



UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM



ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY
AV ČR

Metodika:

Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší,
ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické
rekultivace hnědouhelných lomů

Metodika je výsledkem řešení projektu č. TA01020592 „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“ řešeného s podporou Technologické agentury ČR v letech 2009-2014.

Obsah

I)	Úvod.....	2
II)	Cíl metodiky.....	5
III)	Vlastní popis metodiky	7
III. 1.	Mikroklima.....	7
III. 2.	Kvalita ovzduší.....	16
III. 3.	Ekosystém vody	19
III. 4.	Flóra a fauna.....	24
III. 5.	Pedologie.....	29
IV)	Srovnání „novosti postupů	30
V)	Popis uplatnění Certifikované metodiky	32
VI)	Ekonomické aspekty	33
VII)	Seznam použité související literatury.....	33
VIII)	Seznam publikací, které předcházely metodice	37

Seznam příloh

- Příloha A - Příklad analýzy vlivu vodní nádrže na mikroklima
- Příloha B – Model ALAKE
- Příloha C – Program ALAKE-T-BATCH
- Příloha D – Program ALAKE-T-VIEW
- Příloha E – Formát zápisu grd souborů
- Příloha F – Vliv nové vodní nádrže na teplotu vzduchu v okolí v nerovinatém terénu
- Příloha G – Program ALAKE-H-BATCH
- Příloha H – Program ALAKE-H-VIEW
- Příloha I – Vliv nové vodní nádrže (NVN) na rychlost větru v rovinném a nerovinném terénu
- Příloha J – Zoologie – případová studie – Jezero Most
- Příloha K – Flóra – případová studie – Jezero Most
- Příloha L – Hydrobiologický monitoring jezera Most zaměřený na fytoplankton
- Příloha M – K pedologické části metodiky

I) Úvod

Vznik nových vodních nádrží zejména jako způsob zahlazování následků těžby nerostných surovin (obecně) je aktuální problém, který v současné době i bližší budoucnosti velmi úzce souvisí s postupným, plánovaným ukončováním těžby v hnědouhelných povrchových lomech a jejich následnou rekultivací. Vedle řady hydrických rekultivací menšího rozsahu lze cca do roku 2050 předpokládat v oblasti mostecké pánve 4 rozsáhlé rekultivační akce, kdy plocha budoucích jezer ve zbytkových jamách povrchových lomů přesáhne plochu jezera Most. Půjde o jezero ČSA (předpoklad cca 700 ha), jezero Šverma-Vršany (předpoklad 467 ha), jezero Libouš (předpoklad 1083 ha) a jezero Bílina (předpoklad 1050 ha) [1,2,3]. Údaje o ploše těchto vodních nádrží, budoucích jezer se dle různých pramenů částečně liší a lze předpokládat jejich postupné upřesňování (zejména v případě povrchového lomu ČSA).

O budoucí úpravě břehů a postupu rekultivace lze dnes uvažovat na základě současné situace povrchových lomů a hodnocení vrtných jader jádrových vrtů realizovaných v jejich předpolí. V případě povrchových lomů Libouš a ČSA je nadložní masiv tvořen jílovitými vrstvami podobně jako v případě bývalého lomu Ležáky (jezero Most). Povrchové lomy Bílina a Vršany – Šverma jsou stratigraficky značně odlišné a vzhledem k výraznému vývoji písčitých meziložních vrstev budou klást podstatně vyšší nároky na minerální těsnění. V tabulce 1 jsou uvedeny základní parametry vznikajících a budoucích jezer ve zbytkových jamách povrchových dolů v severočeské a sokolovské pánvi.

Tab. 1 Přehled základních parametrů vznikajících a budoucích jezer ve zbytkových jamách povrchových dolů v severočeské a sokolovské pánvi [1]

povrchový důl	kóta hladiny [m. n.m.]	plocha hladiny [ha]	objem vody v jezeru [mil. m ³]	délka břehové linie [m]	maximální hloubka [m]
Chabařovice	145,7	252,2	35,6	8746	25
Bílina	200,0	930,3	706,1	14350	200
Most-Ležáky	199,0	311,1	70,5	9815	75
ČSA	180,0	682,6	273,9	13540	130
Vršany-Šverma	206,0	263,5	44,8	6860	40
Nástup	275,2	940,1	235,7	16410	76
Medard-Libík	400,0	495,8	119,0	12441	50
Jiří-Družba	397,0	1312,3	514,9	19200	93

Kromě toho se uvažuje i v budoucnu o budování nových vodních nádrží pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou či k rekreaci nebo jako ochrana před povodněmi (např. vodní nádrž Nové Heřminovy).

Nově vzniklá vodní nádrž způsobuje změnu orografie a charakteristik povrchu v dané lokalitě. Nastalé změny spočívají především v odlišných teplotních vlastnostech zemského povrchu (tepelná kapacita, tepelná vodivost), odlišné drsnosti zemského povrchu a odlišném albedu vody oproti půdnímu povrchu. Tyto změny ovlivňují okolní atmosféru a projevují se především ve změně teploty a vlhkosti, ale mohou ovlivnit i další meteorologické veličiny v okolí nádrže. V souvislosti se vznikem vodní nádrže dochází ke změně terénního reliéfu, a

tím dochází ke změnám v proudění vzduchu, které přispívají ke změně teplotních a vlhkostních poměrů.

I když hydrická rekultivace lomů není nová technika zahlazování důsledků těžby, v odborné literatuře existuje jen málo prací řešících vliv velké vodní plochy na lokální klima. Naprostá většina prací se soustřeďuje na vliv velkých vodních ploch na srážky. Studii, která se zabývá vlivem zaplaveného lomu v Lužici ve východním Německu, publikoval Conradt et al. v roce 2007 [4]. Jejím cílem bylo kvantifikovat vliv jezerní plochy na četnost a intenzitu srážek v blízkém okolí. Tento výzkum byl založen na analýze naměřených hodnot a konstatoval určitý nárůst celkového množství srážek. V české studii Klimánek (2004) [5] zkoumal klimatologický účinek Novomlýnských vodních nádrží na srážky pomocí měření srážek pořízených v letech 1971 až 2001. Tato studie také došla k závěru, že vodní nádrže zvýšily množství srážek. Podobný postup byl aplikován v práci Zhang et al. (2011), která použila dlouhou řadu měření srážek z období 1958 až 2008 a posuzovala změny srážek v blízkosti přehrady Tři soutěsky v Číně [6]. Získané výsledky na rozdíl od výše uvedených prací žádný detekovatelný nárůst srážek neukázaly [6,7].

Vlivem vodní plochy na klima se zabývala práce Longa et al. (2007) [8], která zkoumala vliv velkých kanadských jezer (Velkého otročího a Velkého medvědího jezera) na klima za pomoci klimatického regionálního modelu Canadian Regional Climate Model [9] oceánského modelu Princeton Ocean Model [10]. Výsledky ukázaly na významný vliv těchto rozsáhlých vodních ploch na teplotní i vodní bilanci v regionu, přičemž konstatovaly snížení teploty vzduchu a toků latentního tepla v letním období a zvýšení teploty vzduchu a teplotních toků na podzim. Tato studie se však zabývá mnohem většími vodními plochami a její výsledky jsou tedy těžko v našich podmínkách aplikovatelné.

Také vliv vodní plochy vzniklé ve zbytkových jámách povrchových lomů na imisní situaci v jejich blízkém okolí (a okolních sídlech) nebyl dosud v odborné literatuře systematicky popsán. V ČR v současné době neexistuje platná metodika pro stanovení vlivu nové vodní nádrže na mikroklima a podklady pro EIA se připravují na základě subjektivního expertního zhodnocení. Jako příklad lze uvést podklady pro EIA pro projekt jezera Most **(příloha A)**.

V obecné rovině jsou dnes monitorovány koncentrace vybraných polutantů v ovzduší v souladu s platnou legislativou (PM_{10} , vybrané aromatické a polyaromatické uhlovodíky, ozon, sulfan, amoniak), ale zda vůbec a jakým způsobem rozsáhlá vodní plocha vzniklá po povrchové těžbě nerostných surovin tyto koncentrace lokálně ovlivní i v návaznosti na novou, přetvořenou geomorfologii terénu a s tím související proudění vzdušných mas, nebylo v ČR dosud řešeno či sledováno. Klíčovým parametrem znečištění ovzduší je v současné době prašnost, tj. koncentrace prachových aerosolových částic frakce PM_{10} v ovzduší, která se stává celorepublikovým problémem a je nejvyšší v oblastech, v nichž je lokalizována hlavně průmyslová činnost a těžba nerostných surovin prováděná povrchovým způsobem, tj. v podstatě v místech, kde se plánuje vznik velkých vodních ploch ve zbytkových jámách po povrchové těžbě. Ani tento vliv vodní plochy na prašnost nebyl dosud v literatuře popsán a vyhodnocen.

Hydrický způsob rekultivace jam (ploch) vzniklých po těžbě surovin je v současné době velmi populární a jako způsob rekultivace stále častěji realizován. Jednotlivé, takto rekultivované plochy mají zcela specifické a individuální podmínky, kterými je např.

morfologie, materiál budoucího dna, charakter vlastního povodí, kvalita vody, klimatické podmínky, biocenózy apod. [11,12]. Ve své podstatě je možné říct, že i přesto s hydricky rekultivovanými plochami není dostatek zkušeností. Osud nádrží se v mnoha případech začal řešit až poté, co byla voda napuštěna [13]. Monitoring lokalit nebyl většinou ucelený, probíhal s odstupem času a v některém případě nebyla a nejsou k dispozici data o vývoji lokality a sukcesi společenstev [14]. Proto je potřebný trvalý monitoring vznikajících i stávajících hydricky rekultivovaných ploch. Monitoring během napouštění a následně během využívání nádrží je nutný k předcházení projevů řady negativních vlivů vyplývajících ze specifických podmínek vzniku těchto jezer [15,16]. Hydrobiologický průzkum aktuálně napouštěného jezera Most, na místě zbytkových jam po těžbě, je významným monitoringem, který podchycuje stav lokality jezera za jeho soustavného napouštění.

Vlastní vývoj kvality vody v nádržích zbytkových jam po povrchové těžbě nerostných surovin (zejména uhlí) je ovlivňován působením velkého množství vnitřních i vnějších faktorů, jejichž závažnost je odlišná, proto je důležitý jejich pravidelný monitoring. Požadovaná výsledná kvalita vody v jezerech zbytkových jam bude ohrožována hlavně možnostmi jejího nadměrného zakyselení a eutrofizací, u některých menších neprůtočných jezer i možnostmi jejího zasolení. V případě zatápěných jezer v Severočeské hnědouhelné pánvi lze riziko acidifikace pokládat za minimální, protože k napouštění jezer jsou převážně používány povrchové vody z říčních toků. Přesto je třeba systematicky sledovat řadu kvalitativních parametrů jakosti vody, zejména výsledky hydrobiologického monitoringu (ve smyslu vyššího počtu fototrofních organismů, vyšší koncentrace chlorofylu-a, snížení průhlednosti, apod.), které mohou být výrazně ovlivněny nejen ukončením napouštění zbytkových jam vodou, ale také výkyvy v povětrnostních podmínkách a počasí (delší zima, výkyvy teplot, zvýšený podíl srážek, přivalové deště). Vytvoření metodiky pro tyto účely je i z hlediska budoucího dominantního způsobu hydrické rekultivace zbytkových jam povrchových lomů a revitalizace tohoto nově vzniklého krajinného prvku pro jeho budoucí využití jednoznačně žádoucí.

Také kvalitativní a kvantitativní vyhodnocení vývoje flory a fauny nově vzniklých vodních ploch ve zbytkových jámách povrchových lomů a jejich bližšího okolí nebylo dosud příliš rozsáhle publikováno, a to právě s ohledem na nutnost dlouhodobého a časově náročného výzkumu těchto lokalit. Některé studie (jak české, tak evropské) se zaměřují zejména na změny v početnosti jednotlivých druhů vodních ptáků [17,18,19], další studie se pak věnují konkrétním lokalitám v okolí jezera Milada, které vzniklo hydrickou rekultivací zbytkové jámy povrchového lomu Chabařovice (u Ústí nad Labem) [14,20,21,22]. Časové změny druhové pestrosti rostlinných a živočišných druhů vyskytující se v okolí nové vodní plochy a jejich vývoj ve vazbě na postupné napouštění vodní plochy, její velikost a členitost břehové linie i na stabilizaci vznikajícího ekosystému jsou pro budoucí využití těchto ploch klíčové.

Tyto atributy jsou však jednoznačně determinovány kvalitou technické rekultivace břehů vodních ploch ve zbytkových jámách povrchových lomů a systematickým sledováním charakteristik jednotlivých typů rekultivačních zemín a hornin použitých k úpravě a sanaci terénu jak břehové linie, tak bližšího okolí vodní plochy a to i z hlediska protierozní odolnosti a stability tvarovaných (vytvořených) svahů.

Nové vodní nádrže (plochy) vznikající ve zbytkových jámách povrchových lomů v rámci hydrického způsobu rekultivace jsou a v budoucnu jistě budou lokalitami s uměle vzniklými biotopy, které by se však měly postupně stát trvalými stanovišti řady rostlinných a živočišných druhů s vysokou přírodní hodnotou a druhovou pestrostí (diverzitou) v návaznosti na budoucí využití lokalit. Vytvoření komplexní metodiky za účelem kvantifikace ekologických dopadů hydrické rekultivace povrchových hnědouhelných lomů na budoucí revitalizaci nových vodních ploch (nádrží) jako nově vzniklého krajinného prvku je pro jejich budoucí využití jednoznačně žádoucí a potřebné. Proto jsou v této metodice navrženy i konkrétní aktivity v jednotlivých oblastech životního prostředí, které jsou využitelné v obecnější rovině pro další vodní plochy, které budou vznikat ve zbytkových jámách povrchových lomů po ukončení jejich těžby. Metodika přispěje také k poznání pozitivního významu nových vodních ploch vzniklých hydrickou rekultivací zbytkových jam povrchových lomů pro ochranu přírody, pro revitalizaci krajiny a zahlazování následků po těžbě nerostných surovin.

Metodika je jedním z výsledků řešení výzkumného projektu č. TA01020592 „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“ řešeného s podporou Technologické agentury ČR v letech 2009-2014.

II) Cíl metodiky

Předložená metodika si na základě systematického výzkumu, sledování a vyhodnocení výsledků získaných v lokalitě jezera Most vzniklého ve zbytkové jámě povrchového lomu Ležáky klade za cíl kvantifikovat dopady hydrické rekultivace hnědouhelných povrchových lomů na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v okolí nově vzniklých vodních nádrží (ploch). Z hlediska výše uvedených dopadů a jejich kvantifikace jsou identifikovány následující dílčí cíle metodiky:

- mikroklima
Cílem meteorologické části metodiky je poskytnout návod a nástroje pro získání kvantitativního odhadu vlivu nové vodní nádrže na mikroklima. Metodika si klade za cíl, aby byla použitelná ve většině oblastí ČR a především v Podkrušnohorské pánvi, kde je plánována masivní hydrická rekultivace vytěžených hnědouhelných lomů.
- kvalita ovzduší
Při hydrické rekultivaci se významně změní struktura pokryvu povrchu lokality z holého povrchu na vodní plochu (jezero) a ozeleněné okolí, což může mít za určitých meteorologických podmínek významný vliv na změnu mikroklimatu. Dílčím cílem metodiky je odhadnout vliv změny mikroklimatu v okolí vodní nádrže na změnu lokální imisní situace. K ovlivnění imisní situace v tomto případě nedochází v důsledku zvýšení emise znečišťujících látek, ale v důsledku lokálních vlivů, které ovlivňují dobu trvání nepříznivých rozptylových podmínek a tím i prodloužení doby trvání vyšších úrovní expozice a další kumulace polutantů. K tomu dochází převážně při zhoršených rozptylových podmínkách, které trvají pouze část dne (zejména noční a ranní hodiny). Ve zbylé části dne, zejména při slunečném počasí se inverzní vrstva rozpustí a polutanty

nakumulované v době zhoršených rozptylových podmínek se rozptýlí. Za určitých meteorologických podmínek může jezero ovlivňovat v přízemní vrstvě atmosféry (do výšky 20 až 80 m nad povrchem) poměr mezi dobou trvání zhoršených a dobrých rozptylových podmínek. V nepříznivé variantě pak může docházet ke zkrácení doby provětrávání lokality, a tím i zvýšení expozice škodlivým látkám nad limitní úroveň. Vliv je charakterizován meteorologickými podmínkami, při kterých lze předpokládat ovlivnění lokální imisní situace vzhledem k okolí.

- ekosystém vody

Dílčím cílem metodiky je sledování vybraných biologických složek kvality vody, které přispějí k hodnocení ekologického potenciálu umělých vodních útvarů v kategorii jezero dle rámcové směrnice v oblasti vodní politiky 2000/60/ES. Stěžejní je v tomto případě sledování fytoplanktonu, který je velmi citlivý na změny v prostředí, zejm. pokud jde o jeho zastoupení, přítomné fyziologické skupiny, abundanci, objemovou biomasu apod. Díky této bioindikaci lze předcházet některým negativním projevům, jako je např. eutrofizace. Kromě toho je v metodice obecně navrženo i sledování dalších prvků biologické kvality včetně způsobu jejich odběru s odkazy na platnou legislativu.

- flora a fauna

Dílčím cílem metodiky je kvalitativní a kvantitativní zhodnocení vývoje flory (hl. ze skupiny cévnatých rostlin) a fauny (hl. skupiny ptáků) nově vznikajícího jezera (Most) ve zbytkové jámě povrchového lomu. V části věnované fauně se pak navržená metodika soustředí na stanovení faktorů, ovlivňujících celkovou diverzitu živočichů a hodnotí celkový význam tohoto umělého vodního útvaru zejména z hlediska ochrany ptáků.

Část metodiky, věnovaná floře, zejména cévnatým rostlinám, se soustředí na vyhodnocení druhového bohatství rostlinného pokryvu v lokalitě a na intenzitu a úspěšnost pronikání vybraných vzácných, ohrožených a invazních druhů rostlin na biotopy vzniklé různými způsoby rekultivace. Na základě vyhodnocení jsou doporučeny konkrétní aktivity tak, aby se uměle vzniklé biotopy staly bez velkých následných nákladů trvalými stanovišti i pro vybrané vzácné a ohrožené rostliny s relativně vysokou přírodní hodnotou a přírodě blízkým porostům.

- pedologie

Dílčím cílem metodiky je zhodnocení pedologických a stabilitních podmínek břehu a svahů, které bylo realizované v rámci výzkumného projektu jezera Most, a navržení optimálního způsobu jejich rekultivace, případně ověření úspěšnosti rekultivačních prací realizovaných před zahájením výzkumu. Navržená metodika se soustřeďuje na základní pedologické mapování zájmového území, jeho rozčlenění na relativně homogenní celky, zmapování jednotlivých fytotoxických a sterilních oblastí, zjištění případných škodlivin v půdách s důrazem na přítomnost rizikových stopových prvků a hodnocení stabilitní situace. Na základě tohoto průzkumu je doporučen optimální způsob rekultivace. Navrhovaná metodika by měla být univerzálně využitelná při plánování pedologického průzkumu a následné rekultivace břehu a svahů budoucích, podstatně větších vodních nádrží realizovaných ve zbytkových jámách povrchových lomů.

III) Vlastní popis metodiky

Popis metodiky je rozčleněn na jednotlivé části, které korespondují s konkrétními, výše uvedenými dílčími cíli tak, aby kvantifikace dopadů hydrické rekultivace hnědouhelných povrchových lomů na jednotlivé složky životního prostředí, tj. na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v okolí nově vzniklých vodních nádrží (ploch) byla jednoznačná a dostatečně průkazná.

III.1. Mikroklima

Popis metodiky je rozdělen na vliv nové vodní nádrže na teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu, rychlost větru, výskyt mlhy a srážky. Podrobné zdůvodnění postupů aplikovaných v metodice není součástí hlavního textu, ale je uvedeno v přílohách.

III. 1.1 Vliv nové vodní nádrže na teplotu vzduchu v okolí

Vliv nové vodní nádrže je počítán ve dvou krocích. V prvním kroku se předpokládá, že okolí jezera je zcela ploché. V druhém kroku se pak provedou zjednodušené opravy na konkrétní orografii v okolí jezera.

III.1.1.1 Vliv nové vodní nádrže na teplotu okolí pro rovinatý terén

Pro odhad vlivu nové vodní nádrže na okolní teplotu byl vyvinut zjednodušený statisticko-fyzikální model ALAKE (viz **příloha B**), na jehož základě vznikl software ALAKE-T-BATCH, který v dávkovém režimu, tj. postupně pro zadané termíny, počítá změnu teploty nad vodní plochou a v jejím okolí pro konkrétní vstupní údaje popsané níže a zároveň počítá základní statistiky teplotních změn pro soubor vstupních dat (viz tabulka III-2). Změna teploty vzduchu odpovídá hodnotě ve standardní výšce 2 m nad zemským povrchem. Vypočtené výsledky pomocí ALAKE-T-BATCH jsou graficky zobrazeny softwarem ALAKE-T-VIEW. Tento software zobrazuje plošné charakteristiky změny teploty vzduchu.

ALAKE-T-BATCH

Pro aplikaci software ALAKE-T-BATCH jsou nezbytná následující data:

- Topografická data
Souřadnice obvodu vodní nádrže zadané jako v xml dokumentu podle GPX 1.1 Schema Documentation - viz <http://www.topografix.com/GPX/1/1/>. K vytvoření tohoto souboru lze využít webový portál mapy.cz (www.mapy.cz). Volbou „Plánování a měření trasy“ a následnou volbou „Ruční měření“ se nakliká trasa po obvodu jezera (poslední a první bod se nespojují) a zvolí se „Uložit trasu - volba GPX“. Vzniklý soubor je vstupem programu ALAKE-T-BATCH.
- Meteorologická data
Meteorologická data se skládají z časových řad naměřených dat uvedených v tabulce III-1 pro jednotlivé termíny. Data z jednotlivých termínů mají stejnou váhu a časový rozsah dat včetně jejich reprezentativnosti z hlediska typických hodnot pro zadané místo ovlivňují odhad vlivu nové vodní nádrže na lokální teplotu. Zde se doporučuje využít měření z nejbližší meteorologické stanice, která je umístěna v obdobných klimatických podmínkách jako nová vodní nádrž, za období 2 či více let. Není

nezbytné využít všechna data, ale je třeba, aby použitá data dobře reprezentovala variabilitu místních podmínek.

- Data o teplotě vody

Pro výpočet vlivu nové vodní nádrže na lokální teplotu je nezbytná znalost teploty vody ve směšovací vrstvě, která se definuje jako vrstva vody, která se nachází těsně pod hladinou a jejíž teplota se nemění s hloubkou. Tloušťka směšovací vrstvy se mění během roku a dosahuje od přibližně 10 cm v létě až do několika metrů v zimě.

Při plánování nové vodní nádrže nejsou tyto údaje k dispozici. Existují 2 způsoby, jak je získat:

- Lze použít naměřená data na vodní nádrži, která má obdobné charakteristiky jako plánované vodní nádrže. Je třeba, aby obě vodní nádrže měly podobnou nadmořskou výšku a obdobnou velikost vodní plochy. Existují i další charakteristiky, které ovlivňují teplotu směšovací vrstvy, avšak ty jsou méně významné a ve většině praktických aplikací na území ČR je možné je zanedbat. Jsou to hloubka nádrže, průsvitnost vody a další.
- Lze použít simulovaná data pomocí modelu FLAKE [23], který simuluje časový vývoj teploty vody v jezeře na základě interakce s okolní atmosférou a jejím vývojem v čase. Pomocí tohoto modelu lze počítat teplotu vody i pro fiktivní neexistující vodní nádrž, pokud je znám její rozměr a hloubka a další parametry, které jsou však méně důležité. Postupuje se následujícím způsobem:
 - Určí se subjektivně počáteční profil teploty vody v nové vodní nádrži. Tento subjektivní odhad není zásadní pro celkový výsledek.
 - Spustí se model FLAKE a integruje se v čase, přičemž se využívají skutečně naměřené charakteristiky atmosféry v místě nebo v okolí nové vodní nádrže.
 - Výsledky integrace modelu jsou ovlivněné počátečními daty, avšak po určité době, např. po roce, již modelové výstupy na počáteční teplotě vody nezávisí a jsou ovlivněny pouze okolní atmosférou. Proto lze těmito výstupy nahradit měření teploty vody v software ALAKE-T-BATCH.
 - Naměřené hodnoty charakterizující atmosféru a vypočtenou teplotu směšovací vrstvy vody se využijí k přípravě dat (tabulka III-1) a provede se výpočet programem ALAKE-T-BATCH.

Ovládání software ALAKE-T-BATCH a způsob výpočtu je popsán v **příloze C**.

Tabulka III-1. Popis vstupních dat pro software ALAKE-T-BATCH. Data jsou zapsána v ASCII formátu do souboru v 7 sloupcích. Oddělovačem sloupců je alespoň jedna mezera a při zápisu čísel se používá desetinná tečka (ne čárka).

Sloupec	Typ veličiny	Popis
1	Číslo	Číslo slouží pouze k označení konkrétního termínu a při výpočtech se nevyužívá. Doporučujeme používat označení ve tvaru RRMDDHH, kde RR je rok (2 cifry), MM je měsíc (2 cifry), DD je den (2 cifry) a HH je hodina (2 cifry).
2	Číslo	Teplota povrchu země v °C. Pokud není známa, uveďte hodnotu -999.
3	Číslo	Teplota směšovací vrstvy vody vodní nádrže v °C.
4	Číslo	Teplota vzduchu 2 m nad zemským povrchem neovlivněná vodní nádrží v °C.
5	Číslo	Relativní vlhkost vzduchu 2 m nad zemským povrchem v %.
6	Číslo	Rychlost větru v m/s ve výšce 10 m nad zemským povrchem.
7	Číslo	Směr větru ve stupních ve výšce 10 m nad zemským povrchem. Používá se meteorologický směr, 360° značí severní vítr a 270° západní vítr.

ALAKE-T-VIEW

Software ALAKE-T-VIEW zobrazuje v ploše v okolí nové vodní nádrže charakteristiky změny teploty vzniklé existencí vodní nádrže. Veškeré výstupy, které lze zobrazit, jsou uvedeny v tabulce III-2 a jsou zároveň zapsány do souborů. Způsob ovládání software ALAKE-T-VIEW je uveden v **příloze D**.

Tabulka III-2. Popis výstupních souborů software ALAKE-T-VIEW. Data jsou zapsána ve formátu popsaném v **příloze E**.

Jméno zapsaného souboru ve formátu grd	Jméno zapsaného souboru, jak se zobrazuje ve výběrovém okně programu SLAKE-T-VIEW	Popis souboru
max_sta.grd	max	Maximální kladná změna teploty (ohřátí vzduchu) v °C.
min_sta.grd	min	Maximální záporná změna teploty (ochlazení vzduchu) v °C.
prumer_sta.grd	průměr	Průměrná změna teploty v °C.
median_sta.grd	medián	Median změna teploty v °C.
q25_sta.grd	q25	25% kvantil změny teploty vzduchu v °C.
q75_sta.grd	q75	75% kvantil změny teploty vzduchu v °C.
q10_sta.grd	q10	10% kvantil změny teploty vzduchu v °C.
q90_sta.grd	q90	90% kvantil změny teploty vzduchu v °C.
„sloupec1 z tab.1“_ter.grd (viz tabulka III-1)	sloupec1 z tab. III-1	Výpočet pro daný termín, jehož název je zadán 1. sloupcem souboru popsaného v tabulce III-1.

III.1.1.2 Vliv nové vodní nádrže na teplotu okolí pro nerovinatý terén

Vliv orografie na teplotu vzduchu je velmi komplikovaný, protože je ovlivněn více faktory, které významně závisejí na konkrétním místě. Proto je třeba se omezit na obecné kvantitativní úpravy výsledků získaných pro rovinný terén. Tyto opravy byly získány na základě aplikace modelu COSMO v nerovinatém terénu pro typické situace (**příloha F**) a jsou shrnuty v tabulce III-3.

Tabulka III-3. Schematický popis vlivu tvaru orografie na teplotu vzduchu v závislosti na typu meteorologické situace. Při popisu se předpokládá, že vítr fouká zleva doprava.

Tvar reliéfu (orografie) ve směru proudění vzduchu	Typ meteorologické situace	Vliv na teplotu vzduchu
Nová vodní nádrž se nachází v údolí	Letní situace, kdy teplota vzduchu je výrazně vyšší než teplota vody.	Nad nádrží se sníží teploty vzduchu až o 1 °C, nad břehem dojde k oteplení, které může dosáhnout až okolo 0.5 °C.
Nová vodní nádrž se nachází v mělkém údolí	Zimní situace, kdy teploty vzduchu, vody a zemského povrchu jsou podobné.	Vliv na teplotu je minimální.
Nová vodní nádrž se nachází v údolí	Zimní situace, kdy teploty vzduchu, vody a zemského povrchu jsou podobné.	Dojde k navýšení teploty vzduchu v okolí pravého břehu nové vodní nádrže.
Na pravém břehu je zvýšená orografie	Letní situace, kdy teplota vzduchu je výrazně vyšší než teplota vody.	Dojde k minimálnímu ovlivnění teploty vzduchu nad hladinou, ale zřetelně se redukuje ochlazení (až o 2 °C) za vodní nádrží.
Na pravém břehu je zvýšená orografie	Zimní situace, kdy teploty vzduchu, vody a zemského povrchu jsou podobné.	Dojde ke zvýšení teploty vzduchu nad pravou částí vodní nádrže a nad pravým břehem, a to až o 1 °C.
Na pravém břehu je zvýšená orografie	Letní situace, kdy teplota vzduchu je výrazně vyšší než teplota vody.	Na levém břehu a nad vodní nádrží v blízkosti levého břehu se zmenšuje ochlazení vzduchu až o 1 °C.
Na pravém břehu je zvýšená orografie	Zimní situace, kdy teploty vzduchu, vody a zemského povrchu jsou podobné.	Na pravém břehu a nad vodní nádrží blízko pravého břehu dojde k mírnému snížení teploty vzduchu (do 0.5 °C).

III.1.2 Vliv nové vodní nádrže na vlhkost vzduchu v okolí

Při výpočtu vlivu nové vodní nádrže na vlhkost vzduchu byl vytvořen obdobně jako v případě teploty statisticko-fyzikální model ALAKEH, na jehož základě vznikl software ALAKE-H-BATCH a ALAKE-H-VIEW. ALAKE-H-BATCH v dávkovém režimu, tj. postupně pro zadané termíny, počítá změnu měrné vlhkosti nad vodní plochou a v jejím okolí pro konkrétní vstupní údaje a zároveň počítá základní statistiky změn měrné vlhkosti pro

soubor vstupních dat (viz tabulka III-4). Změna měrné vlhkosti vzduchu odpovídá hodnotě ve standardní výšce 2 m nad zemským povrchem. Vypočtené výsledky pomocí ALAKE-H-BATCH jsou graficky zobrazeny softwarem ALAKE-H-VIEW, který zobrazuje plošné charakteristiky změny měrné vlhkosti vzduchu nad novou vodní nádrží a v okolí. Zcela obdobně jako v případě teploty model ALAKEH byl vyvinut pro plochý terén a vliv orografie je následně diskutován.

Při studiu vlivu nové vodní nádrže na vlhkost vzduchu je zásadní otázkou, jakou charakteristiku vlhkosti zvolit. V našich výpočtech je používána měrná vlhkost, která udává množství páry v g v 1 g suchého vzduchu. Druhou možností je pracovat s relativní vlhkostí. Relativní vlhkost je však silně závislá na teplotě vzduchu a nelze ji analyzovat bez znalosti teploty vzduchu. Proto jsme zvolili měrnou vlhkost.

III.1.2.1 Vliv nové vodní nádrže na vlhkost vzduchu v okolí pro plochý terén

K odhadu vlivu nové vodní nádrže na vlhkost vzduchu se používají dva softwary ALAKE-H-BATCH a ALAKE-H-VIEW.

ALAKE-H-BATCH

Pro aplikaci software ALAKE-H-BATCH jsou použita totožná data jako v případě softwaru ALAKE-T-BATCH a způsob použití programu je rovněž analogický. Ovládání software ALAKE-H-BATCH je popsáno v **příloze G**.

ALAKE-H-VIEW

Software ALAKE-H-VIEW zobrazuje v ploše v okolí nové vodní nádrže charakteristiky změny měrné vlhkosti vzniklé existencí této nádrže. Veškeré výstupy, které lze zobrazit, jsou uvedeny v tabulce III-4 a jsou zároveň zapisovány do souborů. Formát zápisu a způsob ovládání software ALAKE-H-VIEW je obdobný jako v případě softwaru ALAKE-T-VIEW a jsou uvedeny v **příloze H**.

Tabulka III-4. Popis výstupních souborů software ALAKE-H-VIEW. Data jsou zapsána ve formátu popsaném v **příloze E**.

Jméno zapsaného souboru ve formátu grd	Jméno zapsaného souboru, jak se zobrazuje ve výběrovém okně programu ALAKE-H-VIEW	Popis souboru
max_sta.grd	max	Maximální kladná změna měrné vlhkosti v g/g
min_sta.grd	min	Maximální záporná změna měrné vlhkosti (ochlazení vzduchu) v g/g
prumer_sta.grd	průměr	Průměrná změna měrné vlhkosti v g/g
median_sta.grd	medián	Median změna měrné vlhkosti v g/g
q25_sta.grd	q25	25% kvantil změny měrné vlhkosti vzduchu v g/g
q75_sta.grd	q75	75% kvantil změny měrné vlhkosti vzduchu v g/g
q10_sta.grd	q10	10% kvantil změny měrné vlhkosti vzduchu v g/g
q90_sta.grd	q90	90% kvantil změny měrné vlhkosti vzduchu v g/g
1sloupec_ter.gtd	1sloupec	Výpočet pro daný termín, jehož název je zadán 1. sloupcem souboru popsaného v tabulce III-1.

