

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Krajinářství



Bakalářská práce

**Porovnání stavu vod a mokřadů na zrekultivovaných
výsypkách a zatopených uhelných lomech
na Mostecku**

Nachlingerová Jana

© 2014 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nachlingerová Jana

Územní technická a správní služba

Název práce

Porovnání kvality vod v mokřadech na zrehabilitovaných výsypkách a zatopených uhelných lomech na Mostecku

Anglický název

Comparison of water quality in wetlands on reclaimed dumps and flooded coal mines in the Most region

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnocení stavu kvality vody na čtyřech vybraných vodních plochách na Mostecku. Jde o Mostecké jezero, jezero Matylda, odvodnění Březenecké výsypky a mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany.

Teoretická část práce se věnuje popsání zájmové oblasti, rozčlenění rekultivací a přiblížení faktorů, které ovlivňují kvalitu vody. Vymezuje základní pojmy, jako je zemědělská, lesní a vodní rekultivace. Vysvětluje vlastnosti faktorů ovlivňujících kvalitu vody.

V praktické části vyhodnocuje kvalitu vody z naměřených hodnot, získaných pomocí laboratoře firmy HUMECO a.s.

Metodika

Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část seznamuje s vybranými lokalitami, kterými jsou Mostecké jezero, jezero Matylda, odvodnění Březenecké výsypky a mokřad na vnitřní straně výsypky lomu Vršany. Dále historii dobývání uhlí a rekultivací, druhy rekultivací – jimiž jsou zemědělská, lesní a vodní rekultivace. Také vymezuje faktory ovlivňující kvalitu vody. V této části je využito literárních a elektronických zdrojů, včetně norem vymezujících závazných ustanovení pro měření kvality vody. Praktická část je zaměřena na vyhodnocení výsledků naměřených hodnot, které byly zpracovány v laboratoři firmy Humeco a.s. Porovnává hodnoty z tří ročních období a vymezuje nejlepší, ale také nejhorší kvalitu vody v daných lokalitách.

Harmonogram zpracování

zadání práce: 07/2013

měření a průzkum: 09/2013 - 12/2013

odevzdání práce: 04/2014

Rozsah textové části

cca 50 str. textu, řádkování 1,5; písmo Time New Roman 12 nebo obdobné, mapy v příloze

Klíčová slova

rekultivace, povrchové hnědouhelné lomy, mokřady, kvalita vody

Doporučené zdroje informací

- Štýs S. a kol.: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. 1. vyd., Státní nakladatelství technické literatury Praha, 1981, 678 s.
- Štýs S.: Proměny Mostecky, sborník článků z Mosteckého deníku, Magistrát města Mostu, 2011
- Dimitrovský, K. & Vesecký, J.: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. SZN Praha, 1989, s. 136.
- Dimitrovský, K.: Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Metodiky pro zemědělskou praxi 14/1999, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1999, 66 s.
- Lhotský J. a kol.: Kultivace a rekultivace půd, VÚMOP Praha, 1994
- Čermák P., Kohel J., Dederá F.: Rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti severočeského hnědouhelného revíru, Metodika, VÚMOP, Praha 2002
- Sádlo J., Tichý L.: Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě. 1. vyd. Brno: ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády ve spolupráci s neziskovou organizací Rezekvítek, 2002. 35 s
- Pecharová E., Svoboda I., Vrbová M.: Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. Lesnická práce s. r. o., Kostelec nad Černými lesy 2011, 112 s.
- Rippl, W., Pokorný, J., Eiseltová, M., Ridgill, S.: Holistický přístup ke struktuře a funkci mokřadů a jejich degradaci. In: Eiseltová, M. (ed.): Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup. Wetlands International publ., No. 32., 19
- Vráblíková A. a kol.: Revitalizace antropogenně poškozené krajiny v Podkrušnohoří - 1. část, Ústí nad Labem, 2008
- Kryl V., Fröhlich E., Sixta J.: Zahrazení hornické činnosti a rekultivace. Skripta VŠB – Technická univerzita Ostrava. Ostrava 2002. 80 s.
- Pokorný J., Lhotský P.: Význam mokřadů pro ovlivňování vodní bilance krajiny, Vodní hospodářství, Praha 2006.
- Příkryl I. a kol.: Ekosystémy pánevních oblastí. - Závěrečná zpráva. Program Biosféra-SE. Projekt VaV 640/3/00 – Obnova a funkce krajiny narušené povrchovou těžbou, MŽP ČR 2002.
- Vráblíková J., Seják J., Vráblík P.: Metodika revitalizace krajiny v postižených regionech Podkrušnohoří. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 2009.
- Sklenička P.: Základy krajinného plánování. Centra, s.r.o., Brno, 2003.

Vedoucí práce

Sixta Jan, Ing., CSc.

Elektronicky schváleno dne 16.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "*Porovnání stavu vod a mokřadů na zrekultivovaných výsypkách a zatopených uhelných lomech na Mostecku*" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. dubna 2014

Nachlingerová Jana

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Janu Sixtovi, CSc. za ochotu a odborné vedení při zpracování bakalářské práce. Za konzultaci bych ráda poděkovala Ing. Petru Urbanovi. Zároveň bych velmi ráda poděkovala svým blízkým a zejména rodině za podporu při studiu.

Porovnání stavu vod a mokřadů na zrekultivovaných výsypkách a zatopených uhelných lomech na Mostecku

Comparison of water quality in wetlands on reclaimed dumps and flooded coal mines in the Most region

Souhrn

Bakalářská práce je zaměřena na porovnání a vyhodnocení stavu vod a mokřadů na zrekultivovaných výsypkách a zatopených uhelných lomech na Mostecku. Teoretická část se zaměřuje na popsání zájmového okolí, druhů rekultivací a faktorů ovlivňujících kvalitu vody. Pozornost je především zaměřena na výběry zdrojů vody pro vyhodnocení. Jedná se o čtyři vybrané, jsou jimi: Mostecké jezero, jezero Matylda, odvodnění Březenecké výsypky a mokřad na vnitřní straně lomu Vršany. Praktická část je věnována vyhodnocení faktorů pomocí tabulek s hodnotami, které byly naměřeny a zpracovány laboratoří HUMECO a.s. Prostřednictvím rozboru a následné analýzy bylo zjištěno, že prozatím nejkvalitnější vodu má Mostecké jezero.

Klíčová slova: rekultivace, povrchové hnědouhelné lomy, mokřady, kvalita vody

Summary

The bachelor thesis is focused on the comparison and evaluation of water quality and wetlands in the area of the restored mine dumps and flooded coal mines in the region of Most. The theoretical part is dealing with a description of the observed environment, kinds of restoration and factors influencing quality of water. The attention is mainly focused on the choice of water resources for evaluation. There are four chosen localities: The Lake of Most, The Matylda Lake and the drained mine dump in Březeneck on the inner side of the coal mine Vršany. The practical part is dedicated to the evaluation of the factors by means of the tables with relevant figures, which have been recorded and processed by Humeco Laboratories Plc. The above mentioned analysis has revealed, that The Most Lake features the first-rate water quality.

Keywords: surface brown coal mines, wetlands, water quality

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce	9
3. Metodika.....	9
4. Popis zájmové oblasti.....	10
4.1. Historie dobývání hnědého uhlí.....	10
4.2. Historie rekultivací.....	11
4.3. Druhy rekultivací	11
4.3.1. Zemědělská rekultivace.....	13
4.3.2. Lesnická rekultivace	14
4.3.3. Vodohospodářská rekultivace	16
5. Výběr zdrojů vody na posouzení	18
5.1. Mostecké jezero	18
5.2. Jezero Matylda.....	21
5.3. Odvodnění Březenecké výsypky	24
5.4. Mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany	25
6. Faktory ovlivňující kvalitu vody.....	26
6.1. Vodíkový exponent – pH	26
6.2. Elektrická konduktivita	27
6.3. Chemická spotřeba kyslíku ($CHSK_{Cr}$)	27
6.4. Biologická spotřeba kyslíku (BKS_5).....	28
6.5. Kyselinová neutralizační kapacita	28
6.6. Amonné ionty	29
6.7. Nerozpuštěné látky.....	29
6.8. Rozpuštěné látky.....	30
6.9. Rozpuštěné látky při 550 °C	30
6.10. Rozpuštěné anorganické soli	31

6.11.	Chloridy	31
6.12.	Sírany	32
6.13.	Vápník	32
6.14.	Suma vápníku a hořčíku	33
6.15.	Mangan	33
6.16.	Železo	34
7.	Praktická část	34
7.1.	Zkoumání kvality vody	34
7.1.1.	Mostecké jezero	34
7.1.2.	Jezero Matylida	34
7.1.3.	Odvodnění Březenecké výsypky	36
7.1.4.	Mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany	36
7.2.	Metodika odběrů	36
7.3.	Naměřené hodnoty ze dne 5.10.2013	37
7.4.	Naměřené hodnoty ze dne 7.1.2014	38
7.5.	Naměřené hodnoty ze dne 1.4.2014	39
8.	Vyhodnocení výsledků	40
9.	Závěr	42
9.	Literární zdroje	43
10.	Elektronické zdroje	44
11.	Seznam zákonů	45
12.	Seznam obrázků	46
13.	Seznam grafů	47
14.	Seznam tabulek	47
15.	Seznam příloh	47

1. Úvod

Tématem bakalářské práce je „Porovnání stavu vod na zrehabilitovaných výsypkách a zatopených uhelných lomech na Mostecku“. V teoretické části práce bych chtěla popsat nejen stručné dějiny dobývání na Mostecku, ale i dějiny rekultivací a její druhy. Jsou jimi zemědělské, lesnické a vodohospodářské rekultivace. Problematika rekultivací vzhledem k pokračujícím těžebním činnostem je velmi aktuální téma. Rekultivace vodohospodářské se ukazují jako dobré řešení pro zahlazování škod po těžební činnosti. Proto se domnívám, že posuzování kvality vod je nejen zajímavé, ale i velice potřebné pro zjišťování stavu vod na těchto lokalitách. Také bych se chtěla zaměřit na vybrané faktory vody, které ovlivňují její kvalitu. Pomocí nich bych se pokusila v praktické části práce vyhodnotit kvalitu vody.

