



**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**

**Malé vodní plochy Kopistské výsypky
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Bakalant: Stanislav Rosa

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Stanislav Rosa

Územní technická a správní služba

Název práce

Malé vodní plochy Kopistské výsypky.

Název anglicky

Small water bodies on Kopistská dump.

Cíle práce

Inventarizace malých vodních ploch Kopistské výsypky.

Metodika

Provést terénní průzkum Kopistské výsypky, identifikovat vodní plochy včetně mokřadů (GPS souřadnice). Charakterizovat vodní plochy (popis, bodové měření pH, teplota, vodivost, barva, zápach, vegetace). Vytvoření mapové dokumentace v GIS.

Doporučený rozsah práce

40 stran + přílohy

Klíčová slova

důlní vody, výsypkové vody, kvalita výsypkových vod, revitalizace, vodní režim krajiny

Doporučené zdroje informací

- Pecharová, E., Hezina, T., Prochazka, J., Příklad, I., & Pokorný, J. (2001). Restoration of spoil heaps in Northwestern Bohemia using wetlands. Transformations of nutrients in natural and constructed wetlands, 129-142.
- Pecharova, E., Stalmachova, B., Krasa, P., & Frankova, H. (2013). WETLAND VEGETATION OF COAL MINING AREAS WITHIN SOKOLOV AND KARVINA REGION. 13th SGEM GeoConference on Ecology, Economics, Education And Legislation, 1 (International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2013), 1227-1234.
- Sierka, E., Molenda, T., & Chmura, D. (2009). Environmental repercussion of subsidence reservoirs reclamation. Journal of Water and Land Development, 13, 41-52.
- Skaloš, J., Berchová, K., Pokorný, J., Sedmidubský, T., Pecharová, E., & Trpáková, I. (2014). Landscape water potential as a new indicator for monitoring macrostructural landscape changes. Ecological Indicators, 36, 80-93.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením doc. RNDr. Pecharové, CSc. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 25.03.2015



.....

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce doc. RNDr. Emilii Pecharové, CSc. za její ochotu, vstřícnost, cenné rady, věcné připomínky a čas, který mi věnovala. Děkuji rovněž RNDr. Ivaně Kašparové, Ph.D. za zasvěcení do problematiky ArcGIS a Ing. Jiřímu Vojarovi, Ph.D. za poskytnuté materiály. Děkuji současně mé rodině za trpělivost a vytvořené podmínky pro studium.

V Praze 25.03.2015

Abstrakt:

Práce předkládá přehled aktuálního výskytu vodních ploch Kopistské výsypky. U každé nalezené plochy byly zaznamenány souřadnice GPS, stručně popsána břehová vegetace. Byly zjišťovány vybrané základní parametry vody a pořízena obsáhlá digitální fotodokumentace. Získaná data jsou zpracována v prostředí ArcGIS. Výstupem jsou zpracované evidenční karty jednotlivých nalezených vodních ploch. Výsledky inventarizace jsou porovnány s inventarizací, provedenou týmem Ing. Vojara, Ph.D. v roce 2010.

Klíčová slova:

Důlní vody, výsypkové vody, kvalita výsypkových vod, revitalizace, vodní režim krajiny

Summary:

This bachelor thesis gives the current survey of water reservoirs in the Kopistská výsypka – spoil bank. Each discovered reservoir has been located by the Sat Nav/GPS and the description of the bank vegetation has been included. Basic water parameters have been investigated and a broad digital photo documentation has been provided. All the obtained data have been processed in the ArcGIS. The bachelor thesis outcome are the complete registration cards of all the water reservoirs. The results of the inventory analysis have been compared to the research done by the team of Ing. Vojar, Ph.D. in 2010.

Keywords:

Mine waters, spoil bank waters, spoil bank waters quality, revitalization, landscape water regime

Obsah:

1. ÚVOD	8
2. CÍLE PRÁCE	9
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1 VODA V OBLASTECH OVLIVNĚNÝCH TĚŽBOU HNĚDÉHO UHLÍ.....	10
3.2 NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ	21
4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ (KOPISTSKÁ VÝSYPKA)	28
4.1 HISTORIE KOPISTSKÉ VÝSYPKY	28
5. METODIKA	35
5.1 ČASOVÉ OBDOBÍ.....	35
5.2 VYHLEDÁVÁNÍ VP A ZAMĚŘENÍ POMOCÍ GPS.....	35
5.3 MĚŘENÍ	35
5.4 PŘÍTOMNOST RYB.....	40
5.5 VEGETACE	41
5.6 FOTODOKUMENTACE	41
5.7 EVIDENCE	41
5.8 ZPRACOVÁNÍ ZÍSKANÝCH DAT POMOCÍ ARCGIS	42
6. VÝSLEDKY	44
6.1 TEPLOTA.....	45
6.2 HODNOTY PH.....	47
6.3 KONDUKTIVITA	48
6.4 BARVA.....	49
6.5 PACH.....	51
6.6 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ	53
7. DISKUSE	60
7.1 VODNÍ PLOCHY V OBLASTI	60
7.2 VODNÍ PLOCHY A KVALITA VODY	60
7.3 VEGETACE.....	61
7.4 ĚKOLOGICKÝ VÝZNAM MALÝCH VODNÍCH PLOCH V POST-TĚŽEBNÍ KRAJINĚ	62
8. ZÁVĚR	64
9. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	65
10. PŘÍLOHY	76
11. DATOVÝ NOSIČ - DVD	76

1. Úvod

Bez vody není života. Voda je nezbytnou součástí životního prostředí. Je obsažena v lidském těle, ve vegetaci, je základním fyziologickým prostředím živých organismů bez výjimky. Výrazně ovlivňuje naše životní podmínky, teplotní stabilitu (Pokorný 2001, Pecharová et al. 2011a). Uvědomujeme si dostatečně zmiňované skutečnosti? Chování člověka a jeho přístup k vodě vypovídá o opaku (Capra 2004).

Člověk při prosazování svých zájmů nebere ohledy. Obživa a zejména materiální potřeba jsou pro člověka ve většině případů na prvním místě. Při získávání surovin však velmi často negativně ovlivňuje životní prostředí (Pecharová et al. 2004, Ticháčková 2011).

Typickým příkladem je dobývání uhlí. V severních Čechách byly v souvislosti s povrchovou těžbou hnědého uhlí a rozvojem průmyslu zpřetrhány nebo narušeny přírodní vazby umožňující přirozený koloběh látek a energií (Štýs 1981, Čadková 2009). Základní funkce krajiny, kterou zadržování vody je, tak nemůže být zajištěna. Na vodě jsou však závislá společenstva rostlin a živočichů (Čadková 2009, Ondráček et al. 1993).

Obnovení retenční funkce degradované krajiny je následně velmi složité. Obrovský význam v takovéto krajině tak mají vodní plochy. Vodní plochy vznikající přirozenou kumulací vody nebo vznikající cíleně přivedením vody v rámci hydrických rekultivací. Jedná se o drobné vody ve formě přírodních tůňek nebo umělých vodních ploch sloužících např. k chovu ryb. Význam vodních ploch je v krajině nezastupitelný (Čadková 2009). Dotvářejí obraz krajiny nejen z estetického hlediska, ale podstatně zvyšují biologickou diverzitu a jsou významným prvkem v krajině z hlediska její stability (Sagan 2008).

2. Cíle práce

Cílem práce bylo:

- provést terénní průzkum Kopistské výsypky
- identifikovat vodní plochy včetně mokřadů pomocí GPS souřadnic
- charakterizovat jednotlivé vodní plochy, provést orientační bodové měření pH, teploty, vodivosti, barvy, zápachu a charakterizovat vegetaci
- vytvořit mapovou dokumentaci v GIS

Po konzultacích s Ing. Vojarem, Ph.D. z katedry ekologie jsem stanovil ještě další cíl:

- Srovnání výsledků terénního průzkumu z roku 2014 s průzkumem týmu Ing. Vojara, Ph.D. z dubna roku 2010

3. Literární rešerše

3.1 Voda v oblastech ovlivněných těžbou hnědého uhlí

3.1.1 Vody vznikající v souvislosti s těžbou hnědého uhlí

Vliv těžební činnosti se dotýká nejen vlastního prostoru těžby, nýbrž i jeho širokého okolí. Devastovaná krajina se vyznačuje narušenou ekologickou rovnováhou, výrazně pozměněnou strukturou a produktivitou krajiny. Voda v krajině má nezastupitelnou úlohu. Vodní plochy v přirozených i antropogenně ovlivněných podmínkách průběžně vznikají, mění se a zanikají. Díky zásahům člověka prostřednictvím těžby uhlí vznikají různé typy vod. Může se jednat o vody dočasného charakteru, jako jsou jezírka vznikající po nasypání vytěženého materiálů na výsypky, louže na dně lomů nebo odvodňovací příkopy (Sierka et al. 2012).

Dále se může jednat o vody, jako jsou technologické nádrže nebo plaviště popílku, které se vyskytují po dobu těžby nebo mohou vznikat vody trvalejšího charakteru. Tyto vody mají podobu zatopených zbytkových jam, zavodněných zbytkových depresí, poldrů a jezírek na výsypkách, vzniklých nádrží v patách výsypek, propadlin po hlubinné těžbě a hydrických rekultivací na výsypkách, jak popisuje Pecharová et al. (2011a), Castendyk et al. (2009a), Svoboda et al. (2008).

Prach et al. (2010) poznamenává, že díky zakladačům zůstávají v pásech a mezi nimi hlubší a zvodněné deprese. Shledává proto způsob sypání zakladači jako velice příznivý z hlediska geodiverzity a následně biodiverzity (Pecharová et al. 2011a, 2011b).

Jak udává Prach et al. (2010), odhad počtu výsypek na Mostecku, Sokolovsku, Kladensku a Ostravsku se pohybuje okolo 70. Zaujímají celkovou plochu zhruba 270 km².

Pecharová et al. (2011a, 2011b) připomíná, že nadložní zeminy, z nichž je těleso výsypek tvořeno mají méně příznivé geomechanické parametry a prvotní je zabezpečení jejich stability. Zvolený systém odvodnění výsypek v průběhu těžby má prioritní cíl a to odvodnit tyto zeminy z důvodu případných problémů se stabilitou neodvodněných výsypek.

Pecharová et al. (2011a), Pecharová et al. (2011b), Pecharová et al. (2001) vyjmenovává specifika vodního režimu výsypek v období těžby a sypání výsypkového tělesa, který nekoresponduje se zákonitostmi geomechaniky a neodpovídá přirozeným morfologickým tvarům hydrologických povodí. Mezi specifika je nutno zařadit rovněž zaplavené propadliny (pinky), jako důsledek bývalé hlubinné těžby. V porovnání s destrukcí odtokového systému následnou povrchovou těžbou jsou hydrologické následky propadlin v podstatě příznivé, přispívají k zadržení vody v krajině, a pokud jsou ponechány přirozenému vývoji, vytváří se na nich hydrologické poměry i pro okolní území prospěšné.

Pecharová et al. (2011a) zdůrazňuje, že největším negativním doprovodným jevem je rozsáhlé odstraňování půdního krytu včetně celého funkčního ekosystému. Dále zásah do říčních sítí v podobě přerušení a přeložek toků a jejich umísťování do

nových koryt. Většinou jde o betonová koryta, potrubí nebo štoly. Nejčastěji musela ustupovat postupu lomů řeka Bílina. Koryto řeky bylo změněno pětkrát. V jednom případě dokonce tekla v témže korytě pokaždé na opačnou stranu díky spádu koryta 0,5 promile a zvýšení hladiny vody tekoucím korytem. Byly zrušeny silnice č. 253 z Komořan do Ervěnic, silnice z Holešovic do Hořan, atd. (Petrovský 1993). Tím je výrazně změněn vodní režim, který se projevuje v podobě lokálního zamokření nebo opačným extrémem a tím je vysoušení krajiny. Při změnách koryt toků je likvidována doprovodná vegetace a společenstva jsou narušována nebo jsou zcela zničena (Procházka et al. 2011).

Pecharová et al. (2011a) a Tropek et al. (2012) vidí jako pozitivní jev nadprůměrnou biodiverzitu v zaplavených propadlinách po hlubinné těžbě. Právě ty je možné budovat na plošině výsypky s ohledem na budoucí rekultivaci. Ideálním stavem je zachovat nerovnoměrnou geomorfologii terénu. Prohlubně a vyvýšeniny dávají základ pro vznik malých jezírek a poldrů s ohromnou biodiverzitou. Do doby zapojení budoucí vegetace je nutné převádět vodu koryty po spádnici. Důležité je zachování malého spádu. Tyto činnosti simulují přírodní podmínky. Nelibová (2008) uvádí, že opuštěná odkaliště mohou vytvářet biotopy zvláště chráněných a vzácných druhů živočichů a rostlin. Prach et al. (2010) potvrzuje, že odkaliště po technické stabilizaci povrchu mají vysoký potenciál k obnově spontánní sukcesí a k vytvoření zmiňovaných, biodiverzitou oplývajících, stanovišť. Podotýká však, že zatím není řádně využíván. Čadková (2009) se zmiňuje, že vodním plochám vznikajícím v souvislosti s povrchovou těžbou hnědého uhlí v Podkrušnohoří a jejich funkci v krajině byla věnována pozornost v projektu VaV MŽP ČR 640/3/00 „Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou“. Řešení projektu probíhalo v letech 2000 – 2002.

Důlní vody

Těžba nerostných surovin je doprovázena odvodňováním krajiny a snížením hladiny podzemní vody. Může dojít k poklesu o desítky metrů při těžbě v povrchových dolech. Z důlních děl a výsypek odtéká rovněž velké množství důlních vod. Uhlí bylo zpočátku dobýváno hlubinnou metodou a to zejména v centrální části severočeské pánve. Až teprve rozvojem techniky a velkolomových rypadel ve druhé půli minulého století došlo k výraznému nástupu těžby povrchové. Povrchová těžba zanechává na krajině viditelné jizvy a značným způsobem přetváří její ráz. Hlubinná těžba rovněž ovlivňuje životní prostředí (Pecharová et al., 2011b).

Dle Svobody et al. (2008) a Pecharové et al. (2011a) totiž dochází díky vytěženým prostorům mezi povrchovými lomy k jejich vzájemnému propojení a tvorbě stařinových zvodní obsahujících důlní vody, které protékají nebo se hromadí ve volných prostorech vzniklých ve sloji po dobývání uhlí hlubinným způsobem a tím jsou zapříčiněny změny vodního režimu podzemních vod v celé pánevní oblasti. Dále došlo k postupnému zániku přirozených odvodňovacích míst a jejich změně v infiltrační plochy. Byly změněny spádové a odtokové poměry. Rovněž byla řádově zvýšena infiltrační kapacita výchozů, dutinatost uhelné sloje a tím i její průtočnost. Změnou spádových poměrů došlo zákonitě ke změně charakteru a rychlosti proudění. Zásluhou vzniku dalších dílčích depresí a přelivu

původně stagnující vody se dala do pohybu další kvanta podzemních vod. Došlo k vysušení stovek milionů metrů kubických uhelné sloje a písků, lokálně k poklesu hladiny podzemní vody o desítky až stovky metrů, byly odtěženy rozsáhlé výchozové partie sloje a písků, které byly částečně nebo úplně nahrazeny vnitřními výsypkami, drenážní účinek dolů a lomů se projevil v dalších horizontech v nadloží, částečně i v podloží uhelné sloje, výrazně se změnil chemismus vod v dosahu báňské činnosti.

Až bude jednou těžba a s ní související odčerpávání podzemní vody ukončena, dojde k výraznému vzestupu hladiny spodní vody. V okamžiku zaplnění veškerých volných prostorů v uhelné sloji a nadloží vodou, dojde k jejímu vniku do terénu. V generelu rekultivací je však s tímto problémem počítáno a bude eliminován regulovatelnými přelivovými objekty tak, aby nedošlo k nežádoucímu zatopení terénu. Bude tak umožněna fixace úrovně hladiny vody ve stařinách a nadložních píscích na požadované úrovni tak, aby nedošlo ke vzájemnému smíchání stařinových vod s jezerními vodami. Došlo by tak ovlivnění kvality vody zakyselením (Svoboda et al. 2008, Pecharová et al. 2011a).

3.1.2 Kvalita vody a kvalita prostředí v souvislosti s těžbou hnědého uhlí

Vody vznikající v souvislosti s těžbou hnědého uhlí mají specifické vlastnosti. Dle Pecharové et al. (1998) obsahují zejména zvýšený obsah Fe a Mn oproti přirozeně vzniklým mokřadním biotopům v regionu. Čadková (2009) potvrzuje zvýšený obsah kovů ve vodních nádržích vzniklých v souvislosti s těžbou hnědého uhlí a upozorňuje na zvýšený obsah iontů hliníku a dalších minerálů související s vyplavováním solí z uhelných lupků a výsypkových substrátů.

Přítomnost vody v krajině ovlivňuje režim slunečního záření, teplotu, vlhkost a proudění vzduchu (Pecharová et Hezina 2000, Štýs et Helešicová 1992).

Dle Ticháčkové (resp. Příkryla), dochází v místech těžby nejen k devastaci krajiny, ale zároveň k výraznému narušení vodního cyklu v ní. K narušení vodního cyklu dochází těžbou jako takovou, ale těžba ovlivňuje rovněž hladinu podzemní vody v celé těžební oblasti. Zejména v povrchových dolech dochází k umělému snižování hladiny podzemní vody o několik desítek metrů (Ticháčková 2011).

K poklesu podzemní vody dochází celosvětově, jak se zmiňuje Pecharová et al. (2011a). Dále vypočítává, že polovina mokřadů zmizela jen od roku 1900 (Pecharová et Hrabánková 2006).

Štýs et Helešicová (1992) rovněž zmiňuje negativní vliv těžby na vodní režim krajiny. Lomy představují jakýsi trychtýř, do něhož je stahována voda z okolí. Z důvodu prevence proti zaplavování dolů jsou tyto vody odčerpávány. Jedná se o více než 30 milionů m³ zamořené, kyselé, tvrdé důlní vody obsahující ionty kovů a jiných rozpuštěných i nerozpuštěných látek. Přesto je možné označit vypouštění důlních vod za příznivé působení na vodní toky vzhledem k navýšení množství vody v nich (Procházka et al. 2011, Štýs et Helešicová 1992).

Štýs et Helešicová (1992) v souladu s Ticháčkovou (2011) tvrdí, že těžba snižuje hladinu podzemní vody v celé těžební oblasti a vysušuje okolní krajinu, ale

zároveň upozorňuje na zavodňování ploch jiných. Jedná se poklesy půdy, propadliny a okolí vnějších výsypek (Štýs et Helešicová 1992).

Důlní činnost s sebou nepřináší jen ekonomická pozitiva, ale celou řadu ekologických negativ. Jedním z těchto negativ je změna chemického složení vod v důsledku nutnosti snížení hladiny spodní vody a překrytí původních ekosystémů výsypkovými substráty. Poté dochází k míšení s vodou v říčních sítích, což zásadním způsobem negativně ovlivňuje chemické procesy a vlastnosti povrchových vod na výsypkách. Zlepšení kvality výsypkových vod lze dle Pecharové et Hrabánková (2006) a Ticháčkové (2012) dosáhnout budováním malých vodních nádrží.

Důlní činnost není dle Pecharové et al. (2011a) jedinou záležitostí narušující krajinu a malý koloběh vody. Zásahu na tom má i narůstající průmyslová činnost, zalidnění území, hustota staveb a tvorba horkého klimatického deštníku negativně ovlivňujícího výpar vody a rychlý odtok dešťové vody z území.

Ripl (1995) uvádí, že narušený koloběh vody, jejíž nedostatek ovlivňuje vegetační kryt a tok látek, nízká koncentrace fosforu, hydrogenuhličitanů a železa jsou příčinou nedostatku živých organismů ve výsypkových vodách. Eiseltová (1996) upozorňuje na souvislosti s pochody živých organismů, koloběhu vody a spotřebu energie a prosazuje aplikaci holistického přístupu k hospodaření s mokřady. Rovněž spatřuje jako prioritní obnovu vegetace a vodou nasycených půd.

Broumová et al. (2007) se zabývá studiem výsypky jako unikátního krajinného novotvaru. Vidí ho jako stanoviště množství živočišných a rostlinných druhů. Ve své práci shrnuje výsledky dlouhodobého monitoringu funkčnosti nově formované krajiny vznikající na rekultivovaných plochách a možnosti využití výsypkové vody s jejími specifickými vlastnostmi pro vznik fungujících vodních a mokřadních společenstev nezbytných pro vyváženou krajinu.

3.1.3 Typy vod vzniklých v souvislosti s těžbou hnědého uhlí a jejich ekologický význam

Rok 1878 s sebou přinesl další negativní dopady těžby, kdy zmizel pramen Komořanské kyselky. Mezi tehdy vzniklými povrchovými doly byl i důl Obránců míru, který zapříčinil vznik Kopistské výsypky (Petrovský 1993, Papeš 2008).

Specifickým znakem území postiženého povrchovou těžbou jsou výsypky. Jde o velkoplošné narušení a zásadní změny terénu tvořící zcela nový reliéf. Ukládání nadložních zemin pomocí lopatových rýpadel vytvořilo morfologicky členité útvary rozprostírající se na velkých plochách (Skaloš et al. 2012).

Z výsypek vytéká velké množství vytlačovaných důlních vod stlačováním podloží vlastní vahou tělesa výsypky. Tyto vody se vyznačují zejména nízkým pH. Podobné vlastnosti mají výsypkové vody ve světě. Vody jsou označovány termínem "AMD" (Acid mine drainage), tzn. kyselé důlní drenážní vody. Oxidací pyritů na kyselinu sírovou vznikají protony H^+ , které mají na kyselost zásadní vliv. Díky anomálii vody v podobě rozpouštěcí schopnosti a absencí neutralizačních procesů dochází k výraznému okyselování výsypkových vod. K okyselování dochází

uvolňováním látek z hornin, zejména těžkých kovů (Ticháčková 2011, Hezina 2001, Pecharová et al. 2013).

Při těžbě uhlí vzniká zásadní problém, co s vytěženou zemínou? Z tohoto důvodu začala vznikat zemní tělesa na určených úložištích, do nichž se vytěžená zemina ukládala (Neustupa et al. 2006). Z těles však vytéká výsypková voda specifického složení. Pecharová (2004) uvádí, že probíhá pravidelný monitoring více než stovky mokřadních biotopů různých velikostí vzniklých v desetiletém období na přelomu tisíciletí na Velké podkrušnohorské výsypce (Frouz et al. 2007). Cílem je možnost jejich využití pro zlepšení kvality výsypkových vod (Pecharová 2004, Hezina et Pecharová 2001).

Propadliny

Dle Stalmachové (1997) jsou propadliny typickým důsledkem hlubinné těžby. Bohužel, v rámci rekultivací je většina z nich zničena. Přitom jsou ideálním místem k tvorbě velmi cenných ekosystémů. Jejich obrovskou výhodou je plynulá návaznost na okolní krajinu. Přestože jejich vznik je zapříčiněn antropogenní činností, působí přirozeně. Stejně jako ostatní vodní plochy vzniklé přirozenou sukcesí se i propadliny vyznačují vysokou biodiverzitou vodních a bažinných organismů. Dochází v nich k pozvolné změně živých společenstev a formují se poměrně dlouhou dobu. Litorální pásmo je dostatečně široké a poskytuje vhodné podmínky pro rozvoj rostlinných společenstev. Přítomnost vody zajišťuje dostatečný přísun živin. Díky určité izolovanosti nedochází k nadměrnému přísunu živin a zákonitě eutrofizaci. Jedná se o mezotrofní až slabě autotrofní vodní plochy. Rozdíl v šířce a sklonu litorálního pásma je ve srovnání s uměle vytvořenými plochami významný. Přirozený sklon a šíře je zejména pro obojživelníky snadno překonatelná (Stalmachová 2003). Hydrické rekultivace se vyznačují sklonem větším a těžko zdlouhavým. Kirmer et Mahn (2001) stejně jako mnoho ostatních zdůrazňuje minimální náklady na vznik a údržbu sukcesních vodních ploch (Wiegleb et Felinks 2001, Doležalová et al. 2012, Pecharová et al. (2013).

Odvodňovací příkopy a toky na výsypkách

Fafilková (2011, 2014) vysvětluje, že tyto stavby slouží k odvodnění výsypek. Jedná se o dočasné stavby a dochází k jejich častému přemísťování. Díky velkému sklonu, vysokým břehům, velice kolísavému průtoku, erozi a zákonitě rychlému toku vody jsou nevhodným biotopem pro vodní organismy. Obsahují sraženiny železa (Hezina 2001). Při rekultivacích jsou přebudovávány na toky trvalé (Frouz et al. 2007).

Dočasná jezírka a louže na výsypkách

Dle Přikryla (2003), Pecharové (2004) a Frouze et al. (2007) takovéto vodní plochy vznikají samovolně. Jsou dotovány srážkovými nebo podzemními vodami. V průběhu času může docházet k jejich vysoušení. Tím jsou zákonitě ovlivněny i jejich vlastnosti. V jejich okolí se vyskytují vzácné druhy organismů. Stejně jako propadliny se vyznačují bohatým litorálním pásmem s velkou biodiverzitou. Bohužel, i zde platí, že během přípravy na technickou rekultivaci dochází k jejich zániku a zničení stanoviště mnoho vzácných druhů organismů.

Jezírka a mokřady

Zvláštními stanovišti jsou mokřady tvořící se samovolně hlavně na okrajích výsypek. Mokřady jsou doprovázeny slanomilnou vegetací zejména rákosem a orobincem. Mokřady poskytují zásoby živin, udržují hladinu podzemní vody a zvlhčují klima (Příkryl 2003, Pecharová et Hrabánková 2006).

Dle Příkryla (2003, 2006) bývají vhodně začleněny do krajiny. Opět se vyznačují vhodným litorálním pásmem bohatým na společenstva vodních organismů. V závislosti na umístění mohou být zasolená. Kvalitu výrazně ovlivňuje průtok vody, zejména u jezírek a mokřadů.

