, 1995)

6. Náročnost projektování, návrhy, problémy při realizaci hydrické rekultivace jezera Most

Jedním ze zásadních problémů rekultivačních prací v oblasti severočeské pánve je rekultivace oblastí kontaminovaných uhelnou hmotou, vzácněji i důlními vodami a rizikovými organickými látkami. S problematikou kyselých důlních vod se lze setkat zejména při rekultivaci ploch v oblastech výchozí uhelné sloje. Fytotoxicita uvedených lokalit je dána kromě zvýšeného obsahu síry zejména extrémně kyselou půdní reakcí a vyžaduje specifickou metodiku rekultivace. Jako velmi perspektivní se jeví možnost využití jílovcových sorbentů (Řehoř et al, 2008).

6.1 Problematika zdroje vody v jezeře

Vzhledem k tomu, že Mostecké jezero bylo navrženo především pro sportovní a rekreační účely, je základní podmínkou hygienicky vhodná kvalita vody. Vlastní napouštění vodou z přivaděče z Nechranické přehrady a čerpací stanice z uzavřeného dolu Kohinoor začalo v roce 2008. Už od roku 2002 se ale na dně budoucího jezera akumulovala voda ze srážek a vývěrů svahů lomu, tak že při napouštění už měla vodní plocha rozlohu 21 ha a hloubku 21 m. V roce 2012 bylo dočasně napouštění ukončeno, neboť probíhaly opravy břehové komunikace a výstavba stabilizačních prvků břehové linie. V květnu 2014 začalo opět dopouštění jezera až na konečnou požadovanou kvótu stálé hladiny 199 m n. m., které bylo dosaženo v září 2014 (Vrba, 2016).

6.2 Problematika kvality vody v jezeře

Problematika kvality vody v jezeře úzce souvisí se zdrojem vody, s vybranou technologií napouštění jezera a v neposlední řadě se samočistící schopností vody v jezeře. Neboť je-li jakost vody, která by měla postupně plnit hydrické jezero, z hlediska živinného nevhodná (je příliš úživná), je třeba záměr velice dobře zvažovat. Neporučuje se příliš spoléhat na to, že potíže s nadměrným rozvojem fytoplanktonu vyřeší rybí obsádka (Pichler et al, 2004). Problematika kvality vody

v jezeře je spojena i s dalšími cíli, kterými jsou zachování ekosystémů a biotopů (Thompson, 1999).

Kvalita vody v jezeře se navíc výrazně zlepšila vhodným technickým řešením přítokového kanálu. V tomto kanálu bylo nutné sledovat možnost maximálního provzdušňování a odsazování vody v podélných a příčných objektech. V tomto případě lze odhadnout zlepšení vody BSK_5 o 35 - 40 %, CHSK o 15 - 20 %, suspendované látky o 30 - 35 %, celkový P o 35 - 45 %, celkový N o 20 - 25 % a koliformní zárodky o 90 - 95 % (Štýs, 1995).

Kvalitu vody v jezeře lze ovlivnit i rychlostí plnění jezera, a to tak, aby mělo co nejdéle trvalou stratifikaci. Při pomalejším plnění jezera dochází k většímu průniku atmosférického kyslíku i do hlubších partií. A současně se omezí i přísun fosforu na jednotku hladiny.

Eutrofizace je hlavním problémem kvality vody v celosvětovém měřítku. Nejjednodušším opatřením při zmírňování eutrofizace je snížení nadměrného zatížení vnějšími živinami, neboť jezera, rybníky i nádrže se jen pomalu zotavují, jsou-li extrémně zasaženy přísunem fosforu v podobě splavenin z polí. Důvodem je vnitřní koloběh fosforu (P). S problémem eutrofizace pracuje vědní obor - geoinženýrství, které se zabývá mimo jiné i biogeochemickými cykly kontrolující eutrofizaci ve vnitrozemských vodách, a který může za příhodných podmínek dopomoci ke snížení uvolňování fosforu ze sedimentů ložisek a akumulaci cyanobakterií v povrchových vodách, čímž se urychlí zotavení daného jezera či nádrže. Lürling et al. (2016) zdůrazňuje, že prvním krokem v řízené eutrofizaci je systémová analýza, které odhalí hlavní toky vody a fosforu a současně též biologickou strukturu vodního tělesa. Tyto charakteristické znaky místa mohou být významnými faktory, které ovlivňují úspěšně řízenou eutrofizaci.

Kvalitu vody v jezeře, lze také zajistit tím, že se zabrání přítoku havarijně znečištěných vod do jezera. Proto bylo nad odběrným místem vybudováno protihavarijní zařízení, které je vybavené hydrochemickým i biologickým monitoringem kvality vod (Neruda et al, 2010). Vybudováním tohoto zařízení byla zajištěna kvalita vody nejenom v jezeře Most, ale i v celém dolním toku řeky Bíliny. Současně byl vypracován manipulační a havarijní řád, který respektuje zásadu odběru vody pouze v období povodňové vlny. V těchto souvislostech bylo také

zajištěno vhodné funkční napojení na režim Povodí Ohře, díky němuž dochází k regulaci průtoků v řece Bílině.