V praktické části práce bych ráda popsala jednotlivé zkoušky měření kvality vody. Díky pomoci laboratoře firmy Humeco a.s. budu moci vyhodnotit kvalitu vody. Měření bude probíhat ve třech obdobích – podzimním, zimním a jarním. Díky předání výsledků měření budu moci posoudit kvalitu vody na čtyřech vybraných lokalitách, kterými jsou Mostecké jezero, jezero Matylda, odvodnění Březenecké výsypky a mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany.

2. Cíl práce

Cílem práce je vyhodnocení stavu kvality vody na čtyřech vybraných vodních plochách na Mostecku. Jde o Mostecké jezero, jezero Matylda, odvodnění Březenecké výsypky a mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany.

Teoretická část práce se věnuje popsání zájmové oblasti, rozčlenění rekultivací a přiblížení faktorů, které ovlivňují kvalitu vody. Vymezuje základní pojmy, jako je zemědělská, lesní a vodní rekultivace. Vysvětluje vlastnosti faktorů ovlivňujících kvalitu vody.

V praktické části vyhodnocuje kvalitu vody z naměřených hodnot, získaných pomocí laboratoře firmy HUMECO a.s.

3. Metodika

Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část seznamuje s vybranými lokalitami, kterými jsou Mostecké jezero, jezero Matylda, odvodnění Březenecké výsypky a mokřad na vnitřní straně výsypky lomu Vršany. Dále historii dobývání uhlí a rekultivací, druhy rekultivací – jimiž jsou zemědělská, lesní a vodní rekultivace. Také vymezuje faktory ovlivňující kvalitu vody. V této části je využito literárních a elektronických zdrojů, včetně norem vymezujících závazných ustanovení pro měření kvality vody.

Praktická část je zaměřena na vyhodnocení výsledků naměřených hodnot, které byly zpracovány v laboratoři firmy Humeco a.s. Porovnává hodnoty z tří ročních období a vymezuje nejlepší, ale také nejhorší kvalitu vody v daných lokalitách.

4. Popis zájmové oblasti

4.1. Historie dobývání hnědého uhlí

Počátky dobývání uhlí v severních Čechách jsou známy už od konce středověku a jsou spjaty s těžbou rud v blízkém okolí. Hnědé uhlí se zpočátku nazývalo uhlí kamenné, tento název se používal až do poloviny 19. století, kdy se ujala dnešní podoba názvu – hnědé uhlí.

V městské knize duchcovské, z roku 1403, se nachází první historicky dochovaná zmínka o hornické činnosti. Uhlí se jako palivo dlouhou dobu nepoužívalo, až v roce 1603, kdy byla udělena zvláštní výsada na dolování uhlí, které mohlo být používáno jako palivo v pecích místo dříví při pálení kamence a k vytápění obývacích místností. Bylo to na pozemcích oseckého kláštera a města Mostu. V 16. – 18. století měly doly pouze místní význam. Dolování bylo nepravidelné a především pro vlastní potřebu. Nejdříve se dolovalo povrchovým způsobem a později hlubinným způsobem – štolami a nehlubokými doly s jámami. První šachty měly hloubku jen 6 – 8 metrů, později dosahují hloubky 30ti metrů.

Dozorové orgány začínaly mít větší zájem o nové podnikání v oblasti dobývání hnědého uhlí, vzhledem k přibývání uhelných dolů. Dne 6. 8. 1789 proběhlo vyhlášení uhlí za výhradní nerost Horního regálu (Horního práva), kde bylo majitelům pozemků udělené přednostní právo k dobývání. Tím začal stoupat zájem o hornické podnikání, ale také poptávka po levném palivu. Rozvoj uhelné těžby v severočeském regionu souvisel především s výstavbou železnic v okolí. Produkce uhlí se zvyšuje a podél tratí vznikají nové doly. V druhé polovině 19. století začínají vznikat nové těžební společnosti, vzhledem ke slučování menších podniků. Dochází k nové orientaci těžby. Otevírají se povrchové doly, které se vybavují modernější a výkonnější technikou, jakou jsou např. bagry, speciální dopravní prostředky a zakladači. Vlivem rychlého rozvoje průmyslu se těžba uhlí začíná orientovat z hlubinné těžby na těžbu povrchovou. Většina těžebních aktivit znamená i devastaci jednotlivých složek krajiny (např. vodního režimu, půdních a vegetačních poměrů).

4.2. Historie rekultivací

V roce 1854 byl vydán císařský patent, který upravoval Horní zákon. V něm je zmíněna nová pasáž ukládající těžařům dávat těžbou narušené pozemky do původního stavu. Později byla v Duchcově zřízena rekultivační pobočka Zemské zemědělské rady, jejíž úkol byl organizovat rekultivace.

V roce 1956 byl vydán první zákon o ochraně zemědělského půdního fondu, který nařizoval horníkům provádět následnou rekultivaci na všech územích dotčených těžbou. Pro toto období jsou charakteristické jednoduché zemědělské rekultivace a zalesňování, to vše pouze s minimální úpravou stanoviště. O pár let později byla prosazena koncepce důkladnější úpravy pozemků. V lesnické rekultivaci se rozšířil sortiment přípravných, melioračních a cílových dřevin.

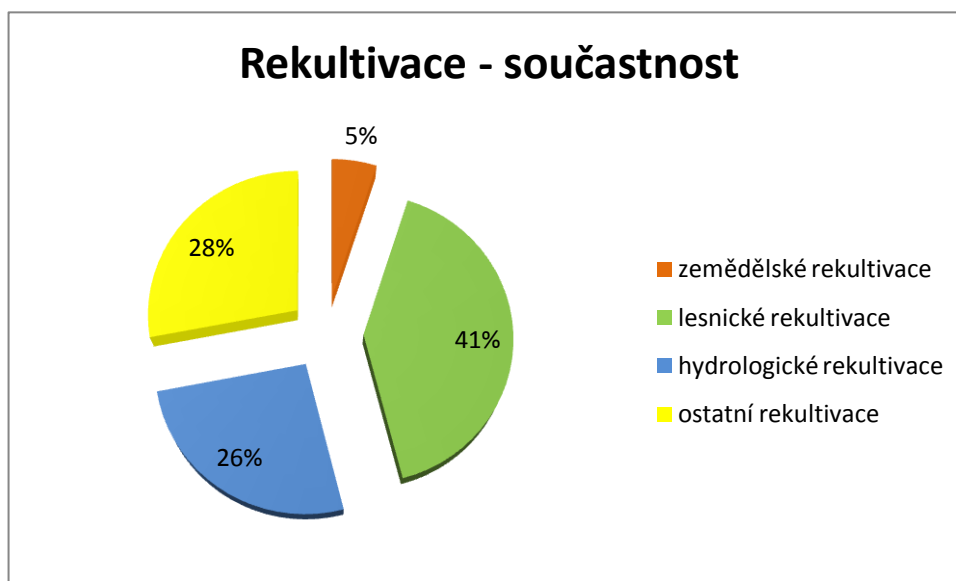
V sedmdesátých letech minulého století se začínají využívat rekultivační tvorby ekotopu, který vzniká úpravou nové půdy, tvárností terénu a vodním režimem. Rekultivace se začínají rozdělovat na zemědělskou, lesnickou a vodohospodářskou. Na Mostecku se především vyvíjí sociálně efektivní rekultivace např. letiště na Střimické výsypce, rekreační vodní plocha Matylida, rekreační příměstský areál Benedikt, autodrom, hipodrom a golfové hřiště na Velebudické výsypce.