Důležitost mokřadů pro zajištění funkčnosti krajiny zdůrazňuje (Pecharová et al. 2011a). Pecharová et al. (2011a) spatřuje v obnově ekologických funkcí přirozeně mokřadní oblasti základní podmínku pro rekultivaci krajiny narušené povrchovou těžbou uhlí. Zmiňuje principy vycházející z tzv. holistického (celostního) přístupu ke krajině. Hlavním dlouhodobým strategickým cílem má být obnova krátkého vodního cyklu v postižené krajině a zpomalení odtoku vody, odnosu látek a energie prostřednictvím malých nádrží, poldrů, mokřadních ploch a revitalizace potoků a řek (Pecharová et Hezina 2000). Obnovní a stabilizační funkce mokřadů v krajině je nezastupitelná.

Tutéž myšlenku zastává i Eiseltová (1996). Díky negativním antropogenním zásahům do krajiny a narušování koloběhu vody odvodňováním dochází k nevratným ztrátám živin.

Prach et al. (2010) a Krása (2012) uvádí, že cennou složkou jsou mokřady, které vznikají ve sníženinách na ploše výsypky i na jejím úpatí. Zejména tato místa jsou bohatá na splavované živiny a dostatek vlhkosti. Mezi typickou vegetací na těchto místech se řadí orobinec širokolistý a rákos obecný. Vodní nádrže jsou zase typické výskytem parožnatek a dalšími řasami. Vojar (2006) podporuje velkou členitost výsypek z důvodu ideálních podmínek pro obojživelníky. Vzniklá nebeská jezírka jsou jejich ideálním stanovištěm.

Umělé nádrže na výsypkách

Příkryl (2003, 2006) a Pecharová et al. (2013) zdůrazňují velkou biologickou hodnotu umělých nádrží. Na rozdíl od propadlin je budování nádrží velmi finančně náročné. Stejně jako ostatní vodní plochy vzniklé hydrickou rekultivací mají strmé břehy a malé, chudé litorální pásmo. Poskytují vhodné podmínky pro ryby. Tím je ovlivněna jejich kvalita.

Jezera

Jezera vznikají při hydrických rekultivacích. Zatopení zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí je častým řešením (Castendyk 2009b). Velká rozloha výsypek a zbytkových jam je velkým problémem. Pecharová et al. (2011a) připomíná, že první zatopenou zbytkovou jámu v Podkrušnohoří představuje jezero Milada. Dalším je jezero Most a jezero Medard. Celkově je v regionu připraveno k zatopení a vzniku velkých jezer osm lokalit. Svoboda et al. (2008) a Sklenička et Kašparová

(2008) rovněž zmiňují vznik řady menších či středně velkých nádrží pro technické i rekreační účely a vznik mokřadů.

Podobné řešení rekultivace jam zvolili v Německu. Jak popisuje Schultze et al. (2010) byl hydrickou rekultivací výrazně změněn krajinný ráz oblasti kolem Lipska a Halle. Takřka 28% jam po hnědouhelných dolech bylo zatopeno. Riziky při zatopení jam může být okyselení způsobené oxidací pyritu, eutrofizace fosforem a dusíkem z napájecí říční vody, kontaminace znečištěnými průmyslovými vodami, zasolování způsobené podzemními vodami a kontaminace patogeny z odpadních vod ve vodě říční.

Plavenišťe popílku a další technologické nádrže pro potřeby využití uhlí, retenční nádrže

Příkryl (2003, 2006) řadí mezi vody vznikající vlivem těžby i technologické nádrže. Primárně mají rovněž dočasnou funkci, avšak Příkryl (2003, 2006) navrhuje zvážení otázky jejich zachování z důvodu jejich významnosti pro obojživelníky a vodní ptáky.

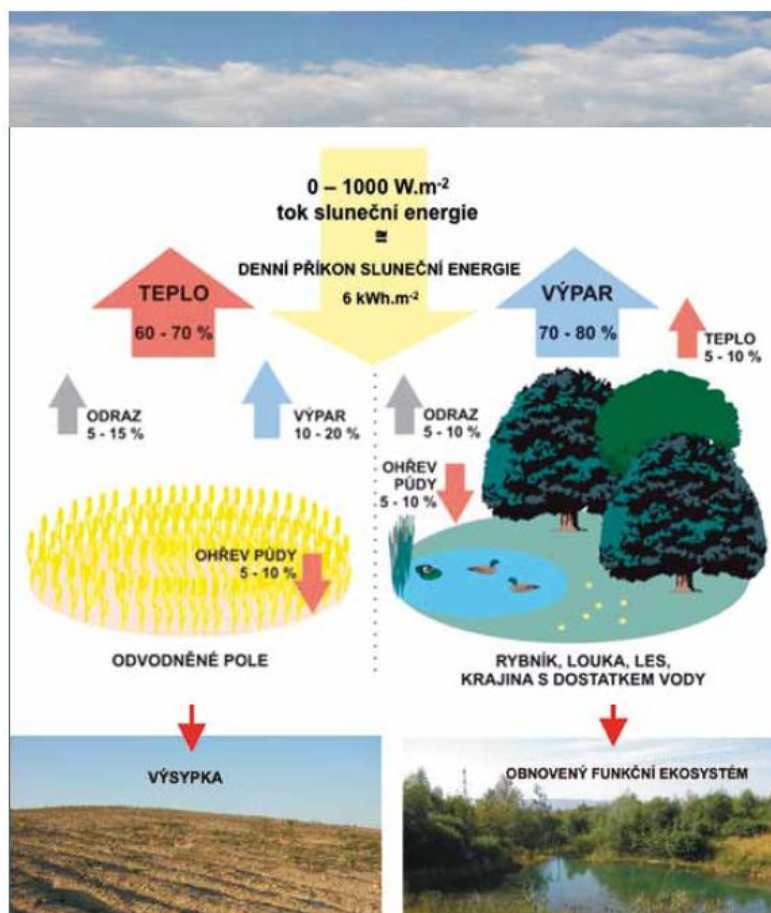
3.1.4 Vodní režim, důsledky na složky krajiny

Těžební činností dochází k narušení všech složek krajiny, včetně narušení vodního režimu (Štýs 1981, Pecharová et al. 2011b, Klapper et Geller 2002).

Důležitým faktorem ovlivňujícím lokální klima v krajině je krátký vodní cyklus. Jeho zásadní význam na zmenšování výkyvu denních teplot zmiňuje Richter (2009). Dále shrnuje, že k regulaci krátkého vodního cyklu dochází v těžební krajině z důvodu likvidace trvalých lesních a bylinných porostů schopných vázat vodu. Vlivem slunečního záření a absencí vegetačního krytu dochází k enormnímu přehřívání zemského povrchu. Pokorný et al. (2012) uvádí, že množství sluneční energie procházející hranicí zemské atmosféry kolísá v průběhu roku mezi hodnotami 1412 a 1321 W/m². Přirozená vegetace dokáže účinně využít tuto energii, využívá živiny a ovlivňuje své prostředí.

Pecharová et al. (2011a) přirovnává koloběh vody k energetickému převaděči usměrňujícího energii. Demonstruje shodu závislosti odtoku živin na vývoji vegetačního krytu se stavem nově nasypných výsypek ve stádiu počáteční sukcese nebo ve stádiu počáteční rekultivace s vývojem vegetace v extrémně narušené podkrušnohorské pánvi a Krušných horách. Se zapojováním vegetace se postupně uvolňovalo menší množství iontů z půdy způsobující kyselost půd a pokles pH.

Obr. č. 1: Schéma energetické bilance zdravé krajiny a krajiny s narušeným vodním cyklem podle Pokorného a Ripla, (1996) modifikováno na výsypkové ekosystémy (Pecharová et al. 2011a).



Brom et al. (2012) a Skaloš et al. (2014) uvádí, že odvodnění pánví a odstranění trvalé vegetace na rozsáhlých plochách ovlivňuje podmínky v Krušných horách. Na těchto odvodněných a vegetace zbavených plochách se sluneční energie mění převážně na teplo, protože se nemůže vázat na vodní páry při výparu vody. Pokorný et al. (2012) přidává, že antropogenní činností dochází ke změnám vodních toků, energie a látek v krajině.

Vzrůst povrchových teplot v letních dnech s nízkou oblačností vlivem nepřítomnosti vegetace potvrzuje rovněž Pokorný et al. (2012). Teploty podle něj dosahují až 50°C a vedou k vysoušení krajiny a k extrémním jevům klimatu v oblasti. Dle Fučíka et al. (2008) je možno zatravněním zajistit retenci vody v půdě a zvýšit zásak srážkové vody a zmírnit tak odtok vody z krajiny.

Pecharová et al. (2011a) vysvětluje, že pokud sluneční záření dopadá na plochu dobře zásobenou vodou, větší část sluneční energie se spotřebuje na výpar, zbytek na pocitové teplo, ohřev půdy, odraz a fotosyntézu. Pokud však sluneční záření dopadá na krajinu s nedostatkem vody, většina sluneční energie se změní na pocitové teplo. Proto je voda v podobě vodních ploch, mělké podzemní vody a vegetace důležitá pro zajištění koloběhu vody na souši. Voda a vodou zásobená vegetace mají významnou chladicí a klimatizační úlohu. Díky evapotranspiraci vegetace dochází k vázání sluneční energie do vodní páry a nedochází tak

k přehřívání zemského povrchu. Tento fakt je zejména důležitý v době klimatických změn, v níž se nacházíme (Pecharová et al. 2011a, Procházka et al. 2001).

Pecharová et al. (2011a) popisuje souvislost s funkčností lesního porostu na horách. Jeho schopnost zadržovat vodu, jeho chladící funkci a srážení vodní páry. Popisuje, jak ztráta funkčnosti lesa na horách má výrazný vliv na ztráty vody v krajině, teplotní rozdíly a snížení vlhkosti vzduchu. Nedostatek vody se pak projevuje na snížení odolnosti vegetace vůči mrazu. Zvýšená mineralizace půdy a uvolňování živin způsobují následnou eutrofizaci vodních toků.

Skaloš et al. (2014) také zdůrazňuje, že vodní potenciál krajiny je výrazně ovlivněn evapotranspirací vegetace. Ta je ovlivňována typem stanoviště. Předmětem studie byla mimořádně antropogenně ovlivněná krajina včetně všech jejích složek. Vyzdvihuje pozitivní funkci lesa a jeho vstřebávání sluneční energie korunami. Spodní vrstvy tak zůstávají chladnější a udrží lépe vodu ve spodních vrstvách a půdě. Podle Pecharové et al. (2011a) nerovnoměrná bilance a postupná ztráta malého oběhu mají významný dopad na změnu klimatu. Díky převažujícímu výparu dochází k odvodňování krajiny. Zmiňuje rovněž zásadní význam malého oběhu vody pro vegetaci i místní klima z důvodu menší intenzity. Pecharová et al. (2011a) tvrdí, že za poklesem dešťových srážek v severních Čechách v minulém století (o 15 %) je nutno vidět odvodnění krajiny, ztrátu vody z krátkého cyklu. Vrácením vegetace zpět je možno upravit i režim srážek.

Dále Pecharová et al. (2011a) popisuje, že snížení ztráty vody a látek z krajiny lze dosáhnout obnovou vegetace a vodou nasycenými půdami. Vyzdvihuje mimořádný význam mokřadů, které podporují výměnu látek a energie, podporují koloběh vody a tím zvlhčují podnebí, udržují hladinu podzemní vody, zadržují vysoký obsah živin a minerálních látek v půdě a minimalizují jejich ztráty.

Dle Eiseltové (1996) je důležité pochopit toky energie a vody jako média. Díky vodě probíhá transport látek a probíhají potřebné chemické reakce. Kvalita a množství vody v krajině jsou závislé na energii, její časové a prostorové distribuci a interakci s porostem.

V těžném území byl výrazně ovlivněn vodní režim. Před začátkem skrývky a povrchové těžby uhlí se v dohledné vzdálenosti od současné Kopistské výsypky rozprostíralo několik rybníků, mezi nimi Soušský rybník a zejména Komořanské jezero. To zaujímal v minulosti plochu až 70 km². Z dochovaných písemností vyplývá, že bylo bohaté na množství ryb (Petrovský 1993).

Pecharová et al. (2011a) potvrzuje, že v minulosti bylo zájmové území bohaté na vodu přitékající z Krušných hor. Ta byla zadržována prostřednictvím mokřadů, jezírek a tůní. A samozřejmě v Komořanském jezeře s protékající řekou Bílinou (Pokorný 1963). Po odvodnění jezera se voda v krajině udržela v podobě podmáčených luk a bažin tvořících souvislou vodní hladinu. Území se vyznačovalo vysokou hladinou podzemní vody.

Knozová et al. (2012) považuje výpar za jednu ze stěžejních složek koloběhu vody v krajině. Výpar není konstantní veličinou. Proměňuje se v prostoru a čase.

Za den je možná odlišnost až o 5 mm. Průměrná hodnota však kolísá o 1 mm. Velikost výparu ovlivňuje vegetační sezóna.

Z historických pramenů lze dále vyčíst, že v padesátých letech minulého století činila celková rozloha povrchových vod na Mostecku cca 1200 ha. Největší podíl z této plochy zaujímaly nádrže průmyslové a pitné vody. Výrazným prvkem byla zejména Dřínovská nádrž zaujímající plochu 153 ha. Byla vybudována v katastrálním území obcí Dřínov a Albrechtice, byla napájena z Bíliny Kyjickým přivaděčem. Zásobovala průmyslovou vodou doly a elektrárny v okolí. Nakonec ustoupila těžbě (Bárta et al. 1973).

Krajina rozhodně netrpěla nedostatkem vody. Pecharová et al. (2011a) vyčísľuje, že 80% celkové rozlohy území bylo tvořeno vodními plochami. Díky neustálé přítomnosti vody byly vodní plochy doprovázeny trvalou vegetací, zhruba 70%.

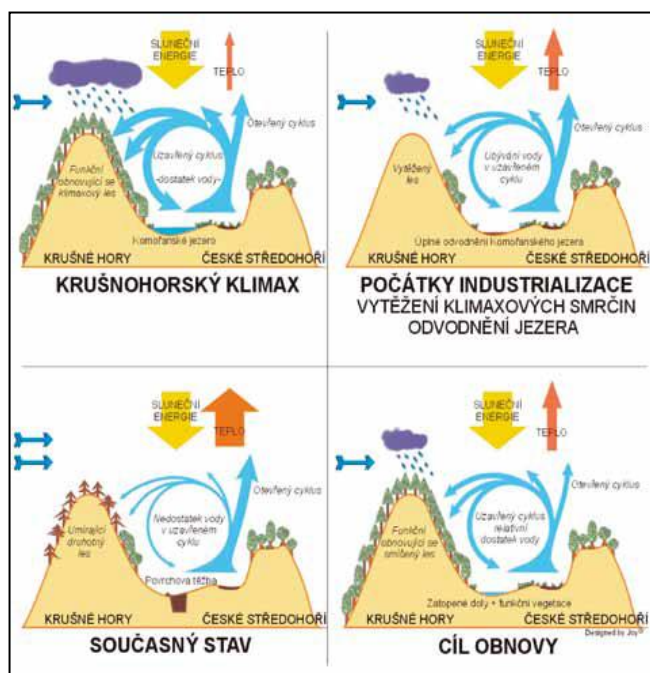
Vodní režim v zájmovém území ovlivnilo rovněž vybudování velkého závodu Hydrierwerke na chemické zpracování hnědého uhlí. Závod byl umístěn na zamokřené, jílovitou pláň východně od Záluží. Díky syntetické výrobě byla voda v řece Bílině radikálně negativně změněna (Bárta et al. 1973).

Jednou ze základních funkcí krajiny je zadržování vody pro rostliny a živočichy. Tato funkce je díky těžební činnosti výrazně narušena. Vodní plochy vzniklé přirozenou akumulací z dešťových srážek nebo jako součást hydrické rekultivace jsou proto vítaným prvkem v krajině (Čadková 2009).

Stejný názor zastává Doležalová et al. (2012). Na podporu tohoto tvrzení udává, že vodní útvary vznikající přirozenou sukcesí na výsypkách v podobě podmáčených a zatopených terénních prohlubní na nepropustném podkladu jsou osídlovány řadou ohrožených druhů živočichů.

Dle Pecharové et al. (2011a) se díky evapotranspiraci u porostů dostatečně zásobených vodou soustřeďuje teplý vzduch z vyschlého okolí. Tato skutečnost spolu s nízkou hladinou spodní vody zapříčiňuje nedostatečný přísun vody kořenům a tím klesá i evapotranspirace a dochází k přehřívání krajiny. Mokřady tak díky většímu přísunu energie odpařují více vody. Evapotranspirace závisí především na teplotě vzduchu a zemského povrchu.

Obř. ř. 2: Modelový předpoklad vývoje krajiny Podkrušnohoří v prostoru bývalého Komořanského jezera, dnes dobývacího prostoru lomu Československé armády. Zdůrazňuje změny od posledního glaciálu se podtržením souvislostí a důsledků rušivého vlivu člověka (Pecharová 2004)



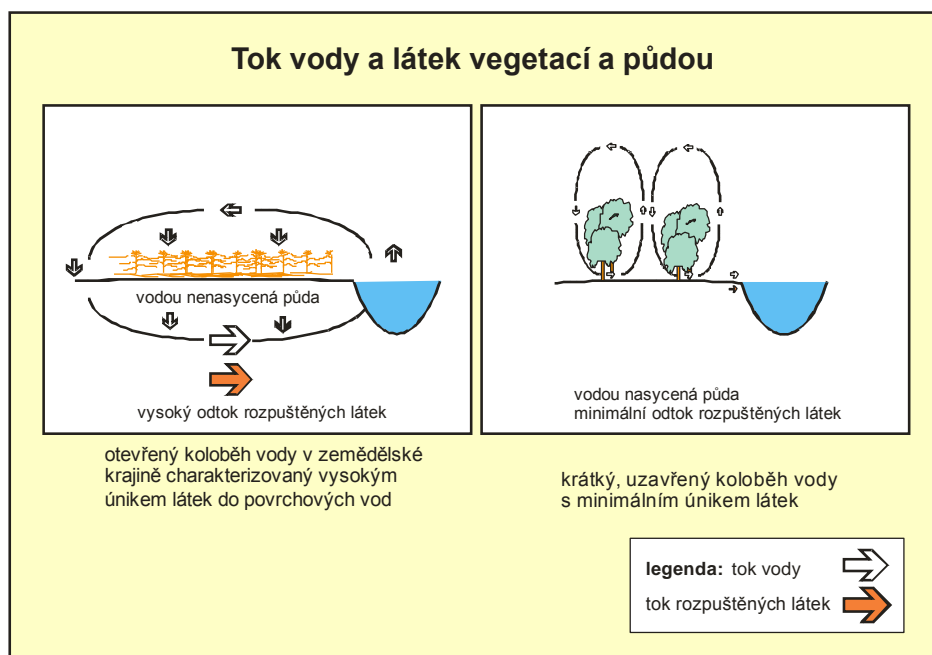
Jankovská (1987) a Pecharová et al. (2011a) uvádí, že v území podkrušnohorské brázdy došlo ke snížení vody ve formě srážek i vody tekoucí a stagnující a zákonitě došlo k redukcí funkční vegetace. Dle družicových snímků je teplotní třída výsypek a lomů totožná se zemědělskou půdou (Brom et al. 2012).

Eiseltová (1996) upozorňuje, že se stoupajícím únikem látek rostoucí vegetace se zvyšuje tok protonů (absorpce bazických kationtů), a pokud by tyto nebyly nahrazeny, následoval by pokles pH doprovázený rozpouštěním toxických látek, které by pak kořeny vstupovaly do rostlin a způsobily odumírání vegetace a celé cenózy. Spolu s hynutím porostů se ničí ochlazovací systém a hrouť se koloběh vody.

Význam vodních ploch v nové krajině po těžbě je zcela zásadní. Nejen, že výrazně ovlivňuje toky látek a energií, ale ovlivňuje klima v oblasti díky znovuoživení malého vodního cyklu v krajině. Poskytují útočiště mnoha vzácným druhům rostlin a živočichů. Přítomnost vodních ploch má zásadní význam na ekologickou stabilitu prostředí (Přikryl 2003).

Dle Novotné (2011) tvoří jednotlivé složky hydrosféry jeden celek. Poukazuje na holistický přístup k povrchovým a podzemním vodám. Zásah do jedné složky se promítá do ostatních složek koloběhu vody. Negativní zásahy člověka v krajině zkracují dobu zdržení vody a snižují infiltraci srážkové vody a její transformaci na vodu podzemní.

Obr. č. 3: Tok vody a látek vegetací a půdou (Rippl et al. 1994)



3.2 Nápravná opatření

Prach (2010a) konstatuje, že obnova těžbou narušených míst a jiných industriálních stanovišť je jedním z hlavních témat ekologické obnovy v České republice. Vojar et al. (2012) přidává, že hnědouhelné výsypky jsou v ČR plošně nejrozšířenějším typem území s ukončenou těžbou. Velikost tohoto území přirovnává k rozloze všech národních přírodních rezervací v ČR (279 km²). Tím demonstruje závažnost otázky správné obnovy výsypek. Současně označuje obojživelníky jako indikátory komplexnosti prostředí odrážejícími kvalitu, pestrost i propojení jednotlivých biotopů. Jejich dlouhodobý výskyt signalizuje nastavení správné cesty v obnově. Jejich úbytek zase naopak signalizuje problém v krajině.

Prach (2010a), Sierka et al. (2009) nastiňují způsoby obnovy v praxi. Jedním ze způsobů je spontánní sukcese nebo přirozená sukcese s usměřováním v podobě nasměrování, urychlování anebo naopak zpomalování. Příkladem může být vysazování žádoucích druhů do sukcesních stádií nebo naopak eliminace nežádoucích druhů kosením, apod. Další možností jsou umělé, technické postupy využívané při technické rekultivaci. Jedná se o výsadbu porostu jako celku.

3.2.1 Rekultivace (ve vztahu k vodám)

Těžbou je výrazně změněna morfologie terénu. Tektonika a geologie území výrazně ovlivňuje hloubku a charakter poklesových kotlin. Kotliny jsou vlivem srážek a podzemních vod postupem času zavodňovány. Do roku 1990 dominovala snaha o rekultivaci s cílem navrácení orné půdy (Generel rekultivace 1959), mokřady a vzniklé vodní plochy byly zasypávány hlušinou. I z důvodu finanční náročnosti začaly být po roce 1990 preferovány lesnické rekultivace (Stalmachová et al. 2012).

V Generelu rekultivace (1959) je uvedeno, že bez plánovitého asanačního zásahu by na výsypkách dominovala přirozená společenstva forem vegetace, jejichž klimaxovým stádiem by byl les.

Antropogenní činností je výrazně ovlivňován vodní cyklus. Dochází k jeho podstatnému zrychlení a odtoku vody z krajiny. Tím jsou ovlivněny výkyvy teplot v průběhu dne a klimatické podmínky celé oblasti (Pecharová et al. 2011a, Kravčík et al. 2007, Eiseltová 1996). Pecharová et al. (2011a) jako jeden z hlavních cílů obnovy krajiny jmenuje obnovu vodního režimu v krajině dříve výrazně zamokřené a s řadou vodních ploch různé velikosti a vytváření příznivých podmínek pro krátký uzavřený koloběh vody. Nejvhodnějším stabilizačním prvkem z hlediska obnovy krátkého vodního cyklu je přítomnost mokřadů v krajině.

Podle Pecharové et al. (2011a) je pro zabezpečení plnohodnotné funkce obnovované krajiny potřeba její propojení s ekosystémy okolních území umožňující spontánní osidlování obnovované krajiny organismy. Jde o zajištění funkce krajiny se všemi jejími aspekty. Nelze tedy řešit obnovu krajiny lokálně, nýbrž tvorbou základních podmínek pro obnovu krajiny. Návaznost na okolní ekosystémy je nezbytná i v případě plánované obnovy formou přirozené sukcese. Návaznost na okolní systémy zdůrazňuje i Poštolka (2007).

Rovněž Prach (2010a) zdůrazňuje důležitost stanovení cílů v podobě definování ekosystému, společenstva a kvality budoucí populace a plánování procesů před započítím obnovy. Důležitá je znalost referenčních populací a biotopů. Podle těchto hledisek je volen způsob obnovy a následný způsob hospodaření na daném a přilehlých územích. Pokud nedojde k důslednému plánování zahrnujícího veškeré souvislosti včetně citlivých zásahů v primárních biotopech, může i spontánní sukcese vyústit v degradaci nebo dokonce v zánik cenných sekundárních biotopů.

Pro zadržení vody a zachování příznivého klimatu v krajině je potřeba dostatečné množství trvalé vegetace. Kondenzací a evapotranspirací dochází ke zrychlení krátkého koloběhu vody v krajině. Následné zvýšení četnosti srážek přispívá k vyšší hladině spodní vody a minimalizaci odtoku látek z půdy (Richter 2009).

Zabezpečení zadržení vody v krajině lze dosáhnout lesnickou rekultivací, jak popisuje Polášek (2003). Chápe rekultivaci jako hledání optimálního poměru mezi řízenou rekultivací a ekologickou sukcesí. Díky lesnické rekultivaci je možné dosáhnout obnovení retenční schopnosti krajiny, zpomalení odtoku a eroze.

Doležalová et al. (2012) zdůrazňuje, že přestože post-těžební lokality generují výrazně rozmanitější stanoviště díky přirozené sukcesi, poměr technických rekultivací na výsypkách stále dominuje (tab. č. 1).

Tab. č. 1: Přehled technicky rekultivovaných ploch a oblastí bez technické rekultivace na výsypkách SHP (zpracováno podle: Doležalová et al. 2012). Červeně zvýrazněná řešená výsypka.