Díky Mosteckému jezeru vzniklo ekologicky a sociálně velmi hodnotné prostředí příměstské krajiny města Most. S dalšími revitalizačními projekty zbytkového lomu Bílina, které budou následovat, se umožní tunelové propojení jezera Bílina a Mosteckého jezera, tak aby se jezero Bílina plnilo vodou přes Mostecké jezero. Tento projekt by měl nejen hydrotechnické výhody, ale výrazně by byla řešena i kvalita vody v obou jezerech (Štýs, 2009).

6.3 Vliv jezera na místní mikroklima

Vliv jezera na místní mikroklima není tak významný, jak původní projekt sliboval, i když všeobecně vznikem nové vodní plochy způsobí změny v charakteristikách zemského povrchu. Tyto změny se týkají také atmosféry, neboť změněné teplotní a vlhkostní podmínky mohou ovlivnit další složky fyzicko-geografické sféry, včetně fauny a flory. V letech 2011 – 2014 v lokalitě jezera Most byl realizován projekt s názvem „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“.

Výsledkem řešení projektu je certifikovaná metodika kvantifikace ekologických dopadů hydrické rekultivace hnědouhelných lomů, software ALAKE a soubor specializovaných map s odborným obsahem (Neruda et al, 2015).

K zásadnějším výsledkům projektu patří i zjištění, že současný stav lokality poukazuje na velmi dobrou kvalitu vody, která je možno využít i pro vodárenské účely, a že vodní biotopy vzniklé v rámci hydrických rekultivací jsou z hlediska biodiverzity a ekosystémových funkcí v krajině hodnotnější než biotopy rekultivací zemědělských a rekultivací ostatních (Neruda et al, 2015).

V letech 2010 až 2013, tj. v době kdy již byla naplněna větší část jezera, bylo zjištěno, že v jarním a letním období došlo k anomálnímu zvýšení počtu překročení imisního limitu pro 24 - hodinové hodnoty koncentrace PM_{10} na stanovištích v okolí Mosteckého jezera (stanice Most – vzdálenost od okraje jezera 1,6 km a v roce 2012 i stanice Kopisty – vzdálenost od okraje jezera 1,2 km) oproti ostatním porovnávaným stanovištím v regionu (Brejcha et al, 2014).

V letech 2008 a 2009, kdy byla napuštěna pouze malá část jezera, tento jev zjištěn nebyl. Anomální zvýšení úrovně znečištění v okolí jezera v jarních a letních měsících v letech 2010 a 2013 lze vysvětlit dvěma způsoby. Jedná se buď o náhodnou shodu mezi stavem naplnění jezera a meziroční prostorovou fluktuací úrovně sezónního znečištění ovzduší v lokalitě, nebo vodní plocha stabilizuje atmosféru. Důsledkem toho může být za určitých meteorologických podmínek prodloužení doby denních přechodně zhoršených lokálních rozptylových podmínek a tím i zkrácení doby možného rozředění nakumulovaných znečišťujících látek. Detailní rozbor příčin zvýšení úrovně znečištění v okolí jezera v jarních a letních měsících je zaměřen na zjištění meteorologických podmínek a jejich denních průběhů (průběh a úroveň teploty, doba a intenzita slunečního záření, směr a rychlost větru, relativní vlhkost, výškový teplotní gradient apod.), při kterých může k tomuto lokálnímu jevu docházet. V rámci této studie bylo také zjištěno, že nově vzniklé vodní nádrže srážkové úhrny zvyšují (Brejcha et al, 2014).

Zjištěné informace je vhodné ověřit simulací vlivu vodní plochy na lokální klima pomocí matematického modelování. Principem je kvantitativní popis vlivu nově vzniklé vodní plochy na teplotu a vlhkost vzduchu včetně výskytu mlhy. A právě tyto výsledky by měly do budoucna sloužit při plánování nových hydrických rekultivací v severních Čechách.

Praktický význam pro hydrologii má výpar z vodních ploch, z půdy a z nadzemních orgánů rostlin (transpirace). Celkový výpar má zásadní význam pro oběh vody v přírodě, zároveň také ovlivňuje objem povrchových vod a zásoby vody v půdě. Výpar je proto zkoumán ve své nejjednodušší formě jako výpar z vodní hladiny a jeho hodnoty jsou měřeny v meteorologických stanicích. Obecně je výpar z vodní hladiny popsatelný jako fázová přeměna, která je závislá na energetické bilanci. Dále výpar závisí na rychlosti odvedení vodních par z výparného povrchu. Vodní páry jsou přenášeny dvojím mechanismem, difúzí a konvencí při turbulentním proudění vzduchu (Kutílek, 1978). Pro matematické analýzy, týkající se výparu na jezeře Most, byla použita především data z meteorologické observatoře Kopisty, dvou klasických meteorologických stanic AK Most a CELIO, ležících v blízkosti jezera. Dále byla použita data ze stanice ležící přímo na hladině jmenovaného jezera, která kromě teploty a vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru a intenzity

slunečního záření, měří také teplotu v 16 vertikálních hladinách do hloubky 20 m (Bartůňková, Sokol, 2013).

6.4 Ekologický potenciál nového jezera

U nově vzniklého hydrického jezera nelze také opomenout ekologický potenciál nově vzniklé lokality. Rekultivované plochy - bývalé lomy mají zcela specifické a individuální podmínky - morfologie, materiál budoucího dna, charakter vlastního povodí, kvalita vody, klimatické podmínky apod. S hydricky rekultivovanými plochami doposud není dostatek zkušeností, proto je třeba trvalý monitoring vznikajících i stávajících lomových jezer.

