

## VLIV ZMĚNY MÍSTNÍHO KLIMATU V LOKALITĚ JEZERA MOST NA KVALITU OVZDUŠÍ V JEHO OKOLÍ

Jan Brejcha, Milena Vágnerová, Marcela Šafářová

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., tř. Budovatelů 2830/3, Most, brejcha@vuhu.cz

*Príspevek se zabývá problematikou vlivu jezera Most vzniklého řízeným zatopením zbytkové jámy povrchového lomu Most – Ležáky v rámci plánované rekultivace na kvalitu ovzduší v okolí. Sledovány jsou znečišťující látky charakteristické pro tuto lokalitu, zejména prašný spad, vybrané stopové prvky, PM<sub>10</sub>, VOC, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, BTX, O<sub>3</sub>.*

*Klíčová slova: jezero Most, kvalita ovzduší,*

Došlo 8. 2. 2014, přijato 17. 3. 2014

### 1. Úvod

Velkoplošná hnědouhelná těžba v České republice se podílí na destrukci všech těžbou dotčených přírodních a sociálních složek krajiny v Severočeské hnědouhelné pánvi a Sokolovské pánvi. Těžba hnědého uhlí v těchto pánvích postupně transformuje strukturu i funkce velkých územních celků podkrušnohorské krajiny. Úkolem těžebních společností je všechna těžbou postižená území rekultivovat. Horní zákon jim ukládá „odstraňovat škody na krajině komplexní úpravou území a územních struktur“.

Největší plocha určená k rekultivaci je v Ústeckém kraji. Plány na rekultivaci hnědouhelných lomů, které se mají po vyčerpání zásob uhlí zatopit, počítají v Ústeckém kraji po roce 2035 s celkem šesti novými velkými jezery o rozloze zhruba 3 380 hektarů s celkovým objemem vody 1 370 milionů m<sup>3</sup>. Ústecký kraj tak bude v budoucnosti krajem jezer, vodou zatopených lomů.

Rekultivační práce zahrnují nejen tvorbu jezer, ale i péči o jejich okolí, o vytvoření funkčního ekosystému.

Komplexní vliv hydrické rekultivace původního hnědouhelného lomu na mikroklima, ekosystém a na kvalitu ovzduší dosud v České republice nebyl studován. Z tohoto důvodu je od roku 2011 realizován čtyřletý výzkumný projekt, který je zaměřen na komplexní vyhodnocení vlivu hydrické rekultivace na mikroklima, ekosystém vody a půdy a kvalitu ovzduší v okolí jezera [1].

Pro jeho realizaci byla zvolena lokalita jezera Most, zbytkové jámy lomu Most – Ležáky, kde byla těžba hnědého uhlí ukončena k 31. srpnu 1999 (viz obr. 1). Důvodem volby byla poměrně velká plánovaná rozloha hladiny jezera i blízkost stálé meteorologické stanice Kopisty, kde jsou klimatická měření prováděna od r. 1970 v širokém spektru veličin. Kolem celého jezera je již vybudována zpevněná břehová linie a břehová navodová komunikace v délce 9 815 m, na kterou se napojuje síť obslužných příjezdových komunikací. Lokalita je položena v centrální části Severočeské hnědouhelné pánve [2].

Dalším důvodem pro výběr této lokality bylo i to, že napouštění jezera Most nebylo v době zahájení výzkumu dokončeno, a tak se naskytla unikátní příležitost

monitorovat vývoj ekosystému jezera Most v průběhu jeho napouštění.

V Severočeské hnědouhelné pánvi byly zatím realizovány dvě hydrické rekultivace a to zbytkové jámy lomu Chabařovice (jezero Milada) a lomu Most – Ležáky (jezero Most). Napouštění zbytkové jámy lomu Most – Ležáky bylo zahájeno 24. 10. 2008 a zatím nebylo zcela dokončeno [3]. Po jeho úplném napouštění bude svou plochou (311,0 ha) větší než Máchovo jezero (296,0 ha) a také několikanásobně hlubší (Jezero Most 75,0 m, Máchovo jezero max. 12 m).

Samotná stavba tak velké bezodtokové vodní nádrže je v České republice zatím ojedinělá.



**Obr. 1** Pohled na lokalitu města Mostu před zahájením těžby hnědého uhlí (cca rok 1975) a po ukončení těžby, zdroj: [www.zanikleobce.cz](http://www.zanikleobce.cz)

Od roku 2011 je tak systematicky sledován vliv postupně napouštěného jezera Most na kvalitu ovzduší v jeho okolí a to zejména z hlediska zjištění významnosti změn kvality ovzduší blízkého okolí jezera, ke kterým dochází v souvislosti s vývojem mikroklimatu zájmového území. Měření je směřováno na získání souboru dat pro hodnocení trendů vývoje kvality ovzduší v souvislosti s časovými a prostorovými změnami mikroklimatu.

### 2. Experimentální část a metodika

Měření je prováděno ve dvou zónách a jednom referenčním stanovišti. První zónou je blízké okolí jezera. Druhou zónou je vzdálené okolí jezera a jako referenční stanoviště byla zvolena Milešovka. Sledovány jsou

znečišťující látky charakteristické pro sledovanou lokalitu.

**První zóna** (blízké okolí jezera) zahrnuje 8 stanic umístěných v oktantech větrné růžice (stanoviště jezero 1 až jezero 8). Provádí se zde odběr prašného spadu a na čtyřech místech i pasivní odběr plyných látek ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , BTX, VOC,  $\text{O}_3$ ) a odběr prašného spadu pro stanovení vybraných kovů.