Název výsypky	Způsob rekultivace	Celková plocha (ha)	Vodní plochy (ha)	Poměr celkových a vodních ploch (%)	Průměrná velikost vodních ploch (m ²)	Počet vodních ploch	Počet vodních ploch vztahovaný na ha
Technicky rekultivováno							
Březno	T, F, A	231,36	1,61	0,70	4025,00	4,00	0,02
Čepirohy	T, A, F	496,77	9,66	1,94	2476,00	39,00	0,08
Kopistská - TR	T, F, H	351,28	16,37	4,66	20,46	8,00	0,02
Hornjiřetínská - TR	T, A, G	119,94	4,74	3,95	23,70	2,00	0,02
Lochočice	T, A, F	847,81	2,13	0,25	3045,00	7,00	0,01
Malé Březno	T, F, A	306,62	1,35	0,44	2257,00	6,00	0,02
Merkur	T, F, A	100,45	3,97	3,95	2333,00	17,00	0,17
Pokrok	T, F, A, G	289,39	5,28	1,83	5285,00	10,00	0,03
Pruněřov	T, F, A	261,31	4,67	1,79	6672,00	7,00	0,03
Radovesická - TR	T, A, F	1483,00	14,34	0,97	4216,00	34,00	0,02
Růžodolská - TR	T, F, G	952,99	33,52	3,52	4410,00	76,00	0,08
Střimická	T, F, A	743,55	16,98	2,28	14,15	12,00	0,02
Velebudická	T, F, A	729,32	1,32	0,18	1644,00	8,00	0,01
Žichlice	T, F	103,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Technicky nerekulitováno							
Albrechtická	F, S	89,85	0,24	0,26	91,00	26,00	0,29
Hornjiřetínská - TU	F, S	352,71	33,40	9,47	1380,00	242,00	0,69
Kopistská - TU	F, S	359,06	16,64	4,08	438,00	334,00	0,93
Radovesická - TU	S	57,34	5,42	9,45	888,00	61,00	1,06
Růžodolská - TU	F, S	31,28	1,76	5,61	1463,00	12,00	0,38
Teplická	F, S	519,31	23,58	4,54	12,41	19,00	0,04

T - technická; F - lesnická; A - zemědělská; H - hydrologická; G - lesostep a travní porosty; S - sukcesní

Nelibová (2008) se zmiňuje, že metoda hydrické rekultivace je na vzestupu. Je to z důvodu menší finanční náročnosti. Jedná se o zaplávání zbytkových jam. Hydrické rekultivace mají zásluhu na vzniku menších nádrží a rybníků na výsypkách. Ty usměrňují pohyb vody a látek v krajině. Vzniká nová hydrografická struktura. Pecharová et al. (2011a) vzestup mokré varianty také potvrzuje a sledává návrat vody do krajiny jako velice žádoucí. A to jak z důvodu zlepšení mikroklimatu, tak i vhodných topografických, geologických i hydrogeologických podmínek postiženého území. Pecharová et al. (2011a) ve své knize zmiňuje společnost R-Princip věnující se nápravným opatřením po těžbě jako jednoho z významných zpracovatelů rekultivačních principů (Svoboda 2000).

Prvopočátek legislativních předpisů promítajících se do oblasti ochrany krajiny a těžby se datuje do dob Rakousko – uherské monarchie. Prodělala svůj vývoj. Za zmínku stojí novela z roku 1976 ukládající povinnost zajistit oddělenou

skrývku kulturních vrstev půdy, ukládat odklizené hmoty přednostně ve vytěžených prostorách a na pozemcích horší kvality. Zároveň ukládala za povinnost už během těžby realizovat stavbu výsypky tak, aby tvarem, uložením zemin a vodními poměry byla připravena pro následnou rekultivaci (Štýs et Helešicová 1992). Povinnosti vyplývající z horního zákona zmiňuje rovněž Pecharová et al. (2011a).

Problematiku rozhodovacích procesů při těžbě na výhradních a nevýhradních ložiscích popisuje rovněž Řehounek et Hátle (2010). Prach et al. (2010) uvádí, že pro podporu a razantní změnu v obnově krajiny postižené těžbou je potřeba legislativních změn podporujících tzv. zrovnoprávnění přírodě blízkých způsobů obnovy a ochrany biodiverzity. Následně by se tyto změny měly promítnout do rekultivačních plánů. Řehounek et Hátle (2010), Vráblíková (2010), Sádlo et Tichý (2002) dále spatřuje jako základní dokument obnovy tzv. plán sanace a rekultivace neboli rekultivační plán. Ty vyjma hydrických rekultivací požadují navrácení krajiny do stavu před těžebními zásahy (Generel rekultivace 1959).

Prach et al. (2010) poznamenává, že se jedná převážně o řízené zaplavování zbytkových jam po těžbě. V zatopených těžebnách by měla být zachována mělká pobřežní zóna. Technická rekultivace je vhodná u větších těžeben, na místech ohrožených erozí, v sousedství sídel, komunikací a tam, kde hrozí kontaminace okolí. Vytvoření členitého reliéfu by mohlo být konečnou fází rekultivace. Byly by tím vytvořeny ideální podmínky pro spontánní sukcesí.

Cejnar (2007) připomíná, že dřívější úzké pojetí rekultivací je na ústupu. Nepřirozeně vytvarované plochy nenavazující na okolní prostředí, neprostupné zarostlé pozemky bez hospodaření. Na druhé straně potvrzuje, že se na plochách, kde neproběhly sanace a rekultivace, objevují zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů. Vyjadřuje myšlenku, že by mělo být snahou neřešit jednotlivé plochy, ale komplexně rekonstruovat postižené území. Vyzdvihuje velkou úlohu přítomnosti vody v obnovené krajině.

Svoboda (2007) připouští, že se změnila priority v obnově území v krajině narušené těžbou. Jedná se o posílení ekologických principů v krajině, tj. toků vody, energie a látek a v rámci nich zejména obnova vodního režimu v krajině dříve výrazně zamokřené a s tím souvisejícího návratu malého uzavřeného koloběhu vody do krajiny. Zdůrazňuje důležitost optimálního reliéfu území určeného k obnově. Uvádí retenci vody jako prioritní kritérium při strategickém plánování krajiny, tzn. plánovat geomorfologicky vhodná místa pro rozliv a retenci vody jako místa plnící v budoucnu více krajinných funkcí.

3.2.2 Sukcese (ve vztahu k vodám)

Mostecká pánev se rozprostírá ve výšce 260 - 300 m.n.m.. Dle Pracha (2012) se jedná o vodní, suchá stanoviště, uniformní technicky rekultivované plochy, většinou s lesním porostem. Rozloha obnovených ploch je 150 km². Výsypky jsou tvořeny převážně miocénním šedým jílem, pískem a sopečnými deriváty. Spontánní sukcesí bylo ponecháno 60 ha výsypek. Stejně číslo udává i Prach et al. (2010). Zbytek byl určen k technické rekultivaci. Některé jsou nerektivované z důvodu existence zásob uhlí pod výsypkami, které budou využity v budoucnu.

Gillarová Hrajnohová (2009) konstatuje, že krajinu pozměněnou těžbou není možné navrátit do původního stavu před těžbou. Důležité však je nalézt současnou ideální návaznost jednotlivých přírodních prvků na okolní krajinnou, socioekonomickou a politickou strukturu regionu.

Prach (2012) popisuje postupy vzniku výsypky. První fází je skrývka zeminy v místě těžby. Následuje sypání zeminy pomocí zakladačů na výsypku. Po stabilizaci výsypky je povrch urovnáván těžkou technikou. K těmto úpravám dochází zhruba za osm let po nasypání z důvodu sedání navezeného výsypkového substrátu. Poté dochází k návozu organického materiálu. Využívá se vrchní vrstva odtěžené zeminy z místa těžby, drcená kůra, apod.. Následuje výsadba odvislá od způsobu rekultivace. Prach (2010b) uvádí, že výsypky jsou prostředím se silně narušenými, resp. zničenými stanovišti s holým substrátem. Sukcesní změny začínají od primární sukcese. Spontánní sukcesí dochází k tvorbě vegetačního krytu průměrně do 15. roku a 20. rokem je již stabilizovaná. Vývoj vegetace má přímý dopad na přítomnost vody v krajině. Vytvoření kompaktního vegetačního krytu je většinou hlavním cílem obnovy postižených míst v důsledku těžby. Klimaxovým stádiem je většinou les. Někde však není cílem dosažení tohoto stádia. Uzavřený lesní porost je stanovištěm menšího počtu druhů skupin, než kombinace mladších a starších sukcesních stádií.

Prach et al. (2010) uklidňuje, že není nutná obava o šíření invazních plevelných druhů při spontánní sukcesí. Zatím takový případ nebyl zaznamenán.

Stalmachová et al. (2012) rovněž uvádí, že na místech ponechaných spontánní sukcesí se vytváří cenná mokřadní a vodní stanoviště. Zmiňuje výzkum probíhající od roku 1992, který potvrdil jejich ekologický a krajinný význam. Poklesové kotliny představují sekundární biotopy pro rozvoj vodních a mokřadních společenstev rostlin a živočichů, současně představují významná refugia pro obojživelníky a vodní ptáky.

Prach (2012) shrnuje, že v průběhu osmiletého sledování došlo ke vzniku vodních útvarů díky členitosti povrchu výsypek. Vytvoří se mikrostanoviště s obrovskou diverzitou, aby byla posléze těžkou technikou zničena a odvodněna při vyrovnávání povrchu v rámci přípravy pro rekultivaci. Jako příklad udává zničení zarostlé části Radovesické výsypky v roce 2009. Uvádí Mostecko jako místo s největší neochotou akceptovat ekologické principy obnovy krajiny v rámci ČR.

Řehounek et Hátle (2010) rovněž potvrzuje názor, že lesnickou či zemědělskou rekultivací dochází ve většině případů k likvidaci vzácných a chráněných druhů rostlin a živočichů, kteří se v nově vytvořeném prostředí usídlili. Mechanickým rekultivacím připisuje odpovědnost za zničení biologické diversity dotčených území, vznik uniformních společenstev bez obohacení krajiny. Zápory technických rekultivací potvrzuje velké množství studií.

Zarovnávání povrchu a odvodňování při technických rekultivacích a tím způsobenou devastaci již vytvořených stanovišť s jedinečnou biodiverzitou kritizuje i Prach et al. (2010). Rovněž dává hlas obnově formou spontánní sukcese na

mosteckých výsypkách a argumentuje např. stejnou časovou náročností obou variant. Doporučuje vytvářet menší vodní plochy v místech výskytu obojživelníků.

Vojar et al. (2012) vidí rovněž zásadní problém v zarovnání a odvodnění výsypek. Místo samovolně vytvořených drobných tůní jsou rekultivací budovány většinou větší nádrže. Na technicky nerektivovaných částech výsypek lze naproti tomu vodní plochy počítat ve stovkách. V poměru k okolní krajině se jedná o unikátní záležitost.

Vojar et al. (2012) vyčíslil rozlohu vodních ploch na technicky rekultivované části Kopistské výsypky na 119,94 ha a rozlohu vodních biotopů skokana štíhlého na 4,74 ha. Na nerektivované části Kopistské výsypky udává rozlohu 359,06 ha s 14,64 ha rozlohy vodních biotopů. Počet vodních biotopů v technicky rekultivované části udává 2 a v technicky nerektivované části 334. Jedná se o neuvěřitelný nepoměr.

Prach (2012) zdůrazňuje, že povrch výsypek je tvořen vyvýšeninami a prohlubněmi různých hloubek díky zakladačům. Jsou to ideální místa pro hromadění vody. Na těchto místech se utvářejí mikrostanoviště s obrovskou biodiverzitou.

Vojar et al. (2012) rovněž připojuje tvrzení, že jsou v naprosté většině výsypky kompletně rekultivovány, přestože mnoho našich i zahraničních studií potvrzuje biologický význam sukcesních ploch vzniklých v důsledku těžební činnosti. Dále poukazuje na nesmyslnost urovnávání jejich členitého povrchu a jeho odvodňování. Zdůrazňuje zákonitou devastaci rozsáhlých biologicky hodnotných ploch srovnatelných se zvláště chráněným územím. Navíc jde o velmi nákladné zásahy.

Podobný názor na přirozenou sukcesi vyjadřuje i Tropek et al. (2012). Post-těžební lokality poskytují útočiště biologické rozmanitosti v antropogenně ovlivněné krajině a nabízí tak cenná přírodní stanoviště. Podotýká, že právní předpisy by měly upřednostňovat přirozené procesy před technickými rekultivacemi.

Vojar et al. (2012) podotýká, že obnova dotčeného území by měla zohledňovat i zájmy ochrany přírody. Argumentuje zjištěním biologů o pestrosti prostředí ponechaného samovolnému vývoji. Podporuje názor o větším využívání spontánní sukcese. Navrhuje kompromis mezi spontánní sukcesí, navrácením funkcí zemědělsky a lesnický rekultivovaným plochám a místy pro volnočasové aktivity.

Vojar et al. (2012) uvádí, že na výsypkách vzniká spontánní sukcesí pestrá krajinná mozaika. Je to zapříčiněno způsobem jejich založení. Zakladači je sypána nadloží zemina do pravidelných značně členitých tvarů, což umožňuje tvorbu jezírek v terénních depresích na nepropustném podloží. Na složení druhů mají vliv rovněž odlišné podmínky prostředí sukcesních a rekultivovaných částí výsypek. Rekultivované plochy se vyznačují běžnými druhy a pro sukcese jsou typické vzácné a ohrožené druhy, které vyhledávají zanikající typy stanovišť (Prach, 2003).

Prostředí nerektivované výsypky se postupně mění; od na první pohled pusté měsíční krajiny přes víceméně souvislé travní porosty po lesostepi a zapojené

porosty náletových dřevin. Podobně zarůstají a zazemňují se i vodní plochy. Nejvíce obojživelníků lze na mosteckých výsypkách najít v jezírkách s částečně vytvořenou vodní vegetací a také při okraji výsypek; zejména tam, kde navazuje volná krajina s výskytem obojživelníků Vojar et al. (2012). Navrhuje do budoucna počítat rovněž s managementem území obnovovaného spontánní sukcesí v podobě redukce rákosin, odbahnění či prosvětlení okolí.

Vojar (2007) zmiňuje význam zavodněných okrajů výsypek při jejich kolonizaci. Zvýšení heterogenity vodního prostředí dále zajišťují zatopené příkopy, odvodňovací strouhy a četné drobné vodní plochy vytvářené pohybem těžké techniky.

Doležalová et al. (2012) doplňuje, že vodní útvary vznikající přirozenou sukcesí a technickou rekultivací se značně liší. Atributy těchto stanovišť jsou důležitá ve vztahu ke kolonizaci rostlinami a živočichy a zejména mláďata vodních druhů jsou díky omezenému pohybu na vlastnostech vodních útvarů závislá.

Mezi základními hypotézami Čadková (2009) uvádí, že u nádrží podobného původu, podobných hydrochemických a hydrofyzikálních vlastností probíhá ve stejných klimatických podmínkách velmi podobný sukcesní vývoj. Na základě poznatků o sukcesně starších nádržích je možné předvídat vznik a vývoj nově vznikajících nádrží stejných parametrů.

Nápravná opatření provedená na výsypkách je možné hodnotit prostřednictvím vizuálních kvalit krajiny (Kottová 2009).

Jak popisuje Nelibová (2008), metoda přirozené sukcese spočívá v ponechání poškozených částí krajiny přirozenému vývoji. Na těchto stanovištích dochází ke zcela přirozenému, harmonicky vyváženému a ekologicky hodnotnému stavu biocenóz. Oproti tomu další metoda obnovy krajiny, tzv. řízená sukcese, využívá vyšší sukcesní stádia v konkrétním ekotopu.

Prach (2010a) preferuje spontánní sukcesí jako nástroj obnovy cenných biotopů zejména v místech s nízkou hladinou živin. Takováto stanoviště vznikají zejména v souvislosti s těžbou uhlí.

Prach et al. (2010) tvrdí, že 100% výsypek na Mostecku má předpoklady pro obnovu spontánní sukcesí nebo dalšími, přírodě blízkými, obnovami. Zdůrazňuje její výhodu v minimalizaci finančních prostředků. Ideálním stavem je, prostřednictvím vhodného plánování a činností v průběhu těžby, připravit podmínky pro obnovu spontánní sukcesí v podobě vytváření členitějšího terénu povrchu výsypek a tvorby zvodněných depresí. Pro úspěšnost sukcese je potřeba zachovat v okolí část přirozených přírodních společenstev jako zdroj pro kolonizaci nového prostředí výsypek. Role člověka by v tomto případě spočívala pouze v regulaci nebo naopak v podpoře sukcese. Výsledkem managementu člověkem je existence sukcesních stádií různého stáří a tím podpořena pestrost biotopů.

Prach et al. (2010) vypočítává, že vnější a vnitřní výsypky zaujímají zhruba 150 km² Mostecka. Mostecko bylo díky nim nazýváno měsíční krajinou (Prach et al. 2010, Štýs 1981). Okamžitě po nasypání na nich však začíná proces primární sukcese. Z hlediska vod je to vznik zvodněných depresí.

Vojar et al. (2012) si klade otázku - Sukcese, nebo rekultivace? Výhody a nevýhody byly již popsány. Sukcese je finančně méně náročná, vznikají nové biotopy s vysokou biodiverzitou a území má vyšší biologickou hodnotu. Rekultivace některých výsypek a zejména těžebních jam je zcela vyhovující. Ideálním přístupem se jeví ponechat 20% obnovovaného území přirozené sukcesi a zbytek vhodně technicky rekultivovat.

4. Charakteristika studijního území (Kopistská výsypka)

4.1 Historie Kopistské výsypky

Při vzniku Kopistské výsypky sehrál hlavní roli Důl Obránců míru. Kopistská výsypka byla založena jako vnější výsypka jmenovaného lomu. Odkliz zemin z lomu Obránců míru probíhal v letech 1945 -1976 (Lipský 2007).

Kopistská výsypka byla formována návozem zeminy od začátku 50. let až do 80. let minulého století (obr. č. 4).

Důl Obránců míru patřil k největším dolům na Mostecku. Byl založen v roce 1921 a dne 17. října 1922 bylo rozhodnuto o názvu Quido IV. Od roku 1945 do roku 1951 nesl jméno důl President Beneš (Petrovský 1993).

V důsledku politického vývoje došlo 22. července 1951 k přejmenování dolu President Beneš na důl Obránců míru (Petrovský 1993).

Od 1. ledna 1962 došlo ke sloučení dolů komořanské oblasti, Úpravny uhlí a dopravy Komořany pod národní podnik Doly V. I. Lenina (Petrovský 1993).

Quido IV byl malým dolem, přesto byla, díky investicím v roce 1926, jeho produktivita dvojnásobná oproti ostatním (Petrovský 1993).

Rozvojem kolejové dopravy, nákupem elektrických lokomotiv modernizací vozového parku, zahájení provozu velkostrojů usnadňujících těžbu uhlí a nadložních zemin byl Důl obránců míru již v roce 1945 největším povrchovým dolem nejen v SHR, ale rovněž v celém tehdejší Československu. Díky kolečkovým rypadlům, kolesovým rypadlům a prvnímu elektrickému rypadlu dosahoval až do roku 1956 nejvyšších těžeb v oblasti Komořan (Petrovský 1993)

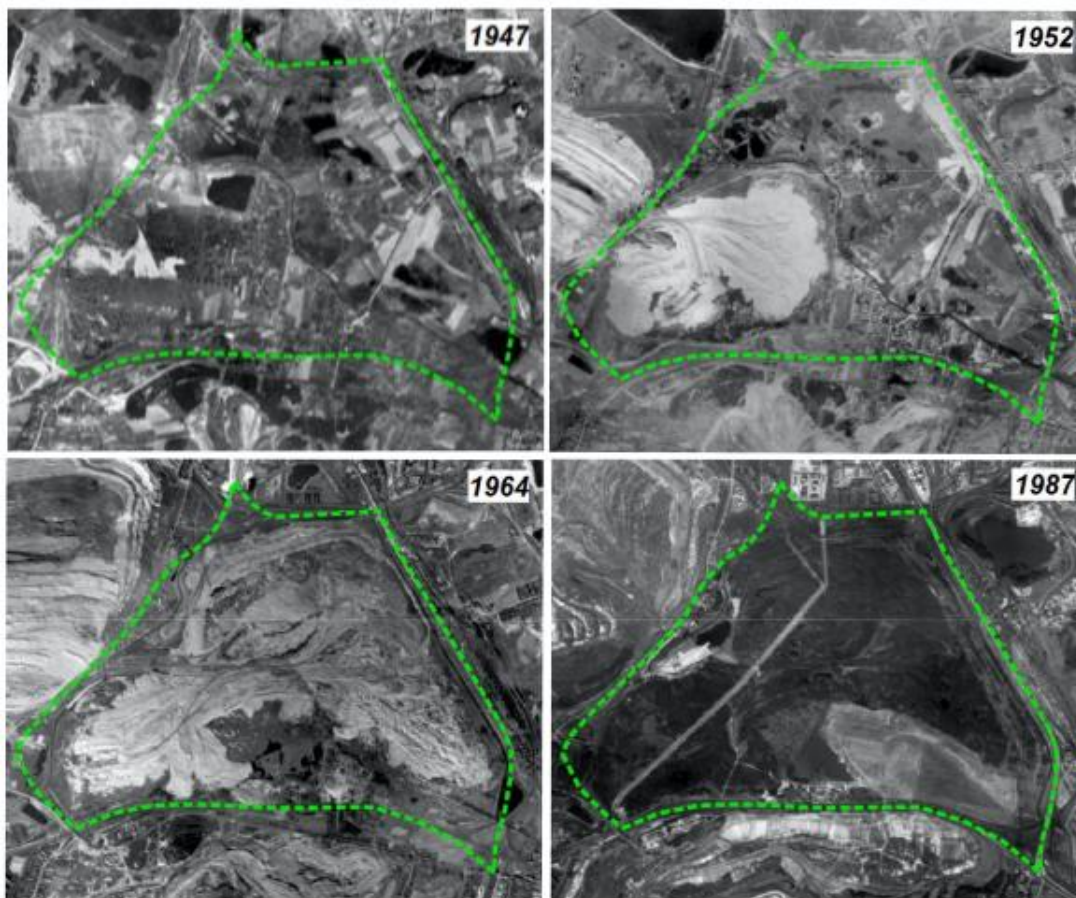
Tab. č. 2: Výkon na skrývce na odpracovanou směnu (zpracováno dle Petrovský 1993)

Rok	Skrytá zemina
1951	23,24 m ³
1952	25,82 m ³
1955	29,55 m ³
1956	31,21 m ³

Z důvodu výstavby chemického komplexu Sudetenländische Treibsoftwerke v Záluží u Mostu došlo k rekonstrukci Quido IV na velkolomovou těžbu. Bylo potřeba zajistit kvalitní hnědé uhlí s vysokým obsahem dehtu k výrobě benzínu právě v Záluží (Petrovský 1993).

Petrovský 1993 uvádí, že Komořany zaujímaly v oblasti těžby uhlí výsostné postavení nejen v poválečném období. V padesátých letech, kdy došlo ke vzniku Kopistské výsypky, rapidně vzrůstal výkon na skrývce každým rokem (tab. č. 2).

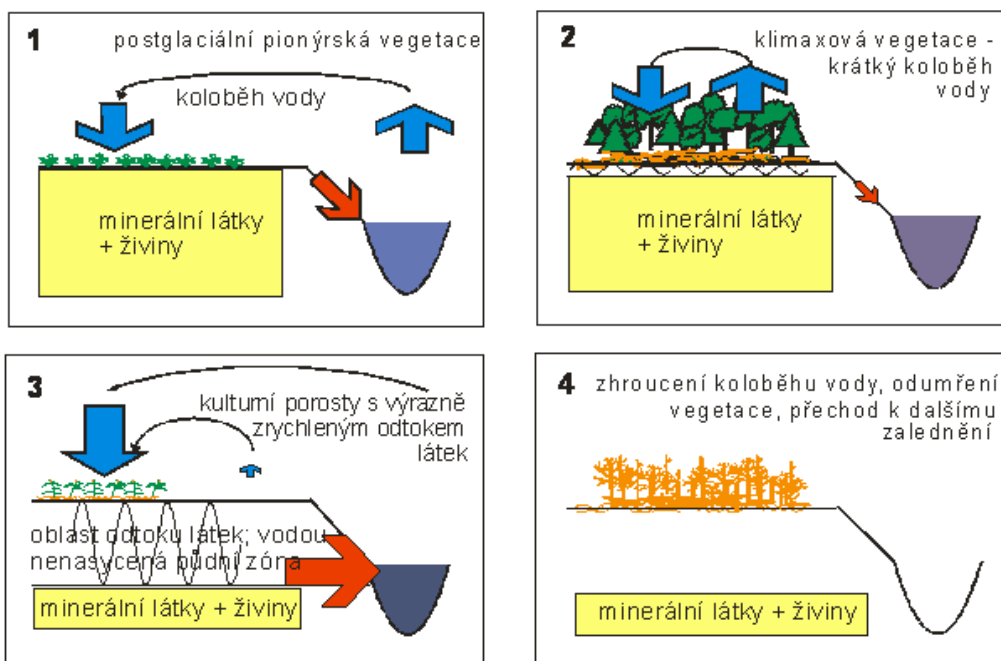
Obr. č. 4: Proměny zájmového území vlivem odkluzu zemin z dolu Obránců míru v čase. Zeleně vyznačena současná hranice řešeného území (zpracováno z gis.mesto-most.cz).



4.1.1 Krajinný kryt

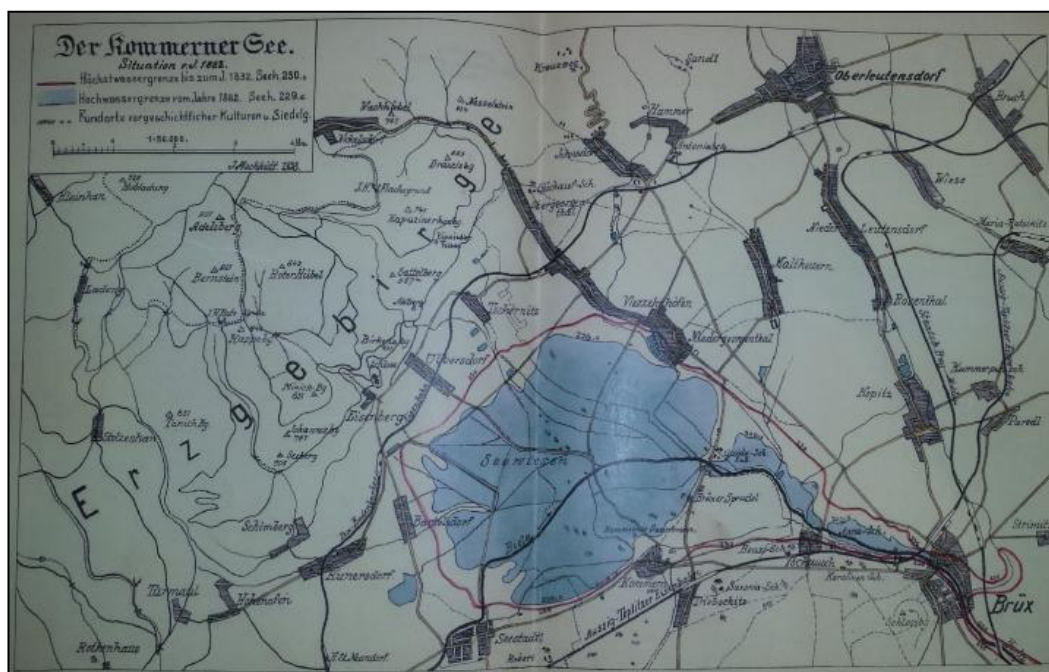
Dle Pracha et al. (2010b) jsou mostecké výsypky tvořeny šedými miocénními jíly. Občas jsou proloženy písky a vulkanickými pyroklastiky. Eiseltová (1996) uvádí, že vývoj rostlinného pokryvu a regulace odtoku živin s koloběhem vody souvisejí (obr. č. 5).