Vývoj kvality vody v jezeře Most byl ovlivňován působením velkého množství vnitřních i vnějších faktorů, jejichž závažnost je odlišná. Důležité je vyzdvihnout skutečnost, že v případě zatápěných lomů v Severočeské hnědouhelné pánvi je riziko acidifikace malé přesně řečeno minimální, neboť k napouštění jsou převážně využívány povrchové vody říčních toků. Na zhoršování kvality vody v jezeře a vod obecně se podílí eutrofizace, a proto je nutné se zaměřit i na toto sledování a včas eutrofizaci indikovat. V případě jezera Most byl pro toto sledování zvolen fytoplankton, který je důležitým biologickým prvkem kvality používaným pro potřeby hodnocení biotopu podle rámcové směrnice v oblasti vodní politiky 2000/60/ES.

K dalším biologickým ukazatelům hodnocení ekologického stavu patří kromě fytoplanktonu také makrofyta, bentos, fauna bezobratlých bentických organismů a fauna ryb (Říhová et al., 2014).

V nově vzniklých hydrických jezerech probíhají pravidelné odběry vody a následné hodnocení její kvality. V případě Mosteckého jezera byl monitoring speciálně zaměřen na biologický ukazatel kvality vody tj. na fytoplankton. U fytoplanktonu se hodnotí kvalitativní a kvantitativní zastoupení taxonů, objemová biomasa, koncentrace chlorofylu, podíl jednotlivých složek fytoplanktonu na celkové skladbě společenstva, bioindikace apod. Ekosystém vody je hodnocen na základě rozborů vzorků vody, které jsou odebírány z litorálu z nerovnoměrně rozmístěných míst po

celém obvodu nádrže a dále pak vzorků zonačních odběrů. V současné době jsou monitorovací místa rozložena podél celé litorální zóny jezera, k odběru se používá celkem 14 míst, a to i včetně přítoku do nádrže. Charakter a stav vzorkovacích míst je v době aktuálního odběru fotograficky dokumentován. Vzorky vody jsou odebírány vzorkovnicí z příhladinové vrstvy do hloubky 15 až 30 cm ve vzdálenosti cca 0,5 m od břehu (ČSN EN 5667). Spolu s vodou jsou namátkově zachycovány i nárosty, které jsou odebírané seškrabáním povrchu dlouhodobě ponořených předmětů a materiálů ve vodě. Vzorky jsou odebírány v sezóně od přelomu března/dubna do přelomu října/listopadu, s četností jedenkrát měsíčně.

Jednou měsíčně jsou ve vegetačním období na přelomu dubna/května až do přelomu října/listopadu prováděny také hlubinné odběry vzorků vody odběrákem Van Dorna (SIG-ENT) z lodi zakotvené u bójky. Současně jsou na místě zaznamenány povětrnostní podmínky, dále je měřena průhlednost a barva vody. U takto odebraných hlubinných vzorků je zjišťována hodnota pH a konduktivita (Říhová et al, 2014).

7. Plánovaná hydrická jezera v Podkrušnohoří

Jelikož na Mostecku stále probíhá těžba uhlí, těžební podniky již nyní mají naplánované nové projekty týkající se rekultivace do budoucna vytěžených oblastí hnědouhelných dolů, mj. je v plánu po vyčerpání zásob tyto oblasti zatopit a vytvořit tak na Mostecku další rekultivační jezera a to jezera Vršany, Centrum a Kohinoor (tab. 5).

Tato jezera se nezačnou plnit dříve než v roce 2030, záležet bude na tom, kdy v nich důlní společnosti skončí s těžbou uhlí. Největším má být jezero ze současného lomu ČSA mezi Mostem a Chomutovem, která má mít 1260 hektarů (Pichler et al, 2004). Plány na rekultivaci hnědouhelných lomů, které se mají po vyčerpání zásob uhlí zatopit, počítají v Ústeckém kraji po roce 2035 s celkem šesti novými velkými jezery o rozloze zhruba 3859 hektarů. V jezerech má být 1600 milionů krychlových metrů vody, což je pětinásobek množství vody zadržované přehradou Lipno, které je však zhruba o 1000 hektarů větší než plocha plánovaných jezer (ceskatelevize@ 2008).

Jezero Centrum vznikne v rámci krajiny po důlní těžbě uhlí v lomu ČSA, kde se počítá se zatopením důlní zbytkové jámy vodou. Plán rekultivace by se však mohl ještě oddálit v důsledku snahy těžební společnosti Severní energetická, a.s., o prolomení územních ekologických těžebních limitů a snahy o zbourání přilehlých obcí Horní Jiřetín a Černice. Tím by tedy došlo k oddálení plánovaného zatopení lomu ČSA. Při neprolomení těchto těžebních limitů bude probíhat těžba v útlumu jen do roku 2021, při prolomení minimálně do roku 2065 (II. etapa – 287 mil. tun uhlí), nejdéle až do roku 2150 (Vágnerová, Brejcha, 2010). Otázka prolomení či neprolomení limitů je však stále aktuální.

Dne 19. 10. 2015 vláda rozhodla o prolomení územních limitů těžby na dole Bílina. Těžba musí probíhat alespoň 500 metrů od obcí. Naplnil se však avizovaný scénář o odložení rozhodnutí ohledně dolu ČSA, u něhož by prolomení limitů znamenalo bourání Horního Jiřetína (Budín, 2015).