**Druhá zóna** (vzdálené okolí jezera) zahrnuje stanoviště Kopisty, obec Lom (do roku 2012 Braňany) a Most. Na všech stanovištích se provádí odběr prašného spadu, pasivní odběr plyných látek ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , BTX, VOC,  $\text{O}_3$ ) a odběr prašného spadu pro stanovení vybraných kovů a kontinuální stanovení koncentrace  $\text{PM}_{10}$ . Na stanovišti Most i kontinuální stanovení  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ .

Na **referenčním stanovišti** Milešovka se provádí odběry a měření jako ve druhé zóně vyjma kontinuálního stanovení plyných látek.

### 2.1. Místa měření

Měřicí a odběrová místa byla instalována v roce 2011 a jejich poloha včetně typů instalovaných měřicích a odběrových zařízení je vyznačena na obr. 2. Vzhledem k tomu, že během sledování bylo na stanovišti SIAD-Braňany zjištěno významné ovlivnění rozptylových podmínek místním klimatem povrchového lomu Bílina, které není charakteristické pro centrální část severočeské pánve, bylo měření v roce 2013 přesunuto na stanoviště Lom-VÚHU.



Obr. 2 Rozmístění odběrových míst v okolí jezera

Na obr. 2 je červeně označeno měření prašného spadu, žlutě - plyných látek (pasivní odběr), bíle - aerosolových částic a světlemodře - plyných látek kontinuálně.

### 2.2. Odběry vzorků a jejich analýzy

#### Prašný spad

Prašný spad se odebrává volnou sedimentací prachu do skleněných vzorkovnic s definovaným sedimentačním průřezem. Obvyklá doba odběru je  $30 \pm 10$  dní. Na každém místě se provádí paralelní odběr do dvou vzorkovnic a v případě odběru pro stanovení kovů do tří vzorkovnic. Po ukončení odběru se hmotnost zachyceného prachu zjišťuje gravimetricky. Na obr. 3 je uvedeno foto stativu s držáky vzorkovnic pro pasivní odběr plynů a prašného spadu. Kovy v prašném spadu se po rozkladu vzorku stanovují vhodnými metodami atomové absorpční spektrometrie (AAS).



Obr. 3 Stativ s držáky vzorkovnic pro pasivní odběr plynů a prašného spadu

Pro pasivní odběry plyných látek ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , BTX, VOC,  $\text{O}_3$ ) je používán odběrový systém Radiello. Princip odběru spočívá v difúzi plyných látek přes difúzní vrstvu na adsorbent. Každá sledovaná znečišťující látka nebo jejich skupina má určen vlastní typ sorpční trubičky a pouzdra s difúzní vrstvou. Při odběru vzorku jsou difúzní pouzdra s absorpčními trubicemi umístěna na podkladových destičkách. Podkladové destičky jsou zavěšeny do plastových schránek, které chrání odběrová média před nepříznivými povětrnostními podmínkami. Po ukončení odběru jsou exponované trubičky hermeticky uzavřeny ve skleněné skladovací trubici. Následná analýza je prováděna výrobcem doporučenými metodami.

### 2.3. Kontinuální měření

Kontinuální měření koncentrací plyných látek a aerosolových částic bylo realizováno na přístrojích typově ověřených TÜV, které používají metody chemiluminiscence (Horiba APNA 350 – stanovení  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  a NO), UV fluorescence (Horiba APSA 350 – stanovení  $\text{SO}_2$ ), UV absorpce (Horiba APOA 350 – stanovení  $\text{O}_3$ ), IR absorpce (Horiba APMA 350 – stanovení CO) a absorpce beta záření (FH62IN a FH62IR – stanovení koncentrace aerosolu  $\text{PM}_{10}$  nebo TSP podle odběrové hlavičky na vstupu sondy).



Hlavice pro odběr  $PM_{10}$  je v souladu s ČSN EN 12341. Před instalací kontinuálních analyzátorů bylo provedeno jejich servisní seřízení, kalibrace a metrologické navázání. Na stanovištích jsou měřicí systémy umístěny v krytých, uzavřených prostorech. Na stanovištích Braňany a Kopisty jsou to izotermické kontejnery, na stanovišti Most uzavřené místnosti ve středním příštíšku budovy VÚHU a.s. a na Milešovce termicky izolovaná skříň (viz obr. 4).

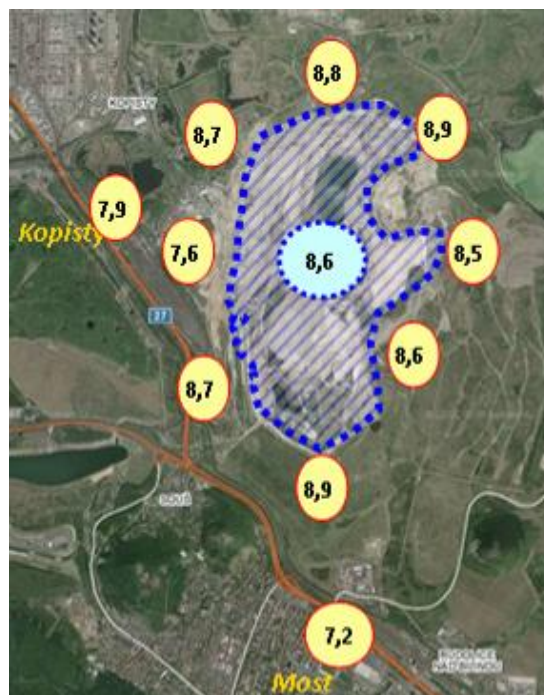


Obr. 4 Stanoviště pro kontinuální měření  $PM_{10}$  a TSP na Milešovce

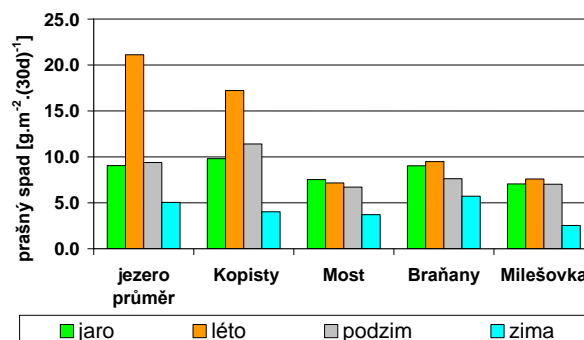
### 3. Výsledky měření

Vyhodnocení prostorového rozložení depozice prašného spadu je provedeno na obr. 5. Na obrázku je ve žlutě vyplněných oválech uvedena úroveň depozice na stanovištích blízkého a vzdáleného okolí jezera, v modře vyplněném oválu je průměrná úroveň depozice blízkého okolí jezera.