V devadesátých letech minulého století se nejvíce preferovala lesnická rekultivace před zemědělskou formou rekultivací. I přesto vznikají vodohospodářské rekultivace, jako je dokončení stavby jezera Matylida. Začíná se také rozhodovat o vzniku příměstského areálu o rozloze 1 235 ha v prostoru zbytkové jámy lomu Most. Plánuje se rekultivace lomu Ležáky a lomu Most. Zatopena by měla být výměra o 320 ha.

4.3. Druhy rekultivací

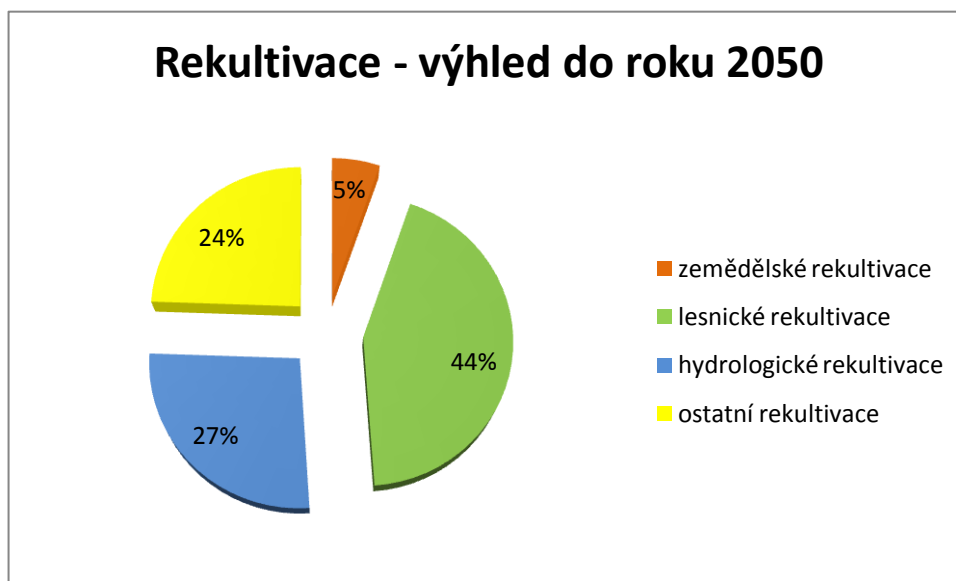
Rekultivace u nás se dělí na tři základní druhy zemědělské, lesnické a vodohospodářské.

Graf č.1. Rekultivace - současnost



Zdroj: <http://slon.diamo.cz/hpvt/2001/sekce/sanace/07/S07.htm>

Graf č.2. Rekultivace . výhled do roku 2050



Zdroj: <http://rekultivace.kr-ustecky.cz/>

Z uvedených grafů vyplývá, že druhy rekultivací ve výhledu do roku 2050 se nebudou příliš lišit od současného rozdělení druhů rekultivací. Do budoucna se tedy plánuje vyšší zaměření na lesnickou rekultivaci, přičemž ostatní a vodohospodářské rekultivace nezůstávají příliš pozadu.

4.3.1. Zemědělská rekultivace

Zemědělská rekultivace po povrchové těžbě uhlí se provádí v oblasti Ústeckého kraje a Sokolovska. Těžba hnědého uhlí a ji doprovázející průmyslová činnost ovlivňuje negativně severočeskou krajinu a životní prostředí. Zemědělské rekultivace se podílejí na ozelenění nově vzniklých výsypkových útvarů a ploch devastovaných těžbou.

Výběr plochy pro uplatnění zemědělské rekultivace by měl být uvážlivý a měl by respektovat půdně ekologická a produkční hlediska plochy. Již od roku 1958 je výzkumně řešena problematika zemědělské rekultivace výsypkových ploch v regionech – Mostecko, Chomutovsko, Teplicko, Sokolovsko.

Pro zemědělskou rekultivaci jsou nejvíce vhodné rovné, ucelené plochy a mírné svahy. Způsob zemědělské rekultivace je ovlivněn zejména druhem zeminy na povrchu odvalu, vzniklými nerovnostmi a množstvím ornice, která by měla být k dispozici pro převrstvení.

Výsypkové zeminy po povrchové těžbě hnědého uhlí se rozdělují do 5 jakostních tříd, podle jejich vhodnosti stát se půdotvornými substráty, tedy vytvářet půdu – zeminy vhodné pro zemědělské rekultivace (černozemě, hnědozemě, spraše), zeminy použitelné pro zemědělské rekultivace (svahové hlíny, písky hlinité, nadložní jíly), zeminy vhodné pro lesnickou rekultivaci (humózní lesní půdy, mírně podzolované lesní půdy), zeminy ještě schopné zalesnění a ozelenění s omezeným hospodářským výsledkem (štěrkové písečité, písky hrubozrnné) a zeminy fototoxické, které znemožňují růst rostlin. Podle jakosti zemin se zemědělsky rekultivuje buď – přímo (zeminy I. a II. jakostní třídy), nebo převrstvením ornice vrstvou o mocnosti 0,3 – 0,5 m (zeminy III. a IV. jakostní třídy) a zeminy V. jakostní třídy, která se musí před převrstvením ornice upravit.

Obrázek č.1. Zemědělská rekultivace – vinice na Mostecku



Zdroj: Vlastní fotografie.

4.3.2. Lesnická rekultivace

Patří mezi základní metodu rekultivací. U lesnických rekultivací jde především o založení chtěného typu porostu lesních dřevin na devastovaných územích určených k zalesnění. Lesní porosty představují ekologická společenstva, které mají pozitivní vliv na vlastní zalesněnou plochu, ale i na své okolí.

Význam lesních porostů je v první řadě stabilizující prvek v ekologických soustavách, ve vazbě na hygienické, estetické a rekreační funkce. Podílí se také na obnově mnohých mimoekonomických, ale i ekonomických funkcí krajiny. V průmyslových oblastech, jako je Mostecko, patří mezi základní koncepci zalesňování společenská potřeba, která závisí na rychlé návratnosti ploch k hospodářskému využívání. Dále také v úpravách krajiny a životního prostředí s možností např. krátkodobé rekreaci

Na zalesnění jakéhokoli devastovaného území byly vypracovány metody, kam se řadí: vhodná úprava území před výsadbou, ideální výběr druhů lesních stromů a keřů, zajištění vhodného výsadbového materiálu, pečlivá výsadba, péče o vysazené kultury a výchovnými pěstebními zásahy.

Lesnická rekultivace používá celou škálu dřevin, jejichž využití se opírá o znalost historie i současných výsledků při realizaci rekultivačních prací v oblasti těžby nerostných surovin.¹ Nejvíce se osvědčují v lesnických rekultivacích:

- Ze sortimentu přípravných a melioračních dřevin: osika (*Populus tremula*), jeřáb (*Sorbus aucuparia*), habr (*Carpinus betulus*), svída bílá (*Cornus alba*).
- Ze sortimentu dřevin s významem pomocným: olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), Olše šedá (*Alnus incana*), lípa (*tilia*), bříza (*betula*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), třešen ptačí (*Cerasus avium*), hrušeň planá (*Pirus*).
- Z hospodářsky cenných dřevin: dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), modřín (*Larix*).

Mezi význam zeleně v okolním prostředí patří – půdoochranný význam (kořeny brání erozi, kořeny podporují však dešťové vody, odpad přispívá k tvorbě humusu), hygienický význam (snižuje částečně hlučnost, zachycuje plynné i pevné znečištění), bioklimatický (odparem vody zvyšuje vlhkost, poskytuje stín, ochlazuje ovzduší), estetický (rozčleňuje krajinu a zvyšuje estetickou hodnotu, zlepšuje začlenění staveb), a ekologický (poskytuje útočiště pro řadu druhů živočichů). Výsledkem lesnické rekultivace je vznikání nových lesů.

¹ **Dimitrovský K.:** *Rekultivace jako významný krajinotvorný fenomén. In Pěstování nepůvodních dřevin. Sborník referátů. Kroměříž, 26. 06. 2008. Praha, Česká lesnická společnost: 70-74*

Celý rekultivační cyklus trvá několik let. Za les bývá považován porost, kde stromy dosahují výšky alespoň 5 metrů. V rekultivačních porostech se toho dosahuje během 10 až 15 let. Průměrné náklady na rekultivační „výrobu“ lesa se pohybují kolem jednoho milionu korun na hektar.

Obrázek č.2. Lesnická rekultivace na Mostecku – pod vrchem Ressler



Zdroj: Vlastní fotografie.

4.3.3. Vodohospodářská rekultivace

Hnědouhelná těžba v České republice znamená destrukci všech těžbou dotčených přírodních i sociálních složek krajiny v celé Severočeské hnědouhelné pánvi. Rekultivace u nás jsou realizovány již 60 let a jejich nedílnou součástí jsou i rekultivace vodohospodářské.