III.1.2.2 Vliv orografie v okolí na vlhkost

Vliv tvaru orografie na rozložení vlhkosti nad a v okolí nové vodní nádrže nelze obecně popsat, protože rozložení vlhkosti v přízemní vrstvě atmosféry je velmi variabilní a záleží na řadě faktorů (**příloha F**). Proto tento vliv je třeba řešit modelováním individuálně pro konkrétní místo.

III.1.3 Vliv nové vodní nádrže na proudění vzduchu v okolí

Vliv nové vodní nádrže na proudění vzduchu se projevuje především ve zvýšení rychlosti větru způsobeném velmi nízkou hodnotou parametru drsnosti vodní plochy. K výpočtu změny rychlosti větru před, nad vodní nádrží a za ní ve směru natékajícího proudění byl použit software VASp Engineering [24,25]. Tento model je vhodný pro výpočet proudění se sklony svahů do 30% v ne příliš komplikované orografii.

Výsledky modelových výpočtů (pole proudění v uzlových bodech s horizontálním krokem 111 m) byly zpracovány ve formě tabulkových hodnot a byl vytvořen software ALAKE-W, který využívá tyto tabulkové hodnoty k odhadu rychlosti větru pro obecné podmínky. Způsob výpočtu rychlosti větru je popsán v **příloze I**.

III.1.3.1 Popis software ALAKE-W

Software ALAKE-W je vytvořen pro operační systém Windows 7 a vyšší pro verzi 64 bit. Program je ovládán grafickým uživatelským rozhraním. Výstupy jsou jak grafické, tak i číselné zapsané do souboru.

III.1.3.2 Vstupy ALAKE-W

ALAKE-W vyžaduje následující vstupy, které se zadávají pomocí grafického uživatelského rozhraní, pomocí něhož se zadávají následující vstupní data:

Parametr	Jednotka	Popis
u_{ref}	m/s	Rychlost větru bez ovlivnění vodní plochou, kterou lze chápat jako rychlost natékajícího proudění dostatečně daleko od kraje vodní plochy proti směru proudění. V praxi je dostatečná vzdálenost 200 až 1000 m od břehu ve směru proti směru proudění vzduchu. Při výběru referenční rychlosti je třeba zohlednit terénní vlivy a překážky v proudění.
<i>Text</i>		Název sloužící k identifikaci výpočtu. Výsledky výpočtu jsou zapsány do souboru <i>text.dat</i> .
z_0	m	Drsnost v okolí vodní nádrže. Je možné zadat jednu hodnotu v rozmezí 0.1 a 0.5. Pokud zadaná hodnota je mimo tento rozsah, položí se rovna hraniční hodnotě.
d	m	Délka vodní plochy v řezu ve směru větru. Předpokládá se, že d je v rozsahu 666 m až 2664 m. Pokud je zadaná hodnota mimo tento rozsah, položí se rovna hraniční hodnotě.
α_{pred}	%	Sklon terénu před vodní plochou ve směru proudění větru. Hodnoty sklonu musí být mezi 0 a 30 %. Pokud je zadaná hodnota mimo tento rozsah, položí se rovna hraniční hodnotě.
α_{za}	%	Sklon terénu za vodní plochou ve směru proudění větru. Hodnoty sklonu musí být mezi 0 a 30 %. Pokud zadaná je hodnota mimo tento rozsah, položí se rovna hraniční hodnotě.

III.1.3.3 Výstupy ALAKE-W

Program ALAKE-W má dva typy výstupů: grafický a digitální výstup. Grafický výstup zahrnuje grafické zobrazení rychlosti větru (vertikální osa y) v řezu ve směru proudění vzduchu v závislosti na poloze vzhledem k vodní ploše (horizontální osa x). Souřadnice hranic vodní plochy jsou $x=0$ (levý břeh ve směru větru) a $x=d$ (pravý břeh).

Digitální výstup se zapisuje do souboru se zadaným jménem (viz vstup ALAKE-W). Výstup se zapisuje v ASCII formátu a obsahuje souřadnice polohy x a odpovídající rychlost větru. Každý řádek souboru obsahuje jednu dvojici dat x, y . Soubor obsahuje celkem 151 hodnot x_i od -5000 m (5 km od návětrného břehu) do 10000 m s krokem 100 m.

III.1.4 Vliv nové vodní nádrže na srážky

Nová vodní plocha ovlivňuje okolní atmosféru výparem, který zvyšuje obsah vody v atmosféře, a rozdílem mezi teplotou vody a okolních břehů. Tyto dva efekty mohou způsobit kondenzaci atmosférické vodní páry a ovlivnit tak atmosférické srážky. Protože však atmosférické srážky jsou až konečným výsledkem řady procesů probíhajících v atmosféře [26], lze očekávat jejich případné ovlivnění vodní nádrží až v určité vzdálenosti od vodní plochy, a je velmi obtížné tento vliv popsat a kvantifikovat. Jak vyplývá z odborné literatury [4,5,6], není jednoznačné, zda skutečně vodní nádrže ovlivňují srážky v okolí, a už vůbec není jasné, jak velká by měla být nádrž, aby se o vlivu na srážky mohlo hovořit. Veškerý výzkum v této oblasti je velmi obtížný vzhledem k přirozené časové i prostorové variabilitě srážek.

V současné době není možné kvantitativně specifikovat vliv nové vodní nádrže na srážky v okolí. Navíc lze téměř s jistotou konstatovat, že velikost nových vodních nádrží vzniklých v rámci jednotlivých hydrických rekultivací je nedostatečná, aby bylo možné indikovat změny ve srážkách v okolí. Otevřenou otázkou je dopad provedené řady hydrických rekultivací v Podkrušnohorské pánvi na celkové srážky v celém regionu.

III.1.5 Vliv nové vodní nádrže na vznik mlh

Mlha je definována jako směs vodních kapiček a/nebo ledových krystalů nacházejících se blízko zemského povrchu, které způsobují zhoršení horizontální dohlednosti pod 1 km. Poloměr kapiček a ledových krystalů je obvykle mezi 5 až 50 μm . Mlha vzniká tím, že dochází k přesycení vodní páry, které může nastat ochlazením, zvýšením vlhkosti a/nebo promícháním vzduchových hmot o různé teplotě v blízkosti zemského povrchu. Mlha se vyskytuje za různých podmínek, podle kterých se určují typy mlhy. V případě vzniku nové vodní nádrže dochází ke změně podmínek při zemi, které mohou přispívat ke vzniku mlhy. Jedná se především o změnu toků teploty, vlhkosti i hybnosti, emisivity, drsnosti, a v neposlední řadě o rozdíl teploty půdy (břehů) a vody. Nová vodní nádrž může částečně přispět ke vzniku některých typů mlh, např. mlhy spojené s přechodem atmosférických front, orograficky podmíněné mlhy nebo mlhy způsobené výškovou inverzí (údolní mlhy). Kromě toho může zásadně přispět ke vzniku radiační mlhy nebo radiačně advekční mlhy.

Radiační mlha obvykle vzniká v blízkosti zemského povrchu za bezoblačné oblohy a v bezvětří, což jsou podmínky, které se často vyskytují v anticyklonálních situacích. I když hlavním mechanismem je radiační ochlazení, celý proces vzniku a vývoje mlhy je velmi komplikovaný a dosud nejsou známy detaily těchto procesů. Tento typ mlhy je nepochybně nejdůležitější a nejčastěji se vyskytující v případě nových vodních nádrží.

Radiačně advekční mlha se zpravidla vyskytuje na mořských pobřežích, ale může se vyskytnout i v okolí velkých vodních nádrží. Tento typ mlhy vzniká tak, že během dne je vlhký vzduch z míst nad vodní plochou advehován nad pobřeží a ve večerních hodinách dochází k radiačnímu ochlazení vzduchu nad pevninou a k přesycení vzduchu s následnou kondenzací. Radiačně advekční mlha se může v našich podmínkách vyskytnout jen u velkých vodních nádrží.

Závěrem lze konstatovat, že nová vodní nádrž má vliv na výskyt mlh, avšak na základě současných znalostí nelze tento vliv obecně kvantifikovat (viz [26-3]). Frekvence výskytu mlh závisí na řadě faktorů, které jsou charakteristické pro dané místo. Proto při odhadu vlivu

nové vodní nádrže na četnost mlh je třeba postupovat individuálně pro konkrétní místa v závislosti na lokální orografii a klimatologii a soustředit se na radiační typ mlhy.

III.2. Kvalita ovzduší

Metodika odhadu vlivu vodní nádrže na kvalitu ovzduší, tj. imisní situaci v jejím okolí je založena na následujících krocích, které zahrnují:

- popis imisní situace, meteorologických a rozptylových podmínek po ukončení hornické činnosti před zahájením hydrické rekultivace v lokalitě a volba typizovaných situací. Zejména se jedná o sezónní a denní chody hodnocených parametrů a jejich vzájemnou korelaci.
- stanovení mezi četnosti výskytu typizovaných situací,
- provedení odhadu změn parametrů mikroklimatu při typizovaných situacích a jejich dosahu na základě korigovaných výstupů aplikace modelu ALAKE,
- odhad míry a dosahu ovlivnění imisní situace.

III.2.1 Vliv vodní nádrže na imisní situaci

Porovnáním úrovně denních hodnot z pohledu překračování imisního limitu v průběhu napouštění jezera Most, tj. v období 2008 až 2013, bylo v rámci řešení výzkumného projektu zjištěno v jarních a letních obdobích 2010 až 2013, kdy bylo jezero naplněno na více jak 50%, na stanovištích v okolí jezera Most (vzdálenost menší než 2 km) zvýšení počtu překročení imisního limitu pro 24 - hodinové hodnoty koncentrace PM_{10} oproti ostatním porovnávaným stanovištím. Tento poznatek upozornil na možnost lokálního ovlivnění rozptylových podmínek mikroklimatem nové vodní nádrže (jezera Most).

Lze předpokládat, že k relativně významnějšímu ovlivnění doby trvání nepříznivých rozptylových podmínek, které se negativně odrazí ve zhoršení imisní situace v okolí nové vodní nádrže, může docházet při současném výskytu těchto situací:

- v jarním a letním období, kdy teplota při hladině vodní plochy je nižší než teplota vzduchu a může stabilizovat teplotu okolí,
- ve dnech, kdy jsou po část dne dobré rozptylové podmínky (denní doba) a po část dne nepříznivé rozptylové podmínky (noc),
- při nižších rychlostech větru,
- v přízemní vrstvě je zvýšená úroveň znečištění.

Rozptylové podmínky podmiňují promíchávání a ředění emisí zdrojů a tím ovlivňují úroveň imisních koncentrací. V případě dobrých rozptylových podmínek se emise znečišťujících látek v důsledku mechanické a termické turbulence průběžně rozptylují horizontálně i vertikálně do prostoru. Teplotní gradient je záporný (teplota se snižuje s výškou). V případě nepříznivých rozptylových podmínek (při vzniku teplotních inverzí) je rozptyl emise znečišťujících látek do ovzduší omezen výškou směšovací vrstvy, která souvisí s výškou vrstvy teplotní inverze. V inverzní vrstvě je kladný teplotní gradient (teplota se zvyšuje s výškou). Významně se na úrovni znečištění ovzduší podílí několikadenní trvání nepříznivých rozptylových podmínek. K těmto stavům dochází převážně v zimním období. Po celý rok však běžně dochází ke zhoršení rozptylových podmínek na přechodnou dobu zejména v nočních a ranních hodinách v důsledku inverze teplotního zvrstvení vzniklého

radiací (ochlazování dlouhovlnným vyzařováním zemského povrchu v nočních hodinách). Tomu v těchto dnech odpovídají i denní chody koncentrací znečišťujících látek. V noci se mění výškový teplotní gradient do kladných hodnot, snižuje se rychlost větru a koncentrace znečišťujících látek v ovzduší se zvyšují. Ve dne, zejména při osvětlení sluncem, se výškový teplotní gradient vrací do záporných hodnot, zvyšuje se rychlost větru a znečišťující látky v ovzduší se postupně rozptylují do většího prostoru, čímž se snižuje jejich koncentrace [32,33]. K nejvyšším změnám teplotního gradientu během dne dochází při nízkých rychlostech větru v přízemní vrstvě atmosféry do výšky cca 20 m nad úrovní terénu.

V podkrušnohorské oblasti často komplikuje hodnocení i pomalé stékání studeného vzduchu z hřebene Krušných hor v nočních hodinách. Podle Beaufortovy stupnice se jedná o proudění, které lze charakterizovat jako vánek (0,3 až 1,5 m/s). Při nízkých rychlostech regionálních větrů dochází i k významným rozdílům směru proudění v přízemní (cca do 80 m nad úroveň terénu) a výškové vrstvě atmosféry (vyšší než 100 m nad úroveň terénu).

III.2.2 Charakteristika lokality z pohledu imisní situace před zahájením napouštění nové vodní nádrže

Charakteristika lokality z pohledu imisní situace zahrnuje statistické zpracování dostupných dat o výskytu znečišťujících látek, o meteorologických a rozptylových podmínkách v lokalitě budoucí vodní nádrže a jejím okolí.

Při hodnocení lze využít převážně data ze stávajících měřicích sítí ČHMÚ, ČEZ nebo případně i dalších subjektů, např. v těžebních lokalitách Severočeských dolů a.s. - VÚHU a.s. V případě, že se v lokalitě budoucí vodní nádrže (do vzdálenosti max. 2 km) neprovádí stálé měření, bude zde nutné instalovat na dobu cca 2 roky měřicí stanici.

Ze škály obecně sledovaných látek v ovzduší lze pro vyhodnocení imisní situace doporučit aerosolové částice PM_{10} , které jsou v Podkrušnohoří nejčteněji monitorovanou škodlivinou.

Meteorologickými veličinami, kterými lze charakterizovat rozptylové podmínky nebo veličiny, na kterých jsou rozptylové podmínky závislé, jsou rychlost větru, výškový teplotní gradient, teplota vzduchu, teplota zemského povrchu, doba slunečního svitu, intenzita slunečního záření. Při hodnocení přenosu znečišťujících látek je nezbytným parametrem i směr větru.

Pro měření a hodnocení lze doporučit jako základní tyto veličiny:

- koncentrace PM_{10} a případně podle možností i další veličiny,
- rychlost a směr větru ve výšce 10 m nad terénem,
- teplota vzduchu ve výškách 2 m a 10 m (nebo podle možnosti v 20 m) nad terénem - pro odhad teplotního gradientu.

Jako doplňkové lze doporučit tyto veličiny:

- intenzita slunečního záření a doba slunečního svitu,
- relativní vlhkost vzduchu,
- intenzita srážek,
- teplota ve výšce 0,5 m nad terénem.

Aby bylo možné hodnotit i krátkodobé vlivy, lze doporučit poměrně krátkou základní integrační dobu uvedených škodlivin (max. 10 minut).

III.2.3 Popis imisní situace

Kvantifikovaný popis imisní situace shrnuje měřením získaná data do formy, která umožní vzájemné porovnání mezi jednotlivými zvolenými měřicími stanicemi, a zahrnuje:

- roční chod sledovaných veličin (četnost výskytu – vhodně volené procentily) a počet překročení imisních limitů pro znečišťující látky v jednotlivých letech,
- sezónní chody: počet překročení imisních limitů pro znečišťující látky, četnost výskytu sledovaných veličin a denní chody v jednotlivých ročních obdobích. Doba integrace veličin při hodnocení denních chodů je doporučena maximálně 1 hodina.
- stanovení korelace mezi jednotlivými vybranými veličinami např. hodinová koncentrace PM_{10} na teplotním gradientu nebo na rychlosti větru nebo na době slunečního svitu v jednotlivých ročních obdobích.

Na základě prvotního hodnocení meteorologických veličin z observatoře Kopisty s dobou integrace 1 hodina byla v rámci řešení výzkumného projektu realizovaného na jezeře Most data z jednotlivých klimatologických období roztríděna do 25 tříd rozptylových podmínek podle rychlosti větru v 10 m a teplotního gradientu dt mezi 2 a 20 m ($dt = t_{20} - t_2$). Třídy jsou označeny kódem X.Y (X = rychlost větru, Y = teplotní gradient). Rozsahy parametrů jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 Rozsahy třídících parametrů

teplotní gradient v přízemní vrstvě atmosféry [°C/100m]	rychlost větru [m/s]				
	<0,5	0.5 až 1,5	1.5 až 2,5	2,5 až 3,5	>3,5
>1,6	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1
0,7 až 1,6	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2
-0,5 až 0,7	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3
-0,8 až -0,5	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4
<-0,8	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5

Oranžovým stínováním jsou vyznačeny situace, při kterých lze v jarním a letním období s velkou pravděpodobností očekávat ovlivnění lokálních rozptylových podmínek v přízemní vrstvě atmosféry.

III.2.4 Odhad změn parametrů mikroklimatu při vybraných typizovaných situacích, jejich dosah a význam vlivu na imisní situaci okolí

Odhad změn parametrů mikroklimatu při vybraných typizovaných situacích a jejich prostorového dosahu od nové vodní nádrže se provede pomocí modelu ALAKE. Podkladem pro vyhodnocení jsou průměrné denní chody teplot a rychlosti a směru větru ze dnů na jaře a v létě, kdy byly zjištěny situace tříd 1.1 až 3.3. Odhad významu vlivu vodní nádrže na imisní situaci v jejím okolí se stanoví na základě korekce výsledku na četnost výskytu hodnocených situací a příslušné četnosti výskytu koncentrací hodnocených znečišťujících látek.

III.3. Ekosystém vody

Metodika dopadu hydrické rekultivace na ekosystém vody vychází ze zásad rámcové směrnice 2000/60/ES. Tato směrnice si klade za cíl zabránit dalšímu zhoršování stavu vodních ekosystémů včetně stavu suchozemských ekosystémů a mokřadů, podpořit trvale udržitelné užívání vod založené na dlouhodobé ochraně dosažitelných vodních zdrojů, zvýšit ochranu vodního prostředí a zastavit nebo postupně zcela odstranit vypouštění, emise a úniky prioritních nebezpečných látek, zajistit cílené snižování znečištění podzemních vod a zabránit jejich dalšímu znečišťování, přispět ke zmírnění účinků povodní a období sucha. Směrnice definuje **ekologický stav** a **ekologický potenciál**, které se používají pro účely hodnocení jakosti vod ve vodních nádržích. **Ekologický stav** je vyjádřením kvality struktury a funkce vodních ekosystémů, hodnocených na základě hodnot fyzikálně-chemických, hydromorfologických a biologických ukazatelů, a podle směrnice se rozlišuje ekologický stav velmi dobrý, dobrý a střední. Ke složkám fyzikálně-chemické jakosti patří, kromě všeobecných podmínek (pH, kyslíková bilance, kyselinová neutralizační kapacita, průhlednost a teplota vody, stupeň slanosti apod.), zjištění přítomnosti specifických syntetických a nesyntetických znečišťujících látek. K hydromorfologickým ukazatelům hodnocení jakosti ekologického stavu útvarů povrchových vod patří hydrologický režim a morfologické podmínky. K biologickým ukazatelům hodnocení jakosti ekologického stavu patří dle směrnice 2000/60/ES fytoplankton, makrofyta, bentos, fauna bezobratlých bentických organismů, fauna ryb.

Umělé vodní útvary (jako je např. jezero Most) nemohou být hodnoceny stejným postupem jako útvary přírodní, proto by podle rámcové směrnice 2000/60/ES měl být definován **ekologický potenciál** (maximální, dobrý a střední). Termín ekologický potenciál je používán ve stejných souvislostech jako ekologický stav, ovšem vztahuje se pouze k vodním útvarům umělým (např. důlní jáma) a útvarům silně pozměněným. Uměle vytvořený vodní útvar je charakterizován podle popisných charakteristik kategorie povrchových vod, která je nejbližší příslušnému vodnímu útvaru. Proto, aby bylo možné ekologický potenciál stanovit, musí být zajištěn pravidelný monitoring všech prvků kvality vody. Z naměřených dat dlouhodobě prováděného monitoringu lokality lze pak jednoduše odvodit úroveň pro určení maximálního, dobrého a středního ekologického potenciálu.

V následujícím textu jsou uvedeny kapitoly, které se zaměřují na:

- návrh na monitoring
- výběr míst monitoringu a odběr vzorků
- fytoplankton
- fyto-bentos (nárosty)
- makrofyta
- zooplankton
- faunu bezobratlých
- faunu ryb
- mikrobiologické ukazatele

III.3.1 Návrh na monitoring

V případě hydricky rekultivovaných ploch se doporučuje provádět podrobný a komplexní monitoring, který podchytí složky biologické kvality. Jedná se o fytoplankton, makrofyta a fytobentos, faunu bentických bezobratlých a fauna ryb. Návrh odběr vzorků s danými společenstvy a postup jejich hodnocení je již víceméně zpracován do řady ČSN ISO EN norem. V rámcové směrnici není uvedena složka zooplanktonu, která se podílí na predaci fytoplanktonu, dále informuje o sekundární produkci a je nepřímo odrazem skladby rybí obsádky (fauny ryb). K hodnocení vodních makrofyt a společenstva fytobentosu (nárostů) je potřeba přistupovat rovněž individuálně.

Hydrobiologický průzkum aktuálně napouštěného jezera Most, na místě zbytkových jam po těžbě, je významným monitoringem, který podchycuje stav lokality jezera za jeho soustavného napouštění. Vývoj kvality vody v nádrži Most je ovlivňován působením velkého množství vnitřních i vnějších faktorů. Významným faktorem, který se podílí na zhoršování kvality vod obecně, je eutrofizace, a proto je nutné zaměřit se na významné a citlivé metriky, které dokáží eutrofizaci indikovat. V tomto případě byla pro hodnocení vybrána složka **fytoplanktonu** (volná voda litorálu a zonace), zjm. kvalitativní a kvantitativní zastoupení taxonů, objemová biomasa, koncentrace chlorofylu-a, podíl jednotlivých složek fytoplanktonu na celkové skladbě společenstva, bioindikace na základě saprobního indexu, apod. [VIII-3, VIII-5, VIII-6].

III.3.2 Výběr míst monitoringu a odběr vzorků

Při výběru míst odběru vzorků je nutné zachovat podmínky pro vzájemnou srovnatelnost jednotlivých lokalit. Jedná se například o materiál podkladu, fyzikální homogenitu odběrového místa (hydraulické a hydrologické podmínky), dostupnost podkladu, apod. Vhodné je vyhýbat se zastíněným místům, místům s přílišnou hloubkou a místům blízko u břehu nebo u hladiny. Vybrané místo např. pro odběr vzorku nárostu by se mělo nacházet trvale ponořené v eufotické zóně alespoň po dobu 4 až 6 týdnů.

Důležité je dodržovat zásady bezpečnosti práce při odběru vzorků vody, které často probíhají v náročném terénu v okolí nádrže (dostupnost vody od břehové linie, charakter povrchu terénu a cesty). Charakter a stav vzorkovacích míst je vhodné fotograficky dokumentovat, to následně usnadní práci dalším pracovníkům anebo pomůže při interpretaci dat v budoucnu. Vzorkovací místo se podrobně specifikuje v protokolu, kde se uvede jeho umístění (GPS), typ podkladu (v případě hodnocení makrofyt anebo nárostů), procento pokryvu makrofyty, stínění, proudění, šířka, hloubka, povětrnostní podmínky (teplota vzduchu, vody, počasí) apod.

Množství monitorovacích míst a způsob odběru vzorku je individuální a řídí se vždy charakterem hodnoceného biotopu a zvolené biologické složky kvality. Kvalitativní vzorky poskytují informace o druhové skladbě, počtu druhů, velikostní distribuci a relativní dominanci druhů a skupin. Kvantitativní vzorky poskytují informace týkající se četnosti (abundance) na jednotku objemu nebo podílu na primární/sekundární produkci. Vertikální a horizontální distribuce organismů je nerovnoměrná. Některé druhy se nacházejí pravidelně v oblastech s mělkou vodou, některé jsou vázány na makrovegetaci, jiné provádějí během dne horizontální migraci. Aby se získaly odhady druhového složení a abundance pro celé jezero,

měly by se vzorky odebírat jak z litorálních oblastí, tak i z pelagických oblastí, a dále by se monitoring měl zaměřit i na hlubinné odběry. U nárostových organismů je vhodné zaměřit se na odběry vzorků z různých podkladů a různě exponovaných ploch.

Pro případné hodnotící studie a monitorovací zprávy se doporučuje zvážit proměnlivost povětrnostních podmínek a charakter sezóny. Běžně je vhodné odebírat vzorky v období od přelomu dubna/května (jarní období), do přelomu října/listopadu (podzimní období). Četnost odběru vzorků je řízena typem sledované biologické složky, např. zonační odběry je vhodné provádět s měsíční četností, vzorky určené např. pro stanovení saprobního indexu je vhodné odebírat s četností jedenkrát až dvakrát měsíčně.

III.3.3 Fytoplankton

Fytoplankton je velmi podstatná biologická složka kvality, která odráží všechny důležité charakteristiky biotopu, včetně povětrnostních vlivů, vykazuje výraznou sukcesi v průběhu roku. Důležité je sledování nejen skladby tohoto společenstva (fyziologické složky a asociace, např. sinice, rozsivky, zlativky, obrněnky, skrytěnky, zelené řasy apod.), ale rovněž zaznamenávání jeho abundance (početnosti, hojnosti), koncentrace chlorofylu-a, velikosti objemové biomasy, která poukazuje na trofické poměry vod. Důležité je uvádět podíl jednotlivých taxonů (skupin) na celkové objemové biomase. Bioindikace pomocí saprobního indexu přispívá k posouzení znečištění, postupu eutrofizace a případně i procesu samočištění.

Vzhledem k vertikální a horizontální stratifikaci fytoplanktonu je nutné zaměřit se na odběry vzorků z litorální zóny vzorkovnicí (odběr z příhladinové vrstvy 15 cm až 30 cm pod hladinou, vzdálenost od břehu např. cca 0,5 m) a hlubinné odběry odebírané odběrákem např. typu Van Dorn z předem zvolených profilů s cílem zachytit jednotlivé vrstvy – epilimnion, metalimnion (skočná vrstva) a hypolimnion. Při zonačních odběrech je samozřejmě vhodné *in situ* zaznamenávat průhlednost vody a barvu vody (Secchiho deskou), měřit pH, konduktivitu, koncentraci kyslíku, teplotu apod.

U odebraných vzorků se provádí kvalitativní a kvantitativní rozbor založený na mikroskopické analýze, dle ČSN 75 7712 (Kvalita vod – Biologický rozbor – Stanovení biosestonu). Z výsledků mikroskopického rozboru lze následně stanovit saprobní index (ČSN 75 7716 – Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu). U hlubinných odběrů je vhodné zachytit podíl jednotlivých složek fytoplanktonu na celkové objemové biomase. Významné je také stanovení koncentrace chlorofylu-a (ČSN ISO 10 260 Jakost vod - Měření biochemických ukazatelů - Spektrofotometrické stanovení koncentrace chlorofylu-a).

Fytoplankton je velmi citlivý k podmínkám prostředí, na změny v ekosystému reaguje poměrně rychle, proto je možné složení funkčních skupin fytoplanktonu použít pro hodnocení charakteru vody. Systém hodnocení byl vytvořen Reynoldsem a následně upraven Padisákovou a vychází z předpokladu, že každé prostředí je osídleno druhy, které mají podobné ekologické vlastnosti [34,35]. Fytoplankton byl takto rozdělen do 31 asociací (kodonů, skupin), označených alfanumerickým kódem, typických pro sezónní sukcesi, trofii vody, fyzikální podmínky, toleranci/citlivosti k podmínkám prostředí, odolnosti nebo naopak citlivosti vůči predaci zooplanktonu, apod.

Hydrobiologický monitoring jezera Most a výsledky se zaměřením na fytoplankton uvádí Příloha L této metodiky.

III.3.4 Fytobentos (nárosty)

Kvalitativní stanovení nárostových organismů na přirozených podkladech (kamenech, vodních stvbách, makrofytech a jiných předmětech ve vodě) a odhad stupně jejich hojnosti je další možností posouzení kvality vody a ekologického stavu (potenciálu) vody. Biocenóza fytobentosu slouží i jako podklad pro saprobiologické studie. Způsob odběru vzorků a hodnocení se řídí zásadami normy ČSN 75 7715 (Kvalita vod – Biologický rozbor – Stanovení nárostů). Vzorek nárostu z pevných podkladů se odebírá např. nožem, pinzetou, kartáčkem nebo škrabkou s připevněnou jemnou sítí do vzorkovnice naplněné vodou z lokality. Vždy je nutné do protokolu anebo na vzorkovnici zaznamenat, z jakého podkladu byl nárost odebrán. Větší nárosty je možné odebrat přímo pinzetou anebo je opatrně seškrábat ostrým nožem tak, aby se organismy nepoškodily. Některé trsy jemných submerzních rostlin je možné odebrat do vzorkovnice přímo anebo je jemně do vzorkovnice vymáčet. Malé kameny a drobné předměty porostlé organismy lze odebírat přímo celé do vzorkovnice a těsně před mikroskopickou analýzou organismy z povrchu těchto odebraných podkladů opatrně seškrábat. V případě odběru vzorků z písku, jemných naplavenin a bahna se použije pipeta, kterou se jemně nasaje vrchní oživená vrstva. Při odběru nárostu je vhodné zaznamenat i velikost plochy, ze které je nárost odebrán. Tato informace pak pomůže např. při kvantifikaci přítomných organismů na jednotku plochy.

III.3.5 Makrofyta

Makrofyta jsou významnou složkou vodních ekosystémů, jsou indikátory ekologického stavu stojatých vod, některé z nich indikují specifické typy a podmínky stojatých vod. Významně jsou ovlivňovány antropogenním zatížením, dokonce jejich snížený výskyt na lokalitě anebo dokonce i nedostatek je přirozeně charakteristickým rysem určitých podmínek. V jezerech s vysokým obsahem huminů nebo s vysokým zákalem mohou makrofyta chybět vlivem snížení průniku světla. Mnoho jezer vykazuje např. střídající se stavy s čirou vodou v některých letech a se zakalenou vodou v dalších letech, které souvisejí s převahou nebo nepřítomností makrofyt, ale za stejného antropogenního zatížení. Pro odběr a sledování makrofyt ke specifickým účelům byla vyvinuta řada metodik. Pro účely monitorování ekologického stavu nebo stavu samotné vegetace makrofyt lze vycházet z normy ČSN EN 15460 (Jakost vod – Návod pro sledování makrofyt v jezerech). Tato norma je doporučena speciálně pro sledování makrofyt (informace o složení a abundanci flóry vodních rostlin) v přirozených i umělých sladkovodních jezerech. Na lokalitě se zaznamenává přítomnost taxonů vodních makrofyt. Abundance makrofyt se měří jako prostorové rozšíření taxonů nebo porostů makrofyt, a/nebo se stanoví odhady abundance nebo biomasa makrofyt. Podle rámcové směrnice se hodnotí kvalitativní složení makrofyt, semikvantitativní zastoupení na základě pokryvnosti a maximální hloubka osídlená makrovegetací.

III.3.6 Zooplankton

Zooplankton poskytuje informace o rozsahu změn způsobených abiotickými a biotickými vlivy, kterými jsou hodnoty pH (acidifikace), toxicita, struktura a abundance fytoplanktonu (produktivita a trofická úroveň jezera) a intenzita predace ryb. Selektivní predace je z praxe známá, velikostní struktura společenstva zooplanktonu může následně poskytnout cenné informace i o fauně ryb. Všeobecné zásady, týkající se odběru a způsobu zpracování vzorků, jsou uvedené v normě ČSN EN 15110 (Jakost vod - Návod pro odběr vzorků zooplanktonu ze stojatých vod). K odběru zooplanktonu se používají nylonové planktonní sítě s různou velikostí ok, např. 45 µm pro vířníky, 90 µm pro většinu korýšů a 150 µm nebo více pro druhy predátorů. Kromě sítí jsou vhodná i objemová odběrová zařízení, např. Schindler-Patalasův sběrač nebo modifikované Rambergovo odběrové zařízení.

III.3.7 Fauna bentických bezobratlých

Fauna bentických bezobratlých slouží pro hodnocení ekologického stavu, detekci změn v programech situačního, provozního a průzkumného monitoringu, identifikaci environmentálního zatížení, hodnocení akutních a chronických stresorů. U vzorků se zjišťuje taxonomické složení, diverzita, abundance a další populační parametry. Podle typu habitatu, podkladu a místa, kde se odebírá fauna bezobratlých, se doporučuje zvolit vhodný způsob odběru, který zohlední oddělení organismů od kalových a písčitohlinitých usazenin. Vhodné odběrové zařízení specifikují např. normy ČSN EN ISO 10870 (Kvalita vod – Návod pro výběr metod a zařízení pro odběr vzorků sladkovodního makrozoobentosu) a ČSN 75 7714 (Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení bentosu). V těchto dokumentech jsou popsána zařízení, jako např. ruční síťka, Surberův vzorkovač, krabicový vzorkovač, válcový vzorkovač, vlečná síť (dredž), Birge-Ekmanův drapák, Ponarův drapák, Van Veenův drapák, polypový drapák, pneumatický vzorkovač, jádrové a trubkové vzorkovače a kolonizační vzorkovače.