Z měření a následného vyhodnocení vyplývá, že v případě prašného spadu je sezónnost vázána na místo měření. Významné sezónní fluktuace lze pozorovat na většině stanovišť umístěných v blízkém okolí jezera (viz obr. 6). V letních měsících se na zvýšení depozice podílí resuspenze hrubých prachových částic a v okolí jezera zvyšují úroveň prašného spadu nálety pylu z okolní vegetace i udržovací práce na rekultivovaných plochách [4, 5].



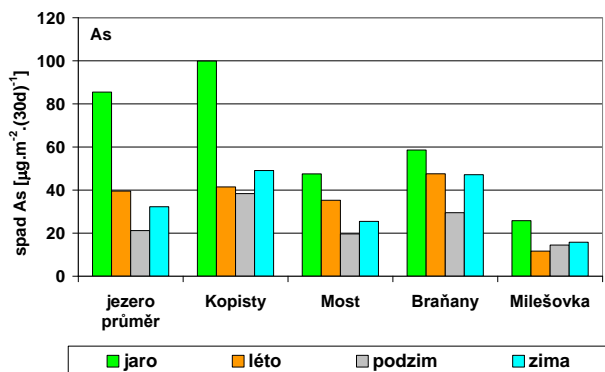
Obr. 5 Prostorové rozložení depozice prašného spadu [ $mg \cdot m^{-2} \cdot (30d)^{-1}$ ] v lokalitě jezera Most a jeho okolí – průměr za sledované období, tj. 6/2011 až 12/2013



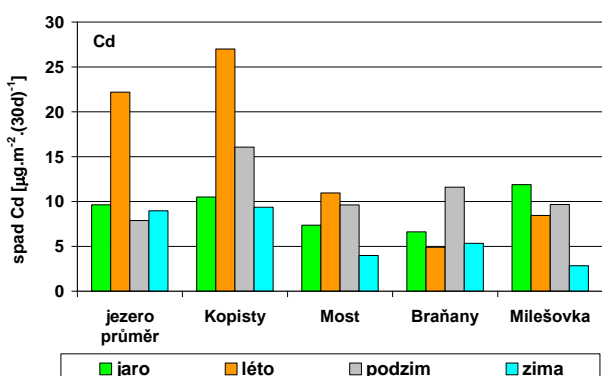
Obr. 6 Porovnání průměrné depozice prašného spadu [ $mg \cdot m^{-2} \cdot (30d)^{-1}$ ] v jednotlivých ročních obdobích (od 6/2011 do 12/2013)

Na obrázcích 7 až 9 je provedeno vyhodnocení sezónní závislosti depozice lokality vybranými kovy - arsenem, kadmii a niklem. Na obrázcích jsou porovnány průměrné depozice v  $\mu g \cdot m^{-2} \cdot (30d)^{-1}$  v blízkém a vzdáleném okolí jezera v jednotlivých ročních obdobích z doby prováděného měření od 6/2011 do 6/2013.

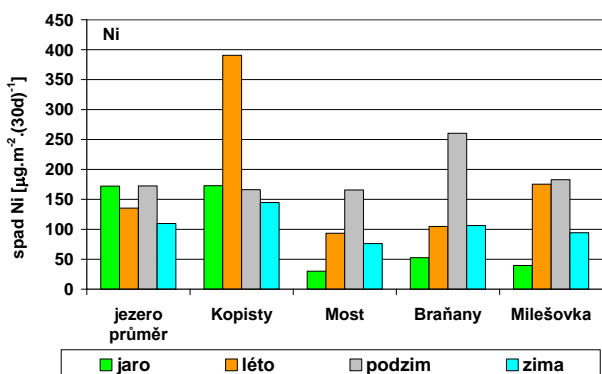
Zvýšená depozice arsenu v jarním období oproti ostatním sledovaným místům byla zjištěna v okolí jezera a Kopistech. Zvýšená depozice v okolí jezera oproti ostatním sledovaným místům byla v letním období v okolí jezera zjištěna v případě kadmia a v Kopistech v případě kadmia i niklu.



Obr. 7 Porovnání průměrné depozice As v prašném spadu v jednotlivých ročních obdobích

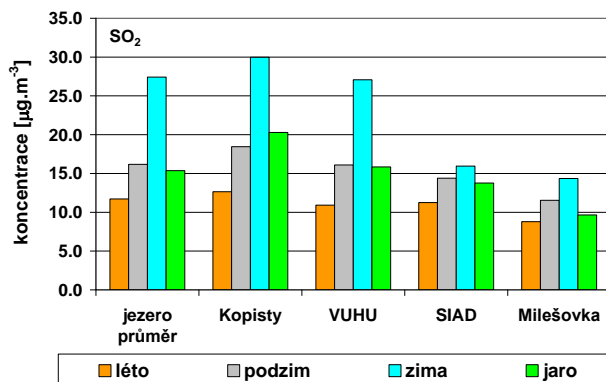


Obr. 8 Porovnání průměrné depozice Cd v prašném spadu v jednotlivých ročních obdobích