Obr. č. 5: Koloběh vody a odtok látek v průběhu jednotlivých stádií vývoje krajiny počínaje dobou posledního zalednění (Rippl et al. 1994)



Pecharová et al. (2011a) připomíná, že v první polovině devatenáctého století došlo k převratné změně ve vodním režimu Mostecká z důvodu vysušení Komořanského jezera. Současný vegetační pokryv krajiny ve srovnání se stavem před zhruba 160 roky (obr. č. 6) ukazuje na absenci přirozeně zaplavovaných území - niv v dnešní krajině, absenci trvalých lučních porostů s vysokou hladinou podzemní vody. Došlo ke ztrátě heterogenity krajiny.

Obr. č. 6: Zákres Komořanského jezera z let 1832 a 1882 (Muzeum Most)



Tab. č. 3: Krajinný pokryv na Kopistské výsypce (zpracováno dle Lipský 2007b)

Kategorie krajinného pokryvu	Plocha (%)
Lesní porost	70
Travinobylinná společenstva	20
Vodní plochy	3
Koridor horkovodu (bez vegetace)	4
Přístupové cesty	1
Ostatní plochy (většinou devastované, bez souvislé vegetace)	2

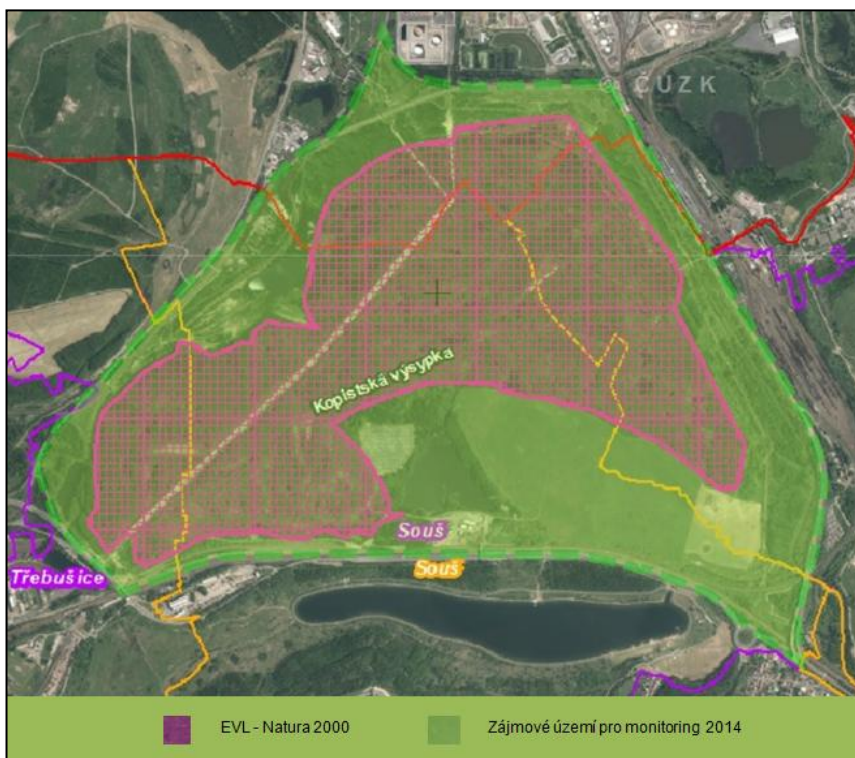
Hais et al. (2006) popisuje řadu přístupů hodnocení změn v krajině. Detailněji se zabývá hodnocením krajinného krytu prostřednictvím „dálkového průzkumu Země“. Vyzdvihuje významnost letecké fotografie, jejíž počátky sahají na začátek 20. století. Rozvoj prodělala v průběhu obou světových válek, při nichž byla letecká fotografie velmi využívána z důvodu zjišťování nepřátelských pozic. Následoval bouřlivý rozvoj, který vyústil ve vesmírné programy a moderní systémy pro sledování zemského povrchu, družicové systémy. Pomocí DPZ je možné studovat a mapovat land cover, land use a odhalit teplotní a vlhkostní vlastnosti zemského povrchu. Nastiňuje hodnocení změn prostřednictvím modelu možného vývoje krajiny narušené povrchovou těžbou s využitím DPZ. Na požadavku srovnání současného a historického stavu krajiny při absenci historických dat ukazuje možnosti, jak vymodelovat obraz krajiny pomocí dostupných historických dat a aktuálních družicových snímků. Nabízí praktický příklad modelování oblasti lomu ČSA v Mostecké pánvi. Metoda spočívá ve využití poznatku o indikátoru funkční krajiny jako např. zachycování a přeměna sluneční energie krajinným krytem. Přehřívání povrchu záleží zejména na míře přeměňování dopadající sluneční energie vegetací na výpar. Čím větší počet suchých ploch, tím dochází k většímu přehřívání povrchu. Nejvyšších teplot dosahuje odkrytá uhelná sloj i díky černé barvě. Nejnižší teploty mají vodní plochy, mokřady a lesní porosty.

4.1.2 Přírodní památka, EVL

Vodní plochy a mokřady plní v krajině řadu funkcí. Jsou biotopem mnoha druhů a společenstev živých organismů a z tohoto hlediska bývají často chráněny.

Ochrana a tvorba životního prostředí by měla být snahou každého státu. Ze studia přírodních komplexů vyplývají opatření, sloužící k ochraně, zodpovědnému využívání, obnově i rozmnožování přírodních zdrojů v zájmu lidské společnosti. Předmětem studia je vliv člověka na přírodu, využitelnost přírodních zdrojů, výběr a péče o zvláště chráněné části přírody, otázky asanace, rekultivace, tvorby krajiny - nejen ochrana vybraných území. Ochrana přírody má nezastupitelné místo ve snaze o ochranu a tvorbu životního prostředí a v prosazování myšlenky trvale udržitelného rozvoje (Anděl et al. 2000).

Obř. ř. 7: Znářornění EVL Natura 2000 Kopistské výšpyky a vyznačení zářimového území (zpracováno dle gis.mesto-most.cz)



Ochranou přirody a krajiny je míněna péče o volně žijící živočichy a planě rostoucí rostliny a jejich společenstva, péče o nerosty, horniny, paleontologické nálezy, péče o ekologické systémy a krajinné celky i péče o vzhled a přístupnost krajiny. Cílem je ochrana genofondu a zachování biodiverzity. Jde o multidisciplinářní obor mající základ v ekologii (Anděl et al. 2000).

K ohrožení genofondu na Mostecku dochází degradací a destrukcí přirozených stanovišť v souvislosti s těžbou hnědého uhlí a umělým zaváděním nepůvodních druhů - invazivních rostlin (Anděl et al. 2000).

Otázka ochrany a přirody byla diskutována již v minulosti. Na přelomu 19. - 20. století upozorňovali významní čeští a moravští přirodovědci na nutnost územní ochrany krajiny Českého středohoří. K nejstarším chráněným územím, chráněných dnes formou vyhlášení národní přirodní památky patří Bílé stráně, současná přirodní rezervace Blatenský svah a Hradišťanská louka a národní přirodní rezervace Raná. V roce 1976 byla vyhlášena CHKO České středohoří. Jedná se o plošně druhou největší CHKO v ČR se zcela mimořádným přirodovědným a kulturním významem.

Stát na území dnešní ČR převzal garanci za péči o přirodu až v polovině padesátých let minulého století, kdy byl vydán zákon ř. 40/1956 Sb. o státní ochraně přirody. Zákon byl platný do roku 1992, kdy byl přijat ČNR nový zákon ř. 114/92 Sb. o ochraně přirody a krajiny včetně prováděcí vyhlášky MŽP ČR ř. 395/92 Sb.. K přijetí nových legislativních předpisů došlo na základě poznání, že nelze ponechat objekty vysoké přirodní hodnoty samovolnému vývoji při současných způsobech využívání krajiny. Došlo by tak k jejich postupné degradaci.

Výsledkem bylo zavedení plánů péče pro zvláště chráněná území a záchranné programy pro ohrožené taxony (Anděl et al. 2000).

Druhová ochrana stanovišť zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů vyhlášených zmiňovanou vyhláškou je nástrojem péče o genofond. Mezi kriticky ohrožené druhy Ústeckého kraje patří bobr evropský, ještěrka zelená, tetřev hlušec. Mezi rostliny patří drobnokvět pobřežní a hvozdík písečný. Silně ohroženou je na území kraje škeble rybníčná, mlok skvrnitý, hvozdík pyšný a tis červený. Ohrožené jsou všechny druhy čmeláků, ropucha obecná, střevle potoční, koroptev polní, bledule jarní, kavyl Ivanův a tařice skalní (Anděl et al. 2000).

Málková (2011) uvádí, že při obnově Kopistské výsypky byla zvolena převážně metoda lesnické rekultivace. Ta byla provedena zhruba na 70% povrchu výsypky a přibližná plocha 80 ha byla rekultivována zemědělsky. Díky drtivé převaze lesnických rekultivací nedocházelo k rozsáhlým terénním úpravám, které by narušily vytvořený reliéf. Ten posléze umožnil zachycení dešťových srážek a vytvoření bezodtokových vodních ploch.

Tichánek (2015) potvrzuje, že díky nepropustnému jílu na povrchu mosteckých výsypky se začínají tvořit ihned po nasypání skrývky různé tůňky, jezírka a mokřady. Tím, že výsypky jsou většinou izolované nedochází k eutrofizaci způsobené dusíkem a fosforem ze zemědělského hospodaření na plochách v jejich okolí.

Ideální podmínky se tak pozitivně odráží v současném nejpočetnějším výskytu populace čolka velkého (*Tritius cristatus*) v Ústeckém regionu (Málková 2011).

Vojar et al. (2012) zdůrazňuje, že čolek velký a kuřka obecná jsou na Kopistské výsypce (která je lesnický rekultivována, ovšem převážně bez úprav terénu) tak početní, že výsypka byla vyhlášena evropsky významnou lokalitou a je navržena na vyhlášení za přírodní památku. Jedná se o území přírodovědně nejvýznamnější na Mostecku a nejen z pohledu obojživelníků.

Kopistská výsypka zaujímá významnou roli v krajinném systému Mostecké pánve a Mosteckém bioregionu. Reprezentuje biochoru antropogenních stanovišť. Je největším lesním komplexem v pánvi a zahrnuje regionální biocentrum v severní zalesněné části s biotickou ekostabilizační funkcí. Na okrajích výsypky je navrženo několik lokálních biocenter (Lipský 2012).

Dne 21.08.2013 vydala Rada Ústeckého kraje v souladu s ustanovením § 7 a § 59 odst. 1 písm. k) zákona č. 129/2000 Sb., o krajích (krajské zřízení), ve znění pozdějších předpisů, a podle ustanovení § 36 odst. 1, § 37 odst. 1 a § 77a odst. 2 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, nařízení Ústeckého kraje o zřízení Přírodní památky Kopistská výsypka a stanovení jejich bližších ochranných podmínek.

Vyhlášena byla Přírodní památka Kopistská výsypka a její ochranné pásmo. Předmětem ochrany je biotop a populace čolka velkého (*Trirutus cristatus*), pro kterého byla vyhlášena evropsky významná lokalita Kopistská výsypka (CZ0423216). Přírodní památka a její ochranné pásmo se rozkládá v Ústeckém kraji, v katastrálním území Dolní Jiřetín, Most I a Souš. Součástí NV je i stanovení

blížejších ochranných podmínek přírodní památky (Nařízení Ústeckého kraje č. 11/2013).

Nevýhodou Kopistské výsypky je její izolovanost v rámci ekologické stability, která se promítá do nefukčnosti navržených regionálních i lokálních propojení mimo výsypku (Lipský 2012).

Generel ÚSES Kopistské výsypky upřednostňuje ponechání přírodního vývoje ve vymezených biocentrech a biokoridorech a podporu přirozené sukcese klimaxových lesních dřevin. Samozřejmostí je nepodporovat nepůvodní vegetaci. Lesnické hospodaření je povoleno na ostatních lesních plochách výsypky (Lipský 2012).

Vodní plochy mohou být ponechány rovněž přirozenému vývoji s pravidelným monitoringem jejich stavu. Travinobylinné porosty v jižní části výsypky mohou zůstat jako bezlesá stepní plocha, ovšem s pravidelným kosením a potlačováním nežádoucích ruderalních a invazních druhů.

Jak uvádí Lipský (2012) ke zlepšení ekologických vazeb a uplatnění v socioekonomické oblasti Mostecka je potřeba vybudovat funkční návaznost na ostatní biocentra a umožnit zpřístupnění zeleného prostoru výsypky pro veřejnost (Lipský 2012).

5. Metodika

5.1 Časové období

Inventarizace vodních ploch na Kopistské výsypce probíhala v období od 16. června do 30. září 2014. Volba termínu byla provedena po dohodě s vedoucí práce.

5.2 Vyhledávání VP a zaměření pomocí GPS

Fyzickému průzkumu v terénu předcházela příprava v podobě monitorování terénu za pomoci dostupných mapových podkladů. Pro přípravu byly využity internetové stránky geologické služby, mapové podklady uveřejněné na webových stránkách města Mostu (zpracovány v GIS), a další dostupné mapové servery. Pro práci v terénu jsem si postup inventarizace rozdělil do několika částí podle přístupu na Kopistskou výsypku. Veškerý monitoring probíhal výhradně pěší chůzí. Přiblížení automobilem bylo možné pouze k hranici Kopistské výsypky, resp. k hranici definovaného území. Používal jsem zmiňované mapové podklady se zakreslením vodních ploch. Dalším pomocníkem pro nalezení vodní plochy mi byl navigační přístroj Dakota 10 (obr. č. 8). Vodní plochy byly vyhledány, byly zaznamenány GPS souřadnice jednotlivých ploch. Počet získaných GPS údajů charakterizujících umístění a velikost vodních ploch do značné míry závisel na možnosti obejít linii vodní plochy kolem dokola. U některých ploch mi toto nebylo umožněno díky hustému břehovému porostu. Veškeré informace byly zaneseny do vypracovaných formulářů (obr. č. 12). Souřadnice byly zjišťovány přístrojem Dakota 10.

Obr. č. 8: Měřicí přístroj Dakota 10 (www.garmin.cz)



5.3 Měření

5.3.1 Měřicí technika

Měřicí technika může zcela zásadním způsobem ovlivnit výsledky měření. Pro vzorkování vlastností povrchových vod byl zvolen měřicí kombinovaný přístroj Hanna Combo HI 98129. Uvedený přístroj se vyznačuje mnohostranným použitím. S vysokou přesností měří následující hodnoty: pH, EC, TDS a teplotu. Jednoduchým a rychlým způsobem změří všechny důležité parametry vody - hodnoty pH v rozmezí 0 - 14, konduktivitu do 3999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a teplotu v rozmezí 0 °C až 60 °C. Hodnoty jsou na velkém dvojitým displeji přístroje zobrazovány s automatickou kompenzací teploty. Naměřené hodnoty jsou dobře čitelné. Přístroj je uložen ve vodotěsném pouzdře, což bylo při práci v terénu velice užitečné. Elektrodu k měření hodnot pH lze vyměnit, sonda EC/TDS je vybavena zvláštní ochranou proti působení solí a agresivních roztoků (Conrad 2015).

Měřicí přístroj byl používán v souladu s Návodem na obsluhu od výrobce.

Obr. č. 9: Měřicí přístroj Hanna Combo HI 98129 (www.produktinfo.conrad.com)



Před každým měřením byl měřicí přístroj vizuálně zkontrolován, zda nevykazuje známky mechanického poškození, zda není porušen displej a hodnoty jsou čitelné. Rovněž byl ověřen stav kalibrace (ČSN 75 7342).

5.3.2 Kalibrace/ověřování přístroje

Měřicí přístroj Hanna Combo HI 98129 byl dvoubodově kalibrován v souladu s návodem na obsluhu. Z důvodu správné funkčnosti měřicího přístroje jsem vyčistil elektrodu po každém měření důkladně vodou a po ukončení měření jsem nalil do ochranné čepičky udržovací roztok (HI 70300) (Conrad 2015).

5.3.3 Chyby měření

Pelikán et al. (1988) definuje chybu měření jako nesoulad mezi výsledkem měření a konvenčně pravou hodnotou měřené veličiny (Pelikán et al. 1988).

Během inventarizace vodních ploch jsem se snažil vyvarovat chyb měření v maximální možné míře. Chyby měření zaviněné lidským faktorem jsem se snažil eliminovat používáním měřicího přístroje v souladu s návodem na obsluhu od výrobce, pečlivým výběrem vzorkovnice, péčí o všechny měřicí pomůcky a dodržováním stanovených postupů při odběrech vzorků vody nalezených vodních ploch. A samozřejmě svým zodpovědným a svědomitým přístupem.

5.3.4 Metoda měření a stanovení

Během inventarizace jsem odebral vzorky ze všech nalezených přírodních vod za účelem zjištění fyzikálních a organoleptických vlastností.

Postup odběru vzorků vody jsem stanovil pro účely bakalářské práce na základě nastudování odborné literatury a ČSN norem. Stanoveným cílem měření bylo určení momentálních hodnot definovaných fyzikálních a organoleptických vlastností povrchových vod na výsypce. Naměřené hodnoty sloužily k základní orientaci a zmapování. Odběry byly prováděny manuálně. Požadavek na odběrná místa nebyl pevně stanoven. Vzhledem k husté břehové vegetaci byl odběr vzorků prováděn na nejlépe přístupném místě vodní plochy v litorálním pásmu.

Pokud byla nízká hladina vody a vzorek byl odebírán blízko dna, byl odebírán tak, aby nedošlo ke zvržení látek na rozhraní sedimentu a vody (ČSN ISO 5667-4).

5.3.5 Fyzikální a organoleptické vlastnosti vody

Měření a stanovování bylo prováděno u odebraných vzorků přímo v místě jejich odběru. Výběr organoleptických vlastností a způsob jejich určování je popsán níže.

5.3.6 Odběr vzorku

U každé nalezené vodní plochy byl proveden jednorázový odběr vzorku nádobou z laboratorního skla o objemu 250ml, tzv. vzorkovnice (obr. 11).

Odebraný vzorek se dostává do styku s vnitřním povrchem vzorkovnice, proto má výběr materiálu vzorkovnice důležitý význam pro spolehlivost vyhodnocení vzorků. Nesmí ovlivnit vlastnosti odebraného vzorku za obvyklých koncentračních, teplotních a tlakových podmínek. Vzorkovnice by měla být rovněž odolná proti mechanickým vlivům. Vzorkovnici jsem před každým odběrem omyl přímo ve vodní ploše, z níž byl odebírán vzorek (Krajča et al. 1983).

Odběry vzorků byly mnohdy ztíženy nepropustnou břehovou vegetací, proto byl vzorek odebírán v nejpřístupnějším místě k hladině vodní plochy. Vzorek byl odebírán takovým způsobem, aby nedošlo k nabrání usazenin. Vzorek byl odebírán z hladiny v množství cca 150 ml. Vzorek musel být bez usazenin, tak aby se dala barva vody určit co nejobjektivněji. Zřetel byl brán i na to, aby nedošlo k porušení stavu vzorkované vodní plochy a výraznému poškození místní fauny a flóry.

Ihned po odběru vzorku jsem měřil požadované hodnoty a stanovoval organoleptické vlastnosti. Získané vzorky reprezentují složení přírodní vody v dané vodní ploše (Krajča et al. 1983).

Obr. č. 10: Nádoba na odběr vzorků (www.cnascientific.com)



5.3.7 Barva

Barva chemicky čisté vody je modrá. V přírodě dochází ve vodním prostředí ke znečišťování přirozeného původu např. humínovými látkami (Lellák 1992).

Přírodní neznečištěné vody jsou převážně nebo právě v případě většího obsahu humínových látek nažloutlé nebo nahnědlé. Jiné zbarvení vody je ve většině případů způsobeno znečišťujícími, nerozpuštěnými látkami. Zbarvení vody může být rovněž způsobeno barvou jemně rozptýlených pevných částic. Těmi může být jíl nebo fytoplankton. Můžeme rozlišovat barvu pravou a barvu zdánlivou (Pitter 1981).

Posuzování barvy vody je velice subjektivní záležitost. Já jsem barvu posuzoval pohledem proti bílé podložce, kterou tvořil bílý papír formátu A4.

Posuzování probíhalo na základě pocitu posuzovatele. Vzhledem k podmínkám v terénu nebyl vzorek vody přefiltrován za účelem eliminace případných splývajících částic (Pitter 1981).

Barevné spektrum je lidským okem viditelná část spektra elektromagnetického záření o vlnových délkách 380 až 750 nm. Odpovídající vlnové délky ve vodě závisí na indexu lomu. Oko je nejcitlivější na elektromagnetické záření vlnové délky 555 nm (540 THz), tj. na zelenou barvu (Pitter 1981).

O vlnových délkách neabsorbovaného záření v oblasti viditelného spektra pojednává (Pitter 1981). Ten navrhuje značení barvy právě na základě specifikovaných vlnových délek na fialovou, modrou, žlutou, oranžovou, modrou, zelenou, zelenožlutou, oranžovou, oranžově červenou a červenou (Pitter 1981).

Navzdory výše uvedenému jsem se snažil vytvořit vlastní kategorie barev, do nichž jsem barvy jednotlivých vzorků zařazoval. Při stanovení barvy vody jsem se snažil rozeznat vlastní barvu vzorku. Po dokončení inventarizace jsem zjistil, že jsem byl s přístupem Pittera (1981) ve značné shodě.

5.3.8 Pach

Nejvýznamnějším organoleptickým stanovením je pach. Pomocí pachu je možno identifikovat znečištění vody ropnými látkami, které již při ředění 1: 1 000 000 způsobují ve vodě výrazný zápach. Pro pachové zkoušky jsou vhodné kuželové baňky o objemu 250 ml, které se zakrývají hodinovým sklem (obr. č. 10). Hodnotil jsem druh pachu a jeho intenzitu. Druh pachu jsem se snažil popsat co nejpřesněji na základě mého čichového vnímání. Pro vyjádření intenzity pachu jsem se nechal inspirovat již neplatnou ČSN 83 0530 částí 5 a pro potřeby bakalářské práce jsem definoval pět stupňů (tab. č. 4).

Tab. č. 4: Stupně intenzity pachu (zpracováno z Pelikán et al. 1988)

Číselné vyjádření	Slovní vyjádření	Definice
0	Žádný	Bez zápachu
1	Velmi slabý	Pach zjistitelný opakovanou čichovou zkouškou. Určení intenzity pachu vyžaduje zvýšenou koncentraci.
2	Slabý	Pach snadno identifikovatelný při jednorázovém zkoumání vzorku. Pach však není identifikovatelný mimo vzorkovnici
3	Znatelný	Pach je snadno identifikovatelný jednorázovou zkouškou a může být příčinou negativního hodnocení vody. Pach je identifikovatelný rovněž mimo vzorkovnici.
4	Silný	Pach vzbuzující pozornost. Částečně identifikovatelný i v okolí vodní plochy. Znehodnocuje vodu.
5	Velmi silný	Pach je velice silný. Výrazně se šíří do okolí vodní plochy a zcela znehodnocuje vodu.

Zkušební laboratorní sklo bylo vždy před použitím vyčištěno, aby nemohl být výsledek posuzování ovlivněn (ČSN EN 1622).

5.3.9 Teplota

Teplota vody patří mezi významné organoleptické ukazatele. Ovlivňuje rozpustnost O_2 a rychlost biochemických reakcí.

V hlubších jezerech a nádržích dochází v létě a v zimě k výrazné teplotní stratifikaci. Většina chemických a biologických procesů závisí na teplotě. To bylo nutné brát v úvahu při odběru vzorků. Například vliv teploty vody se může významně uplatňovat při posuzování, agresivity vody, barvy vody, elektrické konduktivity, nitrifikace a výpočtu dalších chemických a biochemických rovnováh ve vodách (ČSN 75 7342).

Při určování teploty odebraného vzorku vody může docházet k vlivu teploty okolí, podstatně odlišné od teploty vzorku vody, působením přímého slunečního záření a teploty okolních tepelných zdrojů. Z tohoto důvodu je uváděna současně teplota vzduchu (ČSN 75 7342).

Teplota vzduchu nebyla měřena přímo při odběru vzorku, ale byla zjištěna ze záznamů výsledků na webových stránkách měřicí stanice Meteo_26266 v Duchcově. Teplotu vzduchu v termínech měření včetně pěti dnů před samotným měřením jsou součástí přílohy č. 5.

Naměřené teploty vzorků vody jsou zaznamenávány ve $^{\circ}C$ a zaokrouhlují se na jedno desetinné místo (ČSN 75 7342).

Teplota byla měřena přímo ve vzorkovnici v místě odběru vzorku. Vzorkovnice byla před odběrem vzorku vytemperována ponořením do odebírané vody a bylo zabráněno (v rámci možností) jejímu vystavení vlivům slunečního záření a jiných tepelných zdrojů (ČSN 75 7342). Ustálená hodnota teploty na měřicím přístroji byla zanesena do formuláře (obr. 13).

5.3.10 Hodnota pH

Číselná hodnota pH vyjadřuje záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů H^+ . pH je vyjadřováno stupnicí od 1 do 14. 1 - 7 vyjadřuje kyselou reakci, hodnota 7 neutrální reakci a 7 - 14 zásaditou reakci (Pitter 2009).