III.3.8 Fauna ryb

Fauna ryb se obecně hodnotí na základě přímých odlovů plůdku (záťahové sítě, vlečné sítě), odběry tenatními sítěmi (např. ČSN EN 14757 Jakost vod – Odběr vzorků ryb tenatními sítěmi) a dále pak vizuálním průzkumem. U ryb se určují délkováhové vztahy a věk ryb, reprodukční úspěšnost apod. Vodítkem pro hodnocení fauny ryb je např. publikace kolektivu [36].

III.3.9 Mikrobiologické ukazatele

Hydricky rekultivované plochy, u kterých se do budoucna předpokládá využití pro rekreační účely, by měly být posuzovány na základě požadavků uvedených ve vyhlášce č. 238/2011 Sb. (v platném znění), kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. U přírodního koupaliště se stanovují intestinální enterokoky a termotolerantní koliformní bakterie *Escherichia coli*. S čím je nutné do budoucna počítat v případě monitoringu přírodního koupaliště s biotopy, kde hnízdí vodní ptáci (např. kachny, labutě), je výskyt cerkáriové dermatitidy. Sledování

tohoto ukazatele není bohužel stávající legislativou zohledněno, nicméně nemělo by být hydrobiologie a hygienickými stanicemi přehlíženo[37].

III.4. Flóra a fauna

Charakter vodní nádrže (jezera) a postupně vznikajících ekosystémů do značné míry ovlivňuje výskyt živočichů a rostlin na dané lokalitě a zpětnovazebně může být výskyt těchto organismů důležitým indikátorem pro stanovení či určení kvality těchto nově vznikajících ekosystémů a jejich významu pro celkovou ochranu biodiverzity.

Metodika zoologických průzkumů těchto ekosystémů vychází z běžně používaných metod a je často kombinací metod, přizpůsobených danému charakteru prostředí vodní nádrže. V případě ornitologických sledování je použita kombinace metod liniových a bodových, které z časového i plošného hlediska zaručují získání dostatečně přesných údajů o výskytu a početnosti všech přítomných druhů ptáků. Sledování ptáků probíhá pravidelně v průběhu celého roku, tj. v hnízdním i mimohnízdním období, s větším důrazem na období rozmnožování. Ptáci jsou v terénu zjišťováni přímým pozorováním (většinou pomocí dalekohledů – např. VORTEX VIPER 10x50, SWAROVSKI ATM 80) a akusticky. Výsledky sledování slouží k odhadu významu nově budovaných vodních ploch v ochraně ptactva.

Kromě ptáků jsou sledovány a zpracovávány údaje o výskytu a početnosti dalších skupin obratlovců, zejména obojživelníků, plazů a savců. Údaje o těchto druzích pocházejí z příležitostných pozorování a to z oblasti přibřežního pásma vodní nádrže, mokřadů v jejím okolí, i ze svahů, ležících v bezprostředním okolí nádrže (cca do 100 metrů od vodní hladiny). V případě obojživelníků jsou zaznamenáváni pouze metamorfovaní dospělí jedinci, ti nemusí být přímo účelově odlovováni, odchytáváni, nebo sbíráni pro účely další determinace. Obdobně i sledování savců probíhá pouze formou záznamu příležitostně pozorovaných druhů v bezprostředním okolí vodní nádrže.

Z bezobratlých živočichů jsou cíleně sledováni zejména vodní měkkýši, střevlíci a pavouci jako vhodné bioindikační skupiny živočichů pro stanovení celkového charakteru prostředí.

Sběr měkkýšů byl např. v rámci řešení projektu jezera Most prováděn na jedenácti místech vodní nádrže. Na základě získaných zkušeností je doporučeno zkoumané lokality zvolit tak, aby byly rozloženy víceméně rovnoměrně, po celém obvodu vodní nádrže, a upřednostnit taková místa, kde se předpokládá výskyt měkkýšů, např. pomalu se rozvíjející litorální porosty, drobné mělčiny atd.

Jako metody sběru jsou použity metody vizuální (zejména hledání na různých předmětech ve vodě - kameny, dřevo) s odběrem jedinců ze sedimentu či z vegetace pomocí kovového cedníku (průměr 20 cm, velikost ok 0,8 mm). Na většině odběrných míst je vhodné průzkum doplnit potápěním a odběrem sedimentu z hloubek okolo 2 – 3 m.

Materiál, získaný při takto doporučeném průzkumu, je možné z větší části determinovat přímo na místě a vrátit do původního přírodního prostředí. U druhů, u nichž není možná přímo v terénu spolehlivá determinace (např. většina druhů rodu *Pisidium*), se druhové určení provádí v laboratoři pomocí binokulární lupy. Obdobně se postupuje u druhů, k jejichž determinaci je nutná pitva. V rámci pitvy se používají čerstvě usmrcení jedinci (horkou

vodou), či jedinci, uchovaní po usmrcení v 70% ethanolu. Vhodné je využití systému a nomenklatury dle Horsáka kol. [38].

Pro sběr materiálu bezobratlých živočichů bývají využívány rovněž běžné metody, v případě průzkumů jezera Most byla většina materiálu získána pomocí metody zemních pastí, zbytek pak příležitostně pomocí smýkání z vegetace a individuálním sběrem. V případě sběrů v okolí vodních nádrží a v mokřadech jsou obě posledně zmiňované metody dokonce v převaze. Tak např. v rámci řešení projektu jezera Most probíhala většina sběrů střevlíků v pobřežní zóně jezera formou individuálního sběru (zejména v letech 2012 a 2013).

Jako fixační kapalina byl použit 4% roztok formaldehydu. Materiál se vyhodnocuje pomocí reliktnostních klasifikací, vypracovaných pro pavouky a střevlíkovité brouky. Rovněž je vhodné uvést stupeň ochrany podle Červeného seznamu pavouků a střevlíkovitých brouků i ochrana druhů podle Vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb. [39].

„Reliktnostní klasifikace“ střevlíkovitých brouků a pavouků zohledňují odlišné nároky jednotlivých druhů na člověkem ovlivněných stanovištích. Na tomto základě jsou rozlišovány kategorie druhů, od druhů s vysokou vazbou na zchovalá a člověkem málo ovlivněná (reliktní) stanoviště, až po stanoviště člověkem silně ovlivněná. V případě pavouků vznikly klasifikace dvě. Klasifikace Buchara (1992) [40] rozlišuje tři kategorie druhů. Klasifikace uvedená v práci Buchara a Růžičky (2002) [41] rozlišuje více kategorií stanovišť – tzn. pro každý druh je uvedeno, jaká stanoviště z hlediska ovlivnění člověkem obývá. Tato klasifikace je objektivnější, neboť striktní vazba druhu na určitý stupeň přirozenosti neexistuje. Např. druhy silně člověkem narušených prostředí mají samozřejmě původ v prostředích přirozených a je tak přirozenější je klasifikovat jako např. druhy přirozených, polopřirozených a narušovaných stanovišť, než jako druhy čistě narušovaných stanovišť. Na druhou stranu interpretace výsledků pak bývá komplikovanější. V praktických výstupech typu biologických hodnocení podle zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny [42], inventarizačních průzkumech, ale i některých studiích publikovaných v odborných časopisech někteří autoři často využívají obě klasifikace.

Z hlediska komplexního posouzení a hodnocení fauny v okolí nově vznikajících vodních nádrží lze tedy doporučit využití níže uvedených klasifikací.

Kategorie přirozenosti stanovišť podle klasifikace Buchara a Růžičky (2002) [41]:

- c – klimaxová (climax) stanoviště. Stanoviště minimálně narušená činností člověka: původní horská stanoviště, původní a přirozené lesy, mokřady a rašeliniště, skalní stepi, lesostepi, váte písčiny, kamenité sutě, skály apod. Tato stanoviště osidluje převážně K-strategické druhy;
- sm – druhotná, polopřirozená (semi-natural) stanoviště: kulturní lesy, křoviny, extenzivně využívané a druhově bohaté louky a pastviny, staré lomy, staré výsypky, březové lesy zarůstající emisní holiny. Tato stanoviště osidluje druhy s širší ekologickou valencí;
- d – pravidelně silně narušovaná (disturbed) stanoviště: intenzivně obhospodařované louky a pole, haldy a výsypky po těžbě uhlí a rud v prvních stádiích sukcese, Tato stanoviště osidluje převážně r- strategické druhy;
- a – umělá (artificial) stanoviště: stálá prostředí lidských sídel;

Klasifikace reliktnosti pavouků (Buchar 1992) [40]:

- RI – tzv. relikt 1. řádu (těžiště výskytu těchto druhů je na původních a přirozených, člověkem neovlivněných stanovištích - reliktní druhy v úzkém slova smyslu);
- R – tzv. relikt 2. řádu (adaptabilní druhy, schopné obývat i některá druhotná stanoviště – většina našich lesů, floristicky bohatší louky, pastviny apod.);
- E – expanzivní druhy (druhy s vazbou na odlesněná, člověkem silně pozměněná stanoviště, pole, louky, výsypky – eurytopní druhy).

Klasifikace hojnosti druhů pavouků v rámci výskytu ČR podle Buchara a Růžičky (2002) [41]:

- velmi vzácný - druh vyskytující se na velmi malém počtu mapových polí. Výskyt je obvykle vázán na jediné pohoří či na unikátní stanoviště. I počet získaných jedinců je většinou velmi malý;
- vzácný – druh vyskytující se na malém počtu mapových polí, většinou pouze v omezené oblasti. Vzácné jsou například druhy vyskytující se pouze v horských oblastech nebo druhy žijící pouze v nejteplejších oblastech ČR;
- středně hojný – druh vyskytující se středně hojně;
- hojný – rovnoměrně po ČR rozšířené druhy. Tyto druhy však scházejí v některých, např. horských nebo nížinných oblastech;
- velmi hojný – druh hojný v ČR od nížin po horské oblasti.

Klasifikace reliktnosti střívků (Hůrka a kol. 1996) [43]:

- R – druhy s nejužší ekologickou valencí, většinou vzácné a ohrožené druhy přirozených a nepoškozených ekosystémů - druhy reliktní;
- A – adaptabilní druhy se schopností obývat i druhotná, regenerovaná stanoviště (typické lesní druhy (přirozené i umělé), pobřežní druhy vodních ekosystémů, druhy luk, pastvin apod.);
- E – eurytopní druhy, druhy nestabilních biotopů, druhy obývajících člověkem silně přetvořenou krajinu.

Vznikající vodní nádrže ve zbytkových jámách povrchových lomů představují jednu z nejvýznamnějších ornitologických lokalit dané oblasti a je zřejmý obrovský potenciál této nově vznikající vodní plochy v ochraně ptactva. V rámci přípravy obdobných projektů hydrických rekultivací by proto mělo být již od počátku zřejmé, že ochrana mokřadního ptactva, které do této oblasti historicky patří, by měla být jedním z prioritních cílů těchto projektů a jejich realizace by měla být pečlivě plánována ve spolupráci s odbornou veřejností. Posouzení a hodnocení fauny jezera Most jako případové studie je uvedeno v Příloze J této metodiky.

Flóra

Část metodiky, věnovaná floře, zejména cévnatým rostlinám, se soustředí na vyhodnocení druhového bohatství rostlinného pokryvu v lokalitě a na intenzitu a úspěšnost

pronikání vybraných vzácných, ohrožených a invazních druhů rostlin na biotopy vzniklé různými způsoby rekultivace. Na základě vyhodnocení jsou doporučeny konkrétní aktivity tak, aby se uměle vzniklé biotopy staly bez velkých následných nákladů trvalými stanovišti i pro některé vzácné a ohrožené rostliny s relativně vysokou přírodní hodnotou a přírodě blízkými porosty.

Při hodnocení nově vznikajícího biotopu je z hlediska flóry vhodné provádět standardní botanický průzkum a především sledovat mokřadní druhy a hydrofyty [44,45,46]. Pokud je v rámci tohoto průzkumu zjištěn výskyt botanicky významného druhu např. *Schoenoplectus tabernaemontani* (viz následující obrázek z lokality jezera Most), je třeba porost charakterizovat i zápisem fytocenologického snímku. Pro každý zjištěný typ porostu je doporučeno zpracovat 3 - 10 fytocenologických snímků v závislosti na ploše a výskytu zvláště chráněného či ohroženého druhu rostlin [47].



Silně ohrožený skřípinec Tabernaemontanův (*Schoenoplectus tabernaemontani*) se vyskytuje na Mostecku roztroušeně, jinde v Čechách jen vzácně nebo chybí.

Nezbytným předpokladem pro spontánní pronikání vzácnějších a stenotopních druhů na rekultivované plochy je zdroj jejich diaspor v relativně blízkém okolí. To je právě ve studovaném území nových vodních nádrží velký problém, protože se zde většinou

nezachovají prakticky žádné plochy s přirozenou nebo přírodě blízkou vegetací. Podle dosavadních informací získaných v rámci řešení projektu jezera Most se ve větší míře uplatňuje především anemochorie a epi- i endozoochorní šíření vodními ptáky. Pronikání suchomilných rostlin na výslunné svahy nádrže prakticky nebylo v rámci zmíněného projektu zjištěno, výjimkou jsou jen xerofilní druhy zavlečené člověkem (např. s čedičovým šterkem při výstavbě komunikací).



Ječmen hřivnatý (*Hordeum jubatum*) je na ruderalních plochách v okolí Mostu místy velmi hojný.



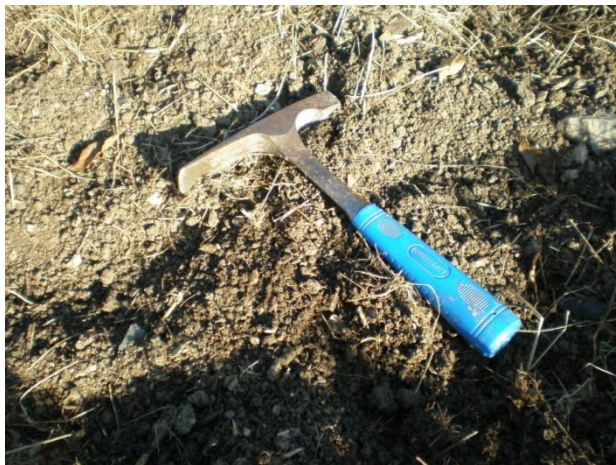
Orobinec sítinovitý (*Typha laxmannii*) roste na svahových prameništích i v břehových porostech jezera Most

Posouzení a hodnocení flóry jezera Most jako případová studie je uvedeno v Příloze K této metodiky.

III.5. Pedologie

Metodika pedologického průzkumu a výzkumu svahů a břehu vodních nádrží vzniklých ve zbytkových jámách povrchových lomů, vycházející z výsledků dosažených na lokalitě jezero Most, je založena na následujících krocích, které zahrnují:

- prvním krokem je získání a vyhodnocení veškerých podkladů o lokalitě se zaměřením na výsledky vrtného průzkumu situovaného v oblasti budoucích svahů vodní nádrže a výsledky realizovaných analýz vzorků. Součástí této etapy je sestavení petrograficko – geotechnických řezů a doporučení případného minerálního těsnění oblasti uhelné sloje a písčitých horizontů lokality.
- významnou částí průzkumu je podrobné pedologické mapování břehu a svahů budoucí vodní nádrže včetně rekognoskace terénu pomocí půdních vpichů sondovací tyčí do hloubky 0,6 m půdního profilu. Stanovení počtu vpichů na 1 ha závisí na heterogenitě výsypkové zeminy, obvykle však je prováděn jeden vpich na čtverec 50 x 50 m. Po vyhodnocení této části průzkumných prací se stanoví charakteristická místa pro zhotovení kopaných půdních sond o minimální hloubce 0,6 m.
- odběr půdních vzorků je prováděn z obnažené stěny půdní sondy a to pouze z horizontů, které se makroskopicky odlišují (zrnitostně, barevně). Množství odebrané zeminy pro jeden vzorek činí 1 - 1,5 kg, v případě zastoupení skeletu v zemině nad 20 % se zvyšuje na 3 - 5 kg. Místa odběru jsou zaznamenávána do pracovní mapy. Při odběru vzorků se vždy provádí fotodokumentace. U vzorků jsou hodnoceny vlastnosti mineralogické, fyzikálně-mechanické, chemické a pedologické. Zvláště velký důraz se klade na zjištění případných škodlivin vzniklých větráním uhelné hmoty.
- u každého vzorku se provádí stanovení zrnitosti, hodnocení mineralogického složení na RTG difraktometru, stanovení půdní reakce, obsahu CaCO_3 , obsahu a kvality oxidovatelného uhlíku a humusu, obsahu dusíku a síry, stanovení sorpční schopnosti, stanovení obsahu přijatelných živin a rizikových stopových prvků.
- na základě výsledků se sestavují a kompletují podrobné půdní mapy zájmového území břehu a svahů budoucí vodní nádrže s vymezením relativně homogenních pedologických oblastí, zakreslením všech drobných fytotoxických, sterilních plošek a skluzových území (v tištěné i digitální podobě).



Obnažený povrch terénu – zemina vhodná k rekultivaci (jezero Most)

- dále se provede vyhodnocení případných oblastí s výskytem škodlivin (např. některé fytotoxické plošky) a návrh jejich sanace.



Obnažený povrch terénu – fytotoxická ploška (jezero Most)

- hlavním výsledkem práce je návrh rekultivace zájmové oblasti vycházející z výsledků realizovaného pedologického průzkumu. Jde především o rozčlenění území na oblasti vhodné pro lesnickou rekultivaci včetně návrhu optimálního sortimentu dřevin a návrhu aplikace zúrodnitelných zemin, oblasti vhodné pro zemědělskou rekultivaci a oblasti vhodné pro ostatní rekultivaci (rekreační využití, pláže, parkové využití, zástavba atd.) [48-52].
- v poslední etapě jsou vyčleněny v součinnosti s biologickým výzkumem případné oblasti vhodné pro rozvoj spontánní sukcese. Takové oblasti budou navrženy v případě spontánního vzniku zajímavých ekosystémů, eventuálně v případě potřeby ochrany unikátních biologických, geologických nebo paleontologických jevů.

Podrobnější metodické postupy pro hodnocení zemin jsou uvedeny v Příloze M této metodiky.

IV) Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou neznámou metodiku (§ 2, odst. 1, písm. a) a písm. d) bod 2 zákona č. 130/2002 Sb.)

Ze současných zkušeností vyplývá, že základní vlastnosti a tvar jezera Most vznikajícího ve zbytkové jámě povrchového lomu Ležáky byly přednostně plánovány pro účely a naplnění požadavků turistického a sportovního využití. Samozřejmostí však byl i předpoklad, že budou splněny požadavky a zájmy orgánů ochrany přírody, ve smyslu celkového zvýšení či alespoň podpory diversity rostlinných a živočišných druhů. Shodný nebo podobný účel využití vznikajících vodních nádrží v rámci hydrické rekultivace

zbytkových jam lze očekávat i v budoucnosti při ukončení těžby na hnědouhelných lomech ČSA, Vršany, Libouš, Bílina, Družba nebo Jiří. Zjištění, do jaké míry však byly, jsou a budou tyto požadavky reálné a s jakými dopady tohoto způsobu rekultivace na lokální klima, kvalitu ovzduší a základní složky ochrany přírody je třeba počítat, bylo předmětem řešení výzkumného projektu č. TA01020592.

V současné době neexistuje v ČR metodika odhadu vlivu vodní nádrže na mikroklima, včetně vlivu na lokální imisní situaci v okolí vodní nádrže v důsledku změny mikroklimatu. Pokud je známo, při odhadu vlivu se postupuje zcela subjektivně. Navržený postup prezentovaný v metodice je z tohoto hlediska zcela nový a nelze ho porovnat s jinou v ČR používanou metodikou.

Metodika na hodnocení vlivu vodní nádrže vzniklé ve zbytkové jámě povrchových lomů na tvorbu ekosystému vody v nádrži se opírá o Rámcovou směrnici v oblasti vodní politiky 2000/60/ES a o biologickou složku vodních ekosystémů, tj. fytoplankton. Společenstvo fytoplanktonu je hodnoceno ve vzorcích odebíraných z litorální zóny i z pelagiálu (hlubinné odběry), použity jsou mikroskopické analýzy (kvalitativní a kvantitativní rozbor, velikostní charakteristika taxonů a následně výpočet objemové biomasy, bioindikace na základě saprobního indexu) a spektrofotometrické analýzy (chlorofyl-a). Fytoplankton má zcela zásadní postavení při hodnocení trofie vody, na skladbě fytoplanktonu a přítomných fyziologických skupinách (tzv. asociacích) lze usuzovat na změny kvality vody, je možné odvodit i prognózu vývoje kvality vody do budoucna. Důležité je zaznamenávat podíl jednotlivých taxonomických skupin na velikosti objemové biomasy. Metodika hodnocení je založena významně na této biologické složce a využívá koncepce fyziologických skupin fytoplanktonu (asociací) a jejich podílu na celkové objemové biomase. Tento přístup hodnocení se využívá zjm. v zahraničí, v ČR méně často, proto jeho použití v certifikované metodice je možné považovat za inovativní a v hydrobiologické praxi za velmi potřebné. V návrhu metodiky jsou zmíněny i další biologické složky kvality vod, které by se měly v případě monitoringu hydricky rekultivovaných ploch sledovat (fytoplankton, fytoENTOS, makrofyta, zooplankton, fauna bezobratlých, fauna ryb, mikrobiologické ukazatele, parazité).

V části věnované flóře a fauně se metodika na příkladu vybraných skupin živočichů snaží zhodnotit význam tohoto nově vzniklého ekosystému pro podporu a ochranu živočišných druhů, především ze skupiny ptáků. Přestože byly získány výsledky pozorování a sledování fauny v rámci řešení výzkumného projektu zabývajícího se jezerem Most v relativně malém časovém úseku (4 roky) a krátkým vývojem mokřadních ekosystémů, lze v podstatě konstatovat, že počáteční absence některých druhů ptáků na lokalitě nové vodní plochy může být pouze dočasná, kdy rychlost sukcese organismů je ovlivněna jejich výskytem nebo naopak absencí v okolí. V případě živočišných druhů, které snadno překonávají velké vzdálenosti, jako je tomu u ptáků, není tento faktor příliš významný.

V závislosti na kvalitativním a kvantitativním zhodnocení zjištěné biodiverzity sledovaných živočichů pak mohou být formulovány závěry a doporučení o vhodnosti či nevhodnosti takového typu rekultivace v krajině a pro ochranu živočichů.

Z charakteru vlastní vodní nádrže a zastoupené fauny i flóry tak bude možné i do budoucna odhadnout potenciál dalších nově vznikajících vodních nádrží obdobného charakteru. Limitem aplikovatelnosti výsledků v rámci jiných rekultivačních projektů obdobného charakteru však může být také specifická plánů na budoucí využití rekultivovaného území.

Z hlediska pedologie se předložená metodika na rozdíl od dosud předkládaných metodik zabývá specifickou, dosud neřešenou problematikou zemin břehů a svahů lomových jezer, to vyžaduje poněkud odlišný návrh průzkumu i následných prací.

V) Popis uplatnění Certifikované metodiky, informace pro koho je určena a jakým způsobem bude uplatněna

Způsob hydrické rekultivace při komplexní revitalizaci krajiny dotčené těžební činností bude v České republice využit i při budoucím zahlazování následků těžby nerostných surovin, zejména hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi a v Sokolovské pánvi, neboť v Souhrnných plánech sanací a rekultivací jednotlivých těžebních společností je tento způsob rekultivace zbytkových jam povrchových lomů uveden a preferován. Předpokládá se tedy uplatnění předložené metodiky již při zpracování technických projektů rekultivace zbytkových jam jednotlivých lomů (tedy na straně zpracovatelů technických projektů) a dále při zahájení a realizaci rekultivačních prací ze strany všech těžebních společností:

- Severočeské doly a.s., které těží na lomech Libouš a Bílina
- Severní energetická a.s. s těžbou na lomu Československé armády (ČSA)
- Vršanská uhelná a.s. s těžbou na lomu Vršany
- Sokolovská uhelná a.s. s těžbou na lomech Jiří a Družba
- Palivový kombinát Ústí s.p.

Předpokládá se rovněž využití navržené metodiky v procesech EIA při realizaci staveb hydrické rekultivace, která se předpokládá po ukončení těžby v případě většiny povrchových lomů v ČR. Metodiku bude možné využít i v případě hodnocení důsledků realizace nových staveb v blízkosti stávajících vodních ploch většího rozsahu. Zpracovatelé biologických hodnocení v rámci procesu EIA mohou metodiku využít pro odhad dopadu obdobných projektů hydrických rekultivací pro volně žijící organismy.

Metodika je rovněž určena pracovníkům hygienických stanic, laboratořím, správcům povodí a organizacím zabývajících se hodnocením kvality povrchových vod v nových vodních nádržích.

Předložená metodika bude využita především pro uplatnění zájmů orgánů ochrany přírody, a to v rámci rozhodovacích řízení státní správy a samosprávy i při plánování a hodnocení obdobných, v budoucích letech nově vznikajících projektů hydrické rekultivace v rámci územního plánování. Zájem o využití metodiky projevil město Most, Severočeské doly a.s. a Palivový kombinát Ústí s.p.

Certifikovaná metodika významně přispěje také pracovníkům a správcům povodí, a pověřeným odborným subjektům provádějícím zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod podle § 21 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách ve znění pozdějších předpisů.

VI) Ekonomické aspekty – vyčíslení (v tis. Kč) nákladů na zavedení postupů uvedených v metodice a vyčíslení (v tis. Kč) ekonomického přínosu pro uživatele,

Ekonomické náklady na aplikaci metodiky, resp. realizaci postupů, které tato metodika zahrnuje, lze odhadnout na úrovni 1 mil. Kč před zahájením hydrického způsobu rekultivace. Tyto náklady spočívají v podstatě v přípravě dat, měření a monitoringu pro následnou aplikaci dostupných modelů a v expertním zhodnocení dané lokality a volbě optimální varianty pro budoucí nové vodní nádrže plánované v rámci hydrické rekultivace zbytkových jam povrchových lomů po těžbě nerostných surovin.

Ekonomické náklady na aplikaci metodiky spočívají v přípravě dat a expertním zhodnocení dané lokality. Pokud není v místě depozice k dispozici potřebná časová řada imisních měření s minimální dobou integrace 1h provedená v návaznosti s meteorologickými podmínkami (viz část meteorologie) nebo nelze využít obdobná data z podobné lokality je třeba s předstihem potřebná měření realizovat. Zároveň se provádí hodnocení biotopu zahrnující zoologický a botanický průzkum, které charakterizuje danou lokalitu před, v průběhu a po ukončení hydrické rekultivace.

Ekonomický přínos pro uživatele metodiky nelze exaktně kvantifikovat (např. v tržbách, ziskem nebo exportem apod.), protože se jedná hlavně o ekologické a společenské přínosy, které není možné kvantifikovat v ekonomických ukazatelích.

VII) Seznam použité související literatury

1. Kabrna, M.. Voda jako nástroj obnovy krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí, sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most, 04/2013, str. 72 – 76, ISBN 978-80-260-4172-6
2. Kašpar, J., Městková, L. (2003). Rekultivace a voda, Sborník symposia Hornická Příbram ve vědě a technice, Příbram
3. Štýs, S., 2013. Hydrologické rekultivace jako subsystém rekultivační transformace krajiny, sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most, 04/2013, str. 157 – 161, ISBN 978-80-260-4172-6
4. Conradt, T., Kundzewicz, Z.W., Hattermann, F., Wechsung, F., 2007. Measured effects of new lake surfaces on regional precipitation. *Hydrological Sciences Journal*, 52, 936 – 955
5. Klimánek, M., 2004. The climatological impact of water reservoirs Novomlýnské nádrže on floodplain forest. In Rožnovský, J.; Litschmann, T. XIV. Czech-Slovak bioclimatological conference, Lednice na Moravě, 2-4 September 2004. ISBN 80-85813-99-8. pp. 161-179.
6. Zhang, S.K., Lu, Z.A., Zhang, N., 2011. Study on Precipitation changes in area nearby Three Gorges Dam (China) in 1958-2008. *Technics Technologies Education Management-TTEM*, 6, 644-650.
7. Miller, N.L., Jin, J.M., Tsang, C.F., 2005. Local climate sensitivity of the Three Gorges Dam. *Geophysical Research Letters*, 32, L16704.
8. Long, Z., Perrie, W., Gyakum, J., Laprise, R., Caya, D., 2007. Northern Lake Impacts on Local Seasonal Climate. *J.Hydrometeor.* 8, 881 – 896.

9. <http://www.cccma.ec.gc.ca/data/crcm.shtml>
10. <http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/PROFS/NewPOMPage.html>
11. Dvořák, P., Švec, J. 2009. Napouštění zbytkové jámy lomu Most-Ležáky. Vesmír 88, 46
12. Zacharová, J., Pokorný, R., 2010. Inventarizace hydrických rekultivací v okresech Teplice a Ústí nad Labem a jejich hodnocení metodou BVM a EVVM. *Studia Oecologica*, IV, 119 – 126
13. Havel, L., Příkryl, I., Vlasák, P., Kohušová, K., 2010. Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí I. *Limnologické noviny, Limnological News, Česká limnologická společnost*, č. 3, říjen 2010, 1-4.
14. Příkryl, I., Havel, L., 2010. Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí II – Barbora a Chabařovice. *Limnologické noviny*, 4: 1 – 6.
15. Traxmandlová, K., Poláček, V., Bečka, M., Hrochová, Z., Poláček, J., Blažková, H., 2010. Technické a územní řešení rozvoje lokality Jezero Most. Pilotní lokalita projektu COBRAMAN. Draft postupové zprávy, No. 5.4.1, Most, srpen 2010
16. Larondelle, L., Haase, D., 2012. Valuing post – mining landscapes using an ecosystem services approach – An example from Germany. *Ecological Indicators* 2012, 18, 567 - 574
17. Bejček, V., Exnerová, A., Fuchs, R., Musil, P., Vašák, P., Šimek, L., Šťastný, K. 1990. Změny početnosti jednotlivých druhů vodních ptáků na vybraných rybnících Třeboňské pánve – srovnání let 1981, 1982 a 1986, 1987. In: Ptáci v kulturní krajině, Sborník referátů, České Budějovice 1989: 17 – 24.
18. Bejček, V., ŠŤASTNÝ, K. 2000. Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR. Avifauna vybraných významných ornitologických lokalit - Mostecká pánev. *Sylvia* 36/1: 35 – 38.
19. Pokorný, J., Schlott, G., Schlott, K., Pechar, L. & Koutníková, J., 1994. Monitoring of changes in fishpond ecosystems. In.: Aubrecht, G., Dick, G. & Prentice, C. (eds) (1994): *Monitoring of Ecological Change in Wetlands of Middle Europe. Proc. International Workshop, Linz. Austria* (1993). *Stapfia* 31, Linz, Austria and IWRB Publication No. 30, Slimbridge. UK: 37 – 45.
20. Šťastný, K., Bejček, V., HUDEC K., 2006. Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 - 2003. Aventinum, Praha, 463 pp.
21. Vondráček, J., 2001. Chabařovické „jezero“, nová významná ptačí lokalita u Ústí nad Labem. In: FAUNA BOHEMIAE SEPTENTRIONALIS, Sborník odborných prací, Ústí nad Labem: 95 – 98.
22. Vondráček, J., Čerovský, V., Hejduk, J., Šutera V., 2002. Zoologicky zajímavý mokřad v obvodu města Ústí nad Labem. In: FAUNA BOHEMIAE SEPTENTRIONALIS, Sborník odborných prací, Ústí nad Labem: 123 – 127.
23. <http://www.flake.igb-berlin.de/>
24. Mann, J., Soren, O., Jorgensen, B. H., Frank, H. P.: WASP Engineering 2000, technical report Risø-R-1356(EN), Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, 2002.
25. <http://www.wasp.dk>
26. Řezáčová, D., Setvák, M., Kašpar, M., Novák, P., 2008. *Fyzika oblaků a srážek. Academia*. ISBN 978-80-200-1505-1, 576 stran.

27. Gultepe I., editor, 2007. Fog and Boundary Layer Clouds: Fog Visibility and Forecasting. Pure and Applied Geophysics, 164, 6-7, 1117-1421.
28. Shuttleworth, W.J., 1993. Evaporation. In: Maidment, D.R. (Ed.), Handbook of Hydrology, 4. McGraw-Hill, New York, USA, pp 4.1 – 4.53 (Chap. 4).
29. Bartůňková, K., Sokol, Z., 2013. Vliv nově vzniklé jezerní plochy na mikroklima. Vodní hospodářství 4/2013, 43 – 46.
30. Bartůňková, K., 2012. Rekultivace povrchových hnědouhelných dolů v Severních Čechách. Geografické rozhledy 2/12-13, 8 - 9
31. Bartůňková, K., Sokol, Z., Pop, L. 2014. Simulations of the influence of lake area on local temperature with the COSMO NWP model. Atmospheric Research 147–148 (2014) 51–67.
32. Dee, D. P., et al., 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. 264 Q. J. R. Meteorol.Soc. 127, 553- 597.
33. Baldauf, M., Seifert, A., Förstner, J., Majewski, D., Raschendorfer, M., Reinhardt, T., 2011. Operational Convective-Scale Numerical Weather Prediction with the COSMO model: description and sensitivities. Mon. Weather Rev., in print.doi: 10.1175/MWR-D-10-05013.1
34. Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., Mel, S., 2002. Review: Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.- Journal of plankton research, Vol. 24, N. 5, 417-428.
35. Padisák, J., Crossetti, L.O., Naselli-Flores, L., 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates.- Hydrobiologia 621:1-19
36. Borovec, J., Hejzlar, J., Znachor, P., Čtvrtlíková, M., Blabolil, P., Říha, M., Matěna, J., Kubečka, J., 2014. Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero – Návrh.- Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2014*, Praha 5.-6.2. 2012, s. 21-32, ISBN 978-80-86832-78-4
37. Duras, J., Chanová, M., Pummann, P., Koubová, R., 2014. Cerkářová dermatitida a jak k ní přistupovat.- Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2014*, Praha 5.-6.2. 2012, s. 150-162, ISBN 978-80-86832-78-4
38. Horsák, M., Juříčková, L., Beran, L., Čejka, T., Dvořák, L., 2010. Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky
39. Vyhláška MŽP ČR č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
40. Buchar, J., 1992. Kommentierte Artenliste der Spinnen Bohmens (Araneida). - Acta Universitatis carolinae Biologica 36. 383 – 428
41. Buchar, J., Růžička, V., 2002. Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres, Praha, 351 pp.
42. Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
43. Hůrka, K., Veselý, P. et Farkač, J., 1996. Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. – Klapalekiana, 32: 15 – 26
44. Kubát, K., 1987. Příspěvek k rozšíření některých subhalofilních a mokřadních rostlin v dolním Poohří, Sborn. Severočes. Muz. Liberec, Přírodní Vědy, 16: 5-65.