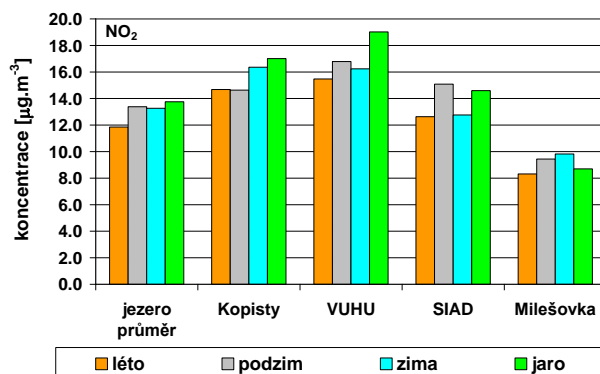
Obr. 9 Porovnání průměrné depozice Ni v prašném spadu v jednotlivých ročních obdobích

Na obrázku 10 jsou porovnány průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  v jednotlivých ročních obdobích (léto - netopné období, zima – topné období, jaro a podzim – přechodná období). Ke zvýšení úrovně došlo na všech místech v zimě a v přechodných obdobích v souvislosti se zvýšením výkonu spalovacích zdrojů, které jsou významným zdrojem  $\text{SO}_2$ , a zejména v souvislosti s častým výskytem zhoršených rozptylových podmínek [6]. Významné zvýšení úrovně koncentrací bylo v zimním období zjištěno na severním okraji Mostu, v Kopistech a v okolí jezera (zejména jeho severozápadní části - Jezero 6 a Jezero 8) Nejnižší úroveň koncentrací byla zjištěna v letním období.



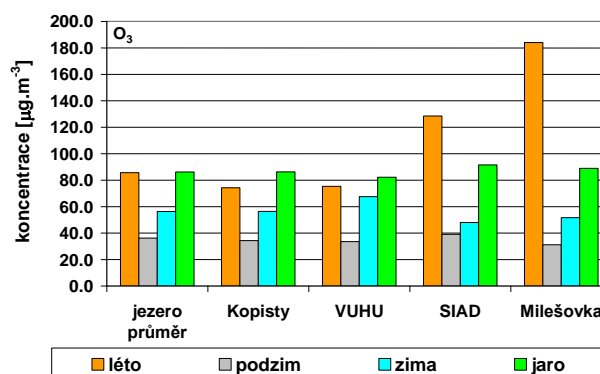
Obr. 10 Porovnání průměrných koncentrací  $\text{SO}_2$  v jednotlivých ročních obdobích

Na obrázku 11 jsou porovnány průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  v jednotlivých ročních obdobích. Sezónní závislost úrovně znečištění  $\text{NO}_2$  není tak významná jako v případě  $\text{SO}_2$  a souvisí převážně s polohou měřicího stanoviště.



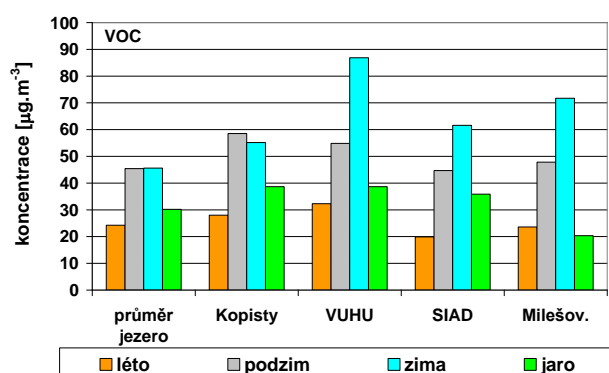
Obr. 11 Porovnání průměrných koncentrací  $\text{NO}_2$  v jednotlivých ročních obdobích

Na obrázku 12 jsou porovnány průměrné koncentrace  $\text{O}_3$  v jednotlivých ročních obdobích. Z obrázku jsou zřejmé obdobné sezónní chody úrovně koncentrace na všech místech. K významnému zvýšení úrovně dochází v jarním a letním období v souvislosti se zvýšením intenzity slunečního záření.



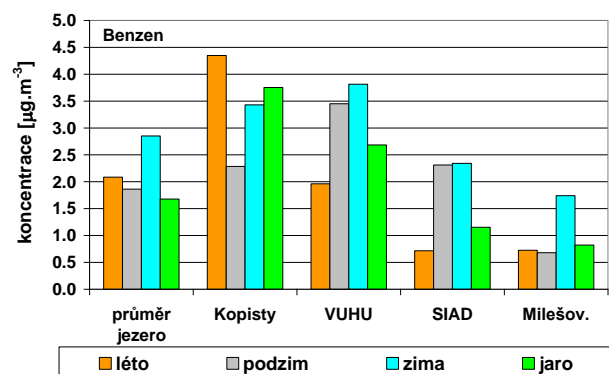
Obr. 12 Porovnání průměrných koncentrací  $\text{O}_3$  v jednotlivých ročních obdobích

VOC v tomto případě představují skupinu organických sloučenin - pentan, hexan, ethylacetát, 1,2-dichlorethan, benzen, 2,2,4 - trimethylpentan (isooktan), heptan, toluen, oktan, tetrachlorethylen, butyl-acetát, ethylbenzen, *o*-xylen, *m*-xylen, styren, *p*-xylen,  $\alpha$ -pinen, dekan, 1,4-dichlorbenzen, limonen, undekan, dodekan. Na obrázku 13 jsou porovnány průměrné koncentrace VOC v jednotlivých ročních obdobích. Z obrázku je zřejmý obdobný trend sezónní závislosti úrovně koncentrace na všech místech. K významnému zvýšení úrovně dochází v podzimní přechodné sezóně a v zimě v souvislosti se zvýšením výkonu spalovacích zdrojů, které jsou významným zdrojem VOC, a zejména v souvislosti s častým výskytem zhoršených rozptylových podmínek.