Hodnota pH vody je velmi důležitým ukazatelem. Vysoké, ale i nízké hodnoty pH působí toxicky na vodní organismy buď přímo, nebo nepřímo (ČSN ISO 10523).

V případě snižování hodnoty pH se může např. jednat o uvolňování toxických forem prvku (např. hliníku), tzv. acidifikaci (Pitter 2009).

Hodnota pH zásadním způsobem ovlivňuje život ve vodním prostředí. Euriontní organismy snášejí velké rozpětí pH - 4,5-11. Opačným příkladem jsou Stenoiontní organismy, snášející pouze malé výkyvy pH (např. 7,2-7,6) (Lellák et Kubíček 1992).

Hodnota pH ve vzorku vody se může rychle měnit v důsledku chemických, fyzikálních nebo biologických procesů. Proto byla hodnota pH zjišťována ihned v době odběru vzorku (ČSN ISO 10523).

Během měření může hodnotu pH ovlivnit také teplota. Z tohoto důvodu se při měření hodnoty pH zároveň zaznamenává teplota vzorku (ČSN ISO 10523).

Obvykle se pH povrchových vod pohybuje v rozmezí 6 - 8,5. Hodnoty nad 8 signalizují vyčerpání CO₂ fotosyntézou rostlin a hodnoty pod 6 jsou charakteristické pro rašeliniště a acidifikovaná jezera (Lellák et Kubíček 1992).

Broumová et al. (2007) uvádí, že významnou roli může hrát neutralizační schopnost jílu na výsypce. Navíc obohacují vodu o další složky jako je vápník, hořčík, sodík a hydrogenuhličitany.

Před měřením, mezi měřeními a po nich se musí pH elektroda a teplotní senzor důkladně opláchnout vodou. Před odebráním dalšího vzorku byly pH elektroda a měřicí nádobka opláchnuty destilovanou vodou a následně vodou z další nalezené vodní plochy. Hodnota pH je uváděna se zaokrouhlením na jedno desetinné místo (ČSN ISO 10523).

Naměřená hodnota pH je automaticky měřicím přístrojem teplotně kompenzována na standardní hodnotu teploty 25 °C. Zobrazená hodnota teploty odpovídá skutečné teplotě měřeného roztoku (Conrad 2015).

Naměřené hodnoty pH byly zapsány jako jeden z údajů do Evidenční karty vodní plochy (obr. č. 12).

5.3.11 Konduktivita

Z fyzikálních konstant byla při inventarizaci zaznamenávána také konduktivita. Stanovení konduktivity je klasickou součástí rozboru vody. Nutno upozornit, že rozptyl naměřených hodnot u jednotlivých odebraných vzorků může být velice široký. Tento rozptyl se mění v závislosti na umístění, velikosti a stupni kontaminace vodní plochy. Do těchto hodnot se promítají atmosférické srážky, erozní smyvy, apod. (Krajča et al. 1983).

K ovlivňování konduktivity vody dochází vlivem teploty, mírou koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí vody (Pitter 1981, 2009).

Pitter (1981) zdůrazňuje, že v důsledku změny teploty o 1 °C dojde ke změně konduktivity o 2%. Také některé látky, jako např. CO₂, mohou ovlivňovat konduktivitu, avšak zcela nepatrně. Dále uvádí, že povrchové vody mají obvykle konduktivitu v rozpětí 50 - 500 uS/cm.

Konduktivita je při měření automaticky přepočítávána na konduktivitu při 25 °C. Jednotkou konduktivity je S/m (obvykle mS/m) (Pitter 1981, 2009).

Přístrojem Hanna Combo HI 98129 je naměřená hodnota EC automaticky teplotně kompenzována. Zobrazená hodnota teploty odpovídá skutečné teplotě měřeného roztoku (Conrad 2015).

5.4 Přítomnost ryb

Při inventarizaci v terénu byla rovněž sledována přítomnost ryb. Hodnocení přítomnosti ryb bylo prováděno ve třech základních stupních:

- nepravděpodobná
- pravděpodobná
- jistá

Pokud byla ryba spatřena na vlastní oči, byla tato skutečnost ve formuláři zaznamenána jako JISTÁ. Pokud byly u vodní plochy zaregistrovány vyšlapané cesty od rybářů nebo další znaky (např. stopy po rozdělání ohně, odhozený odpad, apod.) byla možnost výskytu ryb označena jako PRAVDĚPODOBNÁ. Tato varianta byla označena i v případě, že vodní plocha byla dostatečně velká, břehové pásmo bylo doprovázeno bohatou vegetací a byl zaznamenán výskyt žab. Varianta NEPRAVDĚPODOBNÁ byla označena v případě špatných podmínek, jako např. nedostatečné velikosti vodní plochy, špatné břehové vegetace, apod.

5.5 Vegetace

Součástí inventarizace byl rovněž stručný popis vegetace vodních ploch a to stručnou formou za pomoci atlasů rostlin. Popis vegetace je uveden v Evidenční kartě vodní plochy (obr. č. 12).

5.6 Fotodokumentace

Důležitou součástí inventarizace jsou fotografie. Pro tyto účely byl využit kompaktní digitální fotoaparát Canon Digital IXUS 960 IS. Rozlišení fotoaparátu je 12,1 megapixelů. Fotoaparát je určen do prostředí s teplotou 0 - 40 °C a vlhkostí v rozmezí 10 - 90 %. Fotoaparát je lehké váhy a zcela splňoval mé požadavky na práci v terénu.

Obr. č. 11: Fotoaparát použitý pro pořízení fotodokumentace VP (www.canon.cz)



Bylo pořízeno minimálně 5 snímků každé vodní plochy a doprovodné vegetace. Poněvadž se velikost jedné fotografie pohybuje v rozmezí zhruba 1500 kB - 4100 kB, byly vybrané fotografie před vložením do Evidenční karty zmenšeny za použití software na 25 kB. Všechny pořízené fotografie jsou součástí příloh na přiloženém CD.

5.7 Evidence

Výstupem z provedené inventarizace v terénu byl záznam (obr. č. 12). Jedná se o pracovní záznam určený pouze do terénu. Do tohoto formuláře byly zapisovány naměřené hodnoty z měřidel, zanašeny výsledky organoleptických vlastností odebraných vzorků vody. Údaje byly poté přeneseny do Evidenční karty vodní plochy (obr. č. 12) vypracované v MS Excel. Evidenční karta vodní plochy obsahuje následující povinné naměřené, stanovené a doplňující údaje:

- číslo vodní plochy
- identifikace místa
- GPS souřadnice
- informace o naměřené nadmořské výšce (v m.n.m)
- katastrální území, v němž se vodní plocha nachází,
- kraj, v němž se vodní plocha nachází
- ORP v němž se vodní plocha nachází
- majitel pozemku, v němž se vodní plocha nachází
- teplota odebraného vzorku vody (°C)
- konduktivita odebraného vzorku vody (uS/cm)
- hodnota pH odebraného vzorku vody
- barva odebraného vzorku vody
- zápach/vůně odebraného vzorku vody
- informace o výskytu ryb ve vodní ploše
- informace o vegetaci u vodní plochy
- název měřicího přístroje
- název GPS přístroje
- jméno terénního pracovníka
- datum měření a odběru vzorku

Součástí každé Evidenční karty jsou dvě vybrané fotografie pořízené v terénu (obr. č. 28).

5.8 Zpracování získaných dat pomocí ArcGIS


Veškerá data získaná v terénu byla zpracována v geografickém informačním prostředí ArcGIS. Součástí každé Evidenční karty je obrázek zpracovaný jako výstup v ArcGIS s označením místa nalezené vodní plochy pomocí červeného kroužku, s měřítkem a štejkou.

Obr. č. 12: Vzor evidenční karty pro zaznamenávání dat v terénu a vzor evidenční karty pro databázi vodních ploch


Výsypka:	
Číslo vodní plochy	
Nadmořská výška:	m.n.m.
Rozloha:	m ²
Teplota:	°C
Konduktivita:	uS/cm
Hodnota pH:	
Barva:	
Zápach/vůně:	
Přítomnost ryb:	PRAVDĚPODOBNÁ / NEPRAVDĚPODOBNÁ / JISTÁ
Vegetace (stručný popis):	
Měřicí přístroj:	
GPS přístroj:	
Datum měření:	

Přesnost GPS					
GPS souřadnice:	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m
	N	°	'	''	m
	E	°	'	''	m


EVIDENČNÍ KARTA VODNÍ PLOCHY č. 101	
Údaje o území vodní plochy	
Místo:	KOPISTSKÁ VÝSYPKA
GPS souřadnice:	N 50° 32.668' E 013° 36.659'
Nadmořská výška:	232 m.n.m.
Katastrální území:	Most I
Kraj/ORP:	Ústecký/Most
Majitel pozemku:	Coal Services a.s.
Organoleptické vlastnosti	
Teplota:	17,9 °C
Konduktivita:	1901 uS/cm
Hodnota pH:	8,13
Barva:	Nažloutlá
Pach:	Bez zápachu
Doplňující údaje	
Přítomnost ryb:	<input type="checkbox"/> Nepravděpodobná <input checked="" type="checkbox"/> Pravděpodobná <input type="checkbox"/> Jistá
Vegetace (stručný popis):	RA
Měřicí přístroj:	Hanna Combo
GPS přístroj:	Garmin Dakota 10
Zapsal/terénní pracovník:	Rosa Stanislav
Datum měření:	21.9.2014



Obr. č. 1 - Foto vodní plochy



Obr. č. 2 - Foto vodní plochy



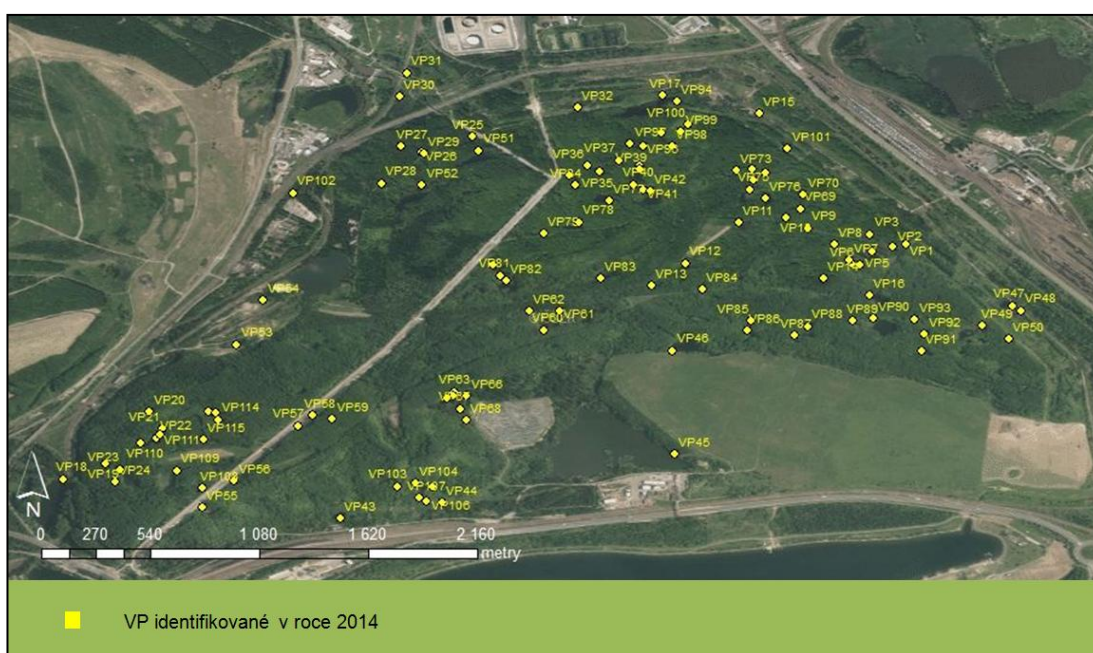
Obr. č. 3 - Mapa s umístěním vodní plochy

6. Výsledky

V období od června do září roku 2014 jsem mapoval vodní plochy na Kopistské výsypce. U každé nalezené vodní plochy jsem zjišťoval a zaznamenával jejich polohu a základní charakteristiky: U každé z ploch jsem zaznamenával teplotu, pH a konduktivitu pomocí měřicího přístroje Hanna Combo HI 98129. Určoval jsem zápach a barvu vody dle standardní stupnice. Získané údaje jsem posléze převedl do ArcGIS. U každé z ploch jsem rovněž stručně popsal převládající vegetaci a zaznamenával přítomnost ryb.

Během terénního průzkumu jsem identifikoval celkem 115 vodních ploch a mokřadů (obr. č. 13).

Obr. č. 13: Vodní plochy identifikované v roce 2014



Monitoring vodních ploch a zjišťování základních kvalitativních ukazatelů vody probíhalo nárazově, dle mých časových možností, po dobu 4 měsíců. Aby bylo možné prohlásit získané hodnoty za relevantní, bylo potřeba zjistit vývoj teplot vzduchu, srážek a slunečního záření v zájmovém území v době odběrů. Jelikož zmiňované aspekty ovlivňují sledované vlastnosti povrchových vod, zvolil jsem jako sledované období dny odběrů vzorků včetně pěti dní před datem jednotlivých odběrů. Pro získání těchto dat jsem využil meteorologickou stanici číslo 26266 FŽP ČZU umístěnou v areálu Rybářství Duchcov, která provádí dlouhodobá měření.

Tab. č. 5: Průměrné hodnoty srážek a teplot v období odběrů a pěti dní před jednotlivými odběry (zpracováno z www2.fiedler-magr.cz)

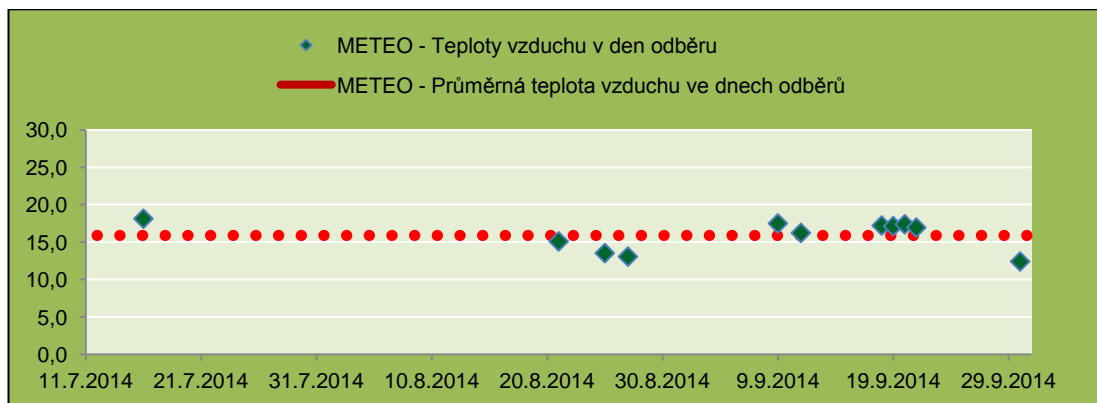
Odběr	Od	Do	Průměrná teplota vzduchu ve 2m v den odběru (°C)	Průměrná teplota vzduchu ve 2m za období (°C)	Průměrná hodnota srážek v den odběru	Průměrná hodnota srážek za období	Průměrná hodnota slunečního záření v den odběru	Průměrná hodnota slunečního záření za období
16.7.2014	11.7.2014	16.7.2014	20,0	18,1	0,0	0,10	191,4	221,3
21.8.2014	16.8.2014	21.8.2014	14,4	15,1	0,0	0,05	184,4	172,8
25.8.2014	20.8.2014	25.8.2014	12,3	13,5	0,0	0,05	181,2	176,9
27.8.2014	22.8.2014	27.8.2014	14,2	13,1	0,0	0,08	191,4	145,2
9.9.2014	4.9.2014	9.9.2014	16,3	17,5	0,0	0,03	143,3	164,1
11.9.2014	6.9.2014	11.9.2014	14,3	16,2	0,0	0,02	95,5	127,5
18.9.2014	13.9.2014	18.9.2014	16,2	17,2	0,0	0,02	135,7	143,7
19.9.2014	14.9.2014	19.9.2014	16,8	17,1	0,0	0,02	158,4	146,8
20.9.2014	15.9.2014	20.9.2014	17,5	17,4	0,0	0,02	96,7	152,5
21.9.2014	16.9.2014	21.9.2014	15,8	17,0	0,0	0,0	97,6	139,0
30.9.2014	25.9.2014	30.9.2014	13,0	12,4	0,0	1,72	43,7	96,1

Ze získaných dat lze vysledovat, že v době odběrů měly průměrné denní hodnoty srážek nulovou hodnotu. Hodnoty srážek, naměřené v období pěti dnů před jednotlivými odběry a ve dnech odběrů, jsou takřka zanedbatelné. Z těchto důvodů jsem přisun vodu ze srážek jako jeden z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících kvalitu vody vyloučil.

6.1 Teplota

Výrazným faktorem ovlivňujícím přítomnost vody na výsypce je teplota, resp. délka suchého a teplého období. Tento faktor je rovněž možné vyloučit jako argument pro zpochybnění relevantnosti výsledků (obr 15). V roce 2014, kdy byl monitoring prováděn, byly teploty velmi vyrovnané.

Obr. č. 14: Teplota vzduchu ve dnech odběru vzorků vody (zpracováno dle fiedler-magr.cz)

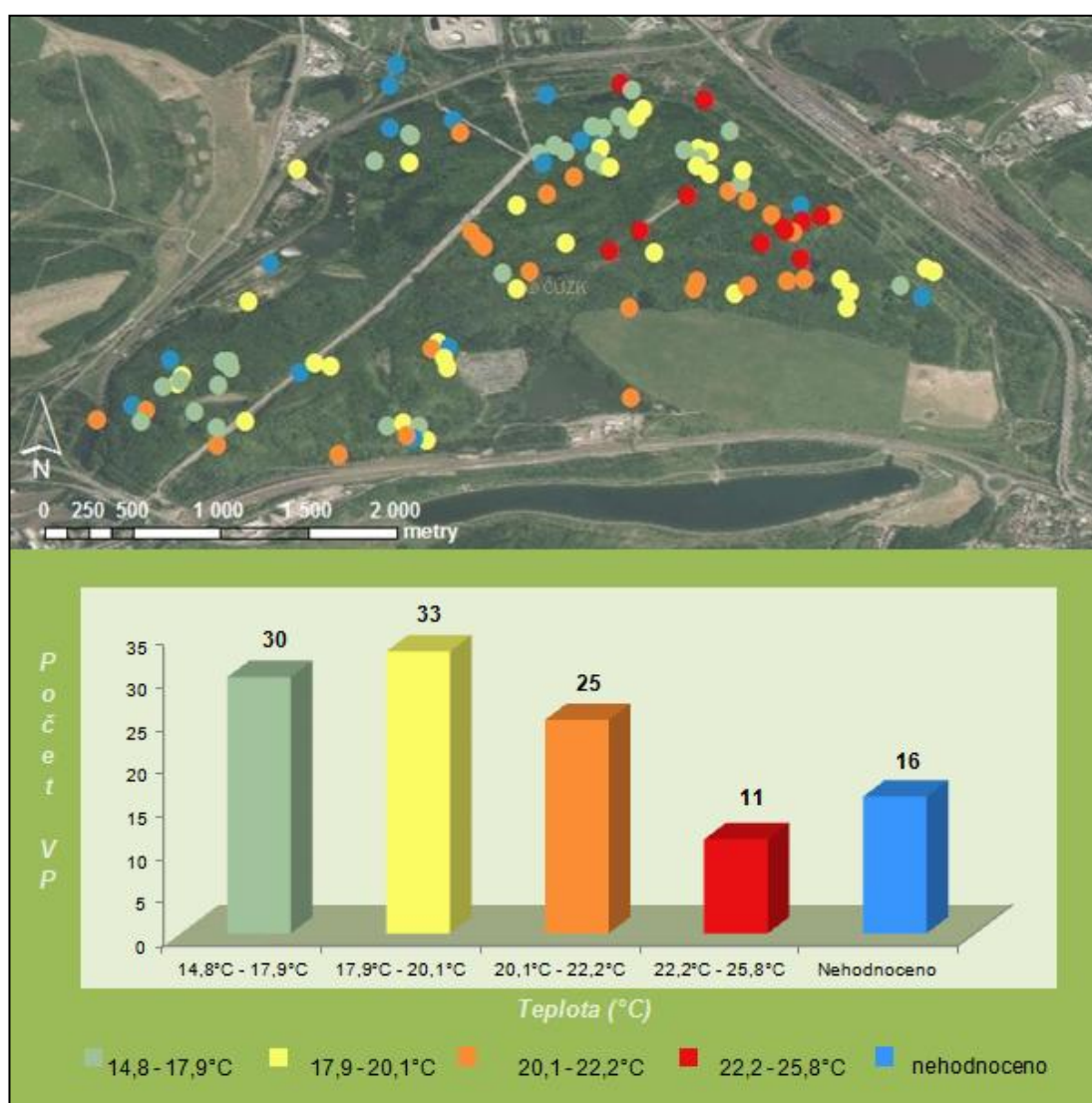


V souladu s metodikou byla měřena teplota vody jednotlivých pinek ve vzorku odebraném z nalezených vodních ploch, okamžitě po nabrání, kombinovaným teploměrem Hanna Combo HI 98129. Zaznamenané teploty se pohybovaly v rozmezí od 14,8°C do 25,8°C. V této škále jsem vymezil čtyři následující kategorie pro hodnocení v GIS (obr. č. 15):

- Teplota v rozmezí 14,8°C - 17,9°C
- Teplota v rozmezí 17,9°C - 20,1°C
- Teplota v rozmezí 20,1°C - 22,2°C
- Teplota v rozmezí 22,2°C - 25,8°C

Pátou zobrazenou kategorií jsou nehodnocené vzorky. Průměrná naměřená teplota byla 19,4°C.

Obr. č. 15: Teplotní škála odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014



Naměřené teploty se pohybují v poměrně široké škále. To může být zapříčiněno mnoha faktory. Jedním z nich je osvit. Přístup slunečního světla výrazně ovlivňuje teplotu vody. Nalezené pínky se nacházely jak na přímém slunci, tak ve stínu porostu. Další významnou roli hraje hloubka jednotlivých pinek

a průtočnost. Pinky s vyšší hloubkou vody mají obecně nižší teplotu než pinky mělké se stojatou vodou. 16 pinek nebylo hodnocených, poněvadž jich 12 bylo vyschlých a ke čtyřem nebyl možný přístup.

6.2 Hodnoty pH

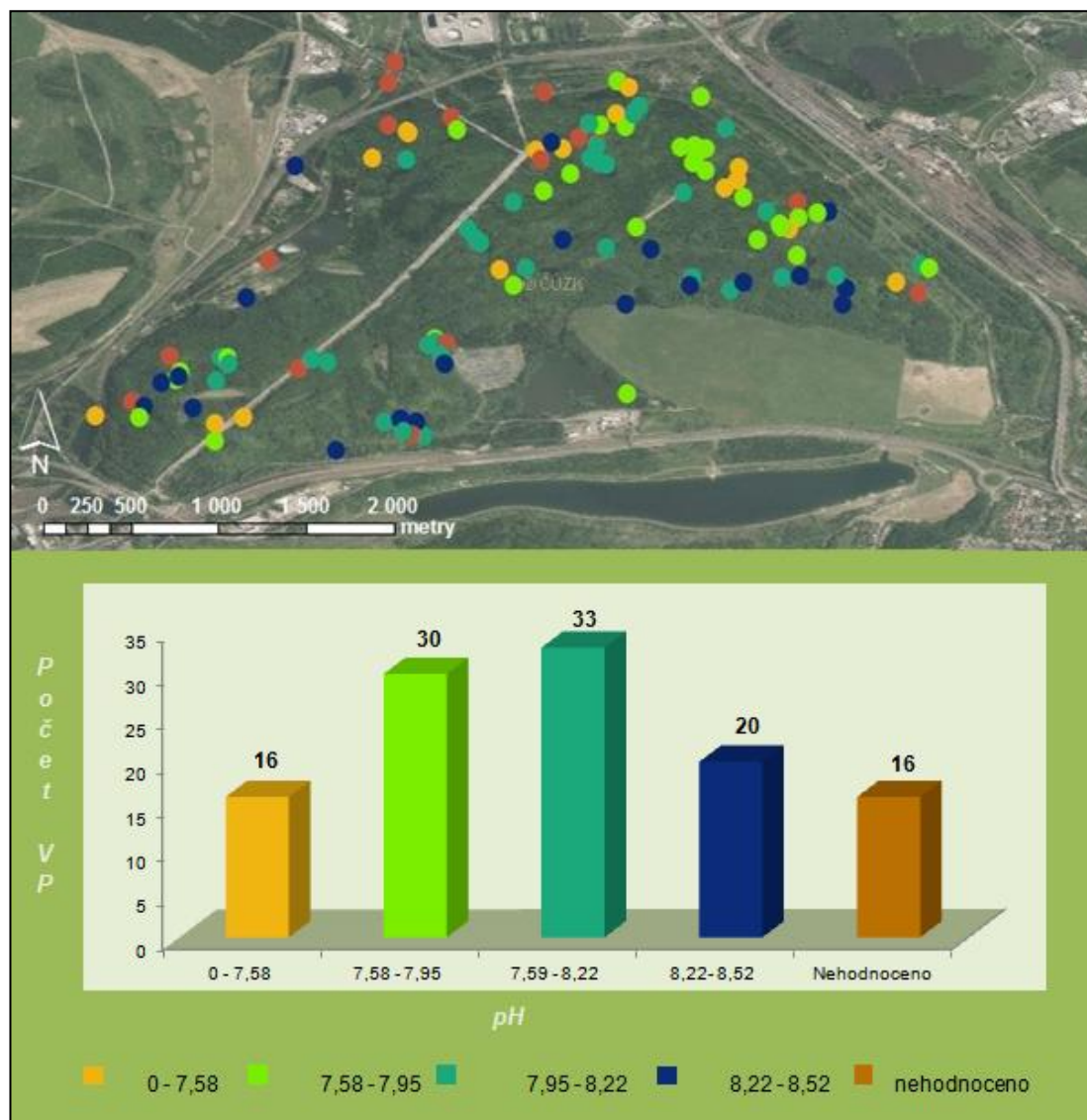
Hodnota pH u jednotlivých vzorků byla měřena kombinovaným přístrojem Hanna Combo HI 98129 současně s teplotou a hodnotami vodivosti. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 6,7 do 8,52. V této škále jsem vymezil čtyři kategorie pro hodnocení v GIS (obr. č. 16):

- Hodnoty pH od 6,7 do 7,58
- Hodnoty pH od 7,58 do 7,95
- Hodnoty pH od 7,95 do 8,22
- Hodnoty pH od 8,22 do 8,52

Pátou zobrazenou kategorií jsou nehodnocené vzorky. Průměrná hodnota pH je 7,95.