Těžba krajinu vysušuje, protože se důlní vody neustále odčerpávají, kdyby ne mohlo by hrozit zatopení důlních pracovišť a ohrožení pracovníků.

V souvislosti s vodou v krajině mají význam nové lesy, ale především nové vodní akumulace, které se tvoří v místech poklesů po těžbě hlubinné (např. nové jezero mezi obcemi Braňany a Mariánské Radčice), ale především tam kde skončila povrchová těžba. Povrchové doly se budou postupně zavírat a tím po nich zůstanou terénní deprese. Již teď se počítá s jejich postupným zatopením. Tím se stanou velkou zásobárnou různě využitelné vody, která bude cenná nejen v oblastním, ale také celostátním měřítku.

Vodní plochy vznikají v rámci rekultivací na poddolovaných pozemcích, tak na výsypkách a zbytkových malolomech. Na Mostecku se jedná o jezera např. Benedikt, Matylda nebo Barbora.

Obrázek č.3. Vodohospodářská rekultivace na Mostecku – vodní nádrž Vrbenský (Matylda)



Zdroj: www.e-mostECKO.cz

5. Výběr zdrojů vody na posouzení

5.1. Mostecké jezero

Jezero Most se nachází severně od města Mostu. Otevření hnědouhelného lomu Ležáky-Most způsobilo postupnou demolici větší části starého města Mostu. V roce 1969 byla schválena záchrana kostela Nanebevzetí Panny Marie, tím že v 1975 byl přesunut o 841 metrů na místo, kde ho neohrožovala těžba hnědého uhlí.

Těžba a provoz hnědouhelného lomu Ležáky-Most byla ukončena roku 1999. Poté začínají sanační a rekultivační práce, které probíhaly po dobu 9 let. Cíl sanace a rekultivace byl zahladit následky hornické činnosti na území, které bylo po desetiletí využíváno pro těžbu hnědého uhlí. Zemní úpravy byly prováděny v prostoru Rudolické výsypky a vnější výsypky lomu Most, na které navazovala rekultivace Střimické výsypky a vnitřní výsypky lomu Most.

Jednalo se především o zemědělské rekultivace a plochy s lesnickou výsadbou, které byly doplněné odvodněním a vybudováním obslužných komunikací kolem jezera (4 m široké a dlouhé téměř 10 km). Mezi důležité sanační práce, realizované v letech 2004 až 2007, patří zatěsnění části dna jezera. Těsnění se provádělo stavebním způsobem, a to navezením, rozprostřením a zhutněním vrstev. Po skončení hutnění byly těsnící vrstvy překryty vrstvou zeminy.

Opatřením pro zabránění výrazného poškození břehových částí je vytvoření jejich opevnění. Patří mezi nejdůležitější stabilizační opatření. V roce 2008 byly dokončené práce na opevnění. Vzhledem k budoucímu využití břehových částí byly zvoleny formy opevnění, od kamenného záhozu přes vlnolamy až k rozrážečům z lomového kamene.

Vybrat zdroj vody s kvalitou, která odpovídá hygienickým požadavkům pro rekreační využití, bylo důležité k plnění předpokládané funkce nádrže. Nejdříve se počítalo se zdrojem vody z vodního toku Bílina a s přilepšením důlní vodou z dolu Kohinoor. Kvalita vody by však z těchto zdrojů nebyla dostatečná pro rekreační funkci nádrže. Proto byla realizována stavba přivaděče z Průmyslového vodovodu Nechanice (dále PVN), kterým bylo jezero napouštěno vodou z řeky Ohře. Dále byl použit sekundární přivaděč důlních vod z dolu Kohinoor.

Obrázek č.4. Napouštění Mosteckého jezera přivaděčem PVN



Zdroj: Vlastní fotografie.

Zahájení napouštění jámy lomu Ležáky-Most bylo dne 24. 10. 2008. Mostecké jezero je situováno severně od města Mostu. Díky jeho poloze a blízkosti města by mělo jezero plnit především rekreační funkci. Zaplavena je pouze čtvrtina území bývalého lomu Ležáky-Most. Zbytkové plochy jsou stále rekultivovány, především lesnickou rekultivací s doplňující zemědělskou rekultivací.

V této oblasti se velmi daří břízám, jasanům, javorům, lípám, dubům, modřínům, ale také borovicím. Mezi další připravované úpravy území na zrekultivovaných částech Mosteckého jezera a jeho okolí patří např. příměstský park, unikátní arboretum, dostatek ploch pro satelitní sídliště rodinných domů, rekreaci, oddych, turistiku, sport, sportovní rybolov a ostatní činnosti obyvatelstva.

V nejhlubším místě je jezero hluboké 75 m, pojme cca 69 miliónů m³ vody a s hladinou na kótě 199 m. n. m. Jezero představuje velmi rozsáhlou hydrologickou rekultivaci, budovanou v rámci revitalizace území po bývalém hnědouhelném lomu Ležáky-Most. Jezero ovlivňuje hydrologické a hydrogeologické poměry na tomto území. Stavba tak velké bezodtokové vodní nádrže je v České republice ojedinělá.

Obrázek č.5. Mostecké jezero – stav z roku 2009



Zdroj: Vlastní fotografie.

Obrázek č.6. Mostecké jezero – stav z roku 2012



Zdroj: Vlastní fotografie.

5.2. Jezero Matylida

Již z roku 1811 jsou známy zmínky o dobývání na území obce Souši. Těžba hnědého uhlí se zde rychle rozvíjela, již koncem 19. století bylo v prostoru Souše 13 hlubinných dolů. 1. dubna 1918 byl otevřen lom Matylida. Odbyt uhlí umožňovala železnice. V Souši byly rekordně nejvyšší hodnoty popílkového spadu, vzhledem k železnici, ale také exhalace z komořanské elektrárny. Dnes je prašnost přibližně na jedné tisícíně průmyslové prašnosti než před padesáti lety v prostoru jezera Matylidy. Po válce se rozmohl energeticky extenzivní průmysl, který znamenal zvyšující potřebu energie v celém státě. Jako jedno z řešení bylo zvýšení těžeb, a to i za cenu demolice desítek sídel. Většina obce Souše zanikla mezi lety 1961 - 1968, až na menší část pod hradem Hněvín, kvůli postupující potřebě těžby hnědého uhlí.

Původní návrh na rekultivaci území lomu Matylida, který byl také realizován, bylo vybudovat sportovně – branný areál s vodní nádrží, autodromem a okolními lesy. Nejdříve zde měla být mnohem větší nádrž.

Vzhledem k značnému množství nezavalených důlních děl, do kterých by se mohla voda z hlubokého a většího jezera Matylda přelít, bylo rozhodnuto o menší variantě jezera. Okolí výsypky muselo být vhodně vytvarováno a zpevněno. Byla zde vytvořena těsnicí vrstva dna budoucího jezera a také zde byla navezena zemina až z lomu J. Šverma pro stabilizaci svahů v okolí jezera. Proto je jezero Matylda max. 4 m hluboké a má pouze 38,7 ha.

V roce 1987 byly zahájeny práce na terénních úpravách, zpevňování břehů a okolí, výstavba rekreačních pláží a komunikací. Napuštění bylo o pět let později, v roce 1992, z Nechranického přivaděče. Výsledkem je jezero s hladinou o výměře 38,7 ha a okolním téměř 60 ha zalesněním. Jezero Matylda je lomové jezero, které má velmi cenný ekologický, sociální i ekonomický potenciál. Vodní nádrž slouží k provozování vodních sportů, rekreaci i rybářům. Část břehů jezera je upravena do kamenito – písčité pláže. Areál jezera Matyldy je vybavený sociálním zařízením, stánky s občerstvením. Nedílnou součástí je sezónní autokemp. Roku 2009 zde byla dokončena in-line dráha pro bruslaře a cyklisty.

Obrázek č.7. Jezero Matylka – letecký snímek



Zdroj: <http://www.e-mostECKO.cz>

Obrázek č.8. Jezero Matylka – rekreační využití



Zdroj: www.e-mostECKO.cz

5.3. Odvodnění Březenecké výsypky

Odvodnění Březenecké výsypky se nachází na vnitřní straně výsypky lomu Vršany. Roku 2002 začíná zasypávání v jižní části lomu a probíhá zpevnění svahů. Vodní plocha byla vytvořena za účelem odvádění vody z výsypky. Jedná se o průtočnou vodní plochu, která se vlévá do řeky Srpina. Odvodnění je přístupné z obce Strupčice. V roce 2006 začíná mít finální podobu a v roce 2008 je ukončena vodní rekultivace. Jde o plochu 5 ha s hloubkou vody okolo 1 až 2 m. Lesní rekultivace na svazích výsypky se dále obhospodařují.

Obrázek č.9. Rekultivace a odvodnění Březenecké výsypky



Zdroj: Vlastní fotografie.