Jezero Vršany má být dokonce třikrát větší než jezero Most. Dle informační tabule (obr. 11) na vyhlídce ve Vršanech je naplánováno, že jezero Vršany po roce 2051 bude mít hladinu 206 m. n. m a rozlohu 263,46 hektarů. Jezero Vršany vznikne

v prostoru společné zbytkové jámy dnes již propojených lomů Šverma a Vršany. Ukončení těžby lomu Vršany se předpokládá po roce 2050 – v závislosti na výši těžby. Teprve po ukončení dobývání hnědého uhlí může být prostor zbytkové jámy rekultivován. Zahájení napouštění se v současné době předpokládá kolem roku 2060 (DN, 2014).

Obrázek 11: Část informační tabule ve Vršanech (foto autora, 2017)

jezero	okres	celková plocha rekultivací	vodní plocha	Max. hloubka	průměrná hloubka	objem
		[ha]	*[ha]*	*[m]*	*[m]*	*[m³]*
Kohinoor	Most	294	49	17	8	4,000,000
Vršany (též Šverma)	Most	4892	467	37	15	71,000,000
Centrum (též ČSA)	Most	1957	700-1259	130-150	?	273,900,000

Tabulka 5: Plánovaná rekultivační jezera na Mostecku (Anonymus 2016)

Nové jezero, které je zatím v plánu - v generelu rekultivací, se bude jmenovat Bílina. Vznikne na území lomu Bílina, který vznikl v roce 1978 sloučením lomů VMG a A. JIRÁSEK. S jeho napouštěním se započne roku 2030 po dobu 7 až 8 let (tab. 6). Kladen bude převážně důraz na jeho polyfunkční zapojení do krajiny. Bude taktéž obklopeno lesnickou a zemědělskou rekultivací, obdobně jako jezero Milada (Neruda et al, 2010).

Cílová kvóta hladiny (m n. m.): 200,0	*Maximální hloubka (m):* 170,0
Plocha (ha): 1 145,0	*Zahájení napouštění:* 2030
Objem vody (mil. m³): 645, 0	*Ukončení napouštění:* 2037
Průměrná hloubka (m): 56,0	*Tok:* Bílina, Radčický a Lomský p.

Tabulka 6: Parametry lomového jezera Bílina k 15. 4. 2000 (Neruda et al, 2010)

8. Diskuse, proměna regionu, zásobárna vody

Už na začátku 90. let minulého století se rekultivacím začala přikládat větší váha, začalo se jí věnovat více lidí a změnil se i způsob financování. Postižená území se začala řešit jako celek až do úplného závěru těžby a definitivního zahlazení škod po těžbě. Je nutné si uvědomit, že těžba nerostných surovin, příprava a následná rekultivace, jsou činnosti, které jsou vzájemně provázané a musí fungovat jako celek (Kašpar, 2015).

Severočeská pánev je považována za jeden z nejvíc zničených krajinných celků světa. Podíváme-li se však na celý problém z hlediska dalších padesáti let, může se stát, že severní Čechy se stanou důležitou turistickou oblastí, která bude kombinovat horskou a lesní krajinu Krušných hor i rozsáhlé vodní plochy bývalých těžebních jam (Cílek, 2005).

Ústecký kraj bude v budoucnu krajem jezer, vodou zatopených lomů. Tato krajina, kterou tak zásadně proměnila těžba hnědého uhlí, bude jednou zásobárnou vody pro velkou část republiky. Hluboká lomová jezera, která na severu Čech vznikají, budou mít ohromnou kapacitu, minimálně 40 až 45 procent kapacity vodního obsahu celé ČR (iuhli@2015). V současné době se dokonce diskutuje o tom, zda by vody nemohlo být méně a čím ji případně nahradit. Rekultivace lomů ČSA, Vršany a Bílina by totiž mohla mít kladný vliv na energetiku a také na počet nových pracovních míst (stavby vodních elektráren, rekreační a volnočasová centra, jejich spravování a zásobování), kterých je na Mostecku nedostatek.

V posledních letech se řeší konkrétně u Mosteckého jezera daleko větší problém a tím je úbytek vody v jezeře. Kvůli vysokým teplotám minulých let se voda z jezera odpařuje více, než počítal původní projekt, proto se musí jezero průběžně dopouštět. Původní projekt počítal s tím, že hladina jezera může kolísat 60 cm nad i pod výšku 199 metrů nad mořem. Pokles vody o 60 cm je ale velmi drahou záležitostí, neboť vzhledem k rozloze jezera (311 ha) jde totiž o velké množství vody. Právě proto se již od roku 2016 na více místech jezera Most měří odpar vody, aby společně s předpověďmi počasí bylo jasné, kdy a kolik vody do jezera připustit. Voda, která je do jezera dopouštěna, není zdarma. Palivový kombinát Ústí (PKÚ), spravující rekultivační jezero Most, platí za odebranou vodu dodavateli, kterým je Povodí Ohře.

Jen pro představu, kolik takové dopuštění jezera stojí, uvedu několik zveřejněných údajů PKÚ. Kombinát zaplatil jmenovanému dodavateli v roce 2015 - 7 mil. Kč, v roce 2016 - 5,5 mil. Kč, v roce 2017 a 2018 - 9 mil. Kč. Do jezera bylo napuštěno za celou dobu jeho existence tj. od roku 2008 do roku 2017, 78 194 639 m³ vody. Celková cena za napouštění i dopouštění vody v těchto uvedených letech dosáhla částky téměř 224 mil. Kč (Stratík, 2018). Právě miliony, které jsou nutné k dopouštění jezera, změnily toleranci pro kolísání hladiny jezera z původních 60 cm na 5 cm a v současné době už se s ní nepočítá vůbec. PKÚ udržuje hladinu, která nesmí klesnout pod kvótu 199 metrů.