Naměřené hodnoty pH se pohybují v poměrně široké škále. To může být způsobeno mnoha faktory. Jedním z nich je osvit. Přístup slunečního světla ovlivňuje pH vody. Stejně jako u teploty hraje významnou roli hloubka jednotlivých pinek. Složení navážkového substrátu, vzájemná reakce a vyplavování z něj může výrazně ovlivnit pH vody. Běžná hodnota pH neznečištěných povrchových vod se pohybuje v rozmezí 6 - 8,3. Hodnoty pH vod z rašelinišť se pohybují pod 4. 16 pinek hodnocených nebylo, poněvadž jich 12 bylo vyschlých a ke čtyřem nebyl možný přístup.

Obr. č. 16: Hodnoty pH odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014



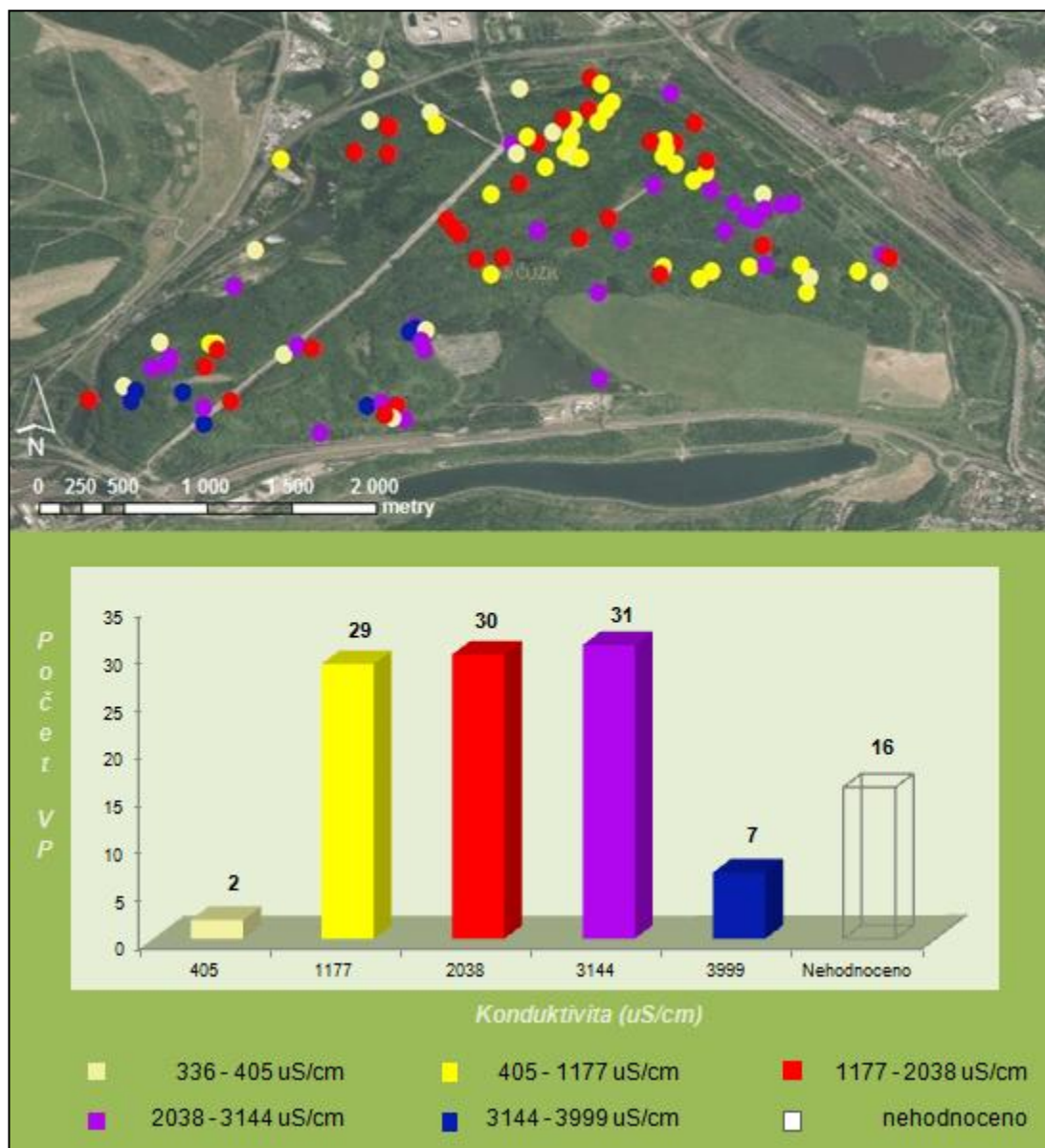
6.3 Konduktivita

V souladu s metodikou byla zjišťována konduktivita u jednotlivých odebraných vzorků. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 336 uS/cm do 3999 uS/cm. Přístroj umožňuje měření do 3999 uS/cm, tudíž některé hodnoty přesahují 4000 uS/cm. Průměrná hodnota konduktivity je 1792,18 uS/cm.

Pro hodnocení v GIS jsem je rozdělil do následujících kategorií (obr. č. 17).

- Konduktivita od 336 do 405 uS/cm
- Konduktivita od 405 do 1177 uS/cm
- Konduktivita od 1177 do 2038 uS/cm
- Konduktivita od 2038 do 3144 uS/cm
- Konduktivita od 3144 do 3999 uS/cm

Obr. č. 17: Konduktivita odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014



Naměřené konduktivity se pohybují v poměrně široké škále. To může být způsobeno mnoha faktory jako je osvit, přístup slunečního světla. Významnou roli hraje hloubka jednotlivých pinek. Složení navážkového substrátu, vzájemná reakce a vyplavování z něj může výrazně ovlivnit rovněž konduktivitu vody. Běžná hodnota konduktivity u povrchových vod se pohybuje v rozmezí 5 - 50 uS/cm. Průmyslové vody mají konduktivitu v řádech tisíců uS/cm. 16 pinek nebylo hodnocených, poněvadž jich 12 bylo vyschlých a ke čtyřem nebyl možný přístup.

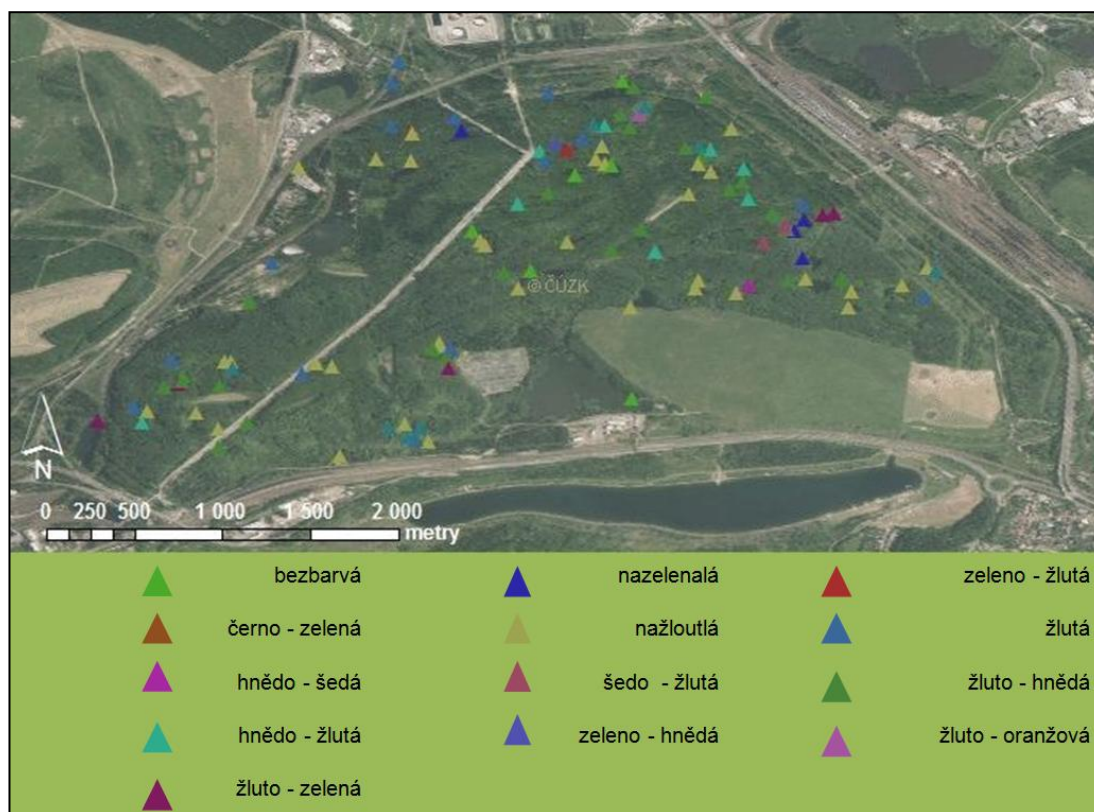
6.4 Barva

Definoval jsem několik skupin barvy vody a v průběhu určování v terénu jsem se snažil barvy jednotlivých vzorků do definovaných skupin zařadit.

Definované skupiny barev jsou:

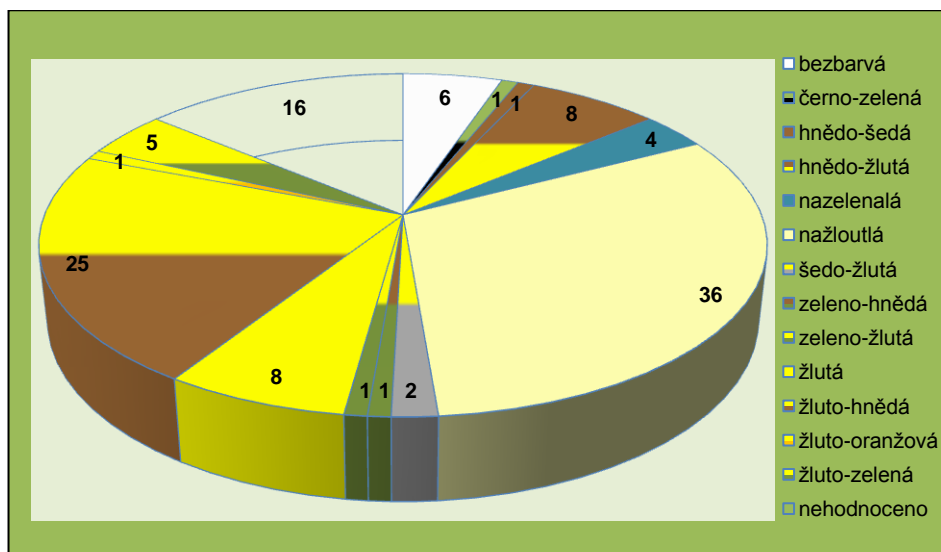
- bezbarvá
- černo - zelená
- hnědo - šedá
- hnědo - žlutá
- nazelenalá,
- nažloutlá
- šedo - žlutá
- zeleno - hnědá
- zeleno - žlutá
- žlutá
- žluto - hnědá
- žluto – oranžová
- žluto – zelená

Obr. č. 18: Barva odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014



Stanovení barvy jsem prováděl vizuálně proti bílému podkladu, který tvořila bílá čtverka formátu A4. Jedná se o subjektivní hodnocení (obr. 19). Barva vody může mít výraznou souvislost se zákalem (např. při přítomnosti ryb) a barvou substrátu výsypkového tělesa (zejména v oblastech s výslednou barvou hnědá - žlutá), popř. s výskytem sinic a řas (v oblasti zelená). Posun barvy do tmavých hodnot (černá, černo - zelená) může být způsoben rozkladnými procesy, zejména u zastíněných pinek s výrazným opadem listů do vody. Tuto situaci mohou způsobovat zejména listy vrb a olší.

Obr. č. 19: Barva odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

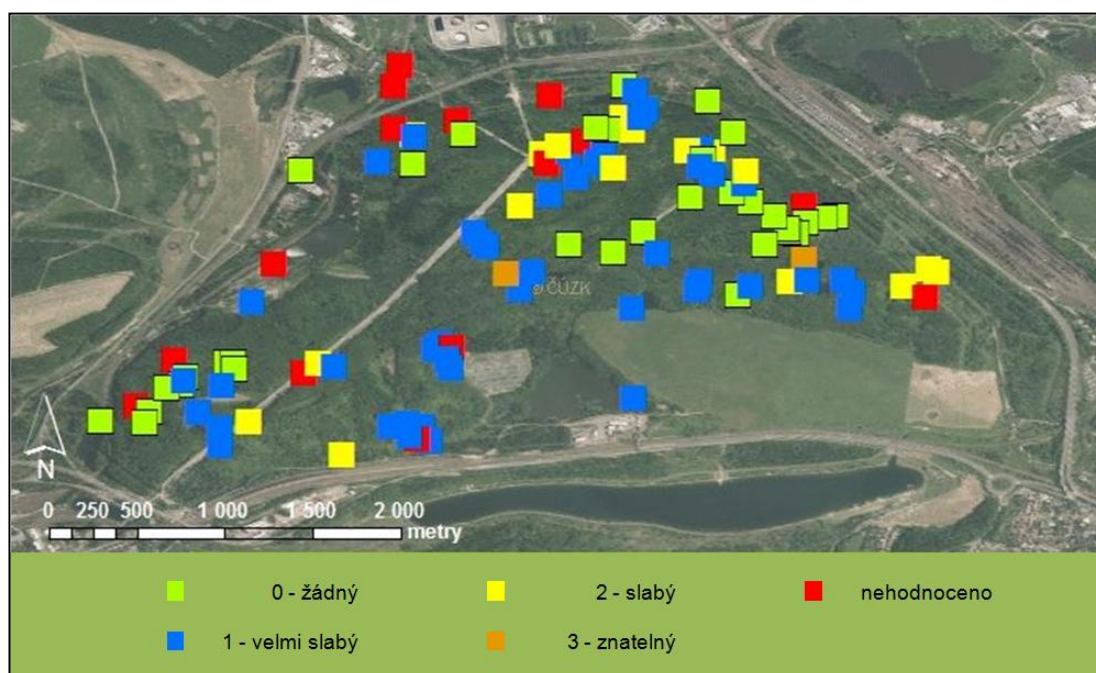


6.5 Pach

Hodnocení pachu je subjektivním výsledkem. Snažil jsem se určit jednak intenzitu pachu, ale rovněž druh pachu. Stanovil jsem šest základních stupňů intenzity pachu (obr. č. 20 a 21):

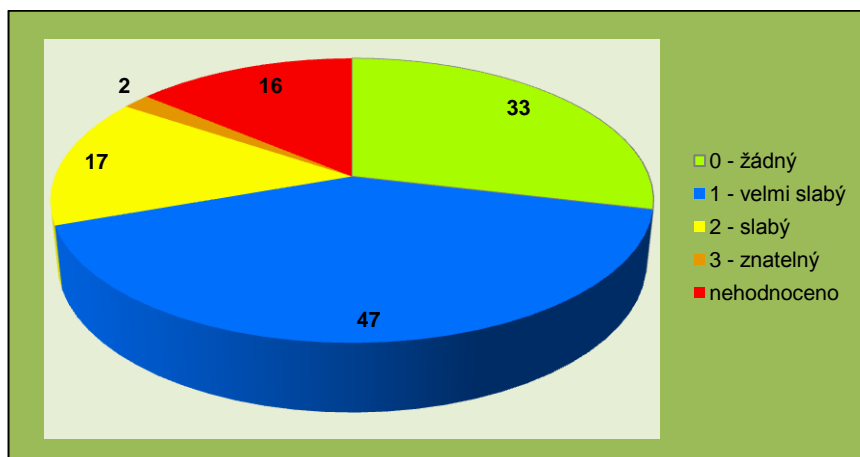
- žádný
- velmi slabý
- slabý
- znatelný
- silný
- velmi silný

Obr. č. 20: Intenzita pachu odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014



Nejvyšším dosaženým stupněm intenzity pachu v průběhu monitoringu byla kategorie označená jako "znatelný".

Obr. č. 21: Intenzita pachu odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

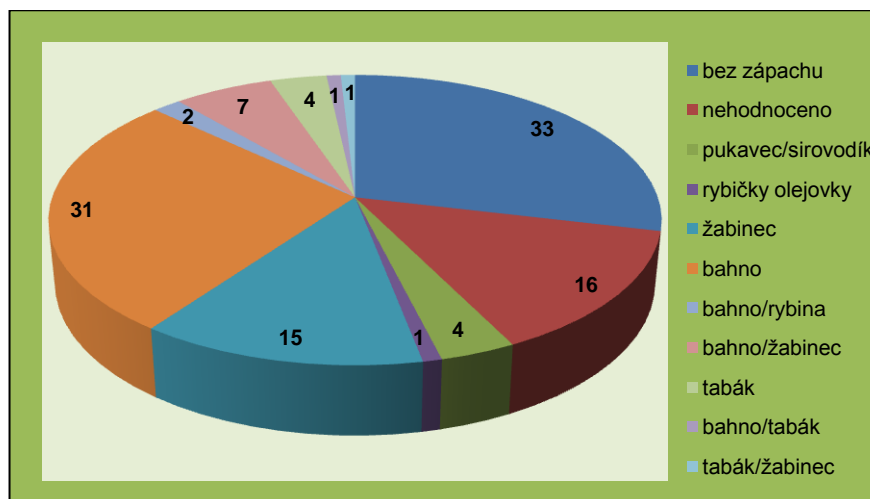


Dalším subjektivním hodnocením bylo určení druhu pachu. Ten jsem se snažil popsat co nejpřesněji na základě mého smyslového vnímání a zařadit do následujících skupin (obr. č. 22):

- bez zápachu
- pukavec/sirovodík
- rybičky olejovky
- žabinec
- bahno
- bahno/rybina
- bahno/žabinec
- tabák
- bahno/tabák
- tabák/žabinec

Největší zastoupení měly vzorky bez zápachu, vzorky s pachem žabince a bahna se žabincem. Nejmenší zastoupení měl zápach po rybičkách olejovkách, po bahnu s tabákem a tabáku se žabincem. Vzorky ze šestnácti vodních ploch nebyly odebrány z důvodu absence vody nebo špatného přístupu k vodě, tudíž nebyly hodnoceny. Zápach mohl být způsoben přítomností látek z výluhu substrátu z tělesa výsypky. Rovněž může být způsoben přítomností nejrůznějších látek včetně ropných produktů nebo se může jednat o důsledky rozkladných procesů. Záměrná kontaminace výsypkových povrchových vod prostřednictvím vylití chemikálie nebo podobné úmyslné znečištění vlivem člověka se nepředpokládá.

Obr. č. 22: Druh pachu odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014



6.6 Porovnání výsledků

V rámci vyhodnocení dostupných dat jsem provedl porovnání vlastních výsledků (2014) s výsledky týmu Ing. Vojara, Ph.D. z dubna 2010. Porovnání se týká shodně nalezených vodních ploch. Aby bylo možné porovnávat objektivně data z let 2010 a 2014 bylo potřeba zjistit srážkové poměry v době mapování vodních ploch a následném odběru vzorků vody v dubnu 2010 a v červnu až září 2014.

Rozdělení srážek během roku není pravidelné a dochází ke značným rozdílům. Poměrně velké rozdíly jsou mezi letními a zimními srážkami, přestože se oblast nachází v tzv. srážkovém stínu. Z webových stránek ČHMÚ jsem zjistil srážkové úhrny v roce 2010 (tab. č. 6).

Tab. č. 6: Územní srážky v Ústeckém kraji v roce 2010 (zpracováno z portal.chmi.cz)

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Ústecký	S	46	20	39	27	93	49	128	188	105	12	83	92	879
	N	42	36	38	44	61	68	68	70	50	39	47	49	612
	%	110	55	103	60	152	72	188	268	210	30	176	187	144

S - úhrn srážek (mm); N - dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 (mm); % - úhrn srážek v % normálu 1961-1990

V měsíci předcházejícím monitoringu vodních ploch v roce 2010 byl srážkový úhrn nad dlouhodobým normálem. Rovněž teploty byly před a v období monitoringu Vojarem (2010) nad dlouhodobým normálem (tab. č. 7).

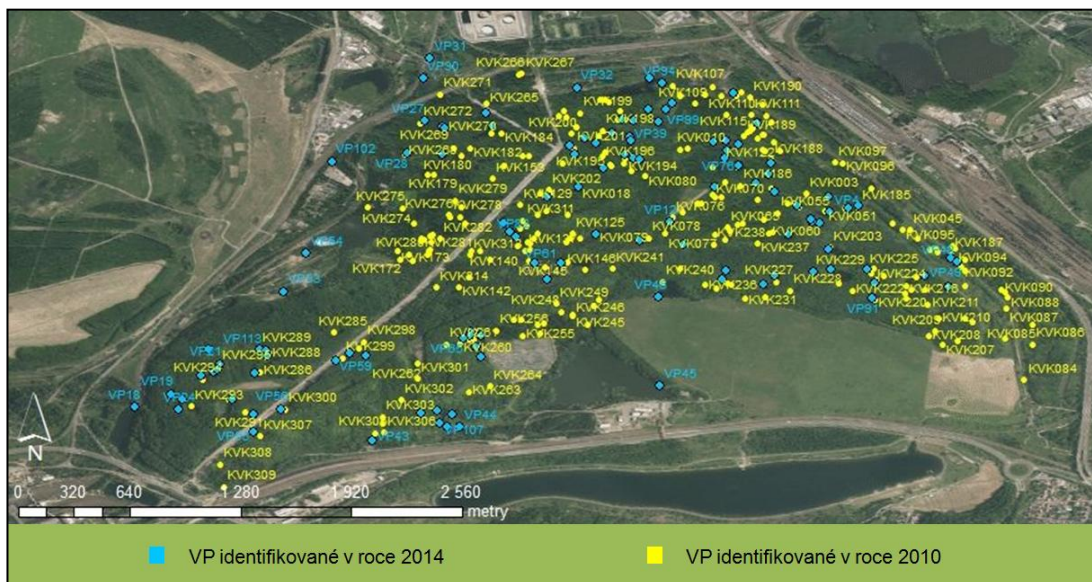
Tab. č. 7: Územní teploty v Ústeckém kraji v roce 2010 (zpracováno z portal.chmi.cz)

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Ústecký	T	-4,7	-1,9	3,2	8,3	11,3	16,8	20,4	17,0	11,4	6,4	4,6	-5,3	7,3
	N	-2,4	-0,9	2,8	7,5	12,4	15,8	17,2	16,6	12,9	8,1	2,9	-0,6	7,7
	O	-2,3	-1,0	0,4	0,8	-1,1	1,0	3,2	0,4	-1,5	-1,7	1,7	-4,7	-0,4

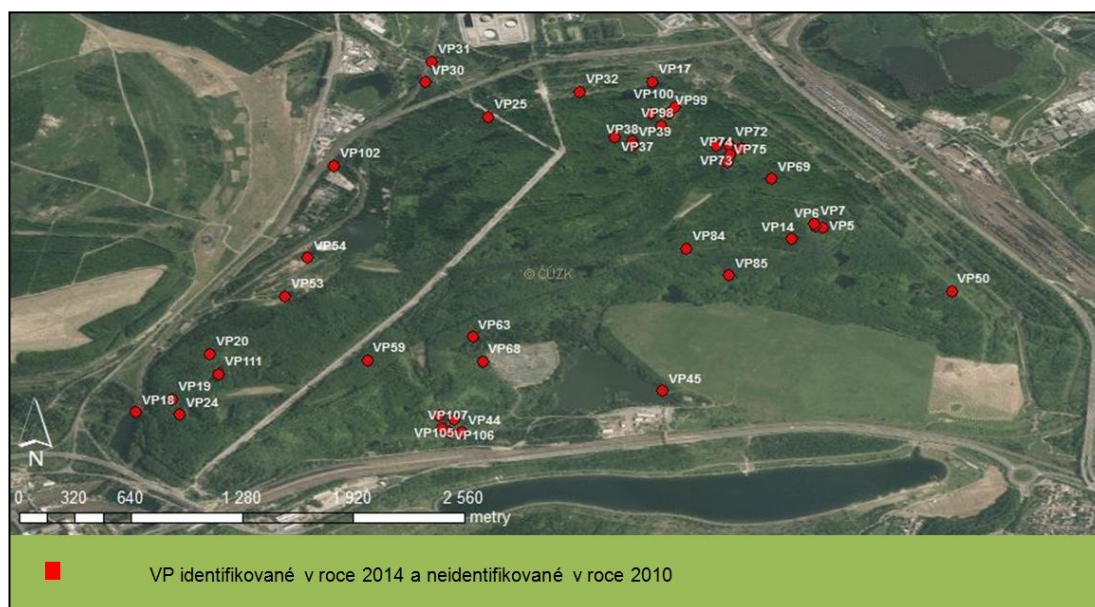
T - teplota vzduchu (°C); N - dlouhodobý normál teploty vzduchu 1961-1990 (°C); O - odchylka od normálu (°C)

V měsíci březnu 2010 byl srážkový úhrn nadprůměrný. Stejně tak teploty dosahovaly v období monitoringu nadprůměrných hodnot oproti normálu. Vlhkostní poměry v zájmovém území v období monitoringu mohly být jedním z důvodů, proč Vojar (2010) našel více ploch než já o 4 roky později. Já jsem naopak prováděl monitorování vodních ploch a mokřadů v relativně suchém období nejvyšších ročních teplot. Mohlo tedy dojít k vysušení některých ploch.