5.4. Mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany

Jedná se o přirozeně vzniklé společenství mokřadů na území lomu Vršany. Okolo mokřadů probíhá zemědělská rekultivace. Mokřady budou zachovány. Nacházejí se zde tři mokřady o velikostech 0,35 ha, 0,6 ha, 1,7 ha, a hloubkách od 0,5 m až do 2 m. Jde o mokřady staré max. 2 roky.

Obrázek č.10. Mokřad na vnitřní straně lomu Vršany



Zdroj: Vlastní fotografie.

Obrázek č.11. Mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany 2.



Zdroj: Vlastní fotografie.

6. Faktory ovlivňující kvalitu vody

6.1. Vodíkový exponent – pH

Zkratka pH označuje vodíkový exponent. Je to číslo, kterým se v chemii vyjadřuje, jestli vodný roztok reaguje kyselě či naopak alkalicky (zásaditě). Jedná se o logaritmickou stupnici s hodnotami od 0 do 14. Neutrální voda má při standardních podmínkách pH rovno 7, pokud je pH menší než sedm, jde o kyselý roztok. Čím menší číslo, tím „silnější“ kyselina. Naopak pokud mají zásady pH větší než sedm, jde o zásaditý roztok. Čím větší číslo, tím „silnější“ zásada

6.2. Elektrická konduktivita

Elektrická konduktivita je schopnost materiálu (iontů ve vodě) přenášet elektrický proud. Může se měřit ve všech druzích vod. Lze ji využít ke sledování jakosti povrchových vod, provozních vod určených k zásobování a k úpravě odpadních vod. Schopnost vedení elektrického proudu ve vodě závisí na koncentraci iontů ve vodě, druhu iontů, obsahu minerálů ve vodě, teplotě roztoku a viskozitě roztoku. Důlní vody se vyznačují vysokou mírou konduktivity, která je způsobena vysokou mineralizací těchto vod. Konduktivita ve vodných roztocích se měří přímo a to pomocí vhodného přístroje.

Přístroje k měření elektrické konduktivity jsou:

- Přístroj s průtočnou popř. ponornou vodivostní kyvetou (nádobka z optického skla pro proměřování optické propustnosti vzorků), kterou tvoří dvě nebo více elektrod.²
- Přístroj s indukčními elektrodami.³

K laboratornímu zpracování se vzorky odebírají do polyethylenových vzorkovnic. Měření se provádí pokud možno co nejdříve. Výsledek nám vyhodnotí přístroj a hodnota je přímo čitelná na displeji přístroje.

Mezi rušivé vlivy stanovení konduktivity patří vzduchové bublinky, větší částice nerozpuštěných látek, tuky nebo oleje.

6.3. Chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Cr})

CHSK_{Cr} – hmotnostní koncentrace kyslíku ekvivalentní množství dichromanu spotřebovanému rozpuštěnými a nerozpuštěnými látkami ve vzorku vody za podmínek specifikovaných v normě.⁴

² ČSN EN 27 888

³ ČSN EN 27 888

⁴ TNV 75 7520

Chemická spotřeba kyslíku udává spotřebu kyslíku potřebnou k oxidaci látek, i těch, které mohou být odbourány biologickou cestou. Hodnota chemické spotřeby kyslíku závisí na složení zkoušené vody. Metoda pomocí dichromanu je používána ke stanovení chemické spotřeby kyslíku. Jedná se o přibližnou míru teoretické spotřeby kyslíku. Jde o metodu používanou laboratoří HUMECO a.s.

6.4. Biologická spotřeba kyslíku (BKS₅)

Biologická spotřeba kyslíku udává množství kyslíku, které je potřebné k úplné oxidaci biologicky odbouratelných látek ve zkoumaných vodách. Můžeme ji měřit na všech druzích vod. Čím vyšší je hodnota BSK₅, tím je voda znečištěnější, vzhledem k rozpuštěným organickým látkám.

Hodnoty BSK₅ se měří pomocí metody zředovací a očkovací. Rozbor vody mohou ovlivnit různé látky, které jsou přítomné ve vodě. Jsou to např. látky toxické pro mikroorganismy (baktericidy, toxické kovy nebo volný chlor), které potlačují biochemickou oxidaci. Pokud se ve výsledku z rozboru objeví nepřiměřeně vysoká čísla biochemické spotřeby kyslíku, jedná se o řasy nebo nitrifikační mikroorganismy obsažené ve zkoumané vodě.

Vzorek vody se upravuje a ředí různými objemy ředící vody, která obsahuje dostatečnou koncentraci rozpuštěného kyslíku. Hodnoty BSK₅ se určují co nejdříve, nejlépe do 24 hodin po odběru. Vzorky se uchovávají při teplotách 0 °C – 4 °C.

6.5. Kyselinová neutralizační kapacita

Kyselinová neutralizační kapacita určuje schopnost vody vázat určité množství kyseliny do zvolené hodnoty pH. Zvolené pH se určuje podle účelu, ke kterému by měla neutralizační kapacita sloužit.

Stanovení KNK se určuje pomocí titrační metody. Používá se pro rozbor přírodních a upravených vod a pro odpadní vody. Podle normy ČSN EN ISO 9963-1 je doporučená minimální hodnota KNK 0,4 mmol/l.⁵ Před titrací může být použita filtrace, aby se předešlo rušivým vlivům před rozbořem vody.

Vzorky se uchovávají v čistých polyethylenových lahvích nebo lahvích z borosilikátového skla o objemu nejméně 100 ml. Analýza by měla proběhnout ihned po odběru, jinak se umisťují na chladném místě.

6.6. Amonné ionty

Amonné ionty odhalují přítomnost mikrobiologické aktivity ve vodě. K měření amonných iontů ve vodě se využívá manuální spektrometrická metoda podle normy ČSN ISO 7150-1.⁶ Metoda jde využít při analýze pitné vody a také pro analýzu většiny surových a odpadních vod. Pokud je voda nadměrně zbarvená nebo má vysoký objem minerálů musí rozboru předcházet destilace. K rozboru se využívají pouze činidla analyticky čistá a destilovaná voda.

Vzorky se uchovávají v polyethylenových nebo skleněných lahvích. Největší objem zkoušeného vzorku je 40 ml. Pokud vzorek obsahuje nerozpuštěné látky, musí se přefiltrovat přes filtr ze skleněných vláken.

6.7. Nerozpuštěné látky

Nerozpuštěné látky se dělí na organické a anorganické. Organické nerozpuštěné látky mohou být biologicky rozložitelné (škrob nebo bakterie) a nerozložitelné (plasty). Anorganické nerozpuštěné látky mohou být usaditelné (písek) nebo neusaditelné (různé kaloidní částice).

⁵ ČSN EN ISO 9963-1

⁶ ČSN ISO 7150-1

Stanovení nerozpuštěných látek se určuje pomocí filtru ze skleněných vláken za přetlaku nebo podtlaku. Hmotnost látek ve vodě se stanoví zvážení zbytku na filtru. Nerozpuštěné látky se určují v surových vodách, odpadních vodách a odtocích z čistíren.

Rozbor nerozpuštěných látek ve vodě se stanovuje co nejdříve po odběru, nejlépe do 4 hodin po odběru. Vzorky se ukládají do chladna při teplotách od 1 °C až k 5 °C. Koncentrace nerozpuštěných látek závisí na hodnotě pH, době uchování, způsobu dopravy a dalších okolnostech. Rozbor vody může rušit plovoucí olej a látky, které jsou nesmisitelné s vodou.

6.8. Rozpuštěné látky

Rozpuštěné látky se stanovují u vod organicky znečištěných a neznečištěných. Koncentrace se určuje buď ze sušení, nebo žíhání. Sušení probíhá u organicky neznečištěných vod při teplotě 105 °C. Žíhání probíhá v organicky znečištěných vodách při teplotě 550 °C.

Norma ČSN 75 7346 určuje metodu gravimetrického stanovení rozpuštěných látek sušených a rozpuštěných látek. Hodnoty se vyjadřují v mg/l. Optimální koncentrace je 500 mg/l.

6.9. Rozpuštěné látky při 550 °C

Jde o rozpuštěné látky v organicky znečištěných vodách. Probíhá žíháním při teplotě 550 °C. Jedná se o významný ukazatel jakosti vody. Rozpuštěné látky lze považovat za přibližnou míru koncentrace rozpuštěných anorganických látek ve vodě.

Teplota 550 °C byla zvolena proto, že jde o minimální teplotu, při které dochází k oxidaci většiny organických látek a ve zbytku látek zůstávají již jen látky anorganické. Hmotnost se stanovuje vážením zbytku po žíhání.

6.10. Rozpuštěné anorganické soli

Hodnota rozpuštěných anorganických solí (RAS) udává množství všech rozpuštěných anorganických minerálních látek. Jde o vyjádření celkové mineralizace vody.

Norma TNV 75 7347 specifikuje uzanční referenční gravimetrickou metodu stanovení rozpuštěných anorganických solí pro účely hodnocení znečištění odpadních vod.⁷ Stanovení množství rozpuštěných anorganických solí může rušit vyšší koncentrace nerozpuštěných látek. Lze je odstranit vhodnou úpravou vzorku, např. předfiltrací hrubým papírovým filtrem nebo odstředěním.