Obr. 13 Porovnání průměrné koncentrace VOC v jednotlivých ročních obdobích

Na obrázku 14 jsou porovnány průměrné koncentrace benzenu v ovzduší v jednotlivých ročních obdobích.



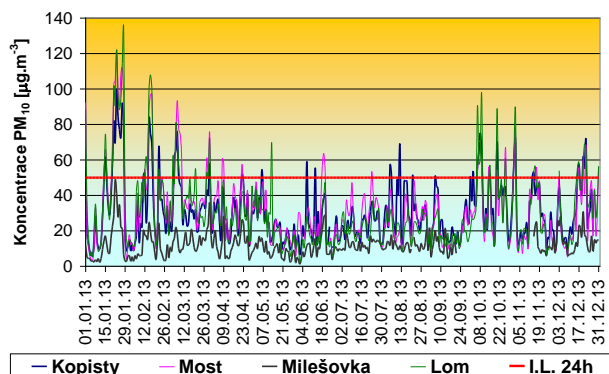
Obr. 14 Porovnání průměrné koncentrace benzenu v ovzduší v celém období měření s průměrnými koncentracemi v jednotlivých obdobích roku

Významné zvýšení úrovně oproti ostatní stanovištím bylo zjištěno v letním a jarním období v Kopistech i na severozápadní části okolí jezera, kde lze předpokládat ovlivnění z prostoru blízkého petrochemického komplexu. Na všech místech je patrná vyšší úroveň znečištění v zimním období.

### 3.1. Výsledky kontinuálních měření PM<sub>10</sub>

Na obr. 15 jsou porovnány průběhy denních hodnot koncentrací aerosolových částic PM<sub>10</sub> v roce 2013 z měřicích stanic Kopisty, Most, Milešovka a Lom s imisním limitem pro 24 - hodinové hodnoty.

Z obrázku je zřejmý obvyklý sezónní chod úrovně znečištění ovzduší částicemi frakce PM<sub>10</sub>. V zimním a podzimním období byla úroveň znečištění v souvislosti s častým výskytem zhoršených rozptylových podmínek a zvýšeným výkonem spalovacích zdrojů významně vyšší než ve zbývající části roku. Nízkou úroveň koncentrací PM<sub>10</sub> na Milešovce lze vysvětlit tím, že výška inverzní vrstvy, pod kterou se kumulují znečišťující látky, velmi často nedosahuje vrcholu Milešovky.



Obr. 15 Porovnání průběhů denních hodnot kontinuálního měření aerosolových částic PM<sub>10</sub> v roce 2013 s imisním limitem pro 24 - hodinové koncentrace

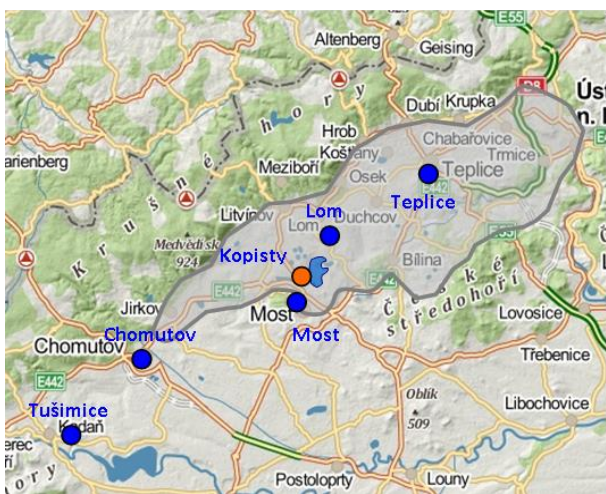
V zimním a podzimním období bylo znečištění v Kopistech, v Mostě a v Lomu přibližně ve stejné úrovni. V jarním a letním období byla úroveň znečištění na stanicích bližších jezeru (Kopisty a Most) často nižší než ve vzdálenějším Lomu.

## 4. Diskuse výsledků

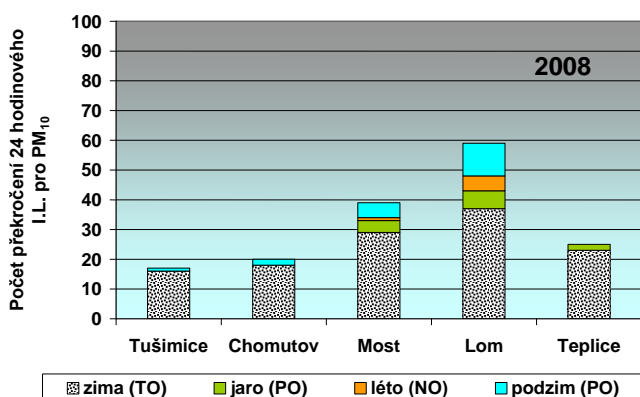
Sezónní chody úrovně znečištění sledovanými látkami se převážně shodují s hodnocením tohoto parametru v severočeském regionu. Úroveň znečištění na jednotlivých místech vychází z polohy měřicího místa a je závislá na jeho vzdálenosti od zdrojů znečištění a na charakteru podmínek šíření a rozptylu znečišťujících látek. Na základě vyhodnocení provedeného měření nelze předpokládat, že po napuštění jezera došlo k výraznému skokovému ovlivnění imisní situace. Výsledky pasivních měření, které mají poměrně dlouhou dobu integrace (14 dní – plynné látky, 28 dní – prašný spád) nezachycují krátkodobou variabilitu úrovně znečištění. Vliv změny místního klimatu na případnou změnu kvality ovzduší na základě hodnocení těchto výsledků není zřetelný. Porovnání ročních chodů denních hodnot na stanicích Kopisty, Most a Lom na obr. 15 ukazuje na určitý rozdíl mezi krátkodobou úrovní znečištění na stanicích bližších jezeru a na vzdálenější stanici Lom.