V příštích letech by měla odpadnout i starost s dopouštěním jezera, protože jezero přestane být bezpřítokové. Počítá se s vodou čerpanou z nedalekého bývalého dolu Kohinoor. Zatím z něj odtéká voda do potoka, ale PKÚ připravil projekt velké kořenové čistírny, která důlní vodu upraví tak, aby se dala použít i pro dopouštění jezera Most. V návrhu se počítá s tím, že by pak stačilo přepnout klapku, zda má voda odtékat do potoka, či do jezera (Kasal, 2016). Čistírna má stát kolem 100 mil. Kč.

V souvislosti s přínosy jezera Most se nejčastěji zmiňovalo, že jezero by mělo sloužit jako čistička podkrušnohorského vzduchu zamořeného oxidy a prachem z okolní povrchové těžby. Skutečnost je taková, že jezero má jen minimální vliv na lokální mikroklima. Spoluautor projektu Jan Brejcha z mosteckého Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí přibližuje zjištění takto: „Vypadá to, že vliv jezera je převálcován termikou v pánvi a není podstatný. Muselo by být mnohem větší “. Celý projekt jezera Most připomíná spíše obrovský a finančně nákladný experiment, který doposud nikdo nedokáže odhadnout, jaký efekt těžbou postiženému regionu vlastně přinese (Stratík, 2018).

Z dosavadního vývoje rekultivačního jezera Most mají radost ornitologové. Vodní plocha se stala jedním z nedůležitějších zimovisť ptáků v Česku. Každoročně jich tu přečkává chladné měsíce více než pět tisíc. A nejde jen o husy a racky. Odborníci objevili severské kachny, volavky, turpany či morčáky (Stratík, 2018).

Definitivní ukončení rekultivací samozřejmě záleží na tom, jak dlouho se ještě hnědé uhlí pod Krušnými horami bude dobývat. Dle současně platných územně ekologických limitů těžby se předpokládá, že poslední lom Vršany ukončí činnost někdy kolem roku 2055.

Rekultivace by tedy mohly skončit po roce 2060. Po tomto již zmíněním roce budou mít nová hydrická jezera v Podkrušnohoří celkovou plochu 52 km² (DN, 2015). Již dnes se ovšem ukazuje, že tyto nově vzniklá jezera hrají a budou i do budoucna hrát významnou roli nejen při tvorbě nové krajiny, ale i v životě místních obyvatel.

Nelze také opomenout fakt, že vodou jsou spojená dvě přírodní rizika, a to je riziko záplav a riziko sucha. Socioekonomické systémy se nejen v České republice přizpůsobují normální dostupnosti vody v regionu. Znamená to, že určité množství vody je k dispozici pro potřeby zásobování vodou, výrobu vodních elektráren, rekreační požitek, dopravu a údržbu ekosystémů. Při tomto plánování či disponování s vodou se vychází ze zkušeností s přirozeným cyklem obnovy vody doprovázejícím změnu ročních období. Tyto zkušenosti ukazují, že hydrologický cyklus je přirozeně proměnlivý. Příliš mnoho vody způsobuje záplavy, zatímco příliš málo vody v podobě srážek vede k vysychání krajiny (Thompson, 1999). Naše společnost se proto přizpůsobuje těmto rizikům.

A proto v našem regionálním měřítku to jsou právě nově vznikající hydrická jezera, která můžou být v obdobích sucha velkým přínosem pro krajinu. A proto pokud člověk vytvoří vhodné výchozí podmínky, může na těžbou poškozeném území vzniknout díky spontánní sukcesi stabilní a druhově bohaté ekosystémy, které ve spojení s tradičně rekultivovanými plochami dají vzniknout hodnotné a atraktivní krajině s významnými mimoprodukčními funkcemi (Hendrychová, Kabrna, 2008).

9. Závěr

Krajina v Podkrušnohoří, která byla vlivem těžby odvodněna, se postupně mění na krajinu opět s vysokým podílem vodních ploch. Vzniká tu krajina s přírodně blízkými prvky vodních ploch, které mají pozitivní vliv na značně narušený krajinný ráz oblasti. Právě výstavba hydrických jezer má významný podíl na obnově post-těžební krajiny na severu Čech.

Hydrické rekultivace se v ČR dělají už desítky let a v tomto oboru patříme ke světové špičce (Kašpar, 2015). Významně zvyšují retenční a akumulační kapacitu území, což v době, kdy kvůli globálním změnám klimatu ubývá srážek, má jednoznačně významnou a pozitivní roli. Pro svou dobrou kvalitu vody se jezera stanou zásobárnou všestranně využitelné vody nejen v regionálním, ale i celostátním měřítku.