6.11. Chloridy

Většina přírodních vod stejně jako dešťových a odpadních obsahují chloridové ionty. Vysoké obsahy chloridových iontů se nachází ve znečištěných odpadních vodách a mineralizované vodě. U přírodních vod se koncentrace mění pouze od několika miligramů na litr. Chlor patří mezi jedny z nejvýznamnějších surovin chemického průmyslu např. při výrobě chlorovaných plastických hmot (PVC).

Mezi přirozené zdroje chloridů můžeme zařadit:

- Vymývání chloridů z hornin, naleziště chloridu sodného v relativně čistém stavu.
- Rozpuštěný chlorid sodný a draselný obsahují moře a oceány, do atmosféry se chloridy dostávají pomocí kapiček slané vody z mořské hladiny větrem.
- Určité množství chloridů se do atmosféry dostává v rámci vulkanické činnosti a přirozených lesních požárů.

⁷ TNV 75 7347

Ke kvalitativnímu důkazu přítomnosti chloridů můžeme použít například následující metodu. Zkoušená látka se rozpustí ve 2-5 ml vody, okyselí zředěnou kyselinou dusičnou, přidá se 0,4 ml roztoku dusičnanu stříbrného a směs se protřepe a nechá stát. Vylučuje-li se tvarohovitá bílá sraženina, jsou přítomné chloridy. Sraženina je chlorid stříbrný, jeden z mála nerozpustných chloridů.⁸

6.12. Sírany

Sírany patří mezi hlavní anionty přírodních vod. Pokud vzorky obsahují nerozpuštěné látky, musí nejprve dojít k oddělení nerozpuštěných látek filtrací. Používají se filtry ze skleněných vláken velikostí pórů 0,7 μm až 1,3 μm . Vyšší koncentrace síranů může ovlivnit chuť vody a ve sloučenině s hořčíkem způsobit průjmy.

6.13. Vápník

Vápník patří mezi nejvýznamnější prvek z řady kovů. Je lehký a velmi reaktivní kov. Patří k dobrým vodičům elektrického proudu a tepla. Vápenaté sloučeniny jsou základní stavební kameny buněk všech živých organismů na této planetě.

Při stanovení množství vápníku ve vodě používáme odměrnou metodu s použitím kyseliny ethylendiamintetraoctové. Lze ji využít na podzemní, povrchovou i pitnou vodu. Metoda se nehodí pro vody s vysokou koncentrací soli. Vysoký obsah vápníku ve vodě, způsobuje tvrdost vody. Čím vyšší obsah, tím vyšší tvrdost.

⁸ ČSN ISO 9297

6.14. Suma vápníku a hořčíku

Při stanovení množství vápníku a hořčíku ve vodě používáme odměrnou metodu s použitím kyseliny ethylendiamintetraoctové. Lze ji využít na podzemní, povrchovou i pitnou vodu. Metoda se nehodí pro vody s vysokou koncentrací soli. Obsah vápníku je doporučen nad 20 mg/l (miligramů na litr), obsah hořčíku – je limitován pod 125 mg/l.

Při rozboru se využívají činidla analytické čistoty a destilovaná voda. Suma vápníku a hořčíku se udává v jednotkách látkové koncentrace. Pokud vzorek obsahuje mnoho nerozpuštěných látek, je nutné vzorek přefiltrovat přes filtr ze skleněných vláken s póry o velikosti 0,45 μm . Filtrací se riskuje určitá ztráta vápníku a hořčíku. Vyhodnocení by mělo probíhat co nejdříve po odebrání vzorků.

Obsah vápníku a hořčíku určuje tvrdost vody. Přejídnou tvrdost lze odstranit varem. Určuje se v jednotkách mmol/l

Stupnice tvrdosti vody je:

- velmi měkká voda: 0 - 0,7 mmol/l
- měkká voda: 0,7 - 1,3 mmol/l
- středně tvrdá voda: 1,3 - 2,1 mmol/l
- dosti tvrdá voda: 2,1 - 3,2 mmol/l
- tvrdá voda: 3,2 - 5,3 mmol/l
- velmi tvrdá voda: větší než 5,3 mmol/l

6.15. Mangan

Mangan je šedý a tvrdý kov. Vyskytuje se v přírodě současně s železem. Ve vodě obsahující kyslík je mangan v nerozpuštěných formách. Ve vodě bez kyslíku je mangan v rozpuštěné formě. Do vod se dostává z hornin. Pokud je ve vodě mangan vyskytují se na hladině mastné skvrny, černá voda nebo černé usazeniny. V přírodních vodách se mangan vyskytuje ve formě Mn^{2+} , Mn^{3+} a Mn^{4+} . Sloučeniny železa a manganu nejsou pro zdraví člověka a živočichů škodlivé.

Pro stanovení manganu ve vodě se využívá spektrofotometrická metoda s formaldoxinem, určenou k zjištění veškerého manganu (rozpuštěného, nerozpuštěného a organicky vázaného) v povrchové a pitné vodě.

6.16. Železo

Železo je nejrozšířenější kov na Zemi. Vysoký obsah železa se projevuje rezavými a načervenalými povlaky na hladině vody. Železo ovlivňuje její chuť, vůni i barvu. Železitá voda by se neměla používat ani jako voda užitková, už poměrně malé koncentrace železa způsobují potíže např. zvýšený počet kolonií bakterií, které způsobují nepříjemný zápach vody.

K měření se používá testovací souprava spektroquant.

7. Praktická část

7.1. Zkoumání kvality vody

7.1.1. Mostecké jezero

Nedokončené rekultivace a úpravy na rekreačním areálu v oblasti jezera, prozatím nedovolují předpokládanému využití vodní plochy. Voda do jezera byla napouštěna z Průmyslového vodovodu Nechanice (PVN) a pomocí důlních vod z dolu Kohinoor. Tyto zdroje vody představují kvalitní obsah vody ve vodní nádrži. Dále je zde samočisticí funkce vody, která je tím vyšší, čím hlubší je jezero a čím strmější břehy má.

7.1.2. Jezero Matylda

U jezera Matylda by se měly rozbory vody provádět pravidelně, vzhledem k malé hloubce nádrže a riziku tvoření sinic. U všech přírodních koupališť musejí být prováděna sledování výskytu sinic, aby nebyla voda zdravotně závadná pro občany. Součástí areálu je sociální zařízení, občerstvení a převlékácké prostory, což je ustanoveno ve vyhlášce (O stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch).

Kvalita vody u přírodních koupališť se určuje podle následujících pravidel:

1. Voda vhodná ke koupání (ukazatel „kvalita vody“ = 1): Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci s vyhovujícími smyslově postižitelnými vlastnostmi.⁹
2. Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi (ukazatel „kvalita vody“ = 2): Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci především se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi, v případě možnosti je vhodné se osprchovat.¹⁰
3. Zhoršená jakost vody (ukazatel „kvalita vody“ = 3): Mírně zvýšená pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže, po koupání se doporučuje osprchovat.¹¹
4. Voda nevhodná ke koupání (ukazatel „kvality vody“ = 4): Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a pro uživatele představuje zdravotní riziko, koupání nelze doporučit zejména pro citlivé jedince.¹²
5. Voda nebezpečná ke koupání - zákaz koupání (ukazatel „kvalita vody“ = 5): Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a hrozí akutní poškození zdraví, vyhláší se zákaz koupání.¹³

⁹ Příloha č.6 k vyhlášce č. 238/2011 Sb. Str. 2962

¹⁰ Příloha č.6 k vyhlášce č. 238/2011 Sb. Str. 2962

¹¹ Příloha č.6 k vyhlášce č. 238/2011 Sb. Str.

¹² Příloha č.6 k vyhlášce č. 238/2011 Sb. Str. 2963

¹³ Příloha č.6 k vyhlášce č. 238/2011 Sb. Str. 2963

7.1.3. Odvodnění Březenecké výsypky

Vodní plocha na Březenecké výsypce zatím není nijak využívána, pouze pro odvodnění z přilehlého lomu Vršany.

7.1.4. Mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany

Jedná se o seskupení tří mokřadů na vnitřní výsypce lomu Vršany. Vznikly přirozeným procesem. V současné době nejsou mokřady běžným návštěvníkům přístupny. Předpokládaná funkce mokřadů bude zcela přírodní.

7.2. Metodika odběrů

Zdroj a vyhodnocení hodnot chemických zkoušek v tabulkách je laboratoř firmy Humeco a.s. dceřiná společnost Czech coal. Laboratoř zajišťuje laboratorní rozborů vzorků povrchových a odpadních vod. Mezi zjistitelné faktory ovlivňující kvalitu vody patří stanovení: pH, nerozpuštěné látky, rozpuštěné látky, rozpuštěné látky při 550 °C chemická spotřeba kyslíku, biochemická spotřeba kyslíku, vápník, suma vápníku a hořčíku, chloridy, železo, mangan, sírany, amonné ionty, elektrická vodivost, rozpuštěné anorganické soli a kyselinová neutralizační kapacita.