45. Kubát, K., Machová, I., 2014a. Příspěvek k flóře hydricky rekultivovaného lomu Chabařovice u Ústí n. L. Severočes. Přír. 45 (odevzdáno do redakce)
46. Zelený, V., 2008. Botanické poznámky k současnému stavu Radovesické výsypky. – Severočes. Přír. 38: 95-97
47. Procházka, F., 2001. Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky. - Příroda 18: 1 – 166
48. Štýs, S. et. al., 1981. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin, SNTL Praha
49. Čermák, P., Ondráček, V., 2007. Analýza erozních procesů na výsypkách SHP bez vegetačního pokryvu, Uhlí, rudy, geologický průzkum, č. 2, s. 5-7, ISSN 1210-7697
50. Čermák, P., Kohel J., Dederá, F., 1998. Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru, Metodika - Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha
51. Řehoř, M., Šafářová, M., Lang, T., Ondráček, V., Lorencová, H., 2006. Modern restoration methods on localities of the North Bohemian Brown Coal Basin, 3. díl sborníku „XXIII International Mineral Processing Congress“, s. 2401-2406, ISBN 975-7946-27-3 (Volume3)
52. Řehoř, M., Ondráček, V., 2010. Application of modern, non traditional restoration method on brown coal localities of Czech Republic, Proceedings of IUFRO Landscape Ecology Working Group International Conference, 9/2010, ISBN 978-972-745-111-1
53. Šťastný, K., Bejček, V., Hudec K., 2006. Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 - 2003. Aventinum, Praha, 463 pp.
54. Vojar, J. et Doležalová, J., 2003. Rozšíření skokana skřehotavého (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) na výsypkách Ústeckého kraje. - Fauna Bohemiae Septentrionalis., 28, 143 – 152
55. Tábořský, I., 2008. Výskyt skokana ostronosého *Rana arvalis* Nilsson, 1842 a blatnice skvrnitě *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) na Mostecku (Bohemia bor. occ.). Sborník Oblastního Muzea v Mostě, Řada Přírodovědná, Most, 29 – 30: 124 – 125
56. Smolová, D., Doležalová, J., Vojar, J., Solský, M., Kopecký, O., Gučík, J., 2010. Faunistický přehled a zhodnocení výskytu obojživelníků na severočeských výsypkách. Sborník Severočeského Muzea, Přírodní Vědy, Liberec, 28: 155 – 163
57. Beran, L., 2002. Vodní měkkýši České republiky – rozšíření a jeho změny, stanoviště, šíření, ohrožení a ochrana, červený seznam [Aquatic molluscs of the Czech Republic – distribution and its changes, habitats, dispersal, threat and protection, Red List]. – Sborník přírodovědného klubu v Uh. Hradišti, Supplementum 10, 258 pp.
58. Beran, L., 2010. Vodní měkkýši bývalého lomu Chabařovice v severních Čechách [Aquatic molluscs of the former quarry Chabařovice in Northern Bohemia (Czech Republic)]. – Malacologica Bohemoslovaca, 9: 26–32. Online serial at <<http://mollusca.sav.sk>> 16-November 2010
59. Strejček, J., Schön, K., 1974. Zpráva o inventarizačním průzkumu vybraných skupin brouků (Coleoptera) na území budoucího složiště popílku u Vysočan (okr. Chomutov). – *Manuskript*, 27 pp. KSSPPOP Ústí n. L. Non publ.
60. Strejček, J., 1980. Zpráva o výsledcích průzkumu výskytu některých skupin hmyzu na staré i náhradních lokalitách slaniska Bylany (bývalá SPR) prováděná v letech 1979-

1980. In Přírodovědecký průzkum náhradní lokality slaných půd u Bylan. – *TIS Praha*: 49 – 77. Non publ.
61. Vysoký, V., 1989. Střevlíkovití okresu Ústí nad Labem (Coleoptera: Carabidae). – *Příroda Ústecka II*, Ústí n. L., 149 str.
 62. Veselý, P., Resl, K., Tětl, I., 2002. Zajímavé nálezy střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) z České republiky v letech 1997-2001 a doplněk údajů o sběrech z předcházejícího období. – *Klapalekiana*, 38: 85 – 109.
 63. Bělohoubek, J., Kuncová, J., 2012. Vegetační a floristické poměry vodní nádrže Milada u Chabařovic. – In: Šutera V. et al., *Příroda nádrže Milada. Území po zatopení lomu Chabařovice*. 16-35
 64. Pollard, B. E., 1972. Hedges. Woodland Relic Hedges in Huntingdon and Peterborough. – *Ekológia*: 343 – 352
 65. Kohel, J., 1992. Metodika zemědělských a lesnických rekultivací, Metodika - VÚMOP Praha

VIII) Seznam publikací, které předcházely metodice a byly publikovány s dedikací na řešený výzkumný projekt

1. Bartůňková, K., Sokol, Z., 2013. Vliv nově vzniklé jezerní plochy na mikroklima. *Vodní hospodářství* 4/2013, 43 – 46
2. Bartůňková, K., 2012. Rekultivace povrchových hnědouhelných dolů v Severních Čechách. *Geografické rozhledy* 2/12-13, 8 - 9
3. Říhová Ambrožová, J., Neruda, M., 2012. Hydrobiologický průzkum hydrickou cestou rekultivovaného území na Mostecku, *Studia Oecologica*, č. 1, roč. VI, s. 19-27, ISSN 1802-21 2X
4. Říhová Ambrožová, J., Ivanovová, P., 2013. Hydrická rekultivace na Mostecku. První výsledky hydrobiologického průzkumu hydricky rekultivovaného Mostecka. *Vodní hospodářství* roč. 63, č.4, 33-37, ISSN 1211-0760
5. Říhová Ambrožová, J., Říha, J., Ivanovová, P., 2012. Budoucnost a perspektiva hydrické rekultivace na Mostecku. Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2012*, Praha, 1.-2.2. 2012, s. 76-83, ISBN 978-80-86832-65-4
6. Říhová Ambrožová, J., Holcová, D., Holec, M., 2013. Hydrická rekultivace v Podkrušnohoří – jezero Most. Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2013*, Praha, 6.-7.2. 2013, s. 80-86, ISBN 978-80-86832-70-8
7. Kubát, K., Machová, I., 2012. Hydrofyty vodních nádrží Most a Chabařovice. *Severočeskou Přírodou*, 43: 23-28, Ústí nad Labem
8. Holcová, D., Holec, M., 2012. Ornitocenóza jezera Ležáky u Mostu: současný i budoucí význam této ornitologicky zajímavé lokality. *Studia Oecologica*, č. 2, r. VI, s. 62-72, ISSN 1802-212X
9. Neruda, M., Kubát, K., Machová, I., Filipová, L., Holec, M., Holcová, D., Říhová Ambrožová, J., 2012. Environmental research of hydric restoration of Lake Most, Programme and Abstract book, 8th European Conference on Ecological Restoration, 9.-14.9. 2012, České Budějovice, s. 61

10. Neruda, M., Kubát, K., Říhová Ambrožová, J., Machová, I., Filipová, L., 2013. Hydrická rekultivace jezera Most. In Sborník příspěvků z konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, 16.-18. 4. 2013, Most, s.94-97
11. Vágnerová, M., Svoboda, P., Brejcha, J., 2013. Hydrological reclamation of opencast mine pit – influence on microclimate, air duality, water and soil system, 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2013 - Ecology, Economics, Education and Legislation Conference Proceedings, 16 – 22 June, 2013, Bulgaria, Albena, p. 563 – 569, ISBN 978-619-7105-04-9, ISSN 1314-2704
12. Brejcha, J., Svoboda, P., Vágnerová, M., Vaidišová, L., 2013. Air quality in the revitalized locality of the most lake, 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2013 - Energy and Clean Technologies Conference Proceedings, 16 – 22 June, 2013, Bulgaria, Albena, p. 527-534, ISBN 978-619-7105-03-2, ISSN 1314-2704
13. Vágnerová, M., Brejcha, J., 2014. The assessment of the air quality in the revitalized of the Most lake, 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2014 – Energy and Clean Technologies Conference Proceedings, Volume II, 17 – 26 June, 2014, Bulgaria, Albena, p. 551 – 566, ISBN 978-619-7105-16-2, ISSN 1314-2704
14. Brejcha, J., Vágnerová, M., 2014. The influence of local climate changes on the air quality in the area of the hydric reclamation the lake Most, 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2014 - Energy and Clean Technologies Conference Proceedings, Volume II, 17 – 26 June, 2014, Bulgaria, Albena, p. 591-598, ISBN 978-619-7105-16-2, ISSN 1314-2704
15. Brejcha, J., Vaidišová, L., 2013. Kvalita ovzduší v revitalizované lokalitě Jezera Most, sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most, 04/2013, str. 9 – 13, ISBN 978-80-260-4172-6
16. Vágnerová, M., Brejcha, J., Řehoř, M., 2013. Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů, sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most, 04/2013, str. 171 – 175, ISBN 978-80-260-4172-6
17. Brejcha, J., Vágnerová, M., Vaidišová, L., 2013. Vývoj kvality ovzduší v revitalizované lokalitě Jezera Most, Zpravodaj Hnědé uhlí, 1/2013, str. 27 -33, ISSN 1213-1660, MK ČRE 11644
18. Vaidišová, L., Brejcha, J., 2013. Měření plynného znečištění ovzduší v okolí nově vznikajícího jezera Most, Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2013, str. 3 -9, ISSN 1213-1660, MK ČRE 11644
19. Brejcha, J., 2013. Dílčí výsledky hodnocení úrovně prašnosti v okolí lokality jezera Most, Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2013, str. 10 -18, ISSN 1213-1660, MK ČRE 11644
20. Řehoř, M., Ondráček, V., 2012. Results of field research realized during first hydrological restoration of the large North Bohemian open pit mine SGEM Conference proceedings, Volume IV, p. 213 – 220, ISSN 1314-2704, DOI:10.5593/sgem2012, SCOPUS, Albena
21. Řehoř, M., 2012. Geologická a pedologická charakteristika břehů jezera Most – první výsledky výzkumu Zpravodaj Hnědé uhlí, 1/2012, s. 23 – 29, ISSN 1213-1660

22. Valvoda, P., Fultner, J., Řehoř, M., 2012. Zhodnocení stabilitních a pedologických poměrů konečných svahů jezera Most, Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2012, s. 3 – 8, ISSN 1213-1660
23. Řehoř, M., Schmidt, P., Lang, T., 2012. Výsledky výzkumu pedologické problematiky jezera Most a možnosti jejich využití při dalších hydrických rekultivacích povrchových dolů mostecké pánve, Sborník konference Hornická Příbram
24. Řehoř, M., Fraštia, M., Schmidt, P., 2013. Possibilities of hydrological restoration of large North Bohemian open pit mines – new results of research, SGEM Conference Proceedings, p. 627-634, ISSN 1314 -2704, ISBN 978-619-7105-02-5, DOI:10.5593/sgem2013, SCOPUS, Albena
25. Řehoř, M., Šafářová, M., Fraštia, M., 2013. Výsledky pedologického průzkumu jezera Most v letech 2012-2013, Zpravodaj Hnědé uhlí, 2/2013, s. 24-30, ISSN 1213-1660
26. Řehoř, M., Šafářová, M., Schmidt, P. Některé nové výsledky pedologického výzkumu oblasti jezera Most, Časopis Uhlí, rudy, geologický průzkum, zvláštní číslo, v tisku
27. Řehoř, M., 2013. Pedologické hodnocení zemín v oblasti jezera Most, Sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most. S. 127-130, ISBN 978-80-260-4172-6
28. Řehoř, M., Šafářová, M., Schmidt, P., 2013. Některé nové výsledky pedologického výzkumu oblasti jezera Most, Sborník konference Hornická Příbram ve vědě a technice, ISBN 978-80-904993-3-1
29. Řehoř, M., Šafářová, M., Fraštia, M., 2014. Pedological aspects of large hydrological restoration of former open pit mine Ležáky/Most – new results of research, SGEM Conference Proceedings, volume 2, p. 207-214, ISBN 978-619-7105-14-8, ISSN 1314-2704, DOI:10.5593/sgem2014B32, Albena,
30. Řehoř, M., 2014. Pedologická a geomechanická charakteristika břehu a svahů jezera Most, Sborník konference Těžba a její dopady na životní prostředí V, s. 51-55, ISBN 978-80-86832-79-1, Ostrava
31. Řehoř, M., 2014. Pedologická situace oblasti jezera Most, Sborník konference Těžba a její dopady na životní prostředí V, s. 77-80, ISBN 978-80-86832-79-1, Ostrava
32. Kubát, K., Machová, I., 2012. Hydrofyt vodních nádrží Most a Chabařovice. – Severočes. Přír. 43: 23-28
33. Kubát, K., Machová, I., 2014b. Historie floristického průzkumu a změny ve flóře okolí města Most za uplynulých 150 let. – Severočes. Přír. 45 (odevzdáno do redakce)
34. Machová, I., Kubát, K., Filipová, 2014. Schoenoplectus tabernaemontani v severozápadních Čechách. – Severočes. Přír. 45(odevzdáno do redakce)
35. Bartůňková, K., Sokol, Z., Pop, L. 2014. Simulations of the influence of lake area on local temperature with the COSMO NWP model. Atmospheric Research 147–148 (2014) 51–67

Metodika byla předložena níže uvedeným oponentům:

- Ing. Dušan Havel, MPA, předseda Obvodního báňského úřadu pro území kraje Ústeckého
- Ing. Stanislav Štýs, DrSc.

Příloha A – Příklad analýzy vlivu vodní nádrže na mikroklima

Příklad, jakým se dosud provádí analýza vlivu budoucí vodní nádrže na mikroklima, ilustruje následující text, který byl součástí dokumentu EIA při přípravě revitalizace hnědouhelného lomu Ležáky. EIA byla připravena v roce 1996.

Text je ze zprávy „Technický projekt likvidace lomu Ležáky“, kapitola C.III.2.1. Ovzduší a klima, str. 87:

Z klimatické studie vyplynulo, že plánovaná nádrž není příliš rozsáhlým vodním útvarem a její vliv na okolní krajinu se projeví v dosahu jednotek kilometrů. Prázdňá zbytková jáma je slabě větraná, stává se zdrojem přízemních inverzí a její celý prostor zadržuje a kumuluje znečištění ovzduší jak ze svého jádra, tak z okolních lomů (směrem na západ). Vodní plocha bude působit prostřednictvím vodních par, které se ve větší míře nad ní vypařují jako automatický čistící filtr.

V období duben – září se působení jezerních mlh vzhledem k převládajícím JZ- až SZ- větrům bude projevovat ve směru státní silnice Chomutov-Most-Bílina ve velmi malém procentu případů. V období říjen-březen se mlhy mohou rozšiřovat a ovlivňovat dohlednost na výše uvedené silnici ve statisticky méně významných případech. Šíření mlh z jezera může mít dosah maximálně 2 až 3 km, a proto je zcela nepravděpodobné, aby se mlha mohla šířit až do zástavby města Most.

Ostatní klimatické prvky, tj. srážková bilance, teplota vzduchu, vítr a meteorologické jevy se nebudou působením nově vzniklé vodní plochy výrazně měnit. Zatopení zbytkové jámy příznivě ovlivní mikroklima na nejbližších březích jezera, přičemž (vzhledem k odborným studiím publikovaným v SRN o dočišťovacích procesech v 50 resp. 70 m hlubokých nádržích) není prospěšné, aby hloubka vody v nádrži byla malá (10 m nebo méně). Zvýšená vlhkost vzduchu bude příznivě působit na růst příbřežního vegetačního krytu, který bude v nemalé míře vymývat vzduch s vyšší prašností přinášžený z převažujícího směru proudění, tj. od západu od lomů, které i nadále budou v činnosti.

Příloha B - Model ALAKE

Pro odhad vlivu nové vodní nádrže na okolní teplotu byl vyvinut zjednodušený statisticko-fyzikální model ALAKE, který využívá výsledky numerického modelu pro předpověď počasí COSMO [33]. Podstatným zjednodušením modelu ALAKE je předpoklad rovného terénu. Tento předpoklad umožňuje vytvoření univerzálního modelu, který lze aplikovat prakticky v libovolném místě ČR.

Detailní popis modelu ALAKE je uveden v práci Bartůňkové a kol. (2014) [31]. Vývoje modelu se týkají i práce [29,30].

Stručný popis modelu ALAKE z práce Bartůňkové a kol. (2014) [49] uvádíme níže.

Model ALAKE

Model ALAKE je složen z rovnic, jejichž parametry byly odvozeny z výstupů modelu COSMO. ALAKE počítá změnu teploty v daném bodě ve 2 m nad zemí, která je způsobená existencí vodní plochy. Jako prediktory byly stanoveny parametry jezera a proměnné, které popisují aktuální stav počasí. ALAKE byl sestaven proto, aby splnil dvě základní podmínky: (i) měl by poskytnout odpovídající výsledky při daných vstupních hodnotách (fyzikálně správných) i tehdy, když tyto hodnoty nebyly použity při výpočtech v modelu COSMO, a (ii) hodnoty sloužící jako prediktory musí být dostupné pro oblast, ve které je model aplikován.

Na základě výstupů z modelu COSMO byly vybrány následující prediktory:

- (i) délka jezera ve směru proudění větru (m),
- (ii) T_{ML} (°C) – teplota směšovací vrstvy vody v jezeře,
- (iii) T_{2m} (°C) – teplota vzduchu ve 2 m,
- (iv) v_{10} - rychlost větru (m/s),
- (v) R_{2m} - relativní vlhkost vzduchu ve 2 m ($0 < R_{2m} \leq 1$),
- (vi) T_S - povrchová teplota (°C).

Vstupní data (i) - (v) jsou pro ALAKE nezbytná. T_S je volitelná proměnná.

Model je založen na následujících předpokladech. Teplota vody působí na teplotu vzduchu nad jezerem. Dále je teplota vzduchu ovlivněna evaporací jezerní vody. Vzduchové hmoty, které jsou ovlivněny jezerem, se postupně smíchávají s okolním vzduchem až do dosažení stavu rovnovážné teploty v určité úrovni nad zemským povrchem. Na tento proces směšování působí proudění větru při advekci.

Výpočet změn teploty působením jezera T_{dif} se skládá ze dvou kroků. Při prvním kroku je nad jezerem počítána "rovnovážná" teplota T_d . V dalším kroku je posuzován vliv promíchávání vzduchových hmot, jejichž teploty jsou T_d a T_{2m} , a T_{dif} je počítána v určených bodech. Výsledná T_{dif} vyjadřuje změnu teploty ve 2 m nad zemským povrchem.

Model ALAKE provádí rozdílné výpočty pro bezvětří a pro situace, kdy rychlost větru přesahuje 1 m/s. Pokud se hodnota rychlosti větru pohybuje mezi 0 a 1 m/s, získáme výsledky pro bezvětří. Při rychlosti větru 1 m/s jsou výsledky váženě zprůměrovány, přičemž váha je kvadraticky závislá na změnách aktuální rychlosti větru z hodnot pro 0 a 1 m/s.

Při bezvětří je teplotní rozdíl T_d dán vztahem

$$T_d = \alpha(T_{ML} - T_e - \gamma - \beta E), \quad (1)$$

kde T_e je vážený průměr T_{2m} a T_s ,

$$T_e = \delta T_s + (1 - \delta)T_{2m}, \quad (2)$$

E je evaporace v $\text{kg m}^{-2} \text{h}^{-1}$, a α , β a γ jsou empirické konstanty. Pokud není T_s k dispozici, T_e je nastavena jako T_{2m} . E je počítána pomocí rovnice

$$E = (T_{sat}(T_{ML}) - R_{2m}T_{sat}(T_{2m}))(\eta + \mu v_{10}), \quad (3)$$

kde $T_{sat}(T)$ udává tlak nasycené vodní páry při teplotě T . η a μ jsou empirické parametry. Rovnice (3) pochází z často používaného vyjádření parametrizace evaporace (např. [46]). Na základě několika testů byl nastaven parametr $\eta = 1$ a $\mu = 0.5$ vzhledem k tomu, že v rovnicích podobných (3) v_{10} odpovídá rychlosti větru přímo nad zemským povrchem a μ se nepoužívá ($\mu = 1$). Protože je k dispozici pouze měření rychlosti větru v 10 m, obvyklou hodnotu μ jsme snížili.

Pokud T_{ML} je vyšší než T_e o více než 12°C , model COSMO simuluje výstupný vertikální proud nad jezerem, což vede k nasávání chladného vzduchu z okolí. Výsledkem je jen nepatrné oteplení vzduchu nad jezerem. Pro tyto případy jsme určili, že $T_d = 0.14$. COSMO někdy vytváří výše popsané situace také pro $T_{ML} > T_e + 8^\circ\text{C}$. V těchto případech je T_d počítána za použití váženého průměru $T_d = 0.14$ a T_d vypočítané pomocí (1). Použité váhy jsou lineárně závislé na aktuální teplotě. Smíchávání vzduchu nad jezerem a nad zemí je modelováno aplikací Gaussovského filtru s parametrem σ v m , který je ilustrován na obr. B1a.

Pokud rychlost vzduchu přesáhne 1 m/s, je místo (1) použita rovnice

$$T_d = \alpha_w(T_{ML} - T_e - \gamma - \lambda E), \quad (4)$$

kde α_w , γ a λ jsou empirické parametry. Předpokládáme, že vliv jezera začíná na jeho břehu ležícímu proti směru větru. Následně tento vliv narůstá nad jezerem směrem k druhému břehu a po jeho překročení se vliv postupně snižuje, až nakonec zcela zmizí. Nárůst vlivu jezera je modelován pomocí následujících rovnic:

$$T_{dif}(x) = T_d(1 - \exp(-\lambda_{up}(x - x_{up}))) \quad (5)$$

$$\lambda_{up} = (\varphi + \psi(v_{10} - \omega))/h \quad (6)$$

a pokles je definován takto:

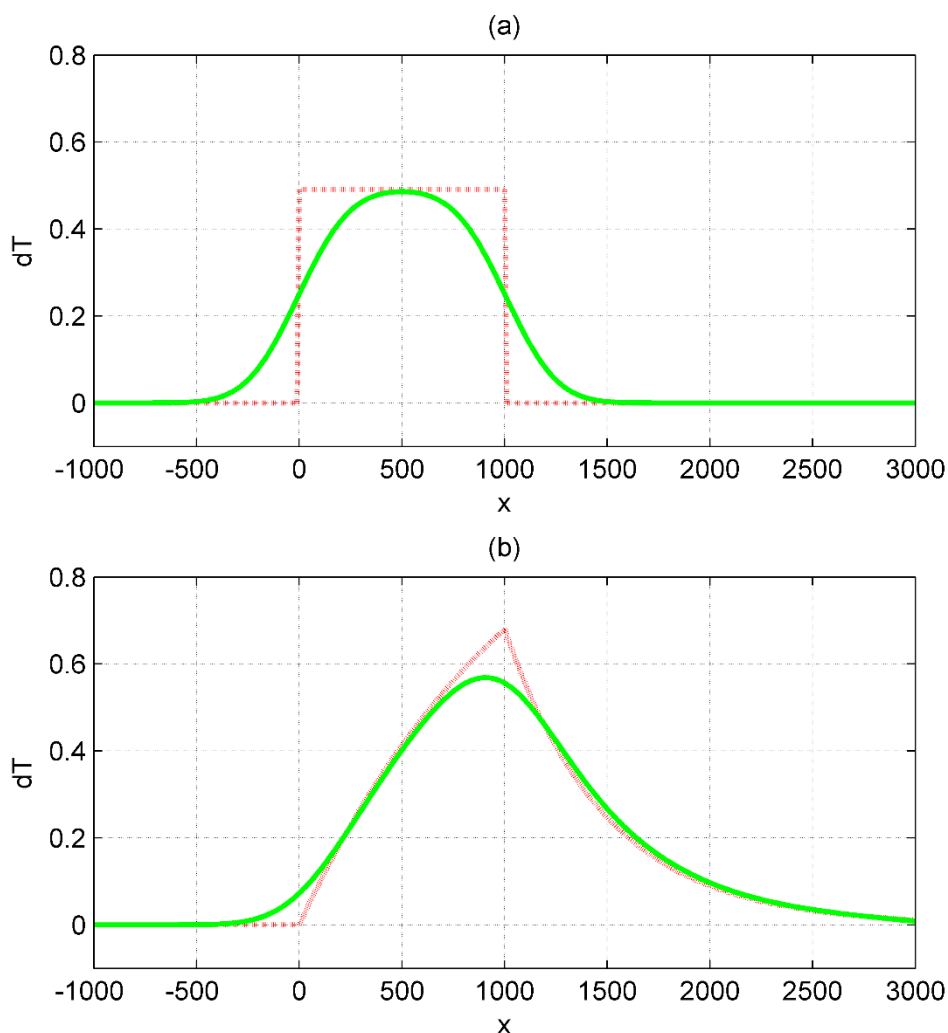
$$T_{dif}(x) = T_{end} \exp(-\lambda_{do}(x - x_{do})) \quad (7)$$

$$\lambda_{do} = (\nu + \tau(v_{10} - \omega))/h. \quad (8)$$

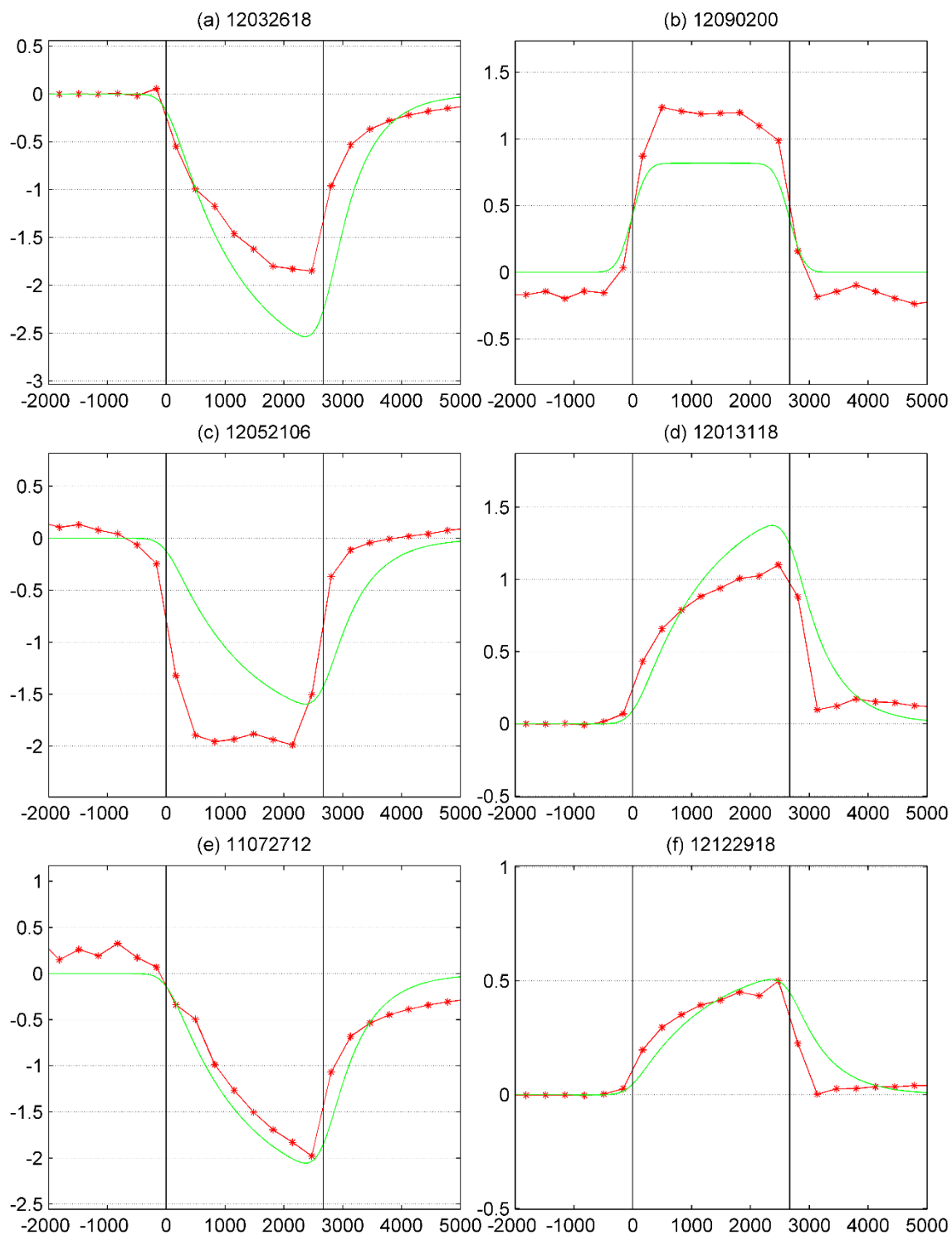
Souřadnice x_{up} a x_{do} označují hranice jezera ležící po směru větru a proti němu v m , x je umístění, kde je počítána "rovnovážná" teplota, a T_{end} odpovídá $T_{dif}(x_{do})$. Výsledná hodnota T_{dif} je opět získána aplikací Gaussovského filtru s parametrem σ (obr. B1b). $h = 333$ m je horizontální rozlišení.

Hodnoty konstant α , α_w , β , γ , δ , σ , ν , λ , ω , μ , ψ , τ a φ z rovnic (1-8) byly získány porovnáním výstupů modelu ALAKE a modelu COSMO. Byly získány následující hodnoty: $\alpha=0.1$, $\alpha_w=0.35$, $\beta=0.003$, $\gamma=0.3$, $\delta=0.6$, $\nu=0.7$, $\lambda=0.002$, $\omega=5$, $\mu=0.5$, $\sigma=200$, $\psi=0.3$, $\tau=0.03$ a $\varphi=0.3$.

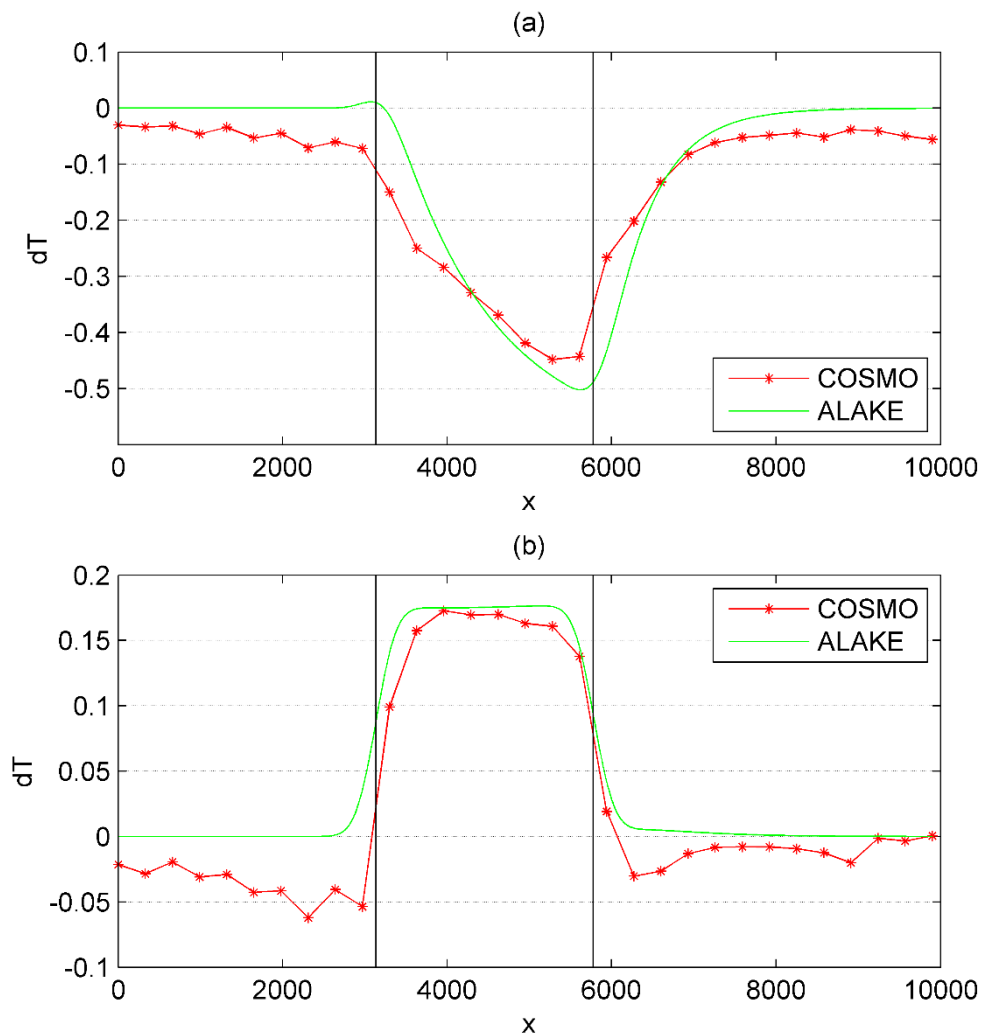
Základní zhodnocení modelu ALAKE a jeho porovnání s výstupy modelu COSMO ukazuje obr. B2 a B3. Obr. B2 porovnává výstupy ALAKE a COSMO pro šest konkrétních termínů, které představují typické výsledky srovnání. Dílčí grafy (a) až (f) znázorňují, že ALAKE v některých případech nadhodnotil a v některých případech podhodnotil výsledky COSMO modelu. Základní rysy obou výstupů byly nicméně ve většině případů podobné. Poměrně často byla shoda modelových výstupů až překvapivě dobrá, jak je vidět na dílčích grafech (e) a (f). Důležitý výsledek je prezentován na obr. B3, který zobrazuje průměrné hodnoty všech dat pro případy, kdy $v_{10} = 0$ (obr. B3a) a $v_{10} > 0$ (obr. B3b). Dobrá shoda mezi průměrnými hodnotami ukazuje, že významné rozdíly mezi výstupy ALAKE a COSMO pro jednotlivé termíny se většinou vyskytují ojediněle, a že mohou být částečně odstraněny zprůměrováním velkého datového souboru. Proto lze očekávat, že klimatologie vlivu jezera, která je získána pomocí modelu ALAKE, bude podobná klimatologii vypočítané modelem COSMO.