Obr. č. 23: Vodní plochy identifikované v roce 2014 a v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)



Obr. č. 24: Vodní plochy identifikované v roce 2014 a neidentifikované v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)



Obr. č. 25: Vodní plochy identifikované v roce 2014 a současně identifikované v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)



Tab. č. 8: Porovnání konduktivity odebraných vzorků z vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

VP 2014	VP 2010	Konduktivita 2014	Konduktivita 2010	Vzorek	VP 2014	VP 2010	Konduktivita 2014	Konduktivita 2010	Vzorek
VP1	kvk185	2460	2210	A	VP60	kvk144	954	681	A
VP2	kvk001	2854	2390	A	VP61	kvk145	1395	1460	A
VP3	kvk002	0	2780	B	VP62	kvk143	1348	734	A
VP4	kvk050	2626	1993	A	VP64	kvk259	3496	2390	A
VP8	kvk053	2439	2970	A	VP65	kvk260	3672	2570	A
VP9	kvk005	2094	2470	A	VP66	kvk257	0	1740	N
VP10	kvk006	1177	767	A	VP67	kvk258	2810	2240	A
VP11	kvk066	2995	2700	A	VP70	kvk188	1241	622	A
VP12	kvk076	1802	1544	A	VP76	kvk007	705	705	A
VP13	kvk078	1456	1220	A	VP77	kvk016	676	378	A
VP15	kvk102	2203	1445	A	VP78	kvk018	1385	1111	A
VP16	kvk203	2038	1849	A	VP79	kvk020	915	1375	A
VP21	kvk295	2934	1379	A	VP80	kvk311	1714	2680	A
VP22	kvk294	2503	3650	A	VP81	kvk135	1708	1396	A
VP23	kvk293	3999	3380	A	VP82	kvk312	1240	0	A
VP26	kvk269	1290	622	A	VP83	kvk079	2534	1858	A
VP27	kvk272	0	1315	B	VP86	kvk234	1745	937	A
VP28	kvk268	1391	976	A	VP87	kvk227	672	581	A
VP29	kvk270	1955	1258	A	VP88	kvk226	554	719	A
VP33	kvk201	2745	1106	A	VP89	kvk229	645	531	A
VP34	kvk023	0	510	B	VP90	kvk221	2309	2510	A
VP35	kvk197	1615	1745	A	VP91	kvk220	604	493	A
VP36	kvk025	1025	585	A	VP92	kvk219	405	235	A
VP40	kvk194	440	341	A	VP93	kvk225	647	910	A
VP41	kvk013	336	351	A	VP94	kvk107	1052	1630	A
VP42	kvk015	942	903	A	VP96	kvk037	1172	1202	A
VP43	kvk305	2887	1915	A	VP97	kvk036	1261	1142	A
VP46	kvk240	2654	0	A	VP101	kvk113	1901	2200	A
VP47	kvk187	2135	2140	A	VP103	kvk302	3580	9430	A
VP48	kvk092	1885	1819	A	VP108	kvk291	2723	1008	A
VP49	kvk217	534	1150	A	VP109	kvk292	3999	3890	A
VP51	kvk183	1173	1174	A	VP110	kvk294	2404	3650	A
VP52	kvk178	1516	1234	A	VP112	kvk289	1176	871	A
VP55	kvk307	3999	1675	A	VP113	kvk288	1170	760	A
VP56	kvk300	1808	1690	A	VP114	kvk287	1212	662	A
VP57	kvk299	0	497	B	VP115	kvk286	1698	2090	A
VP58	kvk297	2109	1598	A					

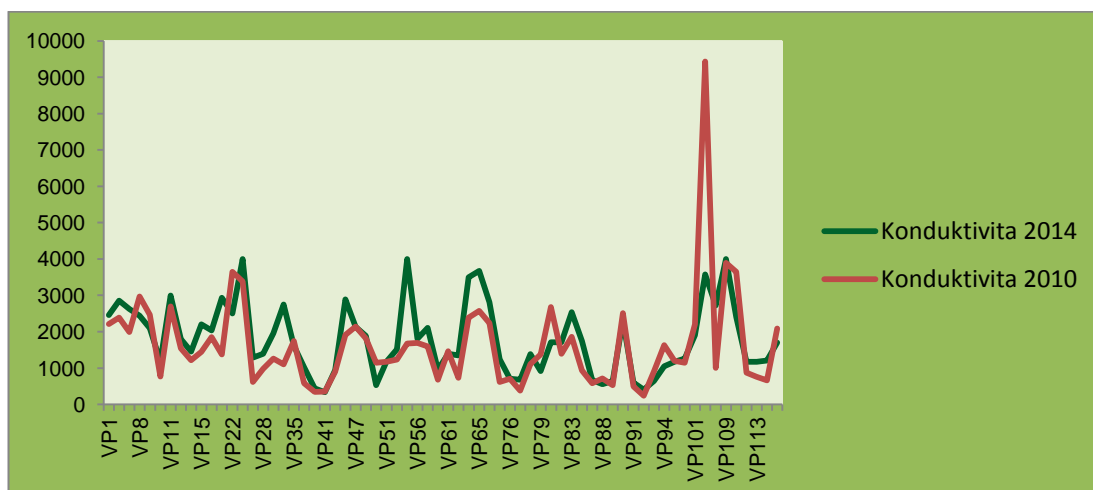
A - vzorek vody odebrán, B - vodní plocha bez vody, N - vzorek vody neodebrán

Tab. č. 9: Porovnání pH odebraných vzorků z vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

VP 2014	VP 2010	pH 2014	pH 2010	Vzorek	VP 2014	VP 2010	pH 2014	pH 2010	Vzorek
VP1	kvk185	8,40	8,30	A	VP60	kvk144	7,72	7,67	A
VP2	kvk001	7,81	8,03	A	VP61	kvk145	8,11	8,35	A
VP3	kvk002	0,00	8,38	B	VP62	kvk143	7,56	7,67	A
VP4	kvk050	7,90	8,28	A	VP64	kvk259	8,03	8,22	A
VP8	kvk053	8,10	8,27	A	VP65	kvk260	8,22	8,38	A
VP9	kvk005	7,67	8,57	A	VP66	kvk257	0,00	8,33	N
VP10	kvk006	7,58	8,09	A	VP67	kvk258	8,19	8,61	A
VP11	kvk066	8,11	8,47	A	VP70	kvk188	7,54	8,09	A
VP12	kvk076	7,87	8,05	A	VP76	kvk007	7,82	8,92	A
VP13	kvk078	7,97	8,03	A	VP77	kvk016	7,85	7,92	A
VP15	kvk102	7,92	7,66	A	VP78	kvk018	7,84	7,96	A
VP16	kvk203	7,86	8,02	A	VP79	kvk020	8,03	8,10	A
VP21	kvk295	7,81	8,40	A	VP80	kvk311	7,98	8,25	A
VP22	kvk294	7,90	8,45	A	VP81	kvk135	8,07	8,04	A
VP23	kvk293	8,50	8,60	A	VP82	kvk312	8,18	0,00	A
VP26	kvk269	7,06	7,52	A	VP83	kvk079	8,32	8,48	A
VP27	kvk272	0,00	8,23	B	VP86	kvk234	8,30	7,91	A
VP28	kvk268	7,47	8,05	A	VP87	kvk227	8,16	8,01	A
VP29	kvk270	7,57	7,85	A	VP88	kvk226	8,42	7,65	A
VP33	kvk201	7,31	7,67	A	VP89	kvk229	8,15	8,36	A
VP34	kvk023	0,00	8,30	B	VP90	kvk221	8,43	8,92	A
VP35	kvk197	7,52	7,96	A	VP91	kvk220	8,24	8,36	A
VP36	kvk025	8,52	7,80	A	VP92	kvk219	8,33	7,35	A
VP40	kvk194	8,00	7,71	A	VP93	kvk225	8,18	7,49	A
VP41	kvk013	8,05	7,56	A	VP94	kvk107	6,93	8,17	A
VP42	kvk015	8,04	8,53	A	VP96	kvk037	7,80	8,34	A
VP43	kvk305	8,37	8,40	A	VP97	kvk036	7,99	7,77	A
VP46	kvk240	8,33	0,00	A	VP101	kvk113	8,13	7,92	A
VP47	kvk187	8,03	8,15	A	VP103	kvk302	8,01	8,14	A
VP48	kvk092	7,88	8,12	A	VP108	kvk291	6,70	7,53	A
VP49	kvk217	7,57	8,29	A	VP109	kvk292	8,31	8,78	A
VP51	kvk183	7,80	8,73	A	VP110	kvk294	8,51	8,45	A
VP52	kvk178	8,20	8,53	A	VP112	kvk289	7,96	8,16	A
VP55	kvk307	7,69	7,89	A	VP113	kvk288	7,86	8,05	A
VP56	kvk300	7,55	7,76	A	VP114	kvk287	8,06	7,91	A
VP57	kvk299	0,00	7,89	B	VP115	kvk286	8,04	8,27	A
VP58	kvk297	8,07	8,33	A					

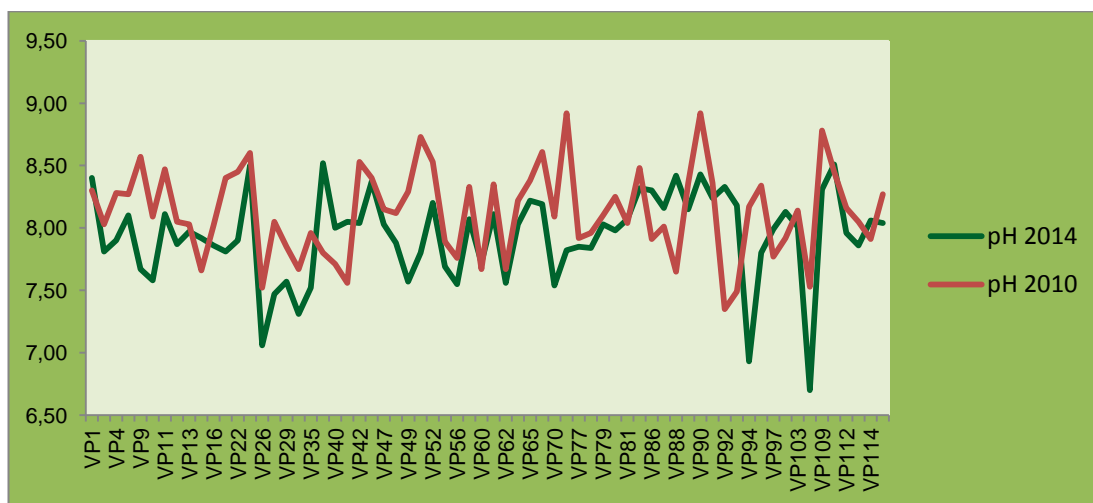
A - vzorek odebrán, B - vodní plocha bez vody, N - vzorek neodebrán

Obr. č. 26: Porovnání naměřených konduktivit odebraných vzorků vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)



Z porovnání naměřených hodnot z roku 2010 a 2014 vyplývá, že hodnoty jsou poměrně shodné.

Obr. č. 27: Porovnání pH odebraných vzorků vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)



Tab. č. 10: Odchytky v naměřených hodnotách pH a konduktivity z roku 2010 a 2014 (Vlastní data a data Vojar 2010)

VP 2014	VP 2010	ODCHYLKA pH v roce 2014 a 2010	ODCHYLKA konduktivity v roce 2014 a 2010	VP 2014	VP 2010	ODCHYLKA pH v roce 2014 a 2010	ODCHYLKA konduktivity v roce 2014 a 2010
VP1	kvk185	1,19%	10,16%	VP61	kvk145	-2,96%	-4,66%
VP2	kvk001	-2,82%	16,26%	VP62	kvk143	-1,46%	45,55%
VP4	kvk050	-4,81%	24,11%	VP64	kvk259	-2,37%	31,64%
VP8	kvk053	-2,10%	-21,77%	VP65	kvk260	-1,95%	30,01%
VP9	kvk005	-11,73%	-17,96%	VP67	kvk258	-5,13%	20,28%
VP10	kvk006	-6,73%	34,83%	VP70	kvk188	-7,29%	49,88%
VP11	kvk066	-4,44%	9,85%	VP76	kvk007	-14,07%	0,00%
VP12	kvk076	-2,29%	14,32%	VP77	kvk016	-0,89%	44,08%
VP13	kvk078	-0,75%	16,21%	VP78	kvk018	-1,53%	19,78%
VP15	kvk102	3,28%	34,41%	VP79	kvk020	-0,87%	-50,27%
VP16	kvk203	-2,04%	9,27%	VP80	kvk311	-3,38%	-56,36%
VP21	kvk295	-7,55%	53,00%	VP81	kvk135	0,37%	18,27%
VP22	kvk294	-6,96%	-45,83%	VP83	kvk079	-1,92%	26,68%
VP23	kvk293	-1,18%	15,48%	VP86	kvk234	4,70%	46,30%
VP26	kvk269	-6,52%	51,78%	VP87	kvk227	1,84%	13,54%
VP28	kvk268	-7,76%	29,83%	VP88	kvk226	9,14%	-29,78%
VP29	kvk270	-3,70%	35,65%	VP89	kvk229	-2,58%	17,67%
VP33	kvk201	-4,92%	59,71%	VP90	kvk221	-5,81%	-8,71%
VP35	kvk197	-5,85%	-8,05%	VP91	kvk220	-1,46%	18,38%
VP36	kvk025	8,45%	42,93%	VP92	kvk219	11,76%	41,98%
VP40	kvk194	3,63%	22,50%	VP93	kvk225	8,44%	-40,65%
VP41	kvk013	6,09%	-4,46%	VP94	kvk107	-17,89%	-54,94%
VP42	kvk015	-6,09%	4,14%	VP96	kvk037	-6,92%	-2,56%
VP43	kvk305	-0,36%	33,67%	VP97	kvk036	2,75%	9,44%
VP47	kvk187	-1,49%	-0,23%	VP101	kvk113	2,58%	-15,73%
VP48	kvk092	-3,05%	3,50%	VP103	kvk302	-1,62%	-163,41%
VP49	kvk217	-9,51%	-115,36%	VP108	kvk291	-12,39%	62,98%
VP51	kvk183	-11,92%	-0,09%	VP109	kvk292	-5,66%	2,73%
VP52	kvk178	-4,02%	18,60%	VP110	kvk294	0,71%	-51,83%
VP55	kvk307	-2,60%	58,11%	VP112	kvk289	-2,51%	25,94%
VP56	kvk300	-2,78%	6,53%	VP113	kvk288	-2,42%	35,04%
VP58	kvk297	-3,22%	24,23%	VP114	kvk287	1,86%	45,38%
VP60	kvk144	0,65%	28,62%	VP115	kvk286	-2,86%	-23,09%

7. Diskuse

7.1 Vodní plochy v oblasti

V oblasti Podkrušnohoří vzniká množství antropogenních novotvarů po těžbě hnědého uhlí. Jedním z takových novotvarů jsou i tzv. pinky, tedy malé až střední nádrže vzniklé poklesem nebo propadnutím povrchu, popřípadě trvalým či periodickým zaplavením depresí na výsypkách (Pecharová et al. 2011a). Údaje o počtu těchto drobných vod v oblasti se velmi liší. Doležalová et al. (2012) dlouhodobě sleduje vodní plochy na výsypkách Severočeské hnědouhelné pánve, což představuje plochu po těžbě hnědého uhlí mezi Ústím nad Labem a Kadaní. Na výsypkách v této oblasti identifikovala přes 900 vodních útvarů. Zdráhala (2013) identifikoval jen na Velké podkrušnohorské výsypce 156 nádrží typu pinek. Při mém výzkumu Kopistské výsypky jsem identifikoval 115 nádrží tohoto typu. Vojar (2010) udává z této oblasti 278 nádrží, identifikovaných v jarním období. Množství pinek na výsypkách není konstantní, řada z nich má charakter periodických vod, kdy jejich naplnění závisí na množství srážek v příslušném období.

Vzhledem k množství těchto malých vodních ploch rozptýlených po jinak většinou suchých plochách výsypek, jsou pinky významným krajinným prvkem, biotopem řady organismů, v některých případech i velmi vzácných (Doležalová et al. 2012, Frouz et al. 2007). Jsou významným životním prostředím zejména pro obojživelníky (Vojar 2010).

7.2 Vodní plochy a kvalita vody

Pinky mají v řadě případů velmi specifický chemismus vody, určený vodním režimem výsypky. Chemismem výsypkových vod se ve sledované oblasti zabývá řada odborníků. Např. chemismu vod na Velké podkrušnohorské výsypce na Sokolovsku se dlouhodobě věnuje Pecharová (2004), Broumová et al. (2004), Krása (2012), Zdráhala (2013). V oblasti Mostecka se hydrochemickou analýzou vod zabývala např. Čadková (2008) a Vojar (2010). Broumová et Pecharová (2004) udává hodnotu pH ve výsypkových vodách v rozmezí 8,2 - 8,5 a v mimovýsypkových vodách v rozmezí 6,4 - 7,2. Zvýšenou hodnotu pH u výsypkových vod vysvětluje zvýšeným obsahem hydrogenuhličitanů s obsahem cyprisových jílů. Hodnoty pH běžné povrchové vody udává v rozmezí 6,5 - 8,5. Dále uvádí, že přestože výsypkové vody obsahují velké množství rozpuštěných látek, vyznačují se velkou stabilitou.

Na Kopistské výsypce jsem naměřil pH v rozmezí od 6,7 do 8,52 což je v podstatě ve shodě s údaji z Velké podkrušnohorské výsypky (Broumová et Pecharová 2004). Stejně tak jsou výsledky mých měření z roku 2014 prakticky ve shodě s údaji Vojar (2010), kdy se naměřené hodnoty pH pohybovaly v rozmezí 7,35 - 8,92. Průměrná hodnota odchylek naměřených hodnot pH u stejných vodních ploch a mokřadů identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (počet 66) byla pouhých 0,36. Shodu s údaji Vojar (2010) považuji za znak určité stability mokřadních biotopů Kopistské výsypky. Podobně jako u pH byla zjištěna shoda v hodnotách konduktivity. Pro výpočet průměrné hodnoty odchylky bylo nutné vyřadit z výpočtu vodní plochy a mokřady, kde byla hodnota konduktivity rovna hodnotě 3999 uS/cm,

poněvadž se dalo předpokládat, že naměřená hodnota by byla ve skutečnosti vyšší. Hodnota 3999 uS/cm je limitní horní hranicí zvoleného měřícího přístroje. Pro výpočet odchylky jsem vycházel z celkového počtu 62 shodně nalezených vodních ploch a mokřadů. Průměrná hodnota odchylky byla tedy 463 uS/cm.

Dle Broumové et Pecharové (2004) je ve výsypkových vodách, v porovnání s běžnými povrchovými vodami, vysoká koncentrace rozpuštěných látek. Jsou tak ovlivněny hodnoty konduktivity, které se pohybují běžně okolo 6000 uS/cm. S přihlédnutím k tomuto zjištění si dovoluji tvrdit, že byla zjištěna shoda v naměřených hodnotách konduktivity mezi uvedenými roky 2014 a 2010.

Měření hydrochemických parametrů zásadním způsobem ovlivňují dvě záležitosti. První je použitá měřící technika a druhou je zvolená měřící metoda. Při výběru techniky je nutné zvážit účely použití, podmínky, rozsahy měření, přesnost měření, apod. Metodika měření by měla definovat, jaké údaje budou předmětem měření, s jakou přesností je potřeba měřit a určovat základní postupy (Pelikán et al. 1988). V případě měření hydrochemických parametrů na Kopistské výsypce jsem použil kapesní multimetrický přístroj Hanna Combo HI 98129, který se vyznačuje vysokou stabilitou při terénním měření. Poskytuje však data s nižší přesností, než velké profesionální měřící sondy. U hodnoty konduktivity je přístroj Hanna Combo HI 98129 navíc omezen na horní hranici hodnotou 3999 uS/cm.

Obecně však lze předpokládat, že pokud je proces terénního měření spolehlivě a zodpovědně stanoven a implementován, poskytují hodnoty vyplývající z odebraného vzorku vcelku relevantní informace o stavu vody ve vodní ploše nezávisle na typu použitého přístroje (Krajča et al. 1983).

Podstatným ovlivněním měření může být situace, kdy se kvalita vody vodních nádrží mění podle ročního období. Kvalita vody se často významně mění i během dne. Jednu z hlavních rolí hraje počasí (ČSN ISO 5667-4). Meteorologické podmínky mohou výrazně ovlivnit výsledky měření. Zejména se jedná o intenzitu a typ srážek. Srážky mohou způsobit ředění nebo kontaminaci. Dále může ovlivnit výsledky vlhkost vzduchu, jeho teplota a tlak (Krajča et al. 1983). Proto jsem věnoval pozornost i průběhu počasí vždy pět dnů před terénním měřením (příloha č. 5), abych zajistil srovnatelnost získaných výsledků.

Kvalita vody nalezených vodních ploch je dobrá. Porovnání výsledků z let 2010 a 2014 ukazuje na stálost kvality vody. Průměrné hodnoty konduktivity a pH naměřené během monitoringu u stejných ploch byly 1801 uS/cm, resp. 7,94. Vojar (2010) naměřil průměrné hodnoty konduktivity a pH 8,13, resp. 1634,84 uS/cm.

7.3 Vegetace

Při monitorování jsem zaznamenal vegetaci typickou pro vodní plochy a mokřady. Hlavním a typickým zástupcem byl rákos obecný, který se vyskytoval takřka u všech vodních ploch. Dále byly výrazně zastoupeny chmel otáčivý, okřehek menší a opletník plotní. Mezi další nalezenou vegetaci se řadí bříza bílá, bublinatka jižní, dub zimní, hloh, chřastice rákosovitá, jasan ztepilý, javor klen, javor mléč, jetel zvrhlý, karbinec evropský, kopřiva dvoudomá, klokoč obecný, krušina olšová, kypraj vrbice, kosatec žlutý, metlice trsnatá, mrkev obecná, ostružiník, olše lepkavá,

ostřice, orobinec úzkolistý, pcháč bahenní, podběl lékařský, pcháč oset, rákos obecný, rdest plovoucí, růže šípková, sadec konopáč, skřípinec lesní, srha říznačka, svída, trnovník akát, třtina křovištní, vrba, vrbovka chlupatá, zblochan vodní a žabník jitrocelový.

7.4 Ekologický význam malých vodních ploch v post-těžební krajině

Významné mokřady u Sokolova jsou zapsány v seznamu mokřadů České republiky Českého ramsarského výboru (Chytil et al. 1999). Jsou považovány za mimořádně významnou entomologickou a batrachologickou lokalitu.

Význam malých vodních nádrží vznikajících na výsypkách vyzdvihuje i Frouz et al. (2007). Uvádí, že místa s dostatkem vody doprovází hustý vegetační pokryv. Díky tomu se značná část sluneční energie využije na odpar vody a je tak podpořen malý koloběh vody. Tím jsou zajištěny srážky a udržení vody v krajině.

Význam malých vodních vod je poměrně mnohostranný a nezpochybnitelný. Voda plní celou řadu funkcí. Funkci biologickou - každá buňka obsahuje vodu, těla některých rostlin jsou tvořena až z 90% vodou. Funkci zdravotní - osobní i veřejná hygiena, hygiena ovzduší (škodliviny v ovzduší - roztoči, pyly). Klimatologickou (tornáda, tsunami, sněhové laviny, led, ...). Neméně podstatná je funkce estetická. Vodní plochy, které jsem identifikoval během terénního průzkumu, plní estetickou funkci na Kopistské výsypce dokonale. Jako nejkrásnější plochu jsem vyhodnotil vodní plochu označenou číslem 042 (foto č. 1).

Obr. č. 28: Vodní plocha č. 42 - nejhezčí plocha



Přítomnost velkého množství přirozených vodních ploch v krajině vypovídá o její správné funkčnosti. Zadržování vody v krajině zpomaluje krátký vodní cyklus, minimalizuje ztrátu živin z půdy. Přítomnost vody ovlivňuje teplotu zemského povrchu, ovlivňuje výskyt a složení fauny a flóry.

Polášek (2003) tvrdí, že zabezpečení zadržování vody v krajině lze dosáhnout lesnickou rekultivací. Chápe rekultivaci jako hledání optimálního poměru mezi řízenou rekultivací a ekologickou sukcesí. Díky lesnické rekultivaci je možné dosáhnout obnovení retenční schopnosti krajiny.

Musím jednoznačně souhlasit. Kopistská výsypka byla z převážné části lesnickou rekultivovaná a tak poskytuje ideální prostředí pro vyhodnocení tohoto

tvrzení. Během fyzického průzkumu výsypky mně samotného překvapilo množství vodních ploch nacházejících se na poměrně malém území.

Je potřeba si uvědomit, že takový počet vodních ploch je unikátní i v poměru s okolní krajinou, a že takový počet přirozeně vzniklých vodních ploch mají pouze technicky nerektivované výsypky (Vojar 2010).

8. Závěr

Provedl jsem terénní průzkum Kopistské výsypky. V průběhu průzkumu jsem identifikoval celkem 115 vodních ploch nebo mokřadů. Podařilo se mi odebrat 99 vzorků vody. 12 z celkového počtu vodních ploch bylo v době monitoringu bez vody. U 4 vodních ploch nebylo možné vzorek vody odebrat z důvodu zákazu vstupu nebo z důvodu zcela nepřístupných podmínek. Provedl jsem základní analýzu odebraných vzorků. U každého vzorku jsem pomocí měřícího přístroje stanovoval pH, teplotu, vodivost a určoval barvu a pach. Součástí monitoringu byla základní identifikace vegetace nalezených vodních ploch a mokřadů. Samozřejmě bylo pořízeno fotodokumentace.

Ze získaných dat jsem vytvořil podrobnou databázi. Pro každou nalezenou vodní plochu či mokřad jsem vypracoval „Evidenční kartu vodní plochy“, která obsahuje výše uvedené informace včetně vybraných fotografií a grafického znázornění umístění plochy v mapě. Evidenční karty jsou součástí přílohy č. 1.

Souřadnice GPS každé vodní plochy jsem zaznamenal do prostředí ArcGIS včetně naměřených hodnot a vytvořil mapovou dokumentaci v tomto prostředí. Mapová dokumentace je součástí v přílohy č. 4.

Výsledky mé bakalářské práce mohou být využity při ekologickém posuzování krajiny. Mám na mysli projekty ÚSES nebo EIA. Při přidělování číselného indexu jednotlivým vodním plochám v zájmovém území vyjadřující jejich vlastnosti může být přihlédnuto i k mým naměřeným hodnotám (Čadková 2009). Dále mohou být využity při dlouhodobém sledování vhodnosti podmínek obojživelníků. Mohou být rovněž využity při dlouhodobém sledování vhodnosti způsobu rekultivace výsypek, apod..