Pro zhodnocení vývoje imisní situace v lokalitě byla proto použita historická data z měření imisí na vybraných stanicích severočeského regionu z období od počátku napouštění jezera do současnosti, tj. 2008 až 2013. Poloha stanovišť je vyznačena na obr. 16. Prostor zhoršeného provětrávání pánve je vymezen světle šedou barvou a ohraničen tmavě šedou čarou [7]. Data byla převzata z tabelárních ročenek nebo průběžně uveřejňovaných dat na internetových stránkách ČHMÚ [8]. Od roku 2012 byla do hodnocení zahrnuta data ze stanic VÚHU a.s. z měření prováděných v rámci řešení projektu. Vzhledem k tomu, že severočeský region je druhou nejvíce postiženou oblastí prašným aerosolem ČR, byla v první fázi vyhodnocena sezónnost četnosti překročení 24 - hodinového imisního limitu pro aerosolové částice  $PM_{10}$  ( $50 \mu g.m^{-3}$ ) [9].



Obr. 16 Poloha porovnávaných stanovišť v severočeské pánvi



Obr. 17 Porovnání stavu naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích v jednotlivých ročních obdobích v roce 2008 (snímek z 10/2008 – před zahájením řízeného napouštění, plocha hladiny 25 ha, objem vody 2 mil. $m^3$ ) [10]

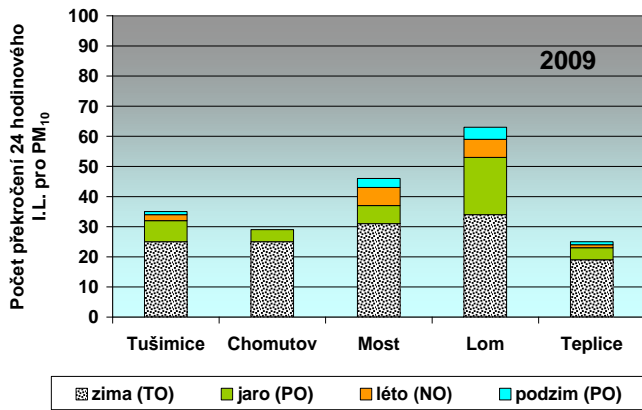
V tabulce 1 je porovnáván stav naplnění jezera v období 2008 až 2013 s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  ( $50 \mu g.m^{-3}$ ) na jezeru nejbližších měřicích stanic a na vybraných měřicích stanicích lokalizovaných v prostoru severočeské pánve v jarních a letních měsících.

Tabulka 1 Porovnání stavu naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných měřicích stanicích.

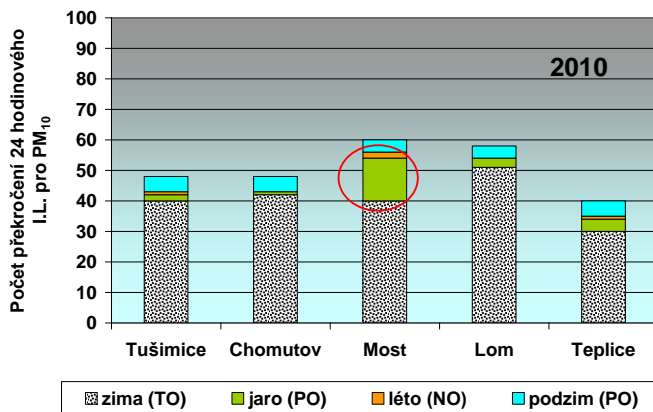
rok	plocha hladiny [ha]	objem vody [mil. $m^3$ ]	počet překročení I. L. v jarním a letním období					
			Tušimice	Chomutov	Most	Kopisty	Lom	Teplice
2008	25	2	0	0	3	-	5	0
2009	84	15	7	4	8	-	19	4
2010	171	37	1	0	9	-	2	0
2011	255	58	0	0	12	-	0	0
2012	298	72	0	0	11	6	1	0
2013	298	72	0	3	4	6	1	0

Na obrázcích 17 až 21 je porovnán stav naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  na jezeru nejbližších měřicích stanicích a na vybraných měřicích stanicích lokalizovaných v prostoru severočeské pánve [8]. Grafy jsou doplněny obrázky stavu naplnění jezera [10].

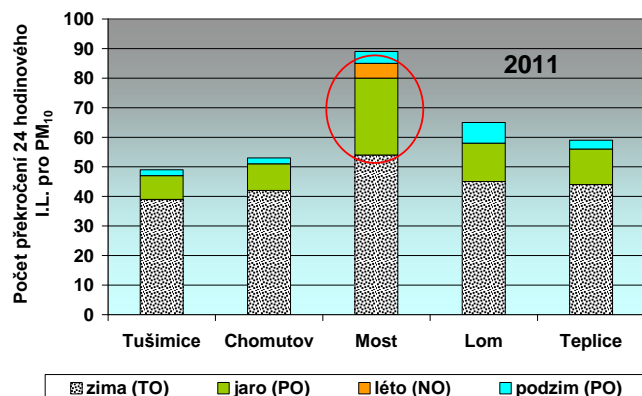




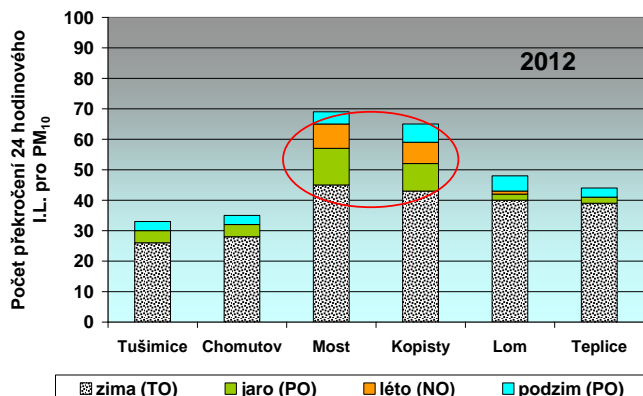
**Obr. 18** Porovnání stavu naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích v jednotlivých ročních obdobích v roce 2009 (snímek z 5/2009, plocha hladiny 84 ha, objem vody 15 mil.m<sup>-3</sup>) [10]