Obr. B1. Smíchávání vzduchu nad jezerem a nad zemí je modelováno pomocí Gaussova filtru (viz text). Zelená čára představuje výstupy po aplikaci filtru, červená čára s hvězdičkami ukazuje původní hodnoty. Vertikální osa značí změnu teploty v $^{\circ}\text{C}$ a horizontální značí polohu v m vzhledem k jezeru, jehož hranice je 0 a 1000 m.



Obr. B2. Porovnání výstupů ALAKE (zelená čára) a COSMO (červená čára s hvězdičkami) pro šest vybraných termínů (datum ve tvaru je v názvu obrázku ve formátu rok (2 cifry), měsíc, den, hodina), které představují typické výsledky srovnání. Vertikální osa ukazuje změnu teploty ve °C způsobenou existencí nové vodní nádrže a horizontální osa je v m. Hranice nádrže je označena svislými čarami ($x=0$, $x=2667$).



Obr. B3. Obrázek zobrazuje průměrné hodnoty všech dat pro případy, kdy $v_{10} = 0$ (obr. 3a) a $v_{10} > 0$ (obr. 3b). Zelená čára představuje výstupy ALAKE, červená čára s hvězdičkami označuje výstupy modelu COSMO. Horizontální osa je v m a hranice jezera (břeh) je označena vertikálními čarami. Vertikální osa ukazuje změnu teploty ve $^{\circ}\text{C}$ způsobenou existencí nové vodní nádrže za celé období.

Příloha C - Program ALAKE-T-BATCH

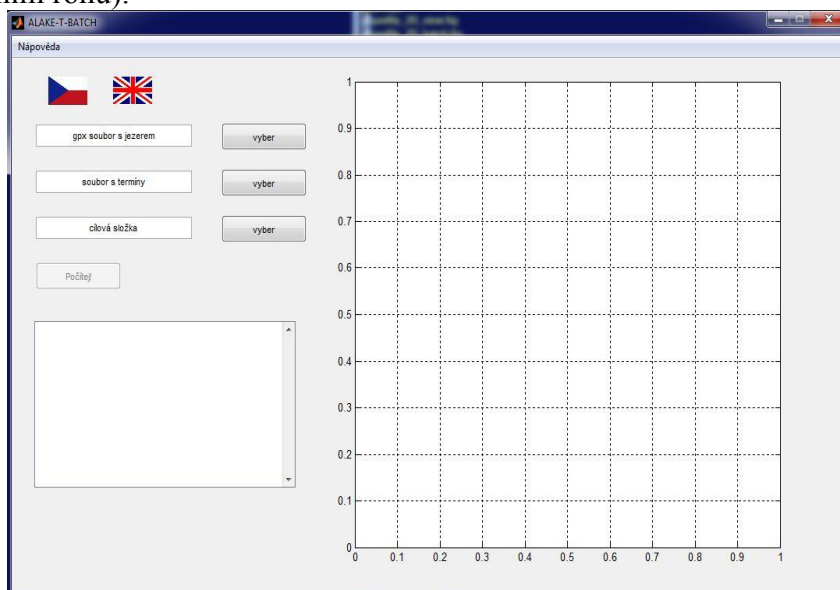
Program ALAKE-T-BATCH počítá změnu teploty, která nastane v souvislosti se vznikem nové vodní nádrže, tj. rozdíl mezi teplotou s vodní nádrží a stavem bez ní v °C. Současně počítá základní statistiky tohoto rozdílu na základě výpočtu pro zadaný soubor vstupních dat (viz hlavní text).

Program ALAKE-T-BATCH je napsán v prostředí MATLAB verze R2014a, win64. Aplikace programu vyžaduje instalaci modulu MATLAB Compiler Runtime (MCR) pro danou verzi MATLAB. Způsob instalace je popsán v souboru README, který se dodává současně s programem ALAKE-T-BATCH a lze ho najít i na stránkách www.mathwork.com. Program ALAKE-T-BATCH nevyžaduje instalaci, pouze se překopíruje. Program je určen pro operační systémy Windows 7 a 8, 64bitová verze.

Pro ovládání programu ALAKE-T-BATCH slouží grafické rozhraní. Program lze použít s českými nebo anglickými popisky. Změna jazyka se provede kliknutím na tlačítko označené českou nebo anglickou vlajkou.

Úvodní okno aplikace je zobrazeno na obr. C1. Program vyžaduje zadání 3 vstupních informací (viz hlavní text), které lze provést buď editací příslušného pole, nebo (doporučuje se) výběrem (zmáčknutím) tlačítka „vyber“. Po zadání pole „gpx soubor s jezerem“ se objeví tvar vodní plochy v poli v pravé části obrazovky. Formát souboru „soubor s termíny“ je popsán v tabulce III-1 v hlavní části metodiky. V poli „cílová složka“ se zadává adresář, kde budou uloženy veškeré výpočty.

Po zadání všech vstupních informací se aktivuje tlačítko „Počítej“ a jeho stisknutím začne výpočet, při kterém jsou v dávkovém režimu počítána pole změny teploty pro jednotlivé termíny. Postup výpočtu je indikován v dolním rámečku, kde se zobrazuje číslo zpracovávaného termínu lomeno celkovým počtem zpracovávaných termínů. Konec výpočtu je indikován textem. Součástí výpočtu je zápis souborů s výsledkem výpočtu pro každý zadaný termín. Tyto soubory mají název „navez_termínu“_ter.grd, kde navez_termínu odpovídá obsahu prvního sloupce v souboru s termíny. Zároveň se vypočtou a zapíší soubory obsahující statistické charakteristiky uvedené v tabulce III-2. Formát zápisu dat v souborech je uveden v **příloze E**. Program se ukončuje zavřením okna (např. stisknutím tlačítka x v pravém horním rohu).



Obrázek C1. Grafické prostředí programu ALAKE-T-BATCH.

Příloha D - Program ALAKE-T-VIEW

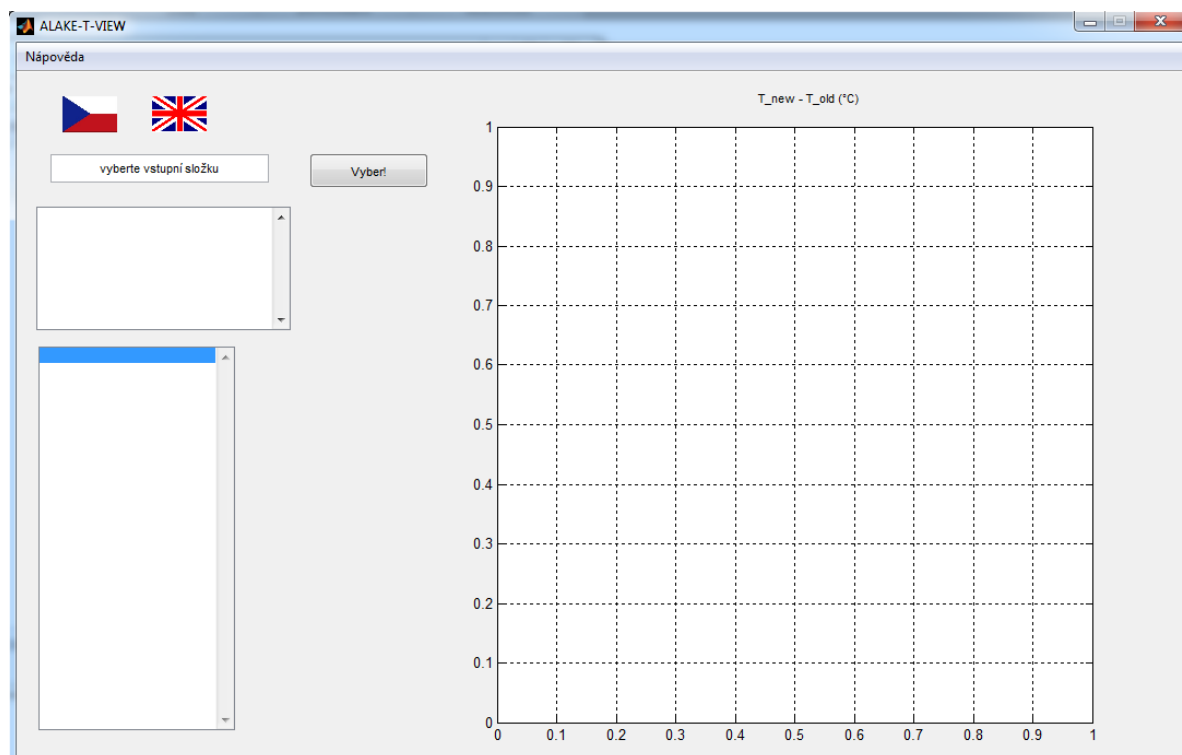
Program ALAKE-T-VIEW zobrazuje změnu teploty, která nastane v souvislosti se vznikem nové vodní nádrže, tj. rozdíl mezi teplotou s nádrží a stavem bez ní v °C, pro soubory vytvořené programem ALAKE-T-BATCH.

Program ALAKE-T-VIEW je napsán v prostředí MATLAB verze R2014a, win64. Aplikace programu vyžaduje instalaci modulu MATLAB Compiler Runtime (MCR) pro danou verzi MATLAB. Způsob instalace je popsán v souboru README, který se dodává současně s programem ALAKE-T-VIEW a lze ho najít i na stránkách www.mathwork.com. Program ALAKE-T-VIEW nevyžaduje instalaci, pouze se překopíruje. Program je určen pro operační systémy Windows 7 a 8, 64bitová verze.

Ovládání programu ALAKE-T-VIEW je interaktivní. Program lze použít s českými nebo anglickými popisky. Změna jazyka se provede kliknutím na tlačítko označené českou nebo anglickou vlajkou.

Úvodní okno aplikace je zobrazeno na obr. D1. Program vyžaduje cestu k adresáři, kde se nacházejí výstupní soubory programu ALAKE-T-BATCH. Tato cesta je totožná se zadáním položky „cílová složka“ u programu ALAKE-T-BATCH.

Stisknutím tlačítka „Vyber!“ se vybírá adresář s daty. Průběh jejich načítání je indikován textem ve středním rámečku. Po ukončení načtení se v dolním rámečku nalevo objeví všechna pole, která lze graficky zobrazit, tj. označení termínů z 1. sloupce textového souboru s termíny, viz tabulka III-1. Dalšími soubory, které lze zobrazit, jsou statistické soubory, viz tabulka III-2 v hlavním textu. Vlastní grafické zobrazení se provede výběrem příslušného souboru (naještěm kurzoru a stisknutím levého tlačítka myši). V případě zobrazení konkrétního termínu se v horním rámečku objeví termín a naměřené meteorologické hodnoty.



Obrázek D1. Grafické prostředí programu ALAKE-T-VIEW.

Příloha E - Formát zápisu grd souborů

Formát zápisu grd souborů, které obsahují informace o vypočtených polích, je obdobný s formátem používaným v software SURFER firmy Golden Software (<http://www.goldensoftware.com/products/surfer>).

Formát je binární a zapisuje uzlové hodnoty obdélníkového pole. Soubor obsahuje hlavičku popisující charakteristiky sítě uzlů a tělo obsahující uzlové hodnoty. Struktura souboru je popsána v tabulce E1.

Důležitá poznámka: Data do grd souborů jsou uložena tak, že hodnoty souřadnic x a y jsou prohozené.

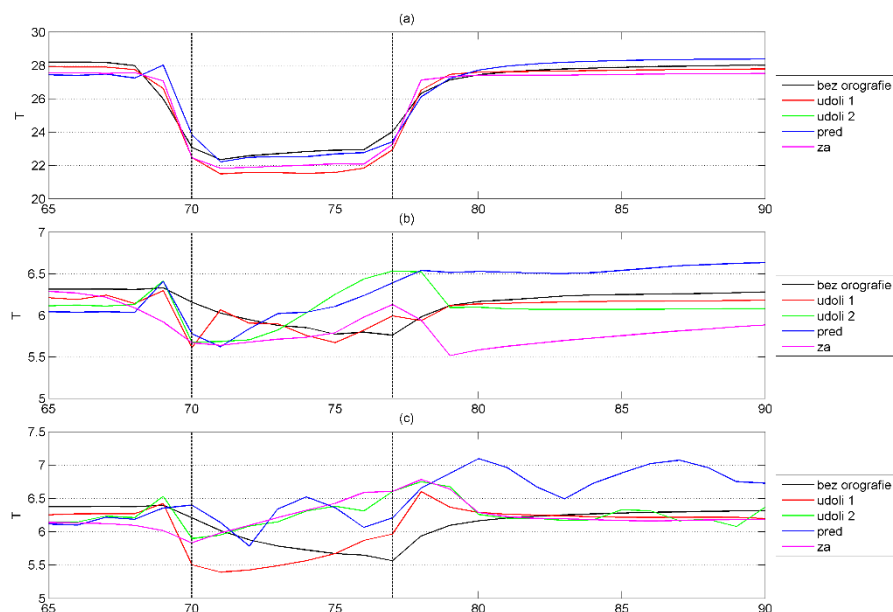
Tabulka E1. Struktura grd souboru.

Pořadí	Typ proměnné	Význam
1	4 znaky	DSBB – řetězec identifikující typ souboru
2	Celé číslo, 16 bitů	Počet uzlů ve směru zleva doprava
3	Celé číslo, 16 bitů	Počet uzlů ve směru zdola nahoru
4	Reálné číslo, 16 bitů	Souřadnice x levého dolního rohu
5	Reálné číslo, 16 bitů	Souřadnice x pravého dolního rohu
6	Reálné číslo, 16 bitů	Souřadnice y levého dolního rohu
7	Reálné číslo, 16 bitů	Souřadnice y pravého horního rohu
8	Reálné číslo, 16 bitů	Minimální hodnota uzlových hodnot
9	Reálné číslo, 16 bitů	Maximální hodnota uzlových hodnot
10 a dále	Reálné číslo, 16 bitů	Hodnoty v uzlových bodech v pořadí od levého dolního rohu po řádkách (ve směru zleva doprava).

Příloha F - Vliv nové vodní nádrže na teplotu vzduchu v okolí v nerovinatém terénu

Vliv nové vodní nádrže na teplotu vzduchu na okolí v nerovinatém terénu je velmi komplikovaný a nelze ho jednoduše popsat. Souvisí to s faktem, že proudění v nerovinatém terénu je komplikované a zpravidla jedinečné pro dané místo. Aplikace modelu COSMO (viz **příloha B**) v nerovinatém terénu dávala velmi variabilní výsledky, které byly silně závislé nejen na tvaru orografie, ale i na konkrétních meteorologických podmínkách. Přesto bylo možné získané výsledky využít k formulování základních charakteristik vlivu nové vodní nádrže na okolní teplotu. Typické výsledky modelových výpočtů jsou pro ilustraci uvedeny na obr. F1. Při popisu určujeme strany podle směru proudění vzduchu; levá strana je strana, ze které fouká vítr. Poznatky lze shrnout následujícím způsobem:

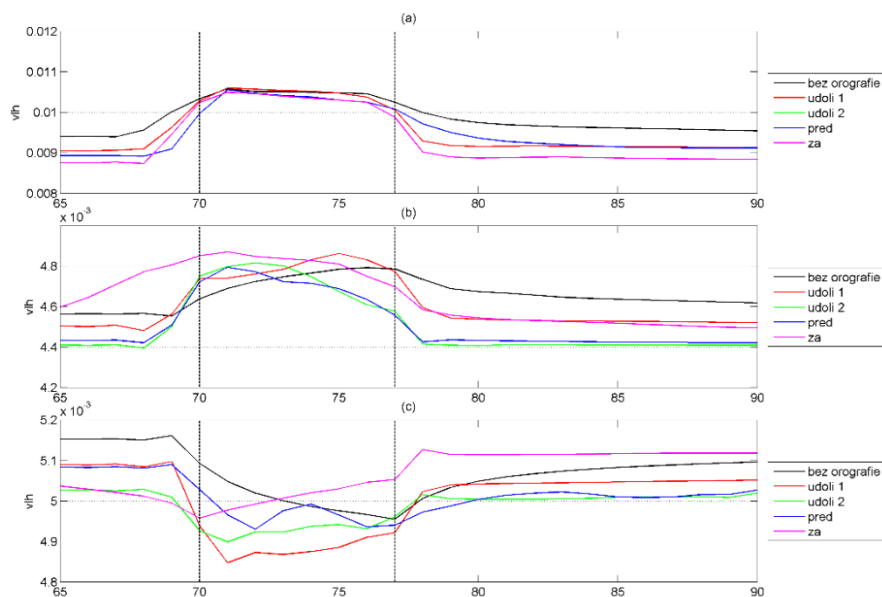
- V letním období a denní době, kdy teplota vzduchu je výrazně vyšší než teplota vody, má orografie ve srovnání s plochým terénem následující vliv na teplotu vzduchu ve 2 m nad zemí (obr. F1a):
 - Pokud je vodní nádrž v údolí, pak dojde ke snížení teploty vzduchu až o 1 °C nad touto nádrží. Naopak nad břehem v blízkosti nádrže údolí přináší oteplení, které se pohybuje okolo 0.5 °C.
 - Zvýšená orografie pravého břehu minimálně ovlivňuje teplotu vzduchu nad hladinou, ale zřetelně redukuje ochlazení (až o 2 °C) způsobené chladnou vodou za vodní nádrží.
 - Svažující se terén směrem k nové vodní nádrži na levém břehu zmenšuje ochlazení vzduchu nad ní i za ní až o 1 °C.
 - Vliv chladné vody je určujícím faktorem změny teploty. Změny způsobené orografií jsou zřetelně nižší.
- V zimním období, kdy teploty vody, vzduchu a zemského povrchu jsou podobné (obr. F1b a F1c), vliv orografie není zásadní a dosahuje řádově desetin °C do 1 °C.
 - Mělké údolí nemá na profil teploty vzduchu vliv. Hlubší údolí vede k navýšení teploty vzduchu v okolí pravého břehu vodní nádrže.
 - Svažující se terén směrem k vodní nádrži na levém břehu zvyšuje teplotu vzduchu nad pravou částí nádrže a nad pravým břehem a to až o 1 °C.
 - Zvýšená orografie na pravém břehu mírně snižuje teplotu vzduchu především nad pravým břehem a částečně i nad hladinou. To souvisí s obecnou závislostí teploty vzduchu na nadmořské výšce.



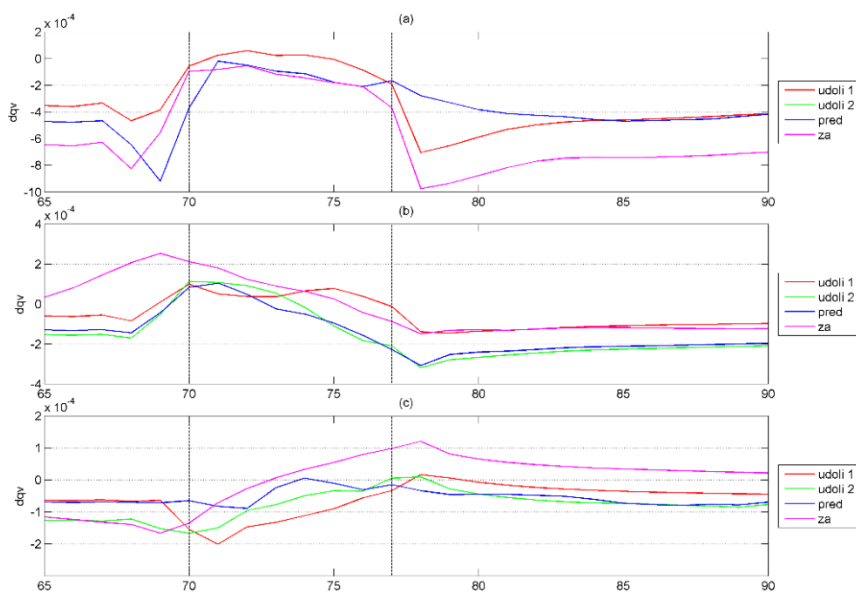
Obr. F1. Průběh změny teploty (°C) nad vodní nádrží a v jejím okolí pro 5 typů reliéfu a 3 typické meteorologické situace (a – typická letní situace s vysokou teplotou vzduchu), (b – typická zimní situace, kdy teplota vody je nižší než teplota vzduchu) a (c – teplota půdy je vyšší než teploty vody a vzduchu, které jsou srovnatelné, tyto situace se vyskytují na jaře a na podzim). Obrázek zobrazuje závislost teploty v řezu procházejícím vodní nádrží pro uzlové body 65 až 90 pro výpočty „bez orografie“, „udoli 1“ – vodní nádrž je v mělkém údolí (sklon svahů 5 %), „udoli 2“ – vodní nádrž je v údolí (sklon svahů 10 %), „pred“ – ve směru proti větru břeh nádrže klesá k hladině (sklon 10 %), „za“ - ve směru větru břeh vodní nádrže klesá k hladině (sklon 10 %). Vzdálenost mezi uzly je 333 m a vodní nádrž se nachází mezi uzly 70 a 77 (indikují přerušované svislé čáry).

1. Vliv nové vodní nádrže na měrnou vlhkost vzduchu v okolí v nerovinatém terénu

Pro vliv nové vodní nádrže na měrnou vlhkost vzduchu na okolí v nerovinatém terénu platí totéž jako pro teplotu (viz výše) s tím, že variabilita výsledků v závislosti na tvaru orografie a na konkrétních meteorologických podmínkách modelovaných COSMO modelem byla ještě vyšší než pro teplotu. Je třeba zdůraznit, že rozložení vlhkosti v přízemní vrstvě atmosféry je velmi variabilní a je významně ovlivněno toky vlhkosti, teploty a hybnosti v blízkosti zemského povrchu. Tyto toky závisejí na charakteru zemského povrchu (pokrytí rostlinami, vlhkostí půdy apod.), prouděním vzduchu, vertikálním gradientem teploty (stabilitou atmosféry), a jsou dále ovlivněny denní a roční dobou. Vzhledem k této komplexní závislosti nelze definovat obecnou závislost vlivu nové vodní nádrže na měrné vlhkosti vzduchu v závislosti na tvaru orografie. Typické výsledky modelových výpočtů, které ilustrují variabilitu výsledků, ukazují obrázky F2 a F3.



Obr. F2. Průběh měrné vlhkosti (g/kg) nad vodní nádrží a v jejím okolí pro 4 typy reliéfu vůči plochému reliéfu a 3 typické meteorologické situace (a – typická letní situace s vysokou teplotou vzduchu), (b – typická zimní situace, kdy teplota vody je nižší než teplota vzduchu) a (c – teplota půdy je vyšší než teploty vody a vzduchu, které jsou srovnatelné, tyto situace se vyskytují na jaře a na podzim). Obrázek zobrazuje závislost měrné vlhkosti v řezu procházejícím vodní nádrží pro uzlové body 65 až 90 pro výpočty „bez orografie“, „udoli 1“ – vodní nádrž je v mělkém údolí (sklon svahů 5 %), „udoli 2“ – vodní nádrž je v údolí (sklon svahů 10 %), „pred“ – ve směru proti větru břeh nádrže klesá k hladině (sklon 10 %), „za“ – ve směru větru břeh nádrže klesá k hladině (sklon 10 %). Vzdálenost mezi uzly je 333 m a vodní nádrž se nachází mezi uzly 70 a 77 (indikují přerušované svislé čáry).



Obr. F3. Totéž jako obr. F2, ale zobrazeny jsou změny měrné vlhkosti (g/kg) vzhledem k průběhu pro plochý terén bez orografie: křivky zobrazují závislosti: „bez orografie“ – plochý terén, „udoli 1“ – nová vodní nádrž je v mělkém údolí (sklon svahů 5 %), „udoli 2“ – nová vodní nádrž je v údolí (sklon svahů 10 %), „pred“ – ve směru proti větru břeh nádrže klesá k hladině (sklon 10 %), „za“ – ve směru větru břeh nádrže klesá k hladině (sklon 10 %).

Příloha G - Program ALAKE-H-BATCH

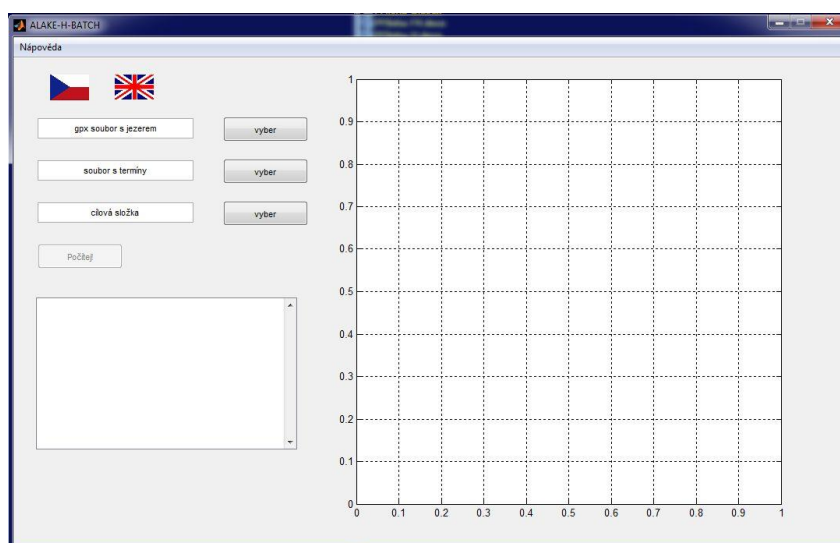
Program ALAKE-H-BATCH počítá změnu měrné vlhkostí, která nastane v souvislosti se vznikem nové vodní nádrže, tj. rozdíl mezi měrnou vlhkostí s nádrží a stavem bez ní v g/g. Současně počítá základní statistiky tohoto rozdílu na základě výpočtu pro zadaný soubor vstupních dat (viz hlavní text metodiky).

Program ALAKE-H-BATCH je napsán v prostředí MATLAB verze R2014a, win64. Aplikace programu vyžaduje instalaci modulu MATLAB Compiler Runtime (MCR) pro danou verzi MATLAB. Způsob instalace je popsán v souboru README, který se dodává současně s programem ALAKE-H-BATCH a lze ho najít i na stránkách www.mathwork.com. Program ALAKE-H-BATCH nevyžaduje instalaci, pouze se překopíruje. Program je určen pro operační systémy Windows 7 a 8, 64bitová verze.

Pro ovládání programu ALAKE-H-BATCH slouží grafické rozhraní. Program lze použít s českými nebo anglickými popisky. Změna jazyka se provede kliknutím na tlačítko označené českou nebo anglickou vlajkou.

Úvodní okno aplikace je zobrazeno na obr. G1. Program vyžaduje zadání 3 vstupních informací (viz hlavní text metodiky), které lze provést buď editací příslušného pole, nebo (doporučuje se) výběrem s pomocí zmáčknutí tlačítka „vyber“. Po zadání pole „gpx soubor s jezerem“ se objeví tvar vodní plochy v poli v pravé části obrazovky. Formát souboru „soubor s termíny“ je popsán v tabulce III-1 v hlavní části. V poli „cílová složka“ se zadává adresář, kde budou uloženy veškeré výpočty.

Po zadání všech vstupních informací se aktivuje tlačítko „Počítej“ a jeho stisknutím začne výpočet, při kterém jsou v dávkovém režimu počítána pole změny teploty pro jednotlivé termíny. Postup výpočtu je indikován v dolním rámečku, kde se zobrazuje číslo zpracovávaného termínu lomeno celkovým počtem zpracovávaných termínů. Konec výpočtu je indikován textem. Součástí výpočtu je zápis souborů s výsledkem výpočtu pro každý zadaný termín. Tyto soubory mají název „navez_termínu“_ter.grd, kde navez_termínu odpovídá obsahu prvního sloupce v souboru s termíny. Zároveň se vypočtou a zapíší soubory obsahující statistické charakteristiky uvedené v tabulce III-2. Formát zápisu dat v souborech je uveden v **příloze E**. Program se ukončuje zavřením okna (např. stisknutím tlačítka x v pravém horním rohu).



Obrázek G1. Grafické prostředí programu ALAKE-H-BATCH

Příloha H - Program ALAKE-H-VIEW

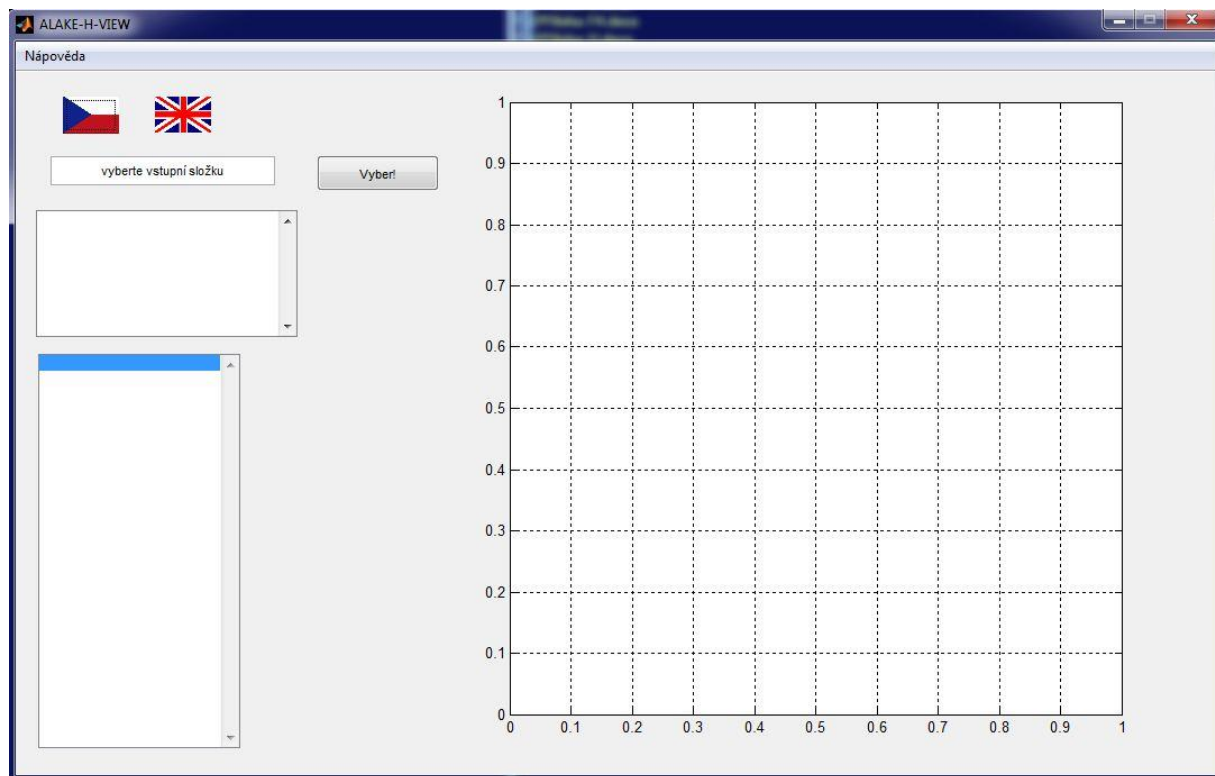
Program ALAKE-H-VIEW zobrazuje změnu absolutní vlhkosti, která nastane v souvislosti se vznikem nové vodní nádrže, tj. rozdíl mezi teplotou s nádrží a stavem bez ní v g/kg, pro soubory vytvořené programem ALAKE-H-BATCH.

Program ALAKE-H-VIEW je napsán v prostředí MATLAB verze R2014a, win64. Aplikace programu vyžaduje instalaci modulu MATLAB Compiler Runtime (MCR) pro danou verzi MATLAB. Způsob instalace je popsán v souboru README, který se dodává současně s programem ALAKE-H-VIEW, zároveň je uveden v **příloze E** a lze ho najít i na stránkách www.mathwork.com. Program ALAKE-H-VIEW nevyžaduje instalaci, pouze se překopíruje. Program je určen pro operační systémy Windows 7 a 8, 64bitová verze.