V důsledku nedostatku zemin na zasypání velkoplošných těžebních jam patří hydrické rekultivace v současné době mezi hlavní způsoby rekultivací území postižených těžbou. Tento způsob rekultivace se z hlediska biodiverzity krajiny a z hlediska nápravy vodního režimu krajiny řadí mezi značně přínosný a při porovnání s ostatními běžně používanými způsoby rekultivací se jeví společně s rekultivací lesnickou jako nejvhodnější způsob obnovy krajiny. Z předchozí práce vyplývá, že zatápění zbytkových jam je řešeno individuálně pro každý povrchový lom, a že samotné řešení hydrické rekultivace zbytkové jámy vyžaduje důsledné posouzení celé řady aspektů - např. dostupnost a kvalita zdrojů napouštění, vodohospodářská bilance jezera, průtočnost/neprůtočnost jezera, těsnění uhelné sloje, opevnění břehové linie (ekozpravodaj, 2018).

Hydrické rekultivace v sobě nezahrnují jen tvorbu nových jezer, ale i péči o jejich okolí a o vytvoření funkčního ekosystému. Cílem těchto rekultivací je komplexní rekonstrukce devastovaného území, v níž budou obnoveny jak přírodní, tak i ekologické funkce, a budou dosaženy odpovídající podmínky pro člověka, jak z hlediska životního prostředí, tak i z hledisek sociálně ekonomických včetně vytváření nových pracovních míst.

10. Zdroje – seznam literatury

10.1. Odborné publikace

- ALWAC a.s., 2005: Impulsy Severozápadu 11: 16-18.
- Blažková M., 2008: Ložiska nerostných surovin v Podkrušnohoří, Studia OECOLOGICA 2 : 3-11.
- Bartůňková K., Sokol Z., 2013: Vliv nově vzniklé jezerní plochy na mikroklima, Vodní hospodářství 4, 106 – 121.
- Brejcha J., Vágnerová M., Šafářová M., 2014: Dílčí výsledky hodnocení kvality ovzduší v okolí Mosteckého jezera v letech 2008 až 2013. Severočeskou přírodou 46. Severočeská pobočka České botanické společnosti. Ústí nad Labem, 15-35.
- Cílek V., 2005: Krajiny vnitřní a vnější: texty o paměti krajiny, smysluplném bobrovi, areálu jablkového štrůdlu a také o tom, proč lezeme na rozhlednu, Dokořán, Praha, 269 s.
- Důlní noviny, 2014: Lom Vršany se vody bát nemusí. DN 4 - Most. 3-4.
- Důlní noviny, 2015: Největší jezera vznikají po těžbě. DN 8 - Most. 13-14.
- Gremlica T., Vrabec V., Cílek V., Zavadil V., Lepšová A., Volf O., 2013: Industriální krajina a její přirozená obnova. Právní východiska a rekultivační metodika oblastí narušených těžbou. Novela bohemica, Praha, 110 s.
- Hendrychová M., Kabrna M., 2008: Aplikace rekultivačního průzkumu do praxe – možnost uplatnění spontánní sukcese. Zpravodaj Hnědé uhlí 4. 1-30.
- Jůva K.,Pflug J.,Tlapák V., 1984: Meliorační kultivace a rekultivace zemědělské půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 304 s.
- Kašpar J., 2015: Rekultivace. Důlní noviny 8-Most. 14-16.
- Kříž H., 1983: Hydrologie podzemních vod. Academia, Praha, 292 s.
- Kutílek M., 1978: Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha, 296 s.
- Lurling M., Mackay E., Reitzel K., Spears B. M., 2016: Water Research, Special Issue on Geo-engineering to Manage Eutrophication in Lakes, Volume 97: 1-174.
- Němec J., Hladný J., Blažek V., Kubíček K., 2006: Voda v České republice. Consult, Praha, 253 s.

- Novák P., Vopravil J., Lagová J., 2010: Assessment of the Soil Quality as a Complex of Productive and Environmental Soil Function Potentials, Soil & Water Res. 5: 113–119.
- Pešek J., Sivek M., 2012: Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky. Česká geologická služba, Praha, 199 s.
- Pichler E., Benešová J., Gergel J., 2004: Zpravodaj Hnědé uhlí 2: 1-36.
- Rode A. A., 1956: Vodnyj režim počvennoj i jego tipy. Počvoveděnije 4, Moskva, 1 – 23.
- Řehoř M., Čablík V., Lang T., 2008: Některé nové poznatky o jílovcových sorbentech oblastí severočeské a sokolovské pánve. Zpravodaj Hnědé uhlí 3. 36 – 43.
- Říhová Ambrožová J., Ivanovová P., 2013: Hydrická rekultivace na Mostecku. Vodní hospodářství 4. 102-106.
- Severočeské doly a.s., 2003: Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku. Chomutov, 237 s.
- Šoltysová V., 2008: Kohouty se roztočí letos na jaře. Týdeník Mostecka Homér 12/6. 1- 4.
- Štýs S., Helešicová L., 1992: Proměny měsíční krajiny, Praha, 256 s.
- Štýs S., 1995: Rekultivace, Most: Mostecká uhelná společnost, 63 s.
- Štýs S., 2006: Rekultivace v zrcadle století (1906-2006). Hornické listy 1, 12-14.
- Štýs S., 2006: Rekultivace a krajinotvorba-akce Barbora. Hornické listy 7-8, 24-27.
- Štýs S., 2013: Hydrologické rekultivace jako subsystém rekultivační transformace krajiny. Vodní hospodářství 4.121-126.
- Thompson S. A., 1999: Water Use, Management, and Planning in the United States, 9 - Water Quality and Ecosystem Health. Academic Press. 273-305.
- Thompson S. A., 1999: Water Use, Management, and Planning in the United States, 10 - Floods and Droughts, Academic Press. 307-339.
- Volný S., 1989: Deteriorizace a rekultivace krajiny. VŠZ Brno, 187 s.
- Vráblíková J., Blažková M., Farský M., Jeřábek M., Seják J., Šoch M., Dejmal I., Jirásek P., Neruda M., Zahálka J., 2008: Revitalizace antropogenně

postižené krajiny v Podkrušnohoří. II. část. Universita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 153 s.