**Obr. 19** Porovnání stavu naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích v jednotlivých ročních obdobích v roce 2010 (snímek z 5/2010, plocha hladiny 171 ha, objem vody 37 mil.m<sup>-3</sup>) [10]



**Obr. 20** Porovnání stavu naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích v jednotlivých ročních obdobích v roce 2011 (snímek z 5/2011, plocha hladiny 255 ha, objem vody 58 mil.m<sup>-3</sup>) [10]



**Obr. 21** Porovnání stavu naplnění jezera s počtem překročení imisního limitu pro 24 - hodinové koncentrace PM<sub>10</sub> na vybraných stanicích v jednotlivých ročních obdobích v roce 2012 (snímek z 5/2012, plocha hladiny 298 ha, objem vody 72 mil.m<sup>3</sup>) [10]

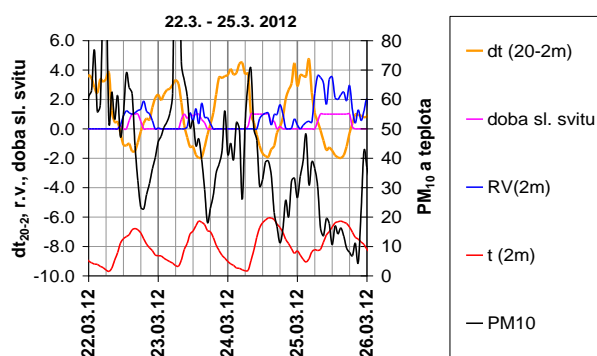
Z obrázků 17 až 21 je zřejmé, že v jarních a letních obdobích 2010, 2011 a 2012 na stanovištích v okolí jezera Most (stanice Most a ve 2012 i Kopisty) došlo oproti ostatním porovnávaným stanovištím k anomálnímu zvýšení počtu překročení imisního limitu pro 24 - hodinové hodnoty koncentrace PM<sub>10</sub>. Toto anomální zvýšení úrovně znečištění v okolí jezera v jarních a letních měsících v letech 2009, 2010 až 2012 lze vysvětlit dvěma způsoby [11]:

- jedná se o náhodnou shodu mezi stavem naplnění jezera a meziroční prostorovou fluktuací úrovně sezónního znečištění ovzduší v lokalitě.
- vodní plocha stabilizuje okolní atmosféru. Důsledkem může být za určitých meteorologických podmínek prodloužení doby denních přechodně zhoršených lokálních rozptylových podmínek a tím i zkrácení doby možného rozředění nakumulovaných znečišťujících látek. V mezním případě lze předpokládat i vznik několika denního trvalého zhoršení rozptylových podmínek.

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 velkého prostoru. Teplotní gradient je záporný (teplota se snižuje s výškou). V případě nepříznivých rozptylových podmínek (při vzniku teplotních inverzí) je rozptyl emisí znečišťujících látek 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 [12].

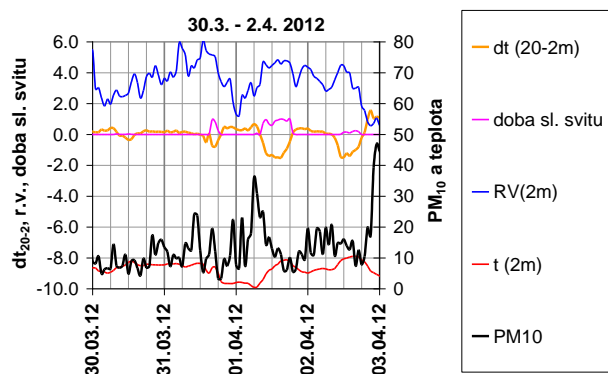
Meteorologickými veličinami, kterými lze charakterizovat rozptylové podmínky nebo veličiny, na kterých jsou rozptylové podmínky závislé, jsou rychlost větru, výškový teplotní gradient, teplota vzduchu, teplota zemského povrchu, doba slunečního svitu, intenzita slunečního záření. Při hodnocení přenosu znečišťujících látek je nezbytným parametrem i směr větru. Pro ilustraci jsou na obr. 22 porovnány denní chody vybraných meteorologických podmínek s koncentrací částic PM<sub>10</sub> v Kopistech při přechodně zhoršených rozptylových podmínkách ve dnech 22. 3. až 25. 3. 2012.



**Obr. 22** Denní chody vybraných meteorologických veličin a koncentrace PM<sub>10</sub> v Kopistech 22. až 25. 3. 2012

Na obr. 23 jsou porovnány denní chody vybraných meteorologických podmínek s koncentrací částic PM<sub>10</sub> v Kopistech při dobrých rozptylových podmínkách ve dnech 30. 3. až 2. 4. 2012.





**Obr. 23** Denní hody vybraných meteorologických veličin a koncentrace  $PM_{10}$  v Kopistech 30. 3. až 2. 4. 2012.

Vysvětlení k legendě obrázků: RV(2m) - rychlost větru ve 2 m v  $m \cdot s^{-1}$ , t (2 m) - teplota ve 2 m nad terénem ve  $^{\circ}C$ , dt (20–2 m) – výškový teplotní gradient (rozdíl mezi teplotami ve 2 a 20 m) ve  $^{\circ}C$ , doba sl. svitu - doba slunečního svitu v hodinách,  $PM_{10}$  – koncentrace částic  $PM_{10}$  v  $\mu g \cdot m^{-3}$ . Doba integrace veličin byla 1 hodina.