Odběry vzorků vod z vybraných lokalit byly uskutečněny ve třech ročních obdobích. Konkrétně probíhaly ve dnech 5. 10. 2013, 7. 1. 2014, 1. 4. 2014. Vzorky jsem odebírala do dvoulitrových polyethylenových lahví, z každé lokality postačila jedna při každém odběru. Následně proběhlo předání vzorků do rukou odborného personálu laboratoře firmy Humeco a.s. Vyhodnocení vzorků se uskutečnilo v den odběru a zpětně mi byly zaslány výsledky.

7.3. Naměřené hodnoty ze dne 5. 10. 2013

Tabulka č.1. Naměřené hodnoty ze dne 5. 10. 2013

Stanovení	Vzorek 1 – Mostecké jezero	Vzorek 2 – Jezero Matyllda	Vzorek 3 -odvodnění Březenecké výsypky	Vzorek 4 – mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany
pH	7,1	7,1	8,2	6,9
NL mg/l	5	<3	28	49
RL ₁₀₅ mg/l	411	1052	898	4879
RL ₅₅₀ mg/l	338	897	732	3264
El. konduktivita mS/cm	0,55	1,25	1,15	4,67
Mn mg/l	0,8	0,07	0,38	0,95
Fe mg/l	<0,1	<0,1	0,24	0,41
CHSK _{Cr} mg/l	11	12	15	29
Sírany mg/l	184	546	380	1869
Ca mg/l	41,9	79,9	75,8	432,7
Mg mg/l	17,3	95,1	76,3	328,7
Cl ⁻ mg/l	25,0	49,8	64,2	150,8
Amonné ionty mg/l	0,04	0,23	0,06	0,38
BSK ₅ mg/l	1,7	1,8	5,7	6,4

Zdroj: Laboratoř Humeco a.s.

7.4. Naměřené hodnoty ze dne 7. 1. 2014

Tabulka č.2. Naměřené hodnoty ze dne 7, 1, 2014

Stanovení	Vzorek 1 – Mostecké jezero	Vzorek 2 - Jezero Matylda	Vzorek 3 – odvodnění Březenecké výsypky	Vzorek 4 – mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany
pH	7,9	7,4	7,7	7,4
NL mg/l	18	<3	<3	4
RL ₁₀₅ mg/l	384	478	616	4469
RL ₅₅₀ mg/l	291	385	492	2649
El. konduktivita mS/cm	0,54	0,63	0,84	4,46
Mn mg/l	0,04	0,07	0,12	0,93
Fe mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
CHSK _{Cr} mg/l	10	10	17	28
Sírany mg/l	161	278	253	1809
Ca mg/l	41,8	45,9	65,1	450,9
Mg mg/l	19,2	36,0	45,6	179,8
Cl ⁻ mg/l	<5	<5	6,3	18,6
Amonné ionty mg/l	0,04	0,23	0,06	0,38
BSK ₅ mg/l	1,5	1,2	6,7	8,3

Zdroj: Laboratoř Humeco a.s.

7.5. Naměřené hodnoty ze dne 1. 4. 2014

Tabulka č.3. Naměřené hodnoty ze dne 1. 4. 2014

Stanovení	Vzorek 1 – Mostecké jezero	Vzorek 2 – Jezero Matylda	Vzorek 3 – odvodnění Březenecké výsypky	Vzorek 4 – mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany
pH	7,2	7,2	8,4	6,6
NL mg/l	6	<3	33	52
RL ₁₀₅ mg/l	425	1242	981	4929
RL ₅₅₀ mg/l	351	1018	782	3639
El. konduktivita mS/cm	0,55	1,57	1,36	4,92
Mn mg/l	0,11	0,07	0,42	0,96
Fe mg/l	<0,1	<0,1	0,27	0,42
CHSK _{Cr} mg/l	12	13	15	30
Sírany mg/l	191	624	430	1975
Ca mg/l	42,9	81,8	82,6	426,4
Mg mg/l	17,5	100,7	83,7	347,8
Cl ⁻ mg/l	26,0	55,4	68,4	175,2
Amonné ionty mg/l	0,04	0,23	0,06	0,38
BSK ₅ mg/l	1,8	2,1	5,9	6,2

Zdroj: Laboratoř Humeco a.s.

8. Vyhodnocení výsledků

Z naměřených výsledků vyplývá, že voda v Mosteckém jezeře a v jezeře Matylda vyhovuje pro účely, pro které byly tyto nádrže vytvořeny. Jezero Matylda je využíváno zejména pro rekreační účely. U Mosteckého jezera se teprve předpokládají stejné rekreační účely jako u jezera Matylda. Zejména využití vodní plochy pro koupání, vodní sporty nebo rybolov, okolní plochy pro např. chatové oblasti. Dále z naměřených výsledků můžeme očekávat, že v Mosteckém jezeře budou schopny žít vodní živočichové a rostliny.

Voda v prostoru odvodnění Březenecké výsypky vyhovuje pro život živočichů a rostlin, kteří ve vodě i jejím okolí žijí. U mokřadů na vnitřní výsypce lomu Vršany byly naměřeny ve většině nejvyšší hodnoty znečištění ze všech čtyř zkoumaných vodních ploch. Přesto začíná postupně zarůstat rostlinami, které jsou vázané na vodní prostředí. Z toho vyplývá, že přes naměřené vysoké hodnoty znečištění budou i tyto vody vhodné pro život rostlin a živočichů s ohledem na lokalitu mokřadu.

Vzorek č. 1 – Mostecké jezero

Vzorek č. 2 – Jezero Matylda

Vzorek č. 3 – Odvodnění Březenecké výsypky

Vzorek č. 4 – Mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany

Z naměřených hodnot vyplývá:

- Nerozpuštěné látky jsou nejvyšší u vzorku č. 3 a č. 4. Důvodem může být probíhající rekultivace v okolí a zvýšená prašnost.
- Rozpuštěné látky jsou nejvyšší u vzorku č. 3 a č. 4. Na jaře se objevují zvýšené hodnoty u vzorku č. 2, vzhledem ke stoupající aktivitě biologických procesů ve vodě.
- Rozpuštěné látky při 550 °C jsou zvýšeny u vzorku č. 4.
- Elektrická konduktivita je nejvyšší u vzorku č. 4.
- Mangan je nejvyšší u vzorku č. 3 a č. 4. Zvýšení obsahu manganu ve vodě způsobuje zvýšení toxicity vody, která je pro člověka nebezpečná.

- Železo má průměrné hodnoty u všech vzorků, pouze na jaře se objevuje zvýšení u vzorku č. 3 a č. 4.
- Chemická spotřeba kyslíku je nejvyšší u vzorku č. 4.
- Sírany jsou nejvyšší u vzorku č. 4 a nejnižší hodnoty jsou u vzorku č. 1.
- Suma vápníku a hořčíku je nejvyšší u vzorku č. 4 a nejnižší hodnoty jsou u vzorku č. 1. Vysoké hodnoty sumy vápníku a hořčíku způsobují vysokou tvrdost vody.
- Chloridy jsou nejvyšší u vzorku č. 4. Důvodem by mohly být pokračující rekultivace a průmyslová činnost v okolí vodní plochy.
- Amonné ionty jsou nejvyšší u vzorku č. 2 a č. 4.
- Biologická spotřeba kyslíku je nejvyšší u vzorku č. 3 a č. 4. Důvodem je nejspíše nízká hladina vody a menší hloubka, než u ostatních vodních ploch.

9. Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na vyhodnocení kvality vody na zrehabilitovaných výsypkách a uhelných lomech na Mostecku. Z tohoto důvodu byly nejprve definovány základní pojmy spojené s rekultivací a s faktory ovlivňující kvalitu vody na vybraných územích.

Práce popisuje chemické vlastnosti faktorů. Mezi vybrané patří třináct základních, které byly zpracovány v praktické části práce. Díky hodnotám, které naměřila laboratoř firmy HUMECO a.s., bylo v práci umožněno vyhodnotit kvalitu vody na čtyřech posuzovaných územích. Vzhledem k rozdílnosti typů vodních ploch a jejímu, jak současnému tak budoucímu využití, jsem mohla určit nejlepší kvalitu vody. Jedná se o Mostecké jezero, které disponuje nejčistší vodou z vybraných území. Tomuto faktu napomohly zejména zdroje vody, které byly z Průmyslového přivaděče Nechranice s kombinací důlních vod z dolu Kohinoor, které se díky svým různým vlastnostem doplňují, a vyvážejí tak čistou a kvalitní vodu. Dále díky samočisticím funkcím vody, které závisí na hloubce a rozloze Mosteckého jezera. Lze také poznamenat, že zbylé tři vodní plochy nezůstávají pozadu. Jezero Matylda má občasný zdroj vody také přivaděč Nechranice a u odvodnění Březenecké výsypky jde o povrchovou vodu z výsypek lomu Vršany. Nejhůře dopadl mokřad na vnitřní výsypce lomu Vršany. Z důvodů nižší hloubky mokřadu, neprůtočnosti vody, probíhající rekultivací a průmyslové činnosti v okolí.