Ovládání programu ALAKE-H-VIEW je interaktivní. Program lze použít s českými nebo anglickými popisky. Změna jazyka se provede kliknutím na tlačítko označené českou nebo anglickou vlajkou.

Úvodní okno aplikace je zobrazeno na obr. H1. Program vyžaduje cestu k adresáři, kde se nacházejí výstupní soubory programu ALAKE-H-BATCH. Tato cesta je totožná se zadáním položky „cílová složka“ u programu ALAKE-H-BATCH.

Stisknutím tlačítka „Vyber!“ se vybírá adresář s daty. Průběh jejich načítání je indikováno textem ve středním rámečku. Po ukončení načtení se v dolním rámečku nalevo objeví všechna pole, která lze graficky zobrazit, tj. označení termínů z 1. sloupce textového souboru s termíny, viz tabulka III-1. Dalšími soubory, které lze zobrazit jsou statistické soubory, viz tabulka III-2 v hlavním textu. Vlastní grafické zobrazení se provede výběrem příslušného souboru (naještěm kurzoru a stisknutím levého tlačítka myši). V případě zobrazení konkrétního termínu se v horním rámečku objeví termín a naměřené meteorologické hodnoty.



Obrázek H1. Grafické prostředí programu ALAKE-H-VIEW

Příloha I - Vliv nové vodní nádrže (NVN) na rychlost větru v rovinatém a nerovinatém terénu

Vliv nové vodní nádrže a orografie na rychlost natékajícího proudění u_{ref} byl modelován pomocí software WAsP Engineering [24], jehož jádrem je model proudění založený na rovnici kontinuity a na tvaru vertikálního profilu rychlosti a směru větru v přízemní vrstvě atmosféry. Tento software využívá model, který je vhodný pro výpočet proudění v ne příliš komplikované orografii se sklony svahů do 30 %.

Model WAsP Engineering byl aplikován pro různé kombinace podmínek zahrnujících typické terénní profily, velikosti sklonů, různé drsnosti v okolí vodní nádrže, různé velikosti nádrže a různé rychlosti natékajícího proudění u_{ref} . Získané výsledky byly zpracovány se záměrem extrahovat základní vztahy mezi použitými charakteristikami a profilem vypočtené rychlosti modelového větru u_{mod} nad vodní nádrží a v jejím okolí. Cílem bylo získat co nejjednodušší, avšak robustní vztahy, které by byly v praxi snadno použitelné a poskytovaly základní odhady změn rychlosti větru, které způsobí nová vodní plocha v rovinatém i nerovinatém terénu. Tím odpadne potřeba aplikovat model WAsP Engineering nebo jiný obdobný model pro konkrétní případy.

Profilem u_{mod} rozumíme průběh rychlosti větru v řezu procházejícím novou vodní nádrží. u_{mod} je funkcí x , kde x značí polohu místa v řezu, přičemž $x=0$ odpovídá levému břehu vodní nádrže a směr x je totožný se směrem referenční rychlosti větru, což je zobecněná rychlost větru neovlivněná orografií a vodní nádrží (koncept modelu WAsP Engineering), ve výšce 10 m nad nádrží (V celém textu rychlostí větru rozumíme rychlost větru ve výšce 10 m nad terénem. V této výšce se provádějí standardní meteorologická měření a tato charakteristika je využívána pro popis proudění).

Vliv nové vodní nádrže na rychlost větru v rovinatém terénu

Analýza výsledků modelu na různých datech ukázala, že relativní změna rychlosti větru nad a v okolí vodní plochy nezávisí zásadním způsobem na rychlosti natékajícího proudění. Proto je profil větru vyjádřen pomocí funkce q relativní změny větru, která je definována vztahem

$$q(z_0, d, x) = \frac{u_{mod}}{u_{ref}}, \quad (1)$$

kde u_{mod} je rychlost větru ovlivněná novou vodní nádrží (vypočtená modelem) a u_{ref} je referenční rychlost větru bez ovlivnění, kterou lze chápat jako rychlost natékajícího proudění dostatečně daleko od kraje vodní nádrže proti směru proudění. V praxi je dostatečná vzdálenost 200 až 1000 m od břehu nové vodní nádrže ve směru proti směru proudění vzduchu. Při výběru referenční rychlosti je třeba zohlednit překážky v proudění. Model WAsP Engineering umožňuje zadat přímo hodnotu referenční rychlosti, čehož je v našem modelu využito.

Funkce q závisí na:

- z_0 drsnosti v okolí nové vodní nádrže v m,
- d délce vodní plochy v řezu ve směru větru v m,
- x poloze bodu zájmu v m.

Význam d a x je zobrazen na obr. I1. Při výpočtech jsme se omezili na čtyři hodnoty drsnosti $z_0=0.1$ (zemědělská krajina s příměsí přirozené vegetace), $z_0=0.2$ (louky s křovinami), $z_0=0.3$ (vinice, ovocné sady) a $z_0=0.5$ m (střídající se lesy a křoviny), které jsou typické pro krajinu v ČR a reprezentují uvedené typy krajiny. Dále byly výpočty provedeny pro čtyři délky vodní

plochy $d=666, 999, 1332$ a 2664 m. Pro tyto diskrétní hodnoty z_0 a d byly vypočteny závislosti hodnot funkce q viz (1) na z_0, d a x , které jsou graficky zobrazeny na obr. I2 až I4. Na základě znalosti rychlosti natékajícího proudění u_{ref} lze z obr. I2 až I4 odečíst hodnotu funkce q a vypočítat novou rychlost větru ovlivněnou vodní nádrží podle vztahu (I1), tj.

$$u_{mod} = qu_{ref} \quad . \quad (2)$$

Vliv nové vodní nádrže a topografie na rychlost větru

Vliv orografie na rychlost větru se kombinuje s vlivem nové vodní nádrže. Pro modelování obou vlivů se vycházelo ze zjednodušeného tvaru orografie v okolí vodní nádrže a aplikoval se software WAsP Engineering. Orografie téměř každého místa je jedinečná a existuje nepřeberné množství tvarů zemského povrchu. Abychom umožnili získat základní charakteristiky změny proudění vlivem kombinace topografie a nové vodní nádrže, zjednodušili jsme tvar orografie na kombinace různých sklonů svahů na levém a pravém břehu nádrže. Hodnoty sklonů svahu dosahovaly hodnot od 0 (rovina) do 27 %. Příklady terénních profilů pro vodní nádrž - symetrické údolí, svah na levém břehu nádrže a svah na pravém břehu nádrže jsou schematicky zobrazeny na obr. I5.

Model VASp Engineering byl aplikován pro různé velikosti sklonů na obou stranách vodní nádrže, drsnosti v jejím okolí a pro různé rychlosti natékajícího proudění. Výpočty byly dále provedeny pro různé velikosti vodní nádrže opět s cílem získat co nejjednodušší vztahy mezi uvažovanými charakteristikami a u_{mod} , které by byly v praxi snadno použitelné.

Výsledky výpočtů potvrdily očekávanou skutečnost, že vliv orografie interaguje s vlivem vodní plochy. Dále se ukázalo, že pro běžně se vyskytující rychlosti natékajícího proudění (1 až 15 m/s) přibližně platí, že rychlost ve zkoumané doméně je přímo úměrná rychlosti natékajícího proudění. Proto stačí provést výpočty pouze pro jednu rychlost a k popisu u_{mod} lze použít obdobný postup jako v případě rovinatého terénu.

Změna rychlosti větru v okolí nové vodní nádrže nad vodní plochou se počítá pomocí funkce q relativní změny větru, která je definována vztahem

$$q(z_0, d, x, \alpha_1, \alpha_2) = \frac{u_{mod}}{u_{ref}} \quad , \quad (3)$$

kde

α_1, α_2 jsou sklony svahů před a za vodním plochou (rozdíl výšek v m na délku 333 m).

Význam ostatních proměnných je stejný jako dříve (viz obr. I1).

Ukázalo se, že závislosti tohoto podílu q na délce vodní plochy, drsnosti povrchu a sklonech svahů jsou hladké, proto byl výpočet programem WAsP Engineering proveden pro následující kombinace hodnot, jejichž výsledky jsou při dalším zpracování kombinovány.

$z_0 = 0.1, 0.2, 0.3$ a 0.5 m,

$d = 666, 2664$ m,

$\alpha_1, \alpha_2 = 0, 10, 20, 30, 40, 60, 120, 180$ (vertikální převýšení svahu v m na 666 délky).

Vypočtené hodnoty q podle vztahu (3) byly uloženy do tabulek pro x s krokem 111 m (použitý krok modelu WAsP Engineering při výpočtech). Tyto tabulární hodnoty lze využít pro stanovení profilu rychlosti větru. Pro aplikaci vztahu u_{mod} pro hodnoty z_0, d, x a α odlišné od diskrétních hodnot použitých při výpočtech se používá lineární interpolace v každé z proměnných x a α_1, α_2 . Pro proměnné d a z_0 se používá lineární interpolace mezi logaritmy těchto hodnot. Pokud některá z hodnot z_0, d, α_1 nebo α_2 je menší než nejmenší hodnota nebo větší než největší hodnota v tabulce, pro kterou byl proveden výpočet, pak se použije tato nejbližší hodnota.

Algoritmus výpočtu profilu větru

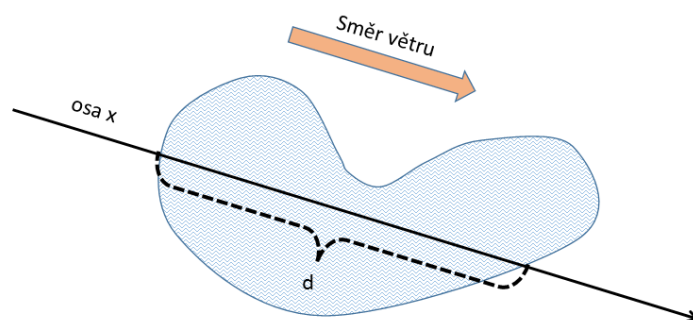
Výpočet rychlostního profilu pro zadané hodnoty z_0^* , d^* , α_1^* , α_2^* se provede takto:

- Z hodnot z_0 byly určeny hodnoty z_{0a} a z_{0b} splňující $z_{0a} \leq z \leq z_{0b}$. Pokud $z \leq z_{0a}$ pak z bylo položeno $z = z_{0a}$, pokud $z \geq z_{0b}$, pak z bylo položeno $z = z_{0b}$.
- Z hodnot α_1 byly určeny hodnoty α_{1a} a α_{1b} splňující $\alpha_{1a} \leq z \leq \alpha_{1b}$. Předpokládá se, že $\alpha_1 \geq 0$ a pokud $\alpha_1 \geq \alpha_{1b}$, pak α_1 bylo položeno $\alpha_1 = \alpha_{1b}$.
- Z hodnot α_2 byly určeny hodnoty α_{2a} a α_{2b} splňující $\alpha_{2a} \leq z \leq \alpha_{2b}$. Předpokládá se, že $\alpha_2 \geq 0$ a pokud $\alpha_2 \geq \alpha_{2b}$, pak α_2 bylo položeno $\alpha_2 = \alpha_{2b}$. Z tabulek byly vybrány profily větru $q(z_{0i}, d = 2664, x, \alpha_{1i}, \alpha_{2i})$, pro všech 8 možných kombinací $i = a, b$ a lineární interpolací v proměnných $\alpha_1, \alpha_{1b}, \log(z_0)$. Byla vypočtena hodnota $q_{2664}(z_0, d = 2664, x, \alpha_1, \alpha_2)$.
- Bylo provedeno totéž jako v bodě iii. pro $d = 666$ m a byla vypočtena hodnota $q_{666}(z_0, d = 666, x, \alpha_1, \alpha_2)$.
- Profily q_{2664} a q_{666} byly nad vodní plochu lineárně transformovány na skutečnou délku jezera, čehož bylo docíleno transformací:
$$x_{2664new} = x \text{ pro } x < 0$$
$$x_{2664new} = x * d / 2664 \text{ pro } 0 \leq x \leq 2664$$
$$x_{2664new} = x + d - 2664 \text{ pro } x > 2664$$
$$q_{2664}(z_0, d, x_{2664new}(x, d), \alpha_1, \alpha_2) = q_{2664}(z_0, d = 2664, x, \alpha_1, \alpha_2)$$
- Analogicky se spočítalo x_{666new} a $q_{666}(z_0, d, x_{666new}, \alpha_1, \alpha_2)$.
- Vypočítal se vážený profil z profilů q_{2664} a q_{666}

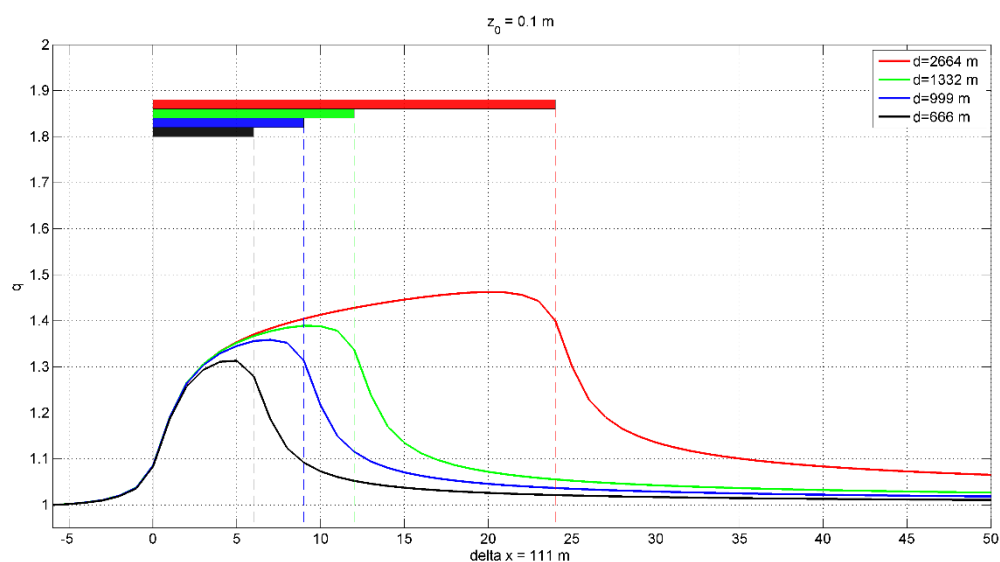
$$q(z_0, d, x, \alpha_1, \alpha_2) = w * q_{2664}(z_0, d, x, \alpha_1, \alpha_2) + (1 - w) * q_{666}(z_0, d, x, \alpha_1, \alpha_2)$$
$$\text{kde } w = (\log(d) - \log(666)) / (\log(2664) - \log(666)).$$

Obrázek I6 ukazuje verifikaci zvolené metody interpolace mezi různými šířkami nové vodní nádrže (krok v. až vii.) pro orografii typu A se sklony svahů 9 % a parametrem drsnosti 0.2 m. Oranžová a modrá křivka ukazují výpočty pro délky jezera 2664 a 666 m transformované podle kroku v. na šířku jezera 1332 m, zelená křivka zobrazuje jejich lineární interpolaci mezi šířkami vodní nádrže, červená křivka použitou interpolaci, kde vahami jsou logaritmy šířky vodní nádrže, a černá křivka ukazuje přímý výpočet programem WAsP Engineering pro šířku nádrže 1332 m. Světle modré a šedé pozadí vyznačuje polohu nové vodní nádrže a svahů. Je zřejmé, že zvolená interpolace se osvědčila lépe než lineární a dokáže velmi dobře zachytit absolutní hodnotu vlivu vodní nádrže i její tvar. Protože zvolená šířka vodní nádrže 1332 je v logaritmické stupnici přesně mezi oběma krajními hodnotami, představuje nejméně příznivý případ s očekávanou maximální chybou. V případě jiných šířek vodní nádrže je tedy očekávaná chyba zvolené interpolace mezi krajními šířkami nádrže ještě menší.

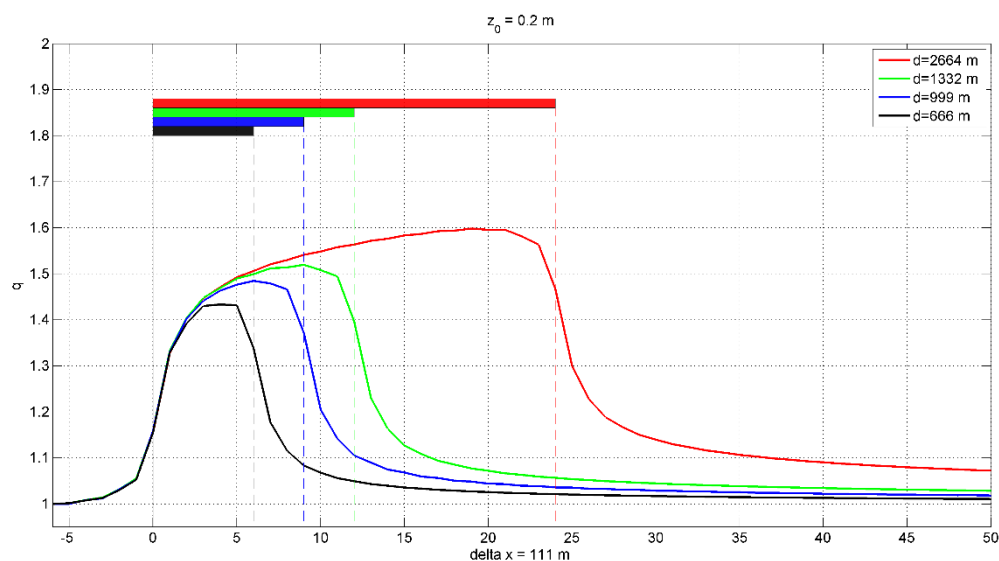
Obrázek I7 ukazuje obdobnou verifikaci zvolené metody interpolace mezi různými drsnostmi v okolí nové vodní nádrže (součást kroku iii.) pro šířku nádrže 2664 m a orografii typu A se sklony svahů 9 %. Oranžová a modrá křivka ukazují výpočty pro parametry drsnosti 0.1 a 0.5 m, zelená křivka ukazuje výsledek lineární interpolace mezi parametry drsnosti, červená křivka zobrazuje použitou interpolaci, kde vahami jsou logaritmy parametru drsnosti, a černá křivka ukazuje výsledek přímého výpočtu programem WAsP Engineering pro parametr drsnosti 0.3 m. Světle modré a šedé pozadí vyznačuje polohu vodní nádrže a svahů. Zvolená interpolace se osvědčila mnohem lépe než lineární a dokáže velmi dobře zachytit absolutní hodnotu křivky i její tvar. Protože výpočty byly provedeny pro parametry drsnosti 0.1, 0.2, 0.3 a 0.5 m, je chyba interpolace při reálném použití našeho modelu podstatně menší než v tomto případě.



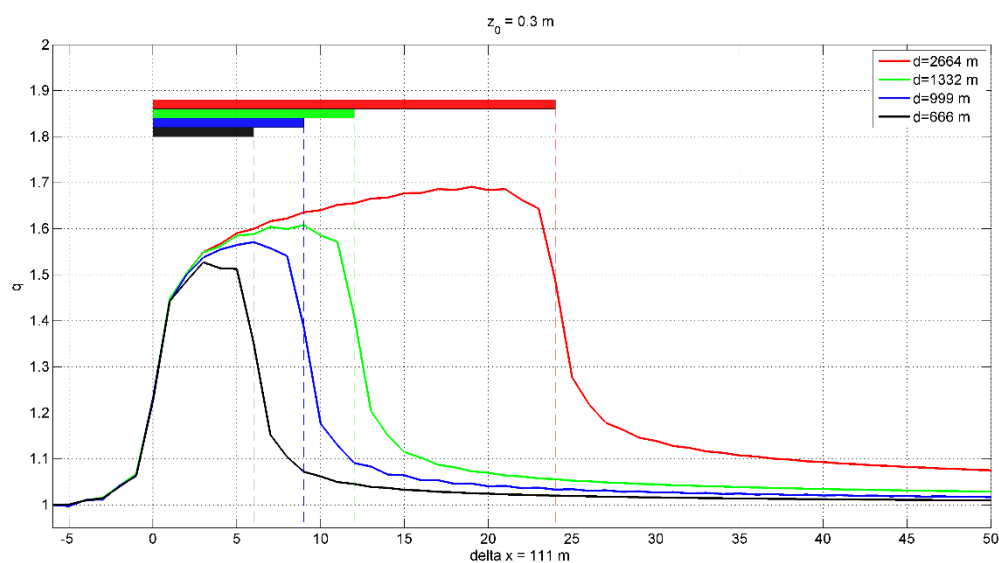
Obr. I1. Osa x je orientována ve směru větru, d označuje délku průniku vodní nádrže s osou x .



Obr. I2. Funkce q (vztah 1) vypočtený pro rovinný terén pro novou vodní nádrž o délce d pro $z_0 = 0.1$ m. Poloha vodní nádrže je vyznačena barevnými pásy a přerušovanými čarami. Krok horizontální osy je 111 m.

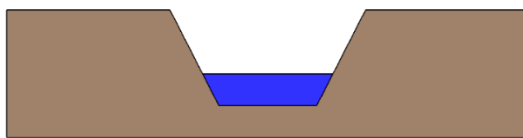


Obr. I3. Funkce q (vztah p1) vypočtený pro rovinný terén pro novou vodní nádrž o délce d pro $z_0 = 0.2$ m. Poloha vodní nádrže je vyznačena barevnými pásy a přerušovanými čarami. Krok horizontální osy je 111 m.

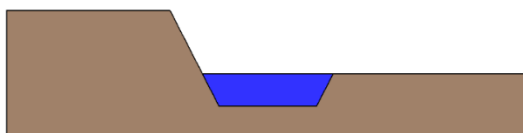


Obr. I4. Funkce q (vztah p1) vypočtený pro rovinný terén pro novou vodní nádrž o délce d pro $z_0 = 0.3$ m. Poloha vodní nádrže je vyznačena barevnými pásy a přerušovanými čarami. Krok horizontální osy je 111 m.

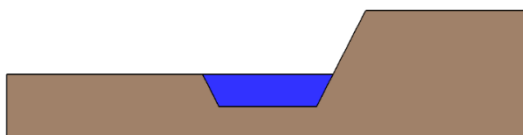
a) profil topografie A



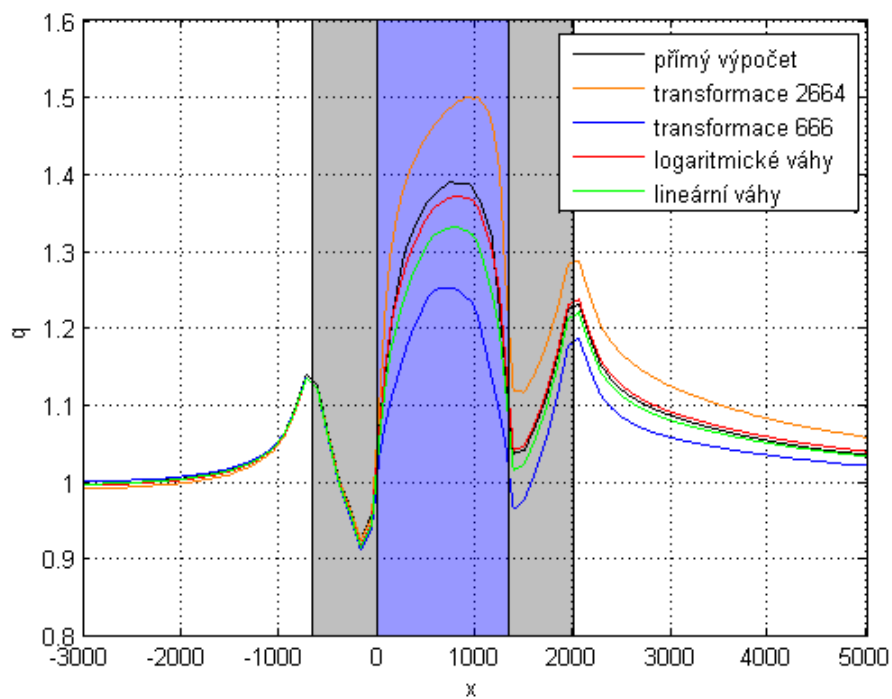
b) profil topografie B



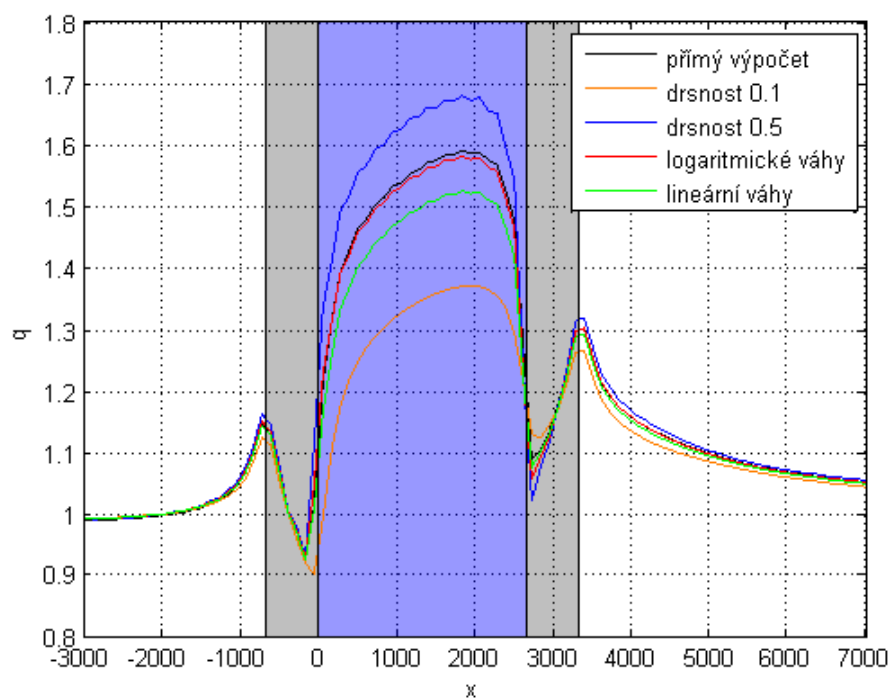
c) profil topografie C



Obr. I5. Příklady profilů orografie použité při výpočtech vlivu orografie a nové vodní nádrže na změnu rychlosti větru.



Obr. I6. Ilustrace interpolace šířky nové vodní nádrže pro šířku 1332 m pro orografii typu A se sklony svahů 9 % a parametrem drsnosti 0.2 m.



Obr. I7. Ilustrace interpolace parametru drsnosti v okolí nové vodní nádrže pro drsnost 0.3 m mezi drsnostmi 0.1 a 0.5 m. Křivky jsou pro šířku vodní nádrže 2664 m a topografii typu A se sklony svahů 9 %.

Příloha J – Zoologie – případová studie – Jezero Most

V průběhu let 2009-2014 bylo na lokalitě jezera Most vzniklého ve zbytkové jámě povrchového lomu Ležáky a v jeho blízkém okolí, tj. v období napouštění této vodní nádrže, zjištěno celkem 146 druhů ptáků.

V rámci celkového zhodnocení druhového složení ptáků jezera Most a jeho okolních ploch lze konstatovat, že se zde vyskytuje poměrně vysoký počet druhů, což je dáno velice pestrými stanovištními podmínkami území, typickými pro nově vznikající ekosystémy v antropogenně ovlivněném území. Počet zaznamenaných druhů je však i odrazem velké atraktivity tohoto území pro pozorovatele, se kterou souvisí relativně vysoký počet pravidelných návštěv několika ornitologů, jejichž data jsou do sledování rovněž zahrnuta. Co do početnosti zaznamenaných druhů lze však již v tuto chvíli dokumentovat značný význam tohoto území pro avifaunu nejen vodních a mokřadních druhů ptáků. Početně se zde objevují i druhy, vyskytující se na zbytku území České republiky vzácně a nepočetně.

Na druhou stranu, byla v roce 2013 zaznamenána, oproti předchozím letům, absence některých druhů a poměrně značný pokles početnosti většiny druhů vodních a mokřadních ptáků. Tento pokles byl pravděpodobně způsoben v důsledku postupně se zvyšující úrovně vodní hladiny jezera vlivem jeho dopouštění, což mělo za následek vymizení většiny, dříve vzniklých ploch litorálních porostů a zaplavení dřevinné vegetace. V současné době zůstávají jen lokálně omezené plochy těchto porostů, částečně však obnovené v letním období, a to díky přechodnému snížení hladiny v důsledku sucha. Jejich opětovně vymizení ale lze v budoucnu opět předpokládat. Posouzení vlivu současné potravní nabídky jezera na populace vodních a mokřadních ptáků by mělo být předmětem další samostatné studie.

Dle hnízdní a potravní vazby na prostředí jezera i jeho okolí a pravidelnosti výskytu v průběhu roku, lze zjištěné druhy ptáků rozdělit do několika skupin.

Do první skupiny patří vodní a mokřadní druhy ptáků, které se na sledovaném území vyskytují v průběhu celého hnízdního období a které na sledované lokalitě hnízdí nebo je, vzhledem k pravidelnosti výskytu a charakteru prostředí, hnízdění předpokládáno. Patří sem druhy, které jsou na území naší republiky běžné a poměrně dosti hojně rozšířené, s více či méně stálou početností populace nebo s trendem zvyšování početních stavů, jakými jsou např. husa velká (*Anser anser*), kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), kopřivka obecná (*Anas strepera*), polák velký (*Aythya ferina*), moták pochop (*Circus aeruginosus*) nebo chřástal vodní (*Rallus aquaticus*). Z pěvců pak bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), rákosník proužkovaný (*Acrocephalus schoenobenus*), rákosník obecný (*Acrocephalus scirpaceus*), rákosník zpěvný (*Acrocephalus palustris*), slavík modráček střeoevropský (*Luscinia svecica cyaneola*), strnad rákosní (*Emberiza schoeniclus*), obývající především okolní drobné porosty rákosin o různém stupni zamokření. Zajímavý je však poměrně významný počet druhů, které jsou v současné době, co do početnosti a rozšíření na našem území, na ústupu nebo málo početné. Sem patří především potápka roháč (*Podiceps cristatus*), potápka černokrká (*Podiceps nigricollis*), potápka malá (*Tachybaptus ruficollis*), polák chocholačka (*Aythya fuligula*), lyska černá (*Fulica atra*), z bahňáků čejka chocholáta (*Vanellus vanellus*), z pěvců pak rákosník velký (*Acrocephalus arundinaceus*) [53].

Další skupinu tvoří druhy vodních a mokřadních ptáků, kteří jsou na lokalitě Mosteckého jezera zaznamenáváni v průběhu celého hnízdního období, avšak nehnízdící nebo vzhledem k nepravidelnosti nebo ojedinělosti jejich výskytu v rámci tohoto období nebo k charakteru prostředí není hnízdění předpokládáno. Z druhů této kategorie lze jmenovat např. kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*), volavku bílou (*Egretta alba*), volavku popelavou (*Ardea cinerea*), racka bělohlavého (*Larus cachinnans*), racka chechtavého (*Larus ridibundus*), lžičáka pestrého (*Anas clypeata*), čírku obecnou (*Anas crecca*), čírku modrou (*Anas*

querquedula), zrzohlávku rudozobou (*Netta rufina*), slíпку zelenonohou (*Galinula chloropus*), bekasinu otavní (*Gallinago gallinago*), vodouše kropenatého, vodouše rudonohého (*Tringa ochropus*, *Tringa totanus*) a písík obecný (*Actitis hypoleucos*).

K běžným druhům další kategorie ptáků, kam se řadí druhy vyskytující se více či méně pravidelně v období jarního a podzimního tahu a v zimním období, patří např. husa polní (*Anser fabalis*), hohol severní (*Bucephala clangula*), morčák velký (*Mergus merganser*), různé druhy racků (*Larus sp.*) a řada dalších, méně častých druhů. Jednotlivé druhy se na lokalitě zdržují velmi rozdílnou dobu, od jednotlivých dnů až po téměř měsíce.

A konečně do poslední skupiny patří druhy ptáků, které jsou potravně nebo hnízdně vázané okolní rekultivované plochy jezera, které jsou, co do svého charakteru prostředí, velmi různorodé a zahrnují tak širokou ekologickou škálu jednotlivých druhů. K významným druhům této skupiny patří druhy, které jsou charakteristické pro těžební a posttěžební terestrickou krajinu, včetně jejich výsypek v raných sukcesních stádiích vývoje vegetace. Patří sem např. linduška úhorní (*Anthus campestris*), konipas luční (*Motacilla flava*), bělořit šedý (*Oenanthe oenanthe*) a bramborníček černohlavý (*Saxicola torquata*). Vyskytují se zde i početné populace dravců, kteří zde v rámci otevřené krajiny nacházejí bohatou potravní nabídku (např. káně lesní (*Buteo buteo*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), vzácněji pak luňák hnědý (*Milvus milvus*), luňák červený (*Milvus migrans*), moták pilich (*Circus cyaneus*), káně rousná (*Buteo lagopus*), včelojed lesní (*Pernis apivorus*), ostříž lesní (*Falco subuteo*) nebo sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*).

Z uvedených vodních a mokřadních druhů ptáků byly nejpočetněji zastoupeny kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), polák chocholačka (*Aythya fuligula*), polák velký (*Aythya ferina*), husa velká (*Anser anser*), lyska černá (*Fulica atra*), kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*) a některé druhy racků (s výjimkou racka malého (*Larus minutus*) a racka černohlavého (*Larus melanocephalus*) byly ostatní druhy racků pozorovány alespoň po některá období pravidelně ve stovkách až tisících kusů).