- Vrba T., 2016: Po uhlí přichází voda- Jezero Milada, Hornické listy 1. 32-33.
- Vrba T., 2016: Jezero Most- vodní plocha s příběhem. Hornické listy 2. 36 - 39.

10.2. Legislativní zdroje

- Směrnice Rady č. 2000/60/ES, v platném znění.
- Zákon č. 44/1988 Sb., horní zákon, o ochraně a využití nerostného bohatství, v platném znění.
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících předpisů, v platném znění.
- Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.
- Zákon ČNR č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), v platném znění.
- Zákon ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, v platném znění.
- Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí, v platném znění.
- Zákon ČNR 282/1991 Sb., o České inspekci životního prostředí a její působnosti v ochraně lesa, v platném znění.
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon), v platném znění.
- Zákon ČNR č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí České republiky, v platném znění.
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění.

- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 20/2002 Sb., o způsobu četnosti a měření jakosti vody, v platném znění.

10.3. Internetové zdroje

- Budín J., 2015: Limity na Bílině byly prolomeny, rozhodnutí o ČSA odloženo (online) [cit. 2019.1.10], dostupné z <http://oenergetice.cz/teplarenstvi/limity-na-biline-byly-prolomeny-rozhodnuti-o-csa-odlozeno>.
- Česká televize, @2008: Na Mostecku vzniká největší jezero (online) [cit. 2018.4.10], dostupné z <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/1436695-na-mostecku-vznika-nejvetsi-ceske-jezero>.
- Dazzi C., 2008: Soils, environmental awareness and ecological footprint in european countries (online) [cit. 2018.5.5], dostupné z <http://www.researchgate.net/profile/Rudolf_Midriak2/publication/296484088_sbornik2007/links/56d5b15208aee1aa5f73075b.pdf>.
- Ekologické centrum Most, @2016: Mostecké jezero a ovzduší (online) [cit. 2018.6.10], dostupné z <http://ecmost.cz/DS/jezero.pdf>.
- EKOzpravodaj, @2018: Ústecký kraj bude krajem jezer (online) [cit. 2019.1.5], dostupné z <http://ekozpravodaj.wz.cz/jezera.html>.
- FNM ČR, @2015: Vymezení a charakteristika řešeného území – 15 miliard (online) [cit. 2018.10.10], dostupné z <http://www.15miliard.cz/cd_fnm_oprava/kapitola_01/Kapitola_1_TEXT.pdf>.
- Hájek O., 2009: Mostecko bude krajinou velkých jezer (online) [cit. 2018.11.10], dostupné z <http://mostecky.denik.cz/podnikani/mostecko-bude-krajinou-velkych-jezer20091029.html>.
- iuhli.cz, @2015: Sever Čech bude zásobárnou vody (online) [cit. 2018.5.5], dostupné z <http://iuhli.cz/iuhli-tv-sever-cech-bude-zasobarnou-vody/>.
- Kasal T., 2015: Jezero u Mostu se čistí samo a plní ho déšť, otevře se za 3 roky (online) [cit. 2019.1.10], dostupné z <http://usti.idnes.cz/kdy-se-otevre-

jezero-most-pro-verejnost-f08-/usti-zpravy.aspx?c=A151007_161830_usti-zpravy_alh>.

- Kasal T., 2016: Z jezera Most se odpařuje víc vody, než počítal projekt. Stojí to miliony (online) [cit. 2019.3.20], dostupné z http://usti.idnes.cz/jezero-most-prichazi-o-vodu-dpk-/usti-zpravy.aspx?c=A160707_2258034_usti_zpravy_hrk.
- Kuráž V, 2008: Současný stav v ochraně půdy v České republice (online) [cit. 2018.4.10], dostupné z <htpp: //www.researchgate.net/profile/Rudolf_Midriak2/publication/296484088_sbornik2007/links/56d5b15208aee1aa5f73075b.pdf>.
- Lima A. T., Mitchell K., O´Connell D. W., Verhoeven J., Cappellen P. V., 2016: The legacy of surface mining: Remediation, restoration, reclamation and rehabilitation (online), [cit. 2019. 3. 7], dostupné z <http://dx.doi.org/101016/j.envsci.2016.07.011>.
- Neruda M., Kubát K., Říhova Ambrožová J., Machová I., Filipová L., 2010: Hydrická rekultivace jezera Most (online) [cit. 2018.4.10], dostupné z <http://fzp.ujep.cz/Veda/Edice/StudiaOecologica/SO_4-2010_web.pdf#page=120>.
- Neruda M.,Říhová Ambrožová J.,Machová I., Kubát K.,Filipová L., Holec M., Holcová D., 2015: Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů (online) [cit. 2018.6.10], dostupné z <http://mapserver.ujep.cz/projekty/tacr/>.
- OKD, @2012: Rekultivace (online) [cit. 2018.11.10], dostupné z <http://www.okd.cz/cs/zivotni-prostredi/rekultivace>.
- Stratilík O., 2018: Nenasytné moře. Rekultivaci jezera Most provázejí problémy (online) [cit. 2019.3.20], dostupné z https://www.euro.cz/udalosti/nenasytne-more-1402854.
- Štýs S., 2009: Hydrologické rekultivace - Jezero Most (online) [cit. 2018.11.10] dostupné z <http:// file:///C:/Users/helen/Downloads/%C5%99%C3%ADjen%202009%20(3).pdf >.
- Vágnerová M, Brejcha J, 2010: Ovzduší a hydrická rekultivace hnědouhelných lomů (online) [cit. 2018.8.20], dostupné