Díky mé práci byla zjištěna důležitá data umožňující další studium Kopistské výsypky vědeckou veřejností. Data jsou velmi přehledným způsobem zpracována a uchována pro případnou budoucí potřebu.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

Seznam literatury

Anděl J. et al., 2000: *Geografie Ústeckého kraje*. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem.

Bárta Z., Brus Z., Hurník S., Toběrná V., Tyrner P., 1973: *Příroda Mostecka*. Severočeské nakladatelství.

Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J., & Pecharová, E., 2012: *Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. Ecological Engineering*, 43, 45-52.

Broumová H, Pecharová E, 2004: *Vliv chemických parametrů vod Velké podkrušnohorské výsypky a jejich oživení. Životné prostredie* 38: 48-50.

Broumová H., Novotná K., Šimová I., 2007: *Výsypka po těžbě hnědého uhlí - unikátní novotvar*. In: elektronický zdroj CD: Území ovlivněné těžbou - cesty k udržitelnému rozvoji. Laboratoř aplikované ekologie, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, International conference, Území ovlivněné těžbou uhlí - cesty k udržitelnému rozvoji ... 17.-20.4.2007 Most Czech republic.

Broumová H., Šimová I., Pecharová E., 2004: *Oživení vodních mokřadních biotopů velké Podkrušnohorské výsypky v závislosti na chemismu vod*. In: Sborník abstraktů z mezinárodní vědecké konference Agroregion 2004.

Capra F., 2004: *Tkáň života: Nová syntéza mysli a hmoty*. Academia.

Castendyk D. N., 2009b: *Predictive modeling of the physical limnology of future pit lakes. Mine Pit Lakes: Characteristics, Predictive Modeling, and Sustainability*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc, Littleton, Colorado, 101-114.

Castendyk, D. N., & Eary, L. E. (Eds.), 2009a: *Mine pit lakes: characteristics, predictive modeling, and sustainability (Vol. 3)*. Society for Mining, Metallurgy and Exploration. Littleton, Colorado, USA.

Cejnar R., 2007: *Environmentální problematika regionů s těžbou uhlí*. In: Území ovlivněné těžbou - cesty k udržitelnému rozvoji. Sborník z mezinárodní konference: Území ovlivněné těžbou uhlí - cesty k udržitelnému rozvoji Most.

Čadková Z., 2008: *Vodní ekosystémy Radovesické výsypky - jejich biologické oživení*. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.

Čadková Z., 2009: *Návrh klasifikace malých vodních nádrží v oblasti severozápadních Čech*. In: Maršálek M., Krejčová J., Pecharová E. (eds.): *Krajina mladýma očima - sborník odborných a vědeckých prací studentů DSP Kostecké Barborky 2009*, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o..

Doležalová J., Vojar J., Smolová D., Solský M., & Kopecký O., 2012: *Technical reclamation and spontaneous succession produce different water habitats: A case study from Czech post-mining sites. Ecological Engineering*, 43, 5-12.

Eiseltová M., (ed), 1996: *Obnova jezerních ekosystémů - holistický přístup.* Wetlands International publ. č. 32. Slimbridge, GB.

Fafílková V., 2014: *Vodní a mokřadní lokality v povodí jezera Medard.* Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Fafílková, V., 2011: *Vlastnosti vod ovlivněných těžbou hnědého uhlí.* Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Frouz J., Popperl J., Příkryl I., Štrudl J., 2007: *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku.* Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov.

Fučík P., Kvítek T., Lexa M., Novák P., Bílková A., 2008: *Assesing the Stream Water Quality Dynamics in Connection with Land Use in Agricultural Catchments of Different Scales.* Soil & Water Res., 3. 98-112.

Gillarová Hrajnohová H., 2009: *Uplatňování a detekce funkce přírodních prvků v rekultivované krajině.* In: Maršálek M., Krejčová J., Pecharová E. (eds.): *Krajina mladýma očima - sborník odborných a vědeckých prací studentů DSP Kostelecké Barborky 2009*, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o..

Hais M., Brom J., Pecharová E., 2006: *Evaluation of Landscape Changes by Remote Sensing.* Životne Prostredie, Vol., 40, No. 2, 80 – 83.

Hezina, T., 2001: *Vliv rekultivačních prací na koncentraci manganu a železa ve výsypkových vodách a oživení malých vodních nádrží na Velké podkrušnohorské výsypce.* . Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Hezina T., Pecharová E., 2001: *Přírodní způsoby čištění výsypkových vod.* In: *Přírodní způsoby čištění odpadních vod II.* Brno.

Hron F., 1979: *Rostliny luk, pastvin, vod a bažin - Kapesní atlas,* Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Chytil J., Hakrová P., Hudec K., Husák Š., Jandová J., Pellantová J., 1999: *Mokřady České republiky.* JAVA Třeboň, Třeboň.

Jankovská V., 1987: *Vývoj vegetace Mostecká na základě pylových analýz sedimentů Komořanského jezera.* Severočes. Přír. Litoměřice, 20, 111-116.

Kabrna M., 2011: *Studies of land restoration on spoil heaps from brown coal mining in the Czech Republic—a literature review.* J. Landsc. Stud, 4, 59-69.

Kirmer, A., & Mahn, E. G., 2001: *Spontaneous and initiated succession on unvegetated slopes in the abandoned lignite-mining area of Goitsche, Germany.* Applied Vegetation Science, 4(1), 19-27.

Klapper, H., & Geller, W., 2002: *Water Quality Management of Mining Lakes- a New Field of Applied Hydrobiology.* Acta hydrochimica et hydrobiologica, 29(6), 363-374.

Knozová G., Kohut M., Rožnovský J., 2012: *Výpar z vodní hladiny měřený přístrojem GGI-300 na vybraných klimatologických stanicích ČHMÚ.* In: Rožnovský

J., Litschmann T., Středa T., Středová H. (eds.): Vláhové poměry krajiny. Česká bioklimatologická společnost, Praha: 75-78.

Kottová P., 2009: *Hodnocení vizuálních kvalit krajiny*. In: Maršálek M., Krejčová J., Pecharová E. (eds.): *Krajina mladýma očima - sborník odborných a vědeckých prací studentů DSP Kostecké Barborky 2009*, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o..

Krajča J. et al., 1983: *Vzorkování přírodních vod*. SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha.

Krása P., 2012: *Vegetace mokřadů jižního obvodu Velké podkrušnohorské výsypky* In: Krása P. Sborník muzea Karlovarského kraje 20 (2012) 195 – 230.

Kravčík, M., Pokorný, J., Kohutiar, J., Kováč, M., Tóth, E., 2007: *Voda pre ozdravenie klímy – Nová vodná paradigma*. Municipalia, a.s..

Lellák J., Kubíček F., 1992: *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, Praha.

Lipský Z., 2007b: *Rekultivace Kopistské výsypky: vznik regionálního biocentra v devastované krajině*. In: elektronický zdroj CD: *Území ovlivněné těžbou - cesty k udržitelnému rozvoji*. International conference, *Území ovlivněné těžbou uhlí - cesty k udržitelnému rozvoji*. 17.-20.4.2007 Most Czech republic.

Lipský Z., 2010: *Geodiversity and Biodiversity of Mining Landscapes*. Životne Prostredie, Vol. 44, No. 1, p. 15 – 19.

Lipský, Z., 2007: *Rekultivace Kopistské výsypky: vznik regionálního biocentra v devastované krajině* Reclamation of the Kopistská spoil bank: the origin of the regional biocentre in devastated landscape. Kol.: *Ekologie krajiny v ČR - Těžba nerostných surovin a ochrana přírody*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, Czech Republic, 118-127.

Lipský Z., 2012: *Kopistská výsypka jako součást nově vytvářené ekologické sítě: případová studie z Mostecké pánve*. In: Machar, I., Drobilová, L. a kol.: *Ochrana přírody a krajiny v České republice. Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení*. II. díl. Příloha Případové studie, s. 250-255. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

Málková L., 2011: *Porovnání diverzity spontánně zarostlých a technicky rekultivovaných výsypků na Mostecku*. Magisterská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Nelibová B., 2008: *Bariéry přírodní rekultivace*. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Brno.

Neústupa Z., Stalmachová B., 2006: *Modelling and Visualization of Water Ecosystems for Post-mining Landscape*. International Carpathian Control Conference ICC' 2006, Rožnov pod Radhoštěm, 29 – 31.

Novotná J., 2011: *Holistický přístup k povrchovým a podzemním vodám*. In: Brtnický M., Brtnická M., Foukalová J., Kynický J. (eds.): *Degradace a regenerace krajiny*. Mendelova univerzita v Brně, Brno: 302-307.

Ondráček V., Balon K., Čermák P., Fišera E., 1993: *Proces tvorby vodního režimu rekultivovaného povrchu Radovesické výsypky*. Báňské projekty Teplice. VÚM ochrany půdy Praha.

Papeš V., 2008: *Historická geografie Komořanského jezera*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc.

Pecharová E., 2006: *Potenciální vegetace podkrušnohorských pánví a její význam pro plánování rekultivací*. In: Regionální workshop Rekultivace a socioekonomické aspekty: projekt ReRegions.(elektronický zdroj CD). Ústí nad Labem.

Pecharová E., Martiš M., Kašparová I., & Zdražil V., 2011b: *Environmental approach to methods of regeneration of disturbed landscapes*. Journal of Landscape Studies, 4, 71-80.

Pecharová E., Svoboda I., Vrbová M., 2011a: *Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami*. Lesnická práce, s.r.o. 2011.

Pecharová E., Stalmachová B., Krása P., Franková H.: 2013: *Wetland vegetation of coal mining areas within Sokolov and Karvina region*. In International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 16.06.2013, Abena, Bulgaria. Albena, Bulgaria: 1227-1234.

Pecharová E., 2004: *Vybrané aspekty obnovy funkce krajiny narušené povrchovou těžbou hnědého uhlí*. Habilitační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Pecharová E. & Hrabánková, M. (2006): *A concept for reconstructing the post-mining region under the Lisbon strategy*. Ekologia Bratislava, 25, 194-204.

Pecharová E., & Hezina T., 2000: *Obnova přirozených biotopů na Velké podkrušnohorské výsypce*. In: EKOTREND, Trvale udržitelný rozvoj – cesta do třetího tisíciletí. Sborník z konference. České Budějovice.

Pecharová E., Hezina T., & Procházka J. 1998: *Druhotné mokřady v silně antropogenně ovlivněné krajině*. In Krajina a voda. Sborník z konference. Veselí nad Moravou, 169-173.

Pecharová E., Hezina T., Procházka J., Příklad I., & Pokorný J., 2001: *Restoration of spoil heaps in Northwestern Bohemia using wetlands*. Transformations of nutrients in natural and constructed wetlands, 129-142.

Pecharová E., Procházka J., Wotavová K., Sýkorová Z., & Pokorný J., 2004: *Obnova funkcí krajiny po těžbě hnědého uhlí*. Životné prostredie, 38(3), 151-155.

Pelikán V. et al., 1988: *Hydrogeologická měření*. SNTL - Nakladatelství technické literatury, n.p., Praha.

Petrovský V., 1993: *Komořansko – minulost a současnost*. Doly a úpravny Komořany, s.p. Aa/Print s.r.o. Lom u Mostu.

Pitter P., 1981: *Hydrochemie*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha.

Pitter P., 2009: *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT, Praha.

Pokorný J., Hesslerová P., Brom J., 2012: *Efekt vody a vegetace na denní dynamiku povrchových teplot krajinného pokryvu.* In: Rožnovský J., Litschmann T., Středa T., Středová H. (eds.): *Vláhové poměry krajiny.* Česká bioklimatologická společnost, Praha: 139-142.

Pokorný J., 2001: *Dissipation of solar energy in landscape - controlled by management of water and vegetation.* *Renewable energy*, 24(3), 641-645.

Pokorný O., 1963: *Několik poznámek k historickému vývoji Komořanského jezera.* Sborník Československé společnosti zeměpisné, 1, 52-57.

Poštolka V., 2007: *Obnova a využití krajiny po těžbě uhlí na příkladu Chomutovska a Lužice.* In: elektronický zdroj CD: *Území ovlivněné těžbou - cesty k udržitelnému rozvoji.* International conference, *Území ovlivněné těžbou uhlí - cesty k udržitelnému rozvoji.* 17.-20.4.2007 Most Czech republic.

Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi.* Calla, České Budějovice: 11-14.

Prach K., 2003: *Vegetation succession in basalt quarries: pattern over a landscape scale.* *Applied Vegetation Science*, 6: 111-116.

Prach K., 2010a: *Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů.* In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi.* Calla, České Budějovice: 7-10.

Prach K., 2012: *Výsypky po těžbě uhlí na Mostecku: potenciál spontánní sukcese pro obnovu.* In: Jongepierová I., Pešout P., Jongepier J. W., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova v České republice.* Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha: 97-98.

Prach K., Řehouňková K., Řehounek J., 2010: *Obnova míst narušených těžbou a průmyslovými deponiemi v České republice - souhrnné porovnání.* In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi.* Calla, České Budějovice. 163 – 169.

Sklenička, P., 2003: *Základy krajinného plánování,* Nakladatelství Naděžda Skleničková, Praha. 2003. 2. vydání.

Prach K., 2010b: *Výsypky.* . In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi.* Calla, České Budějovice. 15-36.

Procházka, J., Brom, J., Št'astný, J., & Pecharová, E., 2011: *The impact of vegetation cover on temperature and humidity properties in the reclaimed area of a brown coal dump.* *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 25(4), 350-366.

Procházka J., Hakrová P., Pokorný, J., Pecharová E., Hezina T., Šíma M., & Pechar L., 2001: *Effect of different management practices on vegetation development, losses of soluble matter and solar energy dissipation in three small*

sub-mountain catchments. Transformations of nutrients in natural and constructed wetlands. Backhuys, Leiden, 143-175.

Příkryl I., 2003: *Vody vznikající v souvislosti s těžbou uhlí*. Sborník konference Hnědé uhlí. Most, 94-99.

Příkryl I., 2006: *Vody vznikající v Podkrušnohoří v souvislosti s těžbou nerostů*. Sborník příspěvků XIV. konference ČLS a SLS, Nečtiny, 65–66.

Richter P., 2009: *Návrh struktury rekultivované krajiny s ohledem na obnovu krátkého vodního cyklu, zvyšování retenční schopnosti a posílení diverzity krajiny*. In: Maršálek, M., Krejčová, J., Pecharová, E. (eds.), 2009. *Krajina mladýma očima – sborník odborných a vědeckých prací studentů DSP Kostelecké Barborky 2009*. Kostelec nad Černými lesy.

Ripl, W., 1995: *Management of water cycle and energy flow for ecosystem control – the energy-transport-reaction (ETR) model*. Ecological Modelling, 78, pp. 61-76.

Ripl W., Pokorný J., Eiseltová M., & Ridgill S., 1994: *A holistic approach to the structure and function of wetlands and their degradation*. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau Publication, 32, 16-35.

Řehounek J., Hátle M., 2010: *Obnova těžebních prostorů v ČR*. In: Řehounek J., Řehouneková K., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice. 11 – 15.

Sádlo, J., & Tichý, L., 2002: *Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě*. ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády.

Sagan D., 2008: *Mines design in their natural context*. In: Berger A., 2008: *Designing the reclaimed landscape*. Taylor and Francis. London and New York.

Schultze M., Pokrandt K. H., Hille W., 2010: *Pit lakes of the Central German lignite mining district: Creation, morphometry and water quality aspects*. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 2010/40: 148-155.

Sierka, E., Molenda, T., & Chmura, D., 2009: *Environmental repercussion of subsidence reservoirs reclamation*. *Journal of Water and Land Development*, 13, 41-52.

Sierka E., Stalmachová B., Molenda T. Chmura D., Pierzchala L., 2012: *Environmental and socio-economic importance of mining subsidence reservoirs*. Ben. Praha.

Skaloš J., Pecharová E., Kašparová I., Tesařová B., Trpáková I., Brom J., Justová H., Křováková K., Nedbal V., Pechar L., Šicová P., Sixta J., Trpák P., 2012: *Strukturální a funkční změny krajiny Sokolovska (1842 and 2010)*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce s.r.o..

Skaloš, J., Berchová, K., Pokorný, J., Sedmidubský, T., Pecharová, E., & Trpáková, I., 2014: *Landscape water potential as a new indicator for monitoring macrostructural landscape changes*. *Ecological Indicators*, 36, 80-93.

Sklenička, P., & Kašparová, I., 2008: *Restoration of visual values in a post-mining landscape.* Journal of Landscape studies, 1, 1-10.

Stalmachová B., Roman D., Vojvodíková B., Neustupa Z., Labodová A., Cotič B., Doleželová L., Lacková E., Franková H., 2012: *Nejlepší praktiky v managementu brownfieldů - část B.* Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava.

Stalmachová, B., 1997: *Watered depressions as ecological phenomena in regions affected by mining activities.* In Mine planning and equipment selection 1997.

Stalmachová B., 2003: *Strategie obnovy hornické krajiny.* Technická univerzita Ostrava, Hornicko--geologická fakulta. Ostrava.

Svoboda I., 2007: *Povrchová těžba uhlí jako spoluvůrce obnovy funkce krajiny.* In: elektronický zdroj CD: Území ovlivněné těžbou - cesty k udržitelnému rozvoji. International conference, Území ovlivněné těžbou uhlí - cesty k udržitelnému rozvoji ... 17.-20.4.2007 Most Czech republic.

Svoboda, I., 2000: *Rekultivace území po těžbě uhlí povrchovým způsobem.* IUPPA, MŽP ČR, Praha , 29-31.

Svoboda, I., Pecharova, E., Prikryl, I., & Kasparova, I., 2008: *The development of future lakes in opencast mine residual pits in the Krušné Mountain region of the Czech Republic.* In Proceedings 10th IMWA Congress, N. Rapantova and Z. Hrkal (eds). 2-5.

Štýs S., 1981: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin.* SNTL - nakladatelství technické literatury, Praha.

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

Ticháčková J., 2011: *Složení a charakteristika výsypkových vod.* In: Maršálek M., Berchová K. et Pecharová E. (eds.): *Náhledy do aplikované ekologie - sborník odborných a vědeckých prací studentů DSP Kostecké Barborky 2011,* Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o..

Ticháčková, J., 2012: *Malé vodní toky a nádrže - možnost zlepšování kvality výsypkových vod.* In: Maršálek, M., Tesařová, B. et Pecharová, E. (eds.), 2012. *Náhledy do aplikované ekologie – sborník odborných a vědeckých prací studentů DSP Kostecké Barborky 2012.* Kostelec nad Černými lesy, ISBN 978-80-7458-034-5.

Tichánek F., 2015: *botanika.bf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/Tichanek.pdf.* Online.

Tropek R., Kadlec T., Hejda M., Kocarek P., Skuhrovec J., Malenovsky I., Vodka S., Spitzer L., Banar P., Konvicka M., 2012: *Technical reclamations are wasting the conservation potential of post-mining sites. A case study of black coal spoil dumps.* Ecological Engineering. 43, 13-18.

Vojar J., 2006: *Colonization of post-mining landscapes by Amphibians: a review.* - Scientia Agriculturae Bohemica 37. 35-40.

Vojar J., 2007: *Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana.* Doplněk k metodice č. 1. Českého svazu ochránců přírody. ZO ČSOP Hasina, Louny.

Vojar J., Doležalová J., Solský M., 2012: *Hnědouhelné výsypky - nová příležitost (nejen) pro obojživelníky.* Péče o přírodu a krajinu. 3/2012: 8-11.

VRÁBLÍKOVÁ, J., 2010: *Rekultivace území po těžbě uhlí na příkladu severních Čech.* Životné Prostredie, 44(1), 24.

Wiegleb, G., & Felinks, B., 2001: *Primary succession in post - mining landscapes of Lower Lusatia - chance or necessity.* Ecological Engineering, 17(2), 199-217.

Zavadil V., (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi.* Calla, České Budějovice: 163-168.

Zdráhala J., 2013: *Inventarizace vodních ploch Velké Podkrušnohorské výsypky.* Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.

Ostatní zdroje

Báňské projekty Teplice, 1959: *General rekultivace Severočeské hnědouhelné pánve,* Svazek II problematika rekultivace SHR.

Vojar J., 2010: *Data z průzkumu pinek z Kopistské výsypky,* nepublikováno.

Nařízení Ústeckého kraje č. 11/2013 o zřízení Přírodní památky Kopistská výsypka a stanovení jejich bližších ochranných podmínek.

ČSN 75 7342 Kvalita vod - Stanovení teploty.

ČSN ISO 10523 Jakost vod - Stanovení pH.

ČSN EN 1622 Jakost vod - Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN).

ČSN ISO 5667-4 Jakost vod - Odběr vzorků. Část 4: Pokyny pro odběr vzorků z vodních nádrží.

ČSN 83 0530-5 Chemický a fyzikální rozbor povrchové vody - Stanovení pachu.

Internetové zdroje

<https://www2.fiedler-magr.cz/index2.php>

http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_srazky&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_srazky

http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_teploty

<http://gis.mesto-most.cz/mostdominulosti/index.html>

<http://www.garmin.cz/produkty/sport/cyklisticke-gps/dakota-serie/dakota-10-cyklo.html>)

<http://www.cnascientific.com/wp-content/gallery/glassware/lw-beaker-250web.jpg>

Wikipedia, http://cs.wikipedia.org/wiki/Barevn%C3%A9_spektrum, cit. 30.03.2015

http://www.canon.cz/Support/Consumer_Products/products/cameras/Digital_Compact/Digital_IXUS_series/Digital_IXUS_960_IS.aspx

Conrad, 2015: Návod k obsluze - Kombinovaný tester „HI 98129“, Conrad, online: http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120770-an-01-cs-Kombinovany_tester.pdf, cit. 30.03.2015.

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Přehled technicky rekultivovaných ploch a oblastí bez technické rekultivace na výsypkách SHP (zpracováno podle: Doležalová et al. 2012). Červeně zvýrazněná řešená výsypka.

Tab. č. 2: Výkon na skrývce na odpracovanou směnu (zpracováno z Petrovský 1993)

Tab. č. 3: Krajinný pokryv na Kopistské výsypce (zpracováno z Lipský 2007b)

Tab. č. 4: Stupně intenzity pachu (zpracováno z Pelikán et al. 1988)

Tab. č. 5: Průměrné hodnoty srážek a teplot v období odběrů a pěti dní před jednotlivými odběry (zpracováno z www2.fiedler-magr.cz)

Tab. č. 6: Územní srážky v Ústeckém kraji v roce 2010 (zpracováno z portal.chmi.cz)

Tab. č. 7: Územní teploty v Ústeckém kraji v roce 2010 (zpracováno z portal.chmi.cz)

Tab. č. 8: Porovnání konduktivity odebraných vzorků z vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Tab. č. 9: Porovnání pH odebraných vzorků z vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Tab. č. 10: Odchyly v naměřených hodnotách pH a konduktivity z roku 2010 a 2014 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Schéma energetické bilance zdravé krajiny a krajiny s narušeným vodním cyklem podle Pokorného a Ripla, (1996) modifikováno na výsypkové ekosystémy (Pecharová et al. 2011a).

Obr. č. 2: Modelový předpoklad vývoje krajiny Podkrušnohoří v prostoru bývalého Komořanského jezera, dnes dobývacího prostoru lomu Československé armády. Zdůrazňuje změny od posledního glaciálu s podtržením souvislostí a důsledků rušivého vlivu člověka (Pecharová 2004)

Obr. č. 3: Tok vody a látek vegetací a půdou (Rippl et al. 1994)

Obr. č. 4: Proměny zájmového území vlivem odkluzu zemin z dolu Obránců míru v čase. Zeleně vyznačena současná hranice řešeného území. (zpracováno z gis.mesto-most.cz)

Obr. č. 5: Koloběh vody a odtok látek v průběhu jednotlivých stádií vývoje krajiny počínaje dobou posledního zalednění (Rippl et al. 1994)

Obr. č. 6: Zákres Komořanského jezera z let 1832 a 1882 (Muzeum Most)

Obr. č. 7: Znárodnění EVL Natura 2000 Kopistské výsypky a vyznačení zájmového území (zpracováno z gis.mesto-most.cz)

Obr. č. 8: Měřicí přístroj Dakota 10 (www.garmin.cz)

Obr. č. 9: Měřicí přístroj Hanna Combo HI 98129 (www.produktinfo.conrad.com)

Obr. č. 10: Nádoba na odběr vzorků (www.cnascientific.com)

Obr. č. 11: Fotoaparát použitý pro pořízení fotodokumentace VP (www.canon.cz)

Obr. č. 12: Vzor evidenční karty pro zaznamenávání dat v terénu a vzor evidenční karty pro databázi vodních ploch

Obr. č. 13: Vodní plochy identifikované v roce 2014

Obr. č. 14: Teplota vzduchu ve dnech odběru vzorků vody (zpracováno dle fiedler-magr.cz)

Obr. č. 15: Teplotní škála odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 16: Hodnoty pH odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 17: Konduktivita odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 18: Barva odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 19: Barva odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 20: Intenzita pachu odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 21: Intenzita pachu odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 22: Druh pachu odebraných vzorků vody vodních ploch identifikovaných v roce 2014

Obr. č. 23: Vodní plochy identifikované v roce 2014 a v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Obr. č. 24: Vodní plochy identifikované v roce 2014 a neidentifikované v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Obr. č. 25: Vodní plochy identifikované v roce 2014 a současně identifikované v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Obr. č. 26: Porovnání naměřených konduktivit odebraných vzorků vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Obr. č. 27: Porovnání pH odebraných vzorků vodních ploch identifikovaných v roce 2014 i v roce 2010 (Vlastní data a data Vojar 2010)

Obr. č. 28 Vodní plocha č. 42 - nejhezčí plocha

10. Přílohy

Příloha č. 1: Evidenční karty VP

Příloha č. 2: Sumarizace dat

Příloha č. 3: Foto VP

Příloha č. 4: Výstupy z ArcGIS

Příloha č. 5: Data MS ČZU FŽP Duchcov

11. Datový nosič - DVD