Charakter jezera se však od svého vzniku postupně mění, což se odráží v druhovém složení ptáků i celkové početnosti jednotlivých druhů. S nastupující vodní hladinou dochází k postupné ztrátě členitosti břehů a zaplavování dříve vzniklých ploch litorálních porostů a dřevinné vegetace, porůstající břehy, které byly využívány coby vhodná hnízdiště a útočiště řady druhů. V současné době zůstávají lokálně jen menší plochy litorálních porostů, převážně rákosu obecného (*Phragmites australis*), podporující hnízdění některých vodních a mokřadních druhů ptáků a lze předpokládat, že i tyto zbytky vlivem stoupající vodní hladiny v budoucnu úplně zaniknou. Ve sledovaném období bylo rovněž možné pozorovat přímý negativní vliv napouštění jezera, kdy docházelo v průběhu hnízdního období k zaplavení hnízd ptáků, umístěných v litorálních porostech či na březích jezera. Všechny tyto negativní vlivy se v průběhu sledovaného období projeví v celkovém úbytku početnosti téměř všech v minulosti početněji zaznamenaných druhů ptáků i co do úplné absence některých druhů na lokalitě.

S probíhajícími stabilizačními a rekultivačními pracemi svahů v okolí jezera se mění charakter i tohoto prostředí. Ač v současné době stále převládá jeho otevřený charakter, který je atraktivní pro řadu výše uvedených druhů, z vývojového hlediska se jedná o nestabilní typ společenstva, postupně směřující k zralejším sukcesním stádiím a lze tudíž předpokládat postupné mizení tohoto prvku z krajiny.

Lze tedy předpokládat, že i do budoucna bude výskyt jednotlivých druhů ptáků na této lokalitě určen především hnízdními možnostmi, a to především, v případě vodních a mokřadních druhů, v podobě dostatečného množství vhodných litorálních porostů. Nepochybně negativní vliv na diverzitu avifauny jezera lze rovněž v budoucnu očekávat v důsledku plánované urbanizace přilehlých ploch jezera a rozvoje rekreačního a sportovního využití s důsledky přímého rušení hnízdišť i odpočívajících ptáků i případné změny kvality

vody, která se odrazí v potravních možnostech jezera. Z hlediska budoucnosti tak lze předpokládat, že atraktivita jezera i jeho okolí bude pro řadu druhů menší.

I přesto jezero Most představuje jednu z nejvýznamnějších ornitologických lokalit dané oblasti a i přes uvedené nedostatky je zřejmý obrovský potenciál této nově vznikající vodní plochy v ochraně ptactva. V rámci přípravy obdobných projektů hydrických rekultivací by proto mělo být již od počátku zřejmé, že ochrana mokřadního ptactva, které do této oblasti historicky patří, by měla být jedním z prioritních cílů těchto projektů a jejich realizace by měla být pečlivě plánována ve spolupráci s odbornou veřejností.

V průběhu sledovaného období bylo na jezeře Most a jeho blízkém okolí zjištěno celkově šest druhů obojživelníků a dva druhy plazů. Ve všech případech šlo o druhy zvláště chráněné podle Zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Zároveň se však jedná o druhy široce rozšířené a jejich výskyt zde odpovídá nárokům těchto druhů na prostředí a jejich schopnostem a možnostem šíření se v rámci zájmového území jezera. Přehledné mapy rozšíření obojživelníků v širším okolí zájmové oblasti jezera Most jsou dostupné i na internetových stránkách, věnovaných obojživelníkům hnědouhelných výsypek (<http://amphibia.webnode.cz/vyskyt-obojsivelniku-na-vysypkach-mosteka/>). Pozorování dalších druhů, které jsou známé z širšího okolí, lze tedy předpokládat. V případě obojživelníků bylo na Mostecku na výsypkách totiž zjištěno celkem devět druhů obojživelníků (např. [54]).

Kromě relativně malé intenzity sledování, kdy byly při průzkumech zohledněny pouze některé základní přístupy v mapování druhů a data zde uvedená jsou tak výstupem jen příležitostných pozorování, je nezjištění některých druhů dáno i jejich nenápadným a nočním životem nebo jejich skutečnou vzácností. To platí především pro blatnici skvrnitou (*Pelobates fuscus*), kterou považuje TÁBORSKÝ (2008) [55] za vzácnou. Všechny zde pozorované druhy byly pozorovány pouze v jednotlivých exemplářích. V případě obojživelníků pouze čolek obecný (1 ex.) byl pozorován na vlastním jezeře. Ostatní pozorování obojživelníků pocházejí z mokřadů, ležících na svazích v okolí jezera. Tyto mokřady mají poměrně mělkou vodu s bohatým rostlinstvem a nabízejí tak poměrně lepší podmínky než vlastní jezero. V některých částech jezera však lze již rovněž pozorovat zlepšující se podmínky pro populace obojživelníků. Budoucí vývoj populací bude souviset s charakterem proměn, které v území nastanou. Inspirovat se lze výsledky, které shrnují jiní autoři ve svých pozorováních z různých starých výsypek v širším okolí (viz např. SMOLOVÁ a kol. 2010 [56]).

Na současně napouštěném jezeře Most (cca 0,5 m před úplným napuštěním) byl v roce 2013 zjištěn výskyt pouhých 6 druhů vodních měkkýšů. Většina zjištěných druhů se vyskytovala ve velmi nízkých počtech a jejich populace na většině lokalit byly prozatím málo početné. Výjimkou byla *Dreissena polymorpha*. Její výskyt lze označit za velmi početný až masový. Žádný ze zjištěných druhů nepatří mezi druhy ohrožené či vzácné.

Zjištěný počet druhů je velmi nízký. Tento stav je dán faktem, že se jedná o nově vytvářený biotop v počátečních fázích sukcese. Tomu odpovídá i nízká početnost populací většiny plžů, naproti tomu jediný zjištěný mlž, invazní *Dreissena polymorpha* již stačil toto prostředí velmi rychle osídlit. Spektrum zjištěných druhů koresponduje s charakterem a stářím nádrže. Obdobné druhy osidlují i izolované nádrže jako jsou např. lomy či pískovny (Beran 2002) [57] a nijak zjevně se zde nepromítl fakt, že je nádrž plněná vodou přivedenou z řeky. Všechny zjištěné druhy jsou relativně běžné a v Mostecké pánvi již byly zjištěny (např. Beran 2002, Beran 2010) [57,58]. Většímu rozvoji vodních malakocenóz prozatím brání neukončené napouštění jezera a také malý rozsah mělčin a litorálních porostů.

Z obdobně vzniklých stanovišť je možné porovnání s jezerem Milada, vytvořeném zatopením části bývalého lomu Chabařovice, cca 25 km od jezera Most, jehož napouštění

začalo v roce 2001 a bylo ukončeno v roce 2011. V charakteru podobném, nově vzniklém biotopu, bylo při průzkumu v roce 2010 zjištěno 14 druhů vodních měkkýšů (Beran 2010) [58]. Na rozdíl od jezera Most, zde byly zjištěny i druhy, které se v čerstvě vytvořených biotopech příliš často nevyskytují, jako je např. *Valvata piscinalis*, *Physa fontinalis*. Ve srovnání s jezerem Most zde však byly více vyvinuty litorální porosty a uplynula také delší doba od napuštění. Výsledky průzkumu v roce 2013 přinesly údaje o stavu malakofauny těsně před napuštěním jezera Most a tím poskytly možnost sledovat změny ve vývoji vodní malakofauny v budoucnu. Zároveň ukázaly, že vliv napouštění jezera vodou přiváděnou potrubím z řeky Ohře nemělo a prozatím zřejmě nemá výraznější vliv na osídlení nádrže vodními měkkýši, neboť nádrž je prozatím osídlena běžnými a široce rozšířenými druhy (z větší části nepůvodními), které běžně osídlují nově vzniklé a často izolované biotopy.

V materiálu pavouků (cca 5,5 tisíc determinovaných ex a 143 druhů) bylo zjištěno relativně velké množství velmi vzácných (3) a vzácných (13) druhů. Jde převážně o druhy sušších a teplých stanovišť, ale v některých případech i o druhy s širší valencí a dále druhy mokřadní. K nejvýznamnějším faunistickým nálezům patřil druh pavouka *Enoplognatha mordax*, od nás známý pouze z jednoho až dvou nálezů (okolí Hradce Králové, NPR Nesyt – Morava). Nález je překvapivý. Od nás je druh znám z písčin a rákosin, i když odsud je, vzhledem k charakteru stanoviště, tento nález zpochybňován (materiál se nedochoval). Hojný je tento druh na pobřeží moří – duny, kamenité biotopy apod. Pavouk *Cheiracanthium punctorium* je sice uváděn jako druh obecně velmi vzácný, avšak v okolí Mostu a některých dalších měst pánevní oblasti pod Krušnými horami (Teplice, Ústí n. L.), kde jsem měl možnost průzkum alespoň příležitostně provádět, jde o druh široce rozšířený. Přítomnost tohoto druhu bývá spojována s nebezpečím pro člověka (viz český název záplednice jedovatá). Agresivní však bývá podle některých autorů pouze v případě, že se cítí v nebezpečí. Sám mohu potvrdit, že dokonce ani při vnikání do jejich zámotků, jsem nepozoroval nic, než snahu pavouka stáhnout se do hlubší části zámotku, případně jeho pomalé opuštění zámotku. Případy kousnutí jsou však známé a mohou vést až k dočasnému ochrnutí např. části končetiny. Kousnutí bývá navíc silně bolestivé. V případě alergiků je však třeba opatrnosti v přírodě obecně, tzn. i s ohledem na obecně známější a rozšířenější druhy jedovatých živočichů. Případné obavy z šíření extrémně „jedovatého“ (téměř všechny druhy našich pavouků z celkového počtu cca 850 druhů jsou jedovaté) pavouka v oblasti plánovaného rekreačního centra v okolí Mostu jsou proto zbytečné.

S ohledem na mokřadní stanoviště je významné především zjištění druhů pavouků *T. shoshone*, *T. striata* a *Tibellus maritimus*, i když pouze v malém počtu exemplářů (s výjimkou *T. striata*), což odpovídá malé nabídce pobřežních rákosin. I v těchto případech však šetření na okolních lokalitách ukazují, že jde o druhy více rozšířené, než jak jsme se dosud domnívali, a jejich vzácnost v rámci ČR pravděpodobně ne zcela odpovídá skutečnosti. K druhům nepůvodním, resp. u nás expandujícím, patřily především *Argiope bruennichi*, *Mermessus trilobatus*, *Cheiracanthium punctorium*, *Ostearius melanopygius* a *Zodariion rubidum*.

V materiálu střevlíků (dosud determinováno cca 1200 ex a 67 druhů střevlíků) byl zjištěn poměrně vyrovnaný podíl druhů charakteristických pro narušená a slabě narušená prostředí. Významným stanovištním druhem a druhem faunisticky velmi významným byl především *Elaphrus uliginosus*. Tento druh byl zároveň druhem Červeného seznamu střevlíků (kategorie VU – zranitelný, tzn. za současných podmínek čelící nebezpečí vyhynutí). *E. uliginosus* je druhem velmi vzácným. Např. v Ústeckém kraji je znám pouze z několika nálezů (viz STREJČEK-SCHÖN 1974, STREJČEK 1980, VYSOKÝ 1989, VESELÝ a kol. 2002) [59-62]. K druhům zvláště chráněným dle Vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb. v kategorii ohrožené patřil *Brachinus crepitans* a vzácně byl pozorován i *B. explodens* a *Cicindela campestris*.

Všechny tři druhy patří k poměrně běžným druhům různých nelesních společenstev, často se silně narušovanými půdami – ohrožené tak v ČR v současnosti *de facto* nejsou.

Z příležitostně pozorovaných druhů členovců byl zjištěn výskyt 12-ti druhů, patřících k zvláště chráněným živočichům v kategorii „Ohrožené“ dle Vyhlášky MŽP č. 395/92 Sb. Všechny tyto druhy patří k poměrně běžným druhům různých nelesních společenstev a lesních lemů, časté jsou i v ruderalizovaných společenstvech se silně narušovanými půdami – ohrožené *de facto* tyto druhy ve zdejší krajině nejsou. *P. machaon* a *O. funesta* byly však na zájmové lokalitě pozorovány pouze ojediněle.

Dále byly zjištěny dva druhy v ČR nepůvodních suchozemských plžů *Arion lusitanicus* a *Monacha cartusiana*. V prvním případě jde o široce rozšířený druh. V případě *M. cartusiana* probíhá v současné době mapování (viz např. www.biolib.cz) a nálezy z podkrušnohoří jsou poměrně nové.

Příloha K – Flóra – případová studie – Jezero Most

Kubát et Machová (2014) se v rámci práce na projektu zabývali flórou hydricky rekultivované zbytkové jámy po hnědouhelném lomu Chabařovice a jejího blízkého okolí. Ve srovnání s jezerem Most byla těžba (zahájená v roce 1977) ukončena již v roce 1997. V roce 2000 byla schválena hydrická rekultivace, zatopení zbytkové jámy a vytvoření vodní plochy ca 250 ha velké, označované jako jezero Milada. Napouštění proběhlo v letech 2001 až 2011. V roce 2012 byly publikovány výsledky podrobného floristického průzkumu lokality (ukončeného v roce 2009) [63]. Při opakovaném průzkumu v letech 2012 - 2014 [45] byly zjištěny další taxony, které na lokalitu bezpochyby pronikly až v posledních letech. V práci je upozorněno na rozdíly ve flóře území, které jsou patrné již po tak krátkém období, které uplynulo od roku 2009. Z významnějších nově zjištěných mokřadních a vodních rostlin byly zjištěny druhy *Alisma lanceolatum*, *Carex pseudocyperus*, *Ceratophyllum demersum*, *Juncus ranarius*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nymphaea candida*, *Plantago uliginosa*, *Potamogeton pusillus*, *Schoenoplectus tabernaemontani* atd.

Výsledkem studie vodních nádrží Most a Milada [44] bylo porovnání výskytu hydrofyt obou lokalit. Ve studii se uvádí, že pro výskyt hydrofyt jsou významnější drobné mělké vodní plochy v bezprostřední blízkosti nádrží než vlastní vodní plocha jezera.

Pro Mostecko a blízké Poohří jsou typické halofyty. Již v 80. letech Kubát (1987) shrnul rozšíření subhalofilních a mokřadních druhů rostlin na základě publikovaných dat a terénního ověření v dolním Poohří včetně map jejich rozšíření. Studované území zasahovalo severozápadním okrajem ke starému městu Most a byly v něm zařazeny lokality z okolí Mostu, Bylan, Počerad atd. V rámci práce na projektu byl zjištěn výskyt *Schoenoplectus tabernaemontani* na jezeře Most i na dalších hydricky rekultivovaných hnědouhelných lomech. Tento druh uváděný v Černém a červeném seznamu cévnatých rostlin ČR (Procházka 2001, Grulich 2013) [47,] jako silně ohrožený (C2) má v Podkrušnohoří největší koncentraci lokalit v Čechách. Byla zpracována mapa rozšíření taxonu na základě publikovaných i vlastním terénním průzkumem zjištěných dat (Machová, Kubát et Filipová 2014). Soubor fytoecologických snímků zachycuje typy porostů, ve kterých se druh v území vyskytuje.

Jezero Most a Milada jsou v současnosti největší dokončené velkoplošné hydrické rekultivace v Podkrušnohoří. Tyto lokality a především jezero Most byly sledovány z hlediska přítomnosti především samovolně se šířících druhů cévnatých rostlin. Dílčím výsledkem byly soupisy druhů cévnatých rostlin ve vazbě na stanoviště, neboť se jedná většinou o mladé porosty, které nelze přiřadit k fytoecologickým jednotkám.

Celkem bylo na jezeře Most rozlišeno 9 různých typů stanovišť s různými porosty. Tato stanoviště se liší délkou sukcese, mírou antropogenního vlivu při jejich vzniku a následnými managementovými zásahy, sklonem svahů, orientací ke světovým stranám, výškou podzemní hladiny vody, půdou. Podle této metodiky byla rozlišena stanoviště a porosty:

I. Zbytky původních porostů s pionýrskými dřevinami:

Plošně málo rozsáhlé, ale s vlivem na budoucí sukcesi. Nacházejí se především v lemech lomu a na místech záhy opuštěných, se zbytky staveb, většinou nebyly ovlivněny rekultivacemi. Vzhledem k celkové devastaci území při těžbě se nejedná o přírodovědně hodnotné porosty. Dominují v nich pionýrské dřeviny jako *Acer negundo*, *Betula pendula*, *Populus canadensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra* a původní ovocné dřeviny *Malus domestica*, *Prunus avium*, *Pyrus communis* či pěstované okrasné dřeviny jako *Parthenocissus inserta*, *Padus serotina* atd., v podrostu s nitrofilními druhy tř. *Galio-Urticetea*.

II. Mladé porosty vzniklé procesem blízkým primární sukcesi:

Jedná se o porosty, jejichž existence trvá jen několik málo let. V takových porostech chybí dominantní druhy, velký podíl tvoří jednoleté druhy s velkým potenciálem rozmnožování, porost je neuzavřený a druhově pestrý. Na jezeře Most byl zaznamenán především v z. části, na místě bez rekultivace s deponovaným stavebním odpadem, a na severní straně jámy. Z fytoocenologického hlediska nelze porosty přiřadit k vegetační jednotce, místy se blíží společenstvům sv. *Dauco-Melition*. V porostech, které sem řadíme, bylo zjištěno ca 145 druhů rostlin. Pro porost je typická značná proměnlivost v čase, neboť již během 4 let (po dobu sledování) došlo k poklesu druhové pestrosti a zvýšení pokryvnosti. Z původně uniformních porostů se brzy diferencovaly na vlhčí a sušší variantu. Většinu zde zjištěných druhů můžeme označit jako rumištní a plevelné, později přibývaly druhy luční. Značný podíl tvoří druhy čeledi *Fabaceae*. Byly zjištěny např. *Alopecurus aequalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Apera spica-venti*, *Arctium lappa*, *Arctium minus*, *Arctium tomentosum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Atriplex sagittata*, *Ballota nigra*, *Barbarea vulgaris*, *Bromus hordeaceus*, *Bromus sterilis*, *Bromus tectorum*, *Bunias orientalis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cardaria draba*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Conium maculatum*, *Daucus carota*, *Descurainia sophia*, *Echinochloa crus-galli*, *Echium vulgare*, *Erigeron canadensis*, *Erysimum durum*, *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Geranium pusillum*, *Geranium pyrenaicum*, *Hordeum jubatum*, *Lactuca serriola*, *Lamium purpureum*, *Lepidium campestre*, *Linaria vulgaris*, *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Malva neglecta*, *Matricaria discoidea*, *Medicago lupulina*, *Medicago sativa*, *Melilotus alba*, *Melilotus officinalis*, *Myosotis arvensis*, *Oenothera biennis*, *Onopordon acanthium*, *Papaver dubium*, *Persicaria lapathifolia*, *Persicaria amphibia*, *Persicaria britingeri*, *Picris hieracioides*, *Plantago lanceolata*, *Poa annua*, *Poa compressa*, *Potentilla norvergica*, *Potentilla supina*, *Potentilla argentea*, *Ranunculus sceleratus*, *Reseda lutea*, *Reseda luteola*, *Reynoutria sachalinensis*, *Reynoutria x bohemica*, *Saponaria officinalis*, *Securigera varia*, *Senecio vernalis*, *Senecio vulgaris*, *Silene latifolia* subsp. *alba*, *Sinapis arvensis*, *Sisymbrium loeselii*, *Sonchus asper*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Thlaspi arvense*, *Trifolium arvense*, *Trifolium hybridum*, *Tripleurospermum inodorum*, *Triticum aestivum*, *Tussilago farfara*, *Vicia angustifolia*, *Vicia cracca*, *Vicia hirsuta*, *Vicia villosa*.

III. Starší sukcesní stadia s vysokou pokryvností okolo 80 - 100%, s dominujícími travami:

Charakter porostu určují trávy a vytrvalé druhy rostlin. Lokálně jsou porosty téměř jednodruhové, ojediněle druhy z předcházejícího stádia, ale bez významné pokryvnosti. Nejčastější typ představují porosty na suchých místech s dominantním *Calamagrostis epigejos* (*Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*). Méně častý je na vlhkých místech porost s dominancí především *Phragmites australis* a *Phalaris arundinacea*. Počet zjištěných druhů významně neklesl, bylo zjištěno 112 druhů bylin. Druhovú skladbu ukazuje i na vyšší zastoupení teplomilných druhů, neboť se lokalita nachází v druhově bohatém a teplém území termofytika. Specifický typ představují porosty na severní straně lomu, kde jsou uniformní porosty s dominantními druhy *Rumex obtusifolius* a *Conium maculatum* doplněné plevelnými druhy. Byly zjištěny např. *Agrostis capillaris*, *Achillea millefolium*, *Ajuga genevensis*, *Artemisia vulgaris*, *Ballota nigra*, *Bistorta major*, *Calamagrostis epigejos*, *Calystegia sepium*, *Centaurea stoebe*, *Conium maculatum*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Dipsacus fullonum*, *Echium vulgare*, *Equisetum arvense*, *Eryngium campestre*, *Erysimum cheiranthoides*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Helianthus tuberosus*, *Holcus lanatus*, *Hordeum jubatum*, *Hypericum perforatum*, *Isatis tinctoria*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Pastinaca sativa*, *Persicaria amphibia*, *Phalaris arundinacea*, *Phleum pratense*, *Phragmites australis*, *Picris hieracioides*, *Poa pratensis*,

Potentilla anserina, Potentilla argentea, Potentilla reptans, Ranunculus repens, Reynoutria sachalinensis, Rubus sp., *Rumex crispus, Rumex obtusifolius, Sanguisorba minor, Saponaria officinalis, Scabiosa ochroleuca, Securigera varia, Senecio jacobea, Solidago canadensis, Sonchus asper, Symphytum officinale, Tanacetum vulgare, Taraxacum* sect. *Ruderalia, Tetragonolobus maritimus, Trifolium campestre, Trifolium pratense, Trifolium repens, Verbascum lychnitis, Veronica chamaedrys, Vicia hirsuta, Vicia tetrasperma, Xanthium albinum.*

IV. Největší část tvoří již rekultivované plochy:

Ty se poznají podle hustých pravidelných linií dřevin s převahou listnatých keřů a stromů. Jako podsev byly použity jetelotravní směsi. Dřeviny jsou během roku často obsekávány. Jedná se o porosty plošně největší, které pravděpodobně nejlépe odpovídají představám o charakteru rekultivovaných ploch. Na svahových nátržích a lokálních narušeních se vyskytují stejné druhy, jako byly zjištěny především v sukcesně starších porostech (III.). Příklad druhové skladby: *Alnus glutinosa, Arrhenatherum elatius, Balota nigra, Betula pendula, Bromus hordeaceus, Bromus tectorum, Calamagrostis epigejos, Carpinus betulus, Cerastium holosteoides, Cirsium arvense, Cotoneaster* sp., *Crepis succisifolia, Dactylis glomerata, Daucus carota, Dipsacus fullonum, Echinochloa crus-galli, Echinops sphaerocephalus, Festuca arundinacea, Festuca pratensis, Fraxinus excelsior, Humulus lupulus, Hypericum perforatum, Lathyrus pratensis, Lathyrus tuberosus, Ligustrum vulgare, Linaria vulgaris, Lolium multiflorum, Lolium perenne, Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Medicago sativa, Melilotus officinalis, Oenothera biennis, Picris hieracioides, Pinus sylvestris, Poa pratensis, Potentilla argentea, Potentilla reptans, Quercus robur, Ranunculus repens, Rhamnus cathartica, Reynoutria japonica, Rumex crispus, Rhus typhina, Salix fragilis, Senecio jacobaea, Senecio viscosus, Solidago canadensis, Sorbus aucuparia, Spiraea salicifolia, Symphoricarpos albus, Tanacetum vulgare, Tetragonolobus maritimus, Tilia cordata, Tragopogon dubius, Trifolium campestre, Trifolium hybridum, Trifolium pratense, Trifolium repens, Tussilago farfara, Viburnum lantana, Vicia angustifolia, Vicia hirsuta, Vicia tetrasperma.*

V. Malé plochy stabilně bez vegetace nebo s nízkou pokryvností:

Tyto tzv. trvalé holiny jsou typické pro povrchové lomy. Příčinou dlouhodobého absence rostlin jsou pravděpodobně fyto toxické půdy. Na lokalitě Most jsou pro ně typická místa, kde na povrch vystupuje rozpadající se uhlí a v severní části fonolitový vrch tzv. Kočičí vrch. Pokryvnost porostů se pohybuje do 10 %. Častěji jsou v nich zastoupeny druhy *Elytrigia repens, Echium vulgare, Artemisia vulgaris, Calamagrostis epigejos, Lepidium campestre, Poa compressa, Taraxacum* sect. *Ruderalia.*

VI. Porosty na malých mělkých vodních plochách:

Tyto plochy se nacházely v jv. části území (blízko kostela), ale v současnosti (rok 2014) jsou za svým optimálním stavem. Výsledky zde předkládané dokumentují ještě optimální stav. Později část z nich vyschla a na jejich dně byly dokumentovány "břehové" porosty. V současnosti většina zanikla zaplavením a spojením s vodní plochou jezera Most při jeho napouštění. Zbylé břehy se mění na jednodruhové s dominancí *Phragmites australis*. Příčinou zhoršení stavu porostů je také velká populace vodních ptáků, kteří místy příbřežní zónu intenzivně spásají. V liniích břehů a ve vodě bylo zastiženo okolo 30 druhů rostlin náležejících k hydrofytům a hygropytům. Ze zajímavějších druhů: *Alisma plantago-aquatica, Alopecurus aequalis, Alopecurus geniculatus, Bolboschoenus* sp., *Eleocharis mamillata* subsp. *mamillata* (C4a), *Eleocharis palustris* agg., *Juncus articulatus, Juncus bufonius, Lycopodium europaeus, Lythrum salicaria, Myriophyllum spicatum, Persicaria*

lapathifolia subsp. *palidum*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Poa palustris*, *Potamogeton natans*, *Ranunculus sceleratus*, *Rumex maritimus*, *Schoenoplectus tabernaemontani* (C2), *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Typha laxmannii* (C1). Větší druhová pestrost rostlin vázaných na mokřady byla zjištěna na jezeře Milada (Kubát et Machová 2012, 2014a) [45].

VII. Břehové porosty jezera Most:

Břehy jsou tvořeny kamennými záhozy, které jsou pro vývoj břehové vegetace nevhodné. Mapování proběhlo v době napouštění jezera, tedy v období stoupající vodní hladiny. To bránilo vzniku břehových porostů. Bylo zjištěno jen okolo 30 druhů, o kterých můžeme hovořit spíše jako o náhodně se vyskytujících. Pouze druhy *Typha laxmannii*, *Typha latifolia*, *Epilobium hirsutum*, *Phragmites australis*, *Salix alba* lze považovat za druhy s vazbou na břehové porosty. Mapování břehových porostů má význam pro další sledování jejich vývoje.

VIII. Svahová prameniště a maloplošná zasolená místa:

K botanicky nejzajímavějším patří svahová prameniště a zasolená místa (především na z. straně). Byly zjištěny druhy: *Bolboschoenus* cf. *koshewnikowii*, *Bolboschoenus maritimus* subsp. *maritimus* (C3), *Carex otrubae* (C4a), *Carex secalina* (C2), *Juncus conglomeratus*, *Juncus inflexus*, *Lathyrus hirsutus* (C1), *Plantago uliginosa*, *Puccinellia distans*, *Salsola kali* (C3), *Schoenoplectus tabernaemontani* (C2), *Tetragonolobus maritimus* (C3), *Typha laxmannii* (C1). Tyto porosty patří k nejcennějším na jezeře Most a je proto velká škoda, že některé z nich byly cíleně likvidovány za účelem dokončení plánované rekultivace, přestože se jednalo o plochu jen několik metrů čtverečných. Zbývající byly (přes upozornění) necitlivě koseny spolu s ostatními rekultivovanými plochami, což mohlo zamezit jejich přirozenou obnovu nebo i ohrozit existenci.

IX. Cesty z kamenitého materiálu:

Čedičový štěrk byl dovezen z kamenolomů v Českém středohoří a s ním pravděpodobně i diaspory některých druhů: *Achillea pratensis*, *Bromus japonicus* (C4a), *Centaurea stoebe*, *Echium vulgare*, *Hieracium pillosella*, *Hieracium aurantiacum* (C3), *Hordeum jubatum*, *Isatis tinctoria*, *Libanotis pyrenaica* (C4a), *Microrrhinum minus*, *Oenothera rubricaulis*, *Picris hieracioides*, *Polygonum aviculare* agg., *Rumex acetosella* subsp. *multifida*.

Na jezeře Most i Milada byla uplatněna rekultivace a to jak technická modelace terénu, tak následná biologická rekultivace formou výsadb dřevin. Výsledkem této rekultivace jsou typické linie dřevin, které se v přírodě nevyskytují, a proto působí nepřírozně. K výsadbě byly použity především původní druhy listnatých dřevin a v menší míře jehličnany a nepůvodní druhy keřů. Nebyly však upřednostněny druhy, se kterými jsou dobré výsledky při rekultivacích na Radovesické výsypce [46]. Jako podsev bývá použita jetelotrávní směs. Takto prováděné rekultivace vyžadují značnou dodatečnou energii využitou k modelaci terénu, při které jsou povrchy upraveny ve snadno obdělátné roviny či mírné svahy. Tato ztráta (nebo nevytvoření) členitějšího terénu opět působí nepřírozně. Značná energie a tím i náklady jsou spotřebovány i na údržbu výsadby, např. časté obsekávání dřevin.

Porosty vzniklé rekultivací plní protierozní funkci nutnou především na svazích k jejich stabilizaci. Avšak ignorování již zjištěných doporučení vede k zbytečným nákladům a ztrátě druhového bohatství. Bylo zjištěno, že necitlivě uplatňována rekultivace vede přes velké finanční náklady k tvorbě druhově chudých porostů. Bylo prokázáno snížení druhové pestrosti spontánně vzniklého porostu a rekultivací vytvořeného ca o 70 %. I když počet druhů se během spontánní sukcese mění a přirozeně klesá, tak rekultivací vytvořené porosty jsou

druhově chudé již při svém založení. Jedná se o jakési velkoplošné výsadby blízké výsadbám typu městská zeleň. Vhodnější by bylo cílit výsadby již od počátku na porosty blízké lesům v daném území původním, protože je možné očekávat pronikání domácích dřevin do kulturních orostů. Pollard (1972) [64] zjistil, že uniformní výsadby keřů se spontánně obohatily již během následujících ca 10 let o druhy v okolí přirozeně se vyskytující.

Na základě sledování a porovnávání flóry na různých stanovištích na hydriicky rekultivovaných plochách povrchových kamenolomů je možné doporučit následující kroky:

1. Vytvářet takový reliéf území, ve kterém by kromě hlavní vodní plochy byly i drobné vodní plochy a kanály, a pokud vzniknou, tak i zachovat prameniště.
2. V období od 3 (5) let po dokončení technické rekultivace provést terénní šetření odborným botanikem a na základě jeho doporučení omezit výsadby a výsevy na místech, která spontánně osídlují botanicky cenné druhy. V podkrušnohoří se dají očekávat halofyty, subhalofyty eventuelně i termofyty.
3. Toto šetření provádět i během následujících 5 – 10 let a dle výsledků korigovat výsadby a managementová opatření.

Při respektování uvedených doporučení budou zachována přírodovědně atraktivní místa, která spontánně vznikají při primární sukcesi. Z ekonomického hlediska by mohlo dojít k úspoře nákladů na biologickou rekultivaci takové plochy, jejichž rozsah je odhadován na 10 (max. 20) % celkové rekultivované plochy.

Příloha L – Hydrobiologický monitoring jezera Most zaměřený na fytoplankton

Metodika a sledování

V případě hodnocení ekosystému jezera byl monitoring speciálně zaměřen na biologický ukazatel kvality vod, na fytoplankton. U fytoplanktonu se hodnotí kvalitativní a kvantitativní zastoupení taxonů, objemová biomasa, koncentrace chlorofylu-a, podíl jednotlivých složek fytoplanktonu na celkové skladbě společenstva, bioindikace apod. Ekosystém vody je hodnocen na základě rozborů vzorků vody, které jsou odebírány z litorálu z nerovnoměrně rozmístěných míst po celém obvodu nádrže a dále pak vzorků zonačních odběrů.

Charakter a stav vzorkovacích míst litorálu (14 celkem) je v době jednotlivého aktuálního odběru fotograficky dokumentován. Vzorky vody jsou z míst odebírány vzorkovnicí z příhladinové vrstvy do hloubky 15 až 30 cm ve vzdálenosti cca 0,5 m od břehu (ČSN EN 5667). Spolu s vodou jsou namátkově zachycovány i nárosty, odebírané seškrabáním povrchu dlouhodobě ponořených předmětů a materiálů ve vodě. Obecně jsou vzorky odebírány v sezóně od přelomu března/dubna do přelomu října/listopadu. S četností jedenkrát měsíčně jsou ve vegetačním období od přelomu dubna/května až do přelomu října/listopadu (anebo tak, jak to momentálně umožňuje sezóna, např. v některém roce dříve, nebo i později) prováděny hlubinné odběry vzorků vody odběrákem Van Dorna (SIG-ENT) z lodi zakotvené u bójky. Na místě jsou zaznamenány povětrnostní podmínky (počasí, teplota), Secchiho deskou je měřena průhlednost a barva vody. U odebraných hlubinných vzorků je *in situ* zjišťována hodnota pH a konduktivita.