z <http://fzp.ujep.cz/Veda/Edice/StudiaOecologica/SO_4-2010_web.pdf#page=120>.

- Voštová V., Růžička M., 2000: Povrchová těžba a rekultivace (online) [cit. 2019.1.12], dostupné z http://www.umad.de/infos/iuappa/pdf/B_21.pdf>.
- Vráblíková J., Vráblík P., 2008: Rekultivace v Podkrušnohoří (online) [cit. 2018.4.10], dostupné z <https://www.researchgate.net/profile/Rudolf_Midriak2/publication/296484088_sbornik2007/links/56d5b15208aee1aa5f73075b.pdf>.
- Vráblíková J, Neruda M, Vráblík P., 2008: Antropogenně postižená oblast a specifika ovlivňující půdní fond (online) [cit. 2018.4.10], dostupné z <https://www.researchgate.net/profile/Rudolf_Midriak2/publication/296484088_sbornik2007/links/56d5b15208aee1aa5f73075b.pdf>.
- Vráblíková J., 2010: Rekultivace území po těžbě uhlí na příkladu severních Čech (online) [2019.3.8], dostupné z <https://docplayer.cz/7590065-Rekultivace-uzemi-po-tezbe-uhli-na-prikladu-severnich-cech.html>.
- Zacharová J., Pokorný R., 2010: Inventarizace hydrických rekultivací v okresech Teplice a Ústí nad Labem a jejich hodnocení metodou BVM a EVVM (online) [cit. 2018.28.10], <http://fzp.ujep.cz/Veda/Edice/StudiaOecologica/SO_4-2010_web.pdf#page=120>.

10.4. Ostatní zdroje

- Tichý V., 2017: Hydrická rekultivace lomu ČSA. Technická universita, Hornicko-geologická fakulta, Ostrava. 33 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC VŠB v Ostravě.

10.5. Obrázky, fotografie

- Obrázek 1: Situování podkrušnohorských hnědouhelných pánví (Šafářová, Chytka, 2009).
- Obrázek 2: Těžba nerostných surovin v roce 2014, (online) [cit. 2019.3.21], dostupné

z <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js17/cesko_atlas/web/pics/05-tezba.jpg>.

- Obrázek 3: Cíl obnovy vytěžené podkrušnohorské pánve, (online) [cit. 2019.3.21], dostupné z <http://anzdos.com/obnova-fukci-krajiny-po-tb-hnedeho-uhli.html>.
- Obrázek 4: Varvažovský oprám, (online) [cit. 2019.3.21], dostupné z <https://www.vyletnik.cz/mistopisny-rejstrik/severni-cechy/ustecko/1863-varvazovsky_opram/#>.
- Obrázek 5: Jezero Milada (vyfoceno autorem v září 2017).
- Obrázek 6: Jezero Benedikt, (online) [cit. 2016.10.12], dostupné z http://www.krusnehory erzgebirge.eu/sites/default/files/styles/large/public/pictures/2742/1348473949-610_sportovni-areal-benedikt_1.jpg?itok=h2C_vXqx)>.
- Obrázek 7: Jezero Matylda, (online) [cit. 2018.11.21], dostupné z <http: //d34-a.sdn.szn.cz/d_34/d_15120391/img/6/639x370_dSpN67.jpg?fl=res,667,500>.
- Obrázek 8: Rekultivace území dotčeného lomem Ležáky (Štýs, 1995).
- Obrázek 9: Jezero Most, (online) [cit. 2016.11.21], dostupné z <http://www.krusnehory-erzgebirge.eu/sites/default/files/styles/large/public/pictures/2860/1348474979-1509_jezero-most_8.jpg?itok=VsKSetSg>.
- Obrázek 10: Situační přehled těžebních a rekultivačních aktivit MUS, a.s. (Štýs, 1995).
- Obrázek 11: Část informační tabule ve Vršanech (vyfoceno autorem v červnu 2017).
- Tabulka 1: Parametry sledovaných hydrických jezer (vytvořená autorem, 2019).
- Tabulka 2: Parametry lomového jezera Milada k 8. 8. 2010 (UJEP, 2010).
- Tabulka 3 : Alternativa pro rekultivaci lomu Ležáky (Štýs, 1995).
- Tabulka 4: Alternativy zaplavení lomu Ležáky (Štýs, 1995).
- Tabulka 5: Plánovaná rekultivační jezera na Mostecku, (online) [cit. 2017.10.8], dostupné z <http:

//cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_rekultiva%C4%8Dn%C3%ADch_jezer_v_%C4%8Cesku>.

- Tabulka 6: Parametry lomového jezera Bílina k 15. 4. 2000 (UJEP, 2010).