9. Literární zdroje

1. **Štýs S. a kol.:** *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. 1.vyd., Státní nakladatelství technické literatury Praha, 1981, 678 s.*
2. **Štýs S.:** *Proměny Mostecka, sborník článků z Mosteckého deníku, Magistrát města Mostu, 2011*
3. **Dimitrovský, K., Vesecký, J.:** *Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. SZN Praha, 1989, s. 136.*
4. **Dimitrovský, K.:** *Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Metodiky pro zemědělskou praxi 14/1999, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1999, 66 s.*
5. **Lhotský J. a kol.:** *Kultivace a rekultivace půd, VÚMOP Praha,*
6. **Čermák P., Kohel J., Dederá F.:** *Rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti severočeského hnědouhelného revíru, Metodika, VÚMOP, Praha, 1994*
7. **Sádlo J., Tichý L.:** *Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě. 1. Vyd. Brno: ZO ČOSP Pozemkový spolek Hády ve spolupráci s neziskovou organizací Rezekvítek, 2002. 35.s*
8. **Pecharová E., Svoboda I., Vrbová M.:** *Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy 2011, 112 s.*
9. **Ripl W., Pokorný J., Eiseltová M., Ridgill S.:** *Holistický přístup ke struktuře a funkci mokřadů a jejich degradaci. In: Eiseltová M. (ed.): Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup. Wetlands International publ., No. 32, 19 s.*
10. **Vráblíková A. a kol.:** *Revitalizace antropogenně poškozené krajiny v Podkušnohoří – 1. Část, Ústí nad Labem, 2008*
11. **Kryl V., Fröhlich E., Sixta J.:** *Zahlázení hornické činnosti a rekultivace. Skripta VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 2002, 80 s.*
12. **Pokorný J., Lhotský P.:** *Význam mokřadů pro ovlivňování vodní bilance krajiny, Vodní hospodářství, Praha, 2006*

13. **Příkryl I. A kol.:** *Ekosystémy pánevních oblastí – závěrečná zpráva, Program Biosféra – SE. Projekt VaV 640/3/00 – Obnova a funkce krajiny narušené povrchovou těžbou, MŽP ČR 2002*
14. **Vráblíková J., Seják J., Vráblík P.:** *Metodika revitalizace krajiny v postižených regionech Podkrušnohoří, Univerzita J.E. Purkyně, Ústí nad Labem, 2009*
15. **Sklenička P.:** *Základy krajinného plánování, Centra, s.r.o., Brno, 2003*
16. **Štýs S.:** *Rekultivace a tvarování výsypek, Dům techniky SHD, Most 1966*
17. **Rekultivace,** *Mostecká uhelná společnost, Most, 1999*
18. **Rekultivace a životní prostředí v SHD: hnědé uhlí, Severočeské hnědouhelné doly, Most, 1980, 79 s.**
19. **Rekultivace v Severočeském hnědouhelném revíru, Most, Severočeské hnědouhelné doly, 1967, 66 s.**
20. **Vráblíková J.:** *Revitalizace území v severních Čechách, vyd. 1., Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, 2011, 293 s.*
21. **Trpák P.,** *Obnova a funkce krajiny narušené povrchovou těžbou, program: Biosféra, Most, 2002, 52 s.*
22. **Dimitrovský K.:** *Rekultivace jako významný krajínovotvorný fenomén. In Pěstování nepůvodních dřevin. Sborník referátů. Kroměříž, 26. 06. 2008. Praha, Česká lesnická společnost: 70-74*

10. Elektronické zdroje

1. Vysoká škola báňská:
<http://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/instituty-a-pracoviste/cs/546/studijni-materialy/EV-modul7.pdf> [Online]
2. Czech coal:
<http://www.czechcoal.cz/cz/profil/humeco/index.html> [Online]
3. Ekologické centrum Most:
http://www.ecmost.cz/rekultivace.php?page=historie_predvalecna [Online]

4. Oficiální stránky města Mostu:

<http://www.mesto-most.cz/rekultivace-mostecka/d-10915> [Online]

5. Diamo – státní podnik Stráž pod Ralskem:

<http://slon.diamo.cz/hpvt/2001/sekce/sanace/07/S07.htm> [Online]

6. E-Mostecko – online deník z Mostecka a Litvínovska:

<http://www.e-mostecko.cz/component/phocagallery/category/54-matylda-ozila>
[Online]

7. obrázky - www.google.cz

11. Seznam zákonů

1. **ČSN EN 27 888.** *Jakost vod – Stanovení elektrické konduktivity, Praha: Český normalizační institut, 1996*

2. **ČSN EN ISO 9963-1.** *Jakost vod – Stanovení kyselinové neutralizační kapacity (KNK), Část 1: Stanovení KNK_{4,5} a KNK_{8,3}, Praha: Český normalizační institut, 1996*

3. **ČSN EN 1899-1.** *Jakost vod – Stanovení biochemické spotřeby kyslíku po n dnech (BSK_n), Část 1: Zředovací a očkovací metoda s přidavkem allylthiomocoviny, Praha: Český normalizační institut, 1999*

4. **ČSN ISO 6060.** *Jakost vod – Stanovení chemické spotřeby kyslíku, Praha: Český normalizační institut, 2008*

5. **ČSN ISO 7150-1.** *Jakost vod – Stanovení amonných iontů, Část 1: Manuální spektrometrická metoda, Praha: Český normalizační institut, 1994*

6. **ČSN EN 872.** *Jakost vod – Stanovení nerozpuštěných látek, Metoda filtrace filtrem ze skleněných vláken, Praha: Český normalizační institut, 2005*

7. **ČSN 75 7346.** *Jakost vod – Stanovení rozpuštěných látek, Praha: Český normalizační institut, 2002*

8. **ČSN ISO 10 523.** *Jakost vod – Stanovení pH, Praha: Český normalizační institut, 1995*

9. **ČSN 75 7347.** *Jakost vod – Stanovení rozpuštěných anorganických solí (RAS) v odpadních vodách, Gravimetrická metoda po filtraci filtrem ze skleněných vláken, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009*

10. **ČSN ISO 9297.** *Jakost vod – Stanovení chloridů, Argentometrické stanovení s chromanovým indikátorem (metoda podle Mohra), Praha: Český normalizační institut, 1995*
11. **TNV 75 7477.** *Jakost vod – Stanovení rozpuštěných síranů, Odměrná metoda s dusičnanem olovnatým, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010*
12. **ČSN ISO 6058.** *Jakost vod – Stanovení vápníku, Odměrná metoda s EDTA, Praha: Český normalizační institut, 1995*
13. **ČSN ISO 6059.** *Jakost vod – Jakost vod – Stanovení sumy vápníku a hořčíku, Odměrná metoda s EDTA, Praha: Český normalizační institut, 1995*
14. **ČSN ISO 6333.** *Jakost vod – Stanovení manganu, Spektrofotometrická metoda s formaldoximem, Praha: Český normalizační institut, 1995*
15. **Vyhláška č. 238/2011 Sb.,** *o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, částka 87, 10. srpna 2011*

12. Seznam obrázků

Obrázek 1: Zemědělská rekultivace na Mostecku – vinice

Obrázek 2: Lesnická rekultivace na Mostecku – pod vrchem Ressler

Obrázek 3: Hydrická rekultivace na Mostecku – vodní nádrž Vrbenský (Matyllda)

Obrázek 4: Napouštění Mosteckého jezera přivaděčem PVN

Obrázek 5: Mostecké jezero – stav z roku 2009

Obrázek 6: Mostecké jezero – stav z roku 2012

Obrázek 7: Jezero Matyllda – letecký snímek

Obrázek 8: Jezero Matyllda – rekreační využití

Obrázek 9: Rekultivace a odvodnění Březenecké výsypky

Obrázek 10: Mokřad na vnitřní straně lomu Vršany

Obrázek 11: Mokřad na vnitřní straně lomu Vršany 2

13. Seznam grafů

Graf 1.: Rekultivace – současnost

Graf 2: Rekultivace – výhled do roku 2050

14. Seznam tabulek

Tabulka 1: Naměřené hodnoty ze dne 5. 10. 2013

Tabulka 2: Naměřené hodnoty ze dne 7. 1. 2014

Tabulka 3: Naměřené hodnoty ze dne 1. 4. 2014

15. Seznam příloh

Příloha 1: Přehledná mapa

Příloha 2: Mostecké jezero

Příloha 3: Jezero Matylda

Příloha 4: Odvodnění Březenecké výsypky