Parametry měřené *in situ* z lodi

Hodnoty pH v roce 2011 byly v rozmezí od 6,83 do 8,65, v roce 2012 od 5,02 do 9,54, v roce 2013 od 5,46 do 8,44, v roce 2014 od 6,29 do 8,5. Konduktivita v roce 2011 byla v rozmezí od 402 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 803 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, v roce 2012 od 350 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 571 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, v roce 2013 od 351 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 714 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, v roce 2014 od 273 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 565 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Pomocí Secchiho desky je měřena průhlednost vody a dále pak i její barva (většinou světle zelená, žlutozelená, apod.). V roce 2011 byla zaznamenána minimální průhlednost vody v červnu (1,32 m), maximální průhlednost vody v září (6,5 m). V roce 2012 byla zaznamenána minimální průhlednost vody v květnu (2,0 m), maximální průhlednost vody v srpnu (5,5 m). V roce 2013 byla zjištěna maximální průhlednost vody v srpnu, kdy bylo naměřeno 8 m, minimální průhlednost 2,5 m v červnu. V roce 2014 byla minimální průhlednost 4 m v dubnu a maximální průhlednost 8,5 m v srpnu.

Hodnoty pH, zaznamenávané při zonačních odběrech ve vzorcích vody, byly několikrát velmi nízké, což by mohlo být i varovným signálem přítomnosti síranů či sulfidů, pokud dochází k jejich vylouhování z podloží (pyritů apod.) činností mikroorganismů nebo díky podmínkám prostředí. Uvolňované sloučeniny mohou být toxické na vodní organismy a mohou decimovat ekosystémy (úmrtnost, menší biomasa, snížená produktivita apod.). Chemismus vody je rovněž zásadní. Na lokalitě se vyskytují indikátory vyšší koncentrace vápníku, tzv. kalcifilní organismy, kterými jsou rozsivky *Aulacoseira*, *Asterionella*, *Cyclotella* a *Diatoma*, zelené řasy *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Closterium*, *Haematococcus* a *Vaucheria*. Občas se vyskytují halofilní druhy, kterými jsou rozsivky *Navicula*, *Nitzschia* a *Synedra*, vířníci rodů *Brachionus* a *Keratella*. Současně byly na lokalitě zaznamenány indikátory vyšší koncentrace železa, zjm. železité bakterie *Leptothrix echinata*, *Planctomyces bekefii* a některé druhy barevných a bezbarvých bičíkovců.

Saprobní index

Rozbory vzorků vody odebíraných z litorální zóny poukazují na postupnou sukcesi společenstev nejen ve sledovaném roce, ale i v průběhu řešení projektu (2011 až 2014). V planktonu jezera Most se vyskytují abundantně indikátory oligosaprobního stupně, kterými jsou rozsivky *Tabellaria flocculosa*, *Fragilaria crotonensis*, zlativky rodů *Dinobryon*, *Bitrichia* a obrněnky rodů *Peridinium*, *Ceratium*, *Gymnodinium*, *Peridiniopsis*, *Katodinium*, *Amphidinium*. V letních měsících jsou hojně přítomné indikátory beta-mezosaprobního stupně, kterými jsou rozsivky *Synedra acus*, *Asterionella formosa*, zelené řasy rodů *Eudorina*, *Monoraphidium*, *Pandorina*, *Coelastrum*, *Oocystis*, *Coenococcus*. Hodnoty saprobního indexu se na nádrži pohybují v rozpětí stupně beta-mezosaprobity, a to v roce 2011 od 1,59 do 2,03 (15 odběrů, 9 monitorovacích míst), v roce 2012 od 1,66 do 2,04 (9 odběrů, 14 monitorovacích míst), v roce 2013 od 1,52 do 1,92 (8 odběrů, 14 monitorovacích míst), v roce 2014 od 1,64 do 1,78.

Fytoplankton a jeho početnost

Počty fototrofních mikroorganismů dosahují většinou, až na několik výjimek, maximálně 4 tisíc organismů v 1 ml. V červenci 2011 byl v hloubce 1 m zjištěn počet 17 tisíc organismů v 1 ml díky zvýšenému výskytu zlativek. V roce 2012 byly abundantní zlativky (*Dinobryon divergens*), které tvořily svá maxima v červnu v hloubkách 1 m, 2 m a 5 m. V roce 2013 byl zaznamenán v červnu masivní výskyt drobných centrických rozsivek rodu *Cyclotella* na hladině (16 tisíc org./ml), v hloubce 1 m (21 tisíc org./ml) a 5 m (18 tisíc org./ml). V roce 2014 byly zaznamenány drobné centrické rozsivky na hladině a v 5 m, v počtech 4 tisíc org./ml. Odběry vzorků vody z litorální zóny, postupující směrem k budoucím profilům sypaných hrází poukazují na trend sukcese společenstev se zastoupením dominantních druhů fytoplanktonu. Výskyt sinic na lokalitě je minimální, na lokalitě jsou zaznamenávány vysoké počty zástupců skupin rozsivek, zlativek a obrněnek, které se zásadně podílí na velikosti celkové objemové biomasy, dále pak zástupci zelených řas a skrytének. Trofie vody může být významně ovlivněna vysazením ryb, které mohou vyžírácím tlakem redukovat velikostní skladbu dominujícího fytoplanktonu a zooplanktonu. Lze očekávat období zakalené nebo naopak čiré vody jezera Most.

Chlorofyl-a

Vyšší hodnoty koncentrace chlorofylu-a byly naměřeny v červenci 2011 v hloubce 12 m ($36,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), kde dominovaly obrněnky (*Gymnodinium palustre*, *Gymnodinium helveticum*, *Peridinium willei*, *Peridinium bipes*) a skryténky. V roce 2012 byla v březnu zjištěna vysoká koncentrace chlorofylu-a v hloubce 5 m ($14,95 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), kdy v planktonu převládaly rozsivky druhů *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria capucina*, *Synedra affinis*, *Asterionella formosa*. Na nádrži se v roce 2013 začaly sporadicky objevovat velmi drobné pikoplanktonní centrické rozsivky, které se významně podílely na zvýšeném počtu zjištěných fototrofních organismů. Tyto rozsivky dosahovaly až 20 tisíc jedinců v 1 ml. Vzhledem k tomu, že se jedná o pikoplanktonní zástupce, je jejich podíl na výsledné koncentraci chlorofylu-a nevýznamný. V roce 2013 byly zaznamenávány nízké koncentrace chlorofylu-a, což významně souvisí s horšími povětrnostními poměry, které se v tomto roce objevily. Maximální hodnota $13,96 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ se vztahuje k srpnovému odběru a výskytu zelených řas ve 2 m. V roce 2014 v dubnu byly zaznamenány vyšší hodnoty koncentrace chlorofylu-a v hloubce 20 m ($12,91 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) díky rozsivkám, v květnu ve 2 m ($12,73 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) díky zlativkám a v červenci ve 45 m ($15,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) díky obrněnkám.

Funkční skupiny fytoplanktonu

Jezero Most lze prostřednictvím funkčních skupin fytoplanktonu popsat jako smíšenou asociaci **A**, **C**, **E**, **F**, **L₀**, **L_M**, **K** a **Y**, specifikuji oligotrofní až mezotrofní hluboké chladné vody, během roku v horní vrstvě promíchávané, s občasné sníženou světelnou intenzitou, s mírným nedostatkem fosforu a s uplatněním predace zooplanktonu. Průběh sezóny roku 2011 lze popsat ve sledu **A**, **F**, **E** (březen/duben) - **E**, **F**, **Y**, **C** (květen/červen) - **F**, **Y**, **C**, **L_M** (červenec/srpen) - **E**, **C**, **F**, **L_M**, **L₀** (září/říjen) - **C**, **Y**, **F** (listopad/prosinec). Průběh sezóny roku 2012 lze popsat ve sledu **A**, **F** (leden/březen) - **A**, **E**, **Y** (duben/květen) - **E**, **K**, **L₀**, **L_M**, **C** (červen/červenec) - **K**, **F**, **C**, **Y** (srpen/říjen). Průběh sezóny roku 2013 lze popsat ve sledu **A**, **C** (leden/únor) - **A**, **L₀**, **E** (duben/květen) - **F**, **K**, **L_M**, **C** (červen/červenec) - **A**, **C** (srpen). Průběh sezóny roku 2014 lze zatím popsat ve sledu **A**, **L₀**, **L_M**, **E** (duben/květen) - **F**, **K**, **L₀**, **C** (červen/červenec).

S velkou četností jsou ve fytoplanktonu jezera Most zastoupeny **rozsivky**, které se obecně vyvíjí v dobře promíchávané chladné vodě a reagují velmi prudce na prodlužování dne na konci zimy, což dokládají realizované odběry a následně rozborů vzorků. Na přelomu jara a léta byla zaznamenána období masivního výskytu drobných centrických rozsivek rodu *Cyclotella* v eufotické vrstvě (dle [35]), asociace **A** typická pro hluboká čistá jezera), vystřídána v pozdějším období rozsivkami *Fragillaria crotonensis*, *Asterionella formosa* indikujících vyšší trofii vody (asociace **C**). Na nádrži byl zaznamenán masový výskyt zástupců **zlatívek**, které v červnu 2011 způsobily náhlé snížení průhlednosti vody doprovázené zákalem žlutozelené barvy a kořenitým až rybím zápachem vody (*Mallomonopsis akromos*, *Synura uvella*, *Dinobryon divergens*). V roce 2013 byl zaznamenán výskyt zlativky *Bitrichia chodati*. Zlativky jsou obecně považovány za fytoplankton čistých, spíše oligotrofních nádrží s chladnější vodou. Mají vysokou adaptabilitu na podmínky, jedná se zejm. o schopnost tvořit cysty, schopnost vyčerpávat minima fosfátů díky polyfosfát transferáze a schopnost rychlé obnovy populace. Obecně mají zlativky malou odolnost vůči žracímu tlaku zooplanktonu, proto s nástupem zooplanktonu dohází k poklesu jejich počtu (asociace **E**). V roce 2013 se v letním období s vysokou abundancí objevili zástupci **zelených řas** rodů *Chlamydomonas*, *Monoraphidium*, *Coenococcus*, *Radiococcus*, *Oocystis*, které preferují prosvětlené i hluboké epilimnion oligotrofních a mezotrofních vod a mají odolnost vůči žracímu tlaku zooplanktonu (asociace **F**), v nárostech pak vláknité řasy rodů *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Ulothrix*, *Bulbochaete*. Od roku 2012 se opakovaně vyskytují ve vyšších počtech zástupci **obrněnek** *Ceratium*, *Peridinium*, *Gymnodinium*, typických pro fytoplankton oligotrofních až mezotrofních vod indikujících nižší koncentrace fosforu s malou zranitelností zooplanktonem (asociace **L₀**, rod *Ceratium* patří spíše do asociace **L_M** indikujících mezotrofní vody). Výskyt **sinic** na lokalitě byl v průběhu roku 2011 minimální, v druhé polovině roku 2012 se začaly objevovat sporadicky kolonie chrookokálních rodů *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Snowella* a *Microcystis*, zde se jedná o skupiny drobných koloniální sinic se středními nároky na nutrienty a světelné podmínky (asociace **K**). Významně jsou v biocenóze fytoplanktonu zastoupeny i **skrytěnky** rodu *Cryptomonas* se schopností adaptace na sníženou světelnou intenzitu a tvorbu abundantních populací na hranici epilimnia a metalimnia (asociace **Y**). Skrytěnky nemají problémy se stratifikací a promícháváním vrstev a vyskytují se zcela nezávisle v celém profilu nádrže po celou sezónu (vegetační období), nicméně jsou ovlivňovány predací zooplanktonem.

Objemová biomasa

Objemová biomasa je klíčový faktor a významná metrika biologického prvku kvality vody, v tomto případě, fytoplanktonu. Objemová biomasa byla stanovena u vzorků zónačních odběrů, na základě kvalitativního a kvantitativního rozboru z údajů mikroskopického obrazu, dále proměření rozměrů jednotlivých buněk taxonů a jejich přiřazení k příslušnému

geometrickému útvaru. Pro příklad jsou uvedeny výsledky z roku 2013 s přiloženým komentářem o podílu skupin (taxonů) fytoplanktonu na velikosti objemové biomasy.

Hloubka [m]	Velikost objemové biomasy v roce 2013 v [$\mu\text{m}^3/\text{ml}$]						
	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad
Hladina	2 999 840	2 465 484	68 302	166 882	0	365 748	83 205
1	975 985	3 418 713	1 089 828	65 744	96 306	116 874	40 434
2	184 800	287 580	415 428	6 860	135 159	64 800	37 656
5	648 472	2 987 315	93 420	276 794	104 451	204 894	34 144
7	136 996	1 108 234	16 152	190 240	21 627	554 868	77 511
9	80 552	727 620	355 980	120 552	184 349	59 256	113 202
10	116 220	379 510	102 648	57 306	21 160	26 604	64 641
12	155 544	699 208	74 596	12 269	152 370	18 234	22 401
15	1 179 272	191 014	316 836	25 533	1 941	10 560	35 790
17	90 360	112 944	139 680	123 063	48 318	66 930	146 442
20	35 130	85 520	99 480	77 835	1 557	129 060	40 914
22	99 464	111 840	46 608	311 450	6 651	18 108	11 304
25	86 400	18 538	33 228	7 410	4 038	49 260	19 560
30	18 800	17 452	56 634	54 560	2 019	36 468	16 872
35	63 240	339 958	40 722	56 400	137 133	356 550	10 188
40	311 310	15 018	49 620	3 696	1 750	29 310	10 188
45	79 220	37 600	203 880	16 875	17 817	30 936	2 019
50	89 760	62 894	59 622	8 806	654	9 996	11 889

Komentář k výsledkům velikosti objemové biomasy v roce 2013. V květnu byly nejvyšší hodnoty zaznamenány na hladině ($2.999.840 \mu\text{m}^3/\text{ml}$), kde se abundantně vyskytovaly rozsivky *Cyclotella*. V 15 m a následně pak i ve 40 m byla vyšší objemová biomasa způsobena hojným rozvojem rozsivek *Fragilaria crotonensis* a *Cyclotella*. V červnu dosahovala objemová biomasa nejvyšších hodnot směrem od hladiny do hloubky 12 m, nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v 1 m ($3.418.713 \mu\text{m}^3/\text{ml}$), což bylo způsobeno přítomností rozsivek *Cyclotella*. V červenci byly nejvyšší hodnoty objemové biomasy zjištěny v 1 m ($1.089.828 \mu\text{m}^3/\text{ml}$, podíl rozsivek hlavně rodu *Cyclotella*), nárůsty v 15 m a následně ve 45 m byly způsobené skrytěnkami rodu *Cryptomonas*. V srpnu byly nejvyšší hodnoty objemové biomasy zaznamenány v hloubce 22 m ($311.450 \mu\text{m}^3/\text{ml}$), kde se hojně vyskytovaly rozsivky (*Cyclotella*) a obrněnky (*Ceratium hirundinella*). Objemová biomasa v září dosahovala nejvyšších hodnot v hloubce 9 m ($184.349 \mu\text{m}^3/\text{ml}$) se zvýšeným počtem zelených řas a skrytěnek a dále pak ve 12 m a 35 m s výskytem obrněnek (*Gymnodinium palustre*). V říjnu se na objemové biomase ($554.868 \mu\text{m}^3/\text{ml}$) v hloubce 7 m podílely podstatně rozsivky *Asterionella formosa*, ve 20 m skrytěnky a ve 35 m obrněnky (*Ceratium hirundinella*). V listopadu dosahovala objemová biomasa nejvyšších hodnot v hloubce 17 m ($146.442 \mu\text{m}^3/\text{ml}$) s vyšším počtem skrytěnek a rozsivek (*Asterionella formosa*). Ze všech uvedených měsíců roku 2013 byly v tomto případě zaznamenány nejnižší hodnoty objemové biomasy, klesající tendence byla zaznamenána od hloubky 20 m směrem ke dnu.

Příloha M - K PEDOLOGICKÉ ČÁSTI METODIKY

1 Metodika mapovacích prací a odběru vzorků

Rekognoskace terénu se provádí pomocí půdních vpichů sondovací tyčí do hloubky 0,6 m půdního profilu každé zkoumané lokality. Stanovení počtu vpichů na 1 ha závisí na heterogenitě zeminy, obvykle se provádí jeden vpich na čtverec 50 x 50 m. Po vyhodnocení této části průzkumných prací se stanoví charakteristická místa pro zhotovení kopaných půdních sond o minimální hloubce 0,6 m.

Odběr půdních vzorků se provádí z obnažené stěny půdní sondy a to pouze z horizontů, které se makroskopicky odlišují (zrnitostně, barevně). Množství odebrané zeminy pro jeden vzorek je 1 - 1,5 kg, v případě zastoupení skeletu v zemině nad 20 % se zvyšuje na 3 - 5 kg. Místa odběru se zaznamenávají do pracovní mapy. Při odběru vzorků se vždy provádí fotodokumentace.

2 Metodika provádění požadovaných laboratorních analýz

Jako optimální způsob realizace veškerých požadovaných fyzikálně – mechanických, mineralogických a chemicko – pedologických analýz lze doporučit schválené interní metodické postupy zkušebních laboratoří VÚHU a.s. a VÚMOP v.v.i. akreditovaných ČIA o.p.s. dle ČSN EN ISO/IEC 17025 [65].

3 Metodika vyhodnocení požadovaných laboratorních analýz

3.1 Zrnitostní analýza vzorků

Jde o základní fyzikálně - mechanickou zkoušku zemin z hlediska jejich rekultivačního využití. Pro rekultivace jsou nejvhodnější středně zrnité až jemnozrné, zrnatostně vyrovnané horniny. Zrnitostní složení půd je dáno procentuálním zastoupením různých velikostních frakcí půdních částic. Důležitým kritériem je procentuální zastoupení frakce o velikosti zrn pod 0,01 mm, které umožňuje zatřídění půdy dle „Nováka“ do sedmi půdních druhů. Dalším významným kritériem jsou hmotnostní podíly, které zohledňují dle trojúhelníkového diagramu zrnatosti půd „NRCS USDA“ 3 frakce (jíl pod 0,002 mm, prach 0,02 – 0,05 mm, písek 0,05 – 2 mm).

Podle velikosti lze rozdělit půdní částice jednak na skelet (nad 2 mm), u něhož se dále rozlišuje **hrubý písek** (2-4 mm), **šterk** (4-3 mm) a **kamení** (nad 30 mm), a jednak na **jemnozemi** (pod 2 mm), která se dále třídí podle dále uvedených kritérií. Zvyšující se obsah skeletu a nárůst velikosti jeho zrn v povrchové vrstvě znesnadňuje zpracování půdy a zhoršuje podmínky pro zakořeňování rostlin. Většina **klasifikačních systémů** je založena na hodnocení půdních druhů podle obsahu I. zrnatostní kategorie do 0,01 mm, jako například u nás používaná Nováková stupnice.

Tabulka č. 1 : Nováková klasifikační stupnice jemnozemí

Obsah I. zrn. kategorie (%)	Název druhu půdy	Označení půdy
0 – 10	písčitá	lehká
10 – 20	hlinitopísčitá	
20 – 30	písčitohlinitá	
30 – 45	hlinitá	střední
45 – 60	jílovohlinitá	
60 – 75	jílovitá	
>75	jíl	
		těžká

Pro rekultivační využití je optimální půda hlinitá. U půd písčitých, hlinitopísčitých a jílovitých a jílu lze doporučit úpravu zrnitostního složení svrchního horizontu.

3.2 Mineralogická analýza vzorků

Principem mineralogické analýzy vzorku je kvalitativní stanovení mineralogického složení půdy rentgenovým difraktometrem. Pro rekultivační využití jsou optimální vzorky s vyváženým podílem jílových minerálů a křemene, nižším podílem kaolinitu oproti illitu a montmorillonitu a minimálním obsahem škodlivin (v podmínkách hnědouhelných pánví především sulfidy železa, síra a uhelná hmota).

3.3 Stanovení půdní reakce

Půdní reakce patří k nejvýznamnějším charakteristikám půdy. Na tom, jestli je půda kyselá, neutrální nebo alkalická, do značné míry závisí např. rozpustnost různých sloučenin, síla vazby výměnných iontů a aktivita různých mikroorganismů.

Aktivní půdní reakce zahrnuje koncentraci vodíkových iontů ve vodném extraktu nebo suspenzi půdy. V tomto případě do stanovení nejsou zahrnuty ionty H^+ poutané sorpčním komplexem. **Výměnná půdní reakce** je definována jako schopnost půdy měnit pH roztoků neutrálních solí (např. KCl). Nejčastěji se používá roztok KCl, kdy K^+ ionty vytěsní ze sorpčního komplexu H^+ ionty. Výměnná půdní reakce je stabilnější hodnotou než aktivní reakce a bývá vždy asi o 0,5 jednotky pH nižší. Hodnocení půdní reakce udává následující tabulka.

Tabulka č. 2: Hodnocení půdní reakce

Reakce	Aktivní pH_{H_2O}	Výměnné pH_{KCl}
silně kyselá	< 4,9	< 4,5
kyselá	5,0 – 5,9	4,6 – 5,5
slabě kyselá	6,0 – 6,9	5,6 – 6,5
neutrální	7,0	6,6 – 7,2
slabě alkalická	7,1 – 8,0	> 7,2
alkalická	8,1 – 9,4	-
silně alkalická	>9,4	-

Většina rostlin nemůže růst na půdách s reakcí $pH < 3,5$ a > 9 . Úpravu půdní reakce svrchního horizontu lze tedy doporučit u půd silně kyselých, alkalických a silně alkalických.

3.4 Stanovení obsahu karbonátů

Karbonáty jsou důležitou složkou minerálního podílu půdy a jejich přítomnost značně ovlivňuje všechny půdní vlastnosti. Výrazná je jejich pufrovací schopnost, vliv na půdní koloidy (koagulace) a na tvorbu kvalitního humusu. V půdách se vyskytují převážně ve formě $CaCO_3$, mnohem méně je zastoupen $MgCO_3$. Hodnocení obsahu karbonátů udává následující tabulka.

Tabulka č. 3: Hodnocení obsahu karbonátů

Karbonáty (%)	Označení zeminy
< 0,3	bezkarbonátová
0,3 – 3,0	slabě vápnitá
3,1 – 25,0	vápnitá
25,1 – 60,0	Slinitá
>60,0	vápenatá

Optimální obsah karbonátů činí cca 3 – 5 %. U bezkarbonátových půd lze doporučit aplikaci CaCO_3 .

3.5 Stanovení obsahu humusu

Pod pojmem **humus** se rozumí široká škála organických látek v různých stádiích přeměn, smíšených nebo nesmíšených s minerálním podílem. Těchto látek je v půdách podstatně méně než látek minerálních, jejich význam pro úrodnost půd je však rozhodující. Obsah humusu se stanovuje přepočtem z laboratorně stanoveného obsahu oxidovatelného uhlíku. Obsah humusu v půdách lze hodnotit podle následujících kritérií:

Tabulka č. 4: Hodnocení obsahu humusu

Humus (%)	Označení obsahu
<1	velmi nízký
1,0 – 2,0	nízký
2,1 – 3,0	střední
3,1 – 5,0	vysoký
>5,0	velmi vysoký

Úrodnost půdy roste s obsahem humusu. V případě velmi nízkého obsahu humusu lze doporučit aplikaci organických hnojiv. U zemin hnědouhelných pánví je zvláště důležité nezaměňovat oxidovatelný uhlík a humus s organickou uhelnou hmotou, jejíž působení je naopak fyto toxické.

3.6 Stanovení sorpční schopnosti půdy

Sorpční schopnost půdy je definována jako zvýšení koncentrace látky na fázovém rozhraní ve srovnání s okolním prostředím. Na **sorpci** půdy se podílejí jak složky organické tak anorganické. Jelikož jejich příspěvek k celkové sorpci je těžko rozlišitelný, často se mluví o tzv. **sorpčním komplexu**, který je charakterizován **kationtovou výměnnou kapacitou**. Ta je označována symbolem KVK, (starší stále užívané označení T) a udává se v mmol/100g nebo mmol/1000 g. Pro půdy ČR se hodnotí KVK podle těchto kritérií:

Tabulka č. 5: Hodnocení kationtové výměnné kapacity

Hodnota KVK	Hodnocení
8 – 12 mmol/100 g	nízká až velmi nízká
13 – 24 mmol/100 g	střední
25 – 30 mmol/100 g	vysoká
>30 mmol/100 g	velmi vysoká

Kvalita půdy roste s rostoucí hodnotou KVK.

3.7 Stanovení obsahu přijatelných živin podle Mehlicha III

Pro stanovení kvality obsahu přijatelných živin v půdě byly vybrány obsahy přijatelného fosforu, draslíku a hořčíku. Vyhodnocení udává následující tabulka č. 6.

Tabulka č. 6: Kritéria hodnocení obsahu P, K, Mg (Mehlich III)

Obsah	FOSFOR (mg.kg⁻¹)
nízký	do 50
vyhovující	51 - 80
dobrý	81 –115
vysoký	116 –185
velmi vysoký	nad 185

Obsah	DRASLÍK (mg.kg⁻¹)		
	Půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 100	do 105	do 170
vyhovující	101 - 160	106 - 170	171 - 260
dobrý	161 - 275	171 - 310	261 - 350
vysoký	276 - 380	311 - 420	351 - 510
velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Obsah	HOŘČÍK (mg.kg⁻¹)		
	Půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 80	do 105	do 120
vyhovující	81 – 135	106 - 160	121 – 220
dobrý	136 – 200	161 - 265	221 – 330
vysoký	201 – 285	266 - 330	331 – 460
velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

V případě nízkého obsahu přijatelných živin lze doporučit jejich aplikaci do půdy formou průmyslových hnojiv.

3.8 Stanovení obsahu rizikových stopových prvků

Vytváření antropogenních půd je provázáno rizikem možné kontaminace škodlivými látkami, které by mohlo vést až k jejich znehodnocení. Lze doporučit analytické stanovení obsahu rizikových prvků v půdách ve výluhu 2 mol/l HNO₃ metodou atomové absorpční spektrometrie. Pro půdy určené k rekultivaci (především zemědělské) lze doporučit aplikaci vyhlášky Ministerstva životního prostředí č.13/94 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.

Tabulka č. 7: Limitní obsahy rizikových stopových prvků

Prvek	Obsah (mg.kg ⁻¹) Lehká půda	Obsah (mg.kg ⁻¹) Ostatní půdy
Arsen (As)	4,5	4,5
Berylium (Be)	2,0	2,0
Kadmium (Cd)	0,4	1,0
Kobalt (Co)	10,0	25,0
Chrom (Cr)	40,0	40,0
Měď (Cu)	30,0	50,0
Rtuť (Hg) ^x	0,6	0,8
Molybden (Mo)	5,0	5,0
Nikl (Ni)	15,0	25,0
Olovo (Pb)	50,0	70,0
Vanad (V)	20,0	50,0
Zinek (Zn)	50,0	100,0

x) u rtuti celkový obsah

4 Metodika optimálního postupu tvorby antropogenních půdních profilů

Tvorba antropogenních půdních profilů na břehu a svazích lomových jezer má určitá specifika. Obecně je předpokládán značný rozsah lesnické rekultivace, minimální rozsah zemědělské rekultivace (dáno sklonem svahů) a značný rozsah rekultivace ostatní. Tu představují především plochy určené pro rekreaci a v mnohem menší míře plochy ponechané přirozené sukcesi.

4.1 Metodika tvorby antropogenních půdních profilů při lesnické rekultivaci

Lesnická rekultivace bude probíhat na značné ploše a na různých půdních stanovištích. Častý bude výskyt silně písčitých zemín a hnědých jíílů, vzácné budou fyto toxické zeminy a extrémně zrnitostně těžké jíily. Výskyt vypálených jíílů lze prakticky vyloučit.

4.1.1 Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na fyto toxických zemínách

Fyto toxické zeminy jsou v podstatě skrývkové zeminy slojových vrstev. Většinou se jedná o heterogenní směs zemín texturálně lehčích písčito hlinitých až písčitých s příměsí vypálených jíílů a s vysokým podílem uhelné hmoty, limonitizovaného pískovce, pyritu, a místy i sideritu. Pro jejich rekultivaci jsou navrhovány 2 varianty.

Varianta 1

První variantou je aplikace slinitých nebo bentonitických zemín v množství 3000-3500 m³.ha⁻¹ s následnou homogenizací (promísením) nebo křížovou orbou do hloubky od 0,5 do 0,6m. V případě nedostatku těchto zúrodnitelných zemín lze doporučit použití místních hnědých jíílů. Sklon rekultivovaného povrchu může činit maximálně 16% (1:6). Jako doplňující rekultivační opatření je požadována aplikace organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C:N v dávce 200 t.ha⁻¹, zapravených do hloubky 0,30-0,50 m rekultivovaného povrchu a následný dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Po jeho ukončení může být zahájena podzimní výsadba lesních sazenic.

Varianta 2

Je alternativou předcházející varianty. Jde o převrstvení povrchu rekultivované plochy pouze sprašovými hlínami o mocnosti do 0,5 m. Sklon rekultivovaného povrchu je u písků a fyto toxických zemín bez omezení. Jako doplňující rekultivační opatření se požaduje aplikace

organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C : N v dávce 200 t.ha⁻¹ zapravených do hloubky 0,30-0,50 m rekultivovaného povrchu, případně bodové mulčování organickými hmotami (kolem vysázených sazenic lesních dřevin). Následuje dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Po jeho ukončení může být zahájena podzimní výsadba lesních sazenic.

4.1.2 Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na silně písčitých zeminách a pískách

Tuto metodiku lze doporučit na svazích tvořených písčými a jílovitými písčými. V tomto případě jsou hlavními negativními půdními charakteristikami pouze fyzikální vlastnosti a zejména nízká protierozní odolnost. K rekultivačním účelům lze využít všechny dostupné zúrodnitelné zeminy (sprašové hlíny, slínité a bentonitické zeminy, hnědé jíly) aplikované v množství 1500-2000 m³.ha⁻¹. Podmínkou je promísení křížovou orbou nebo homogenizací do hloubky 0,3-0,4 m. Sklon rekultivovaného povrchu může činit maximálně 16% (1:6). Jako doplňující rekultivační opatření je požadována aplikace organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C:N v dávce 200 t.ha⁻¹, zapravených do hloubky 0,30-0,50 m rekultivovaného povrchu a následný dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Po jeho ukončení může být zahájena podzimní výsadba lesních sazenic.

4.1.3 Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na hnědých jílech včetně jílu prachovitých

Pravděpodobně půjde o nejběžnější variantu. Lze ji doporučit v případě zemin klasifikovaných na základě provedených laboratorních analýz vzorků jako nadložní šedé kaoliniticko-illitické jíly včetně jílu prachovitých. V tomto případě lze doporučit aplikaci organických hmot (kompostů) s upraveným poměrem C:N v dávce 200 t.ha⁻¹, zapravených do hloubky 0,30-0,50 m rekultivovaného povrchu. Následuje dvouletý přípravný agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení. Sklon rekultivovaného povrchu je přípustný maximálně do 16% (1:6).

4.1.4 Metodika tvorby antropogenních půdních profilů na texturálně těžkých terciálních jílech

Jde o žluté jíly, které tvoří nejsvrchnější součást nadložního souvrství. Jejich mineralogické a chemicko – pedologické vlastnosti jsou vhodné, extrémně nevhodné je však jejich zrnitostní složení, fyzikální i hydrofyzikální vlastnosti. To lze změnit pouze pomocí ekonomicky velmi náročných melioračních opatření, při kterých dochází k dokonalému promísení (homogenizaci) upravované zeminy s melioračním sorbentem (písčím) pomocí speciálních půdních fréz.

Vzhledem k technické i finanční náročnosti tohoto postupu a relativní vzácnosti žlutých jílu v budoucích svazích lomových jezer se proto doporučuje omezit rekultivační úpravy na postup uvedený v kapitole 4.1.3.

4.2 Metodika tvorby antropogenních půdních profilů při zemědělské rekultivaci

V případě zemědělské rekultivace lze doporučit sklon rekultivovaného povrchu od 3 - 8% (1:33 - 1:12), což je při rekultivaci svahů jezera značně omezující faktor. Z hlediska úpravy svrchního horizontu lokality lze doporučit následující opatření:

- převrstvení technicky upraveného a stabilizovaného povrchu výsypky 0,6 m ornice tak, aby po ulehnutí byla zaručena vrstva 0,5 m
- pětiletý agrocyklus formou pěstování plodin na zelené hnojení, úprava půdní reakce, obsahu humusu a přijatelných živin. Aplikace zpracovaných osevních postupů VÚMOP v.v.i. Praha).

4.3 Metodika výběru ploch ponechaných přirozené sukcesi

Zakládání ploch ponechaných přirozené sukcesi lze doporučit v oblastech, kde se již začaly ve specifických podmínkách spontánně vyvíjet funkční ekosystémy, kde je potřebná ochrana a výzkum některých biologických, geologických a paleontologických jevů a kde lze v rámci celkové koncepce rekultivace lokality předpokládat zpřístupnění ploch. Výběr těchto ploch by měl probíhat pouze na základě podrobného mapování zájmové lokality.

Po výběru plochy lze doporučit její detailní průzkum, na jehož základě bude založena vstupní dokumentace. Následoval by dlouhodobý výzkum území, hodnotící jeho pedologický a biologický vývoj. Obdobné zásady by měly platit i pro zakládání geologických parků.