Z průběhu veličin na obrázcích 22 a 23 je patrná závislost koncentrace částic  $PM_{10}$  na rychlosti větru a teplotním gradientu i závislost teplotního gradientu na slunečním záření.

V závislosti na morfometrii zemského povrchu a na charakteru jeho pokryvu se vytváří místní klima, které se za určitých meteorologických podmínek může významně lišit od okolního makroklimatu [13]. Lze předpokládat, že v souvislosti se změnou charakteru povrchu v lokalitě jezera Most z těžební krajiny bez vegetace na vodní plochu s ozeleněným okolím, může být těchto případech změna místního klimatu zřetelná. Lze předpokládat, že místní klimatické efekty v lokalitě jezera Most mohou ovlivnit lokálně teplotu a proudění vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry a tím případně ovlivnit i dobu trvání zhoršených rozptylových podmínek. Další řešení projektu je proto zaměřeno na:

- zjištění kombinace meteorologických podmínek, při kterých k tomuto ovlivnění dochází
- stanovení doby trvání tohoto vlivu
- stanovení významu tohoto vlivu na úroveň znečištění ovzduší v komunální zástavbě severovýchodní části Mostu

Vyhodnocení se provádí na základě porovnání databáze meteorologických dat z observatoře Kopisty Ústavu fyziky atmosféry ČAV a databáze výsledků měření znečištění ovzduší z období 2008 až 2013. Doba integrace dat je 1 hodina. Pro vyhodnocení budou použity aplikace klimatického modelu ALAKE zpracované v části projektu zaměřeném na mikroklima, který řeší Ústav fyziky atmosféry ČAV.

## 5. Závěr

Na základě vyhodnocení měření realizovaného v rámci projektu nelze předpokládat, že po napuštění jezera došlo k výraznému skokovému ovlivnění imisní situace. V rámci dílčího vyhodnocení výsledků bylo zjištěno v jarních a letních obdobích 2010 až 2013 na stanovištích v okolí jezera Most 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 jezera. Cílem dalšího řešení projektu je specifikace podmínek, při kterých k lokálnímu ovlivnění imisní situace může docházet a stanovení jeho významu.

## Poděkování

Práce byla realizována s podporou Technologické agentury ČR v rámci projektu TA01020592 „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydričké rekultivace hnědouhelných lomů“, řešeného v letech 2011 – 2014.

## Literatura

1. Vágnerová M., Svoboda P., Brejcha J.: Hydrological reclamation of opencast mine pit – influence on microclimate, air duality, water and soilsystem, Konference 13<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2013 – proceedings Ecology, Economics, Education and Legislation, June, 2013, Bulgaria, Albena, Pages 563 – 569, ISBN 978-619-7105-04-9, ISSN 1314-2704
2. Vágnerová M., Brejcha J., Řehoř M.: Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydričké 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
3. <http://www.pku.cz>, staženo 25.11.2013
4. Brejcha J., Vaidišová L.: Kvalita ovzduší v revitalizované lokalitě Jezera Most, sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most, 04/2013, str. 171 – 175, ISBN 978-80-260 -4172-6
5. Brejcha J.: Dílčí výsledky hodnocení úrovně prašnosti v okolí lokality jezera Most, Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2013, str. 10 -18, ISSN 1213-1660, MK ČRE 11644
6. Vaidišová L., Brejcha J.: Měření plynného znečištění ovzduší v okolí nově vznikajícího jezera Most, Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2013, str. 3 -9, ISSN 1213-1660, MK ČRE 11644
7. <http://www.ufa.cas.cz/vetrna-energie/vetrna-mapa>, staženo 25.11.2013
8. <http://portal.chmi.cz>, stahováno průběžně
9. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší
10. <http://www.pku.cz/pku/site.php?location=5&type=n> apousteni\_most, staženo 5.12.2012

11. Brejcha J., Svoboda P., Vágnerová M., Vaidisová L.: Air quality in therevitalized lokality of the Most lake, 13<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2013 – proceedings Energy and Clean Technologies, June, 2013, Bulgaria, Albena, Pages 527-534, ISBN 978-619-7105-04-9, ISSN 1314-2704
12. Pavlicová, I.: Teplotní inverze v oblasti Ostravské průmyslové aglomerace, Diplomová práce, Masarykova universita v Brně, Brno 2007
13. Vysoudil, M.: Klasifikace místních klimatických efektů, Geografický časopis 61(2009) 3, Geografický ústav SAV, 2009, str. 229-241, ISSN 0016-7193

### Summary

*Jan Brejcha, Milena Vágnerová, Marcela Šafářová  
Brown Coal Research Institute Most*

#### ***Impact of local climate change on air quality surrounding Most lake***

Evaluation of fresh air quality in the remediated site Lake Most is a part of the complex project “Effect of the hydric reclamation of open cast mines on microclimate, air quality, water and soil ecosystem”. In air quality range, the solution aims to find out significance of change in air state near the lake which takes place after changes of microclimate of the area of interest. Unique opportunity of hydric reclamation of the rest pit of the Most quarry is used during the research. Measurement is carried out in two zones and one reference standpoint. Lake close vicinity (50-100 m from the lakeside) is the first zone. More distant surrounding (1-3 km from lakeside) is the second zone. There are 8 locations around the Lake Most, in which pollutants are monitored: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, O<sub>3</sub>, VOC, using the passive sampling method of Radiello. In addition, the continuous measurement of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM10 is carried out on the stations. The obtained data are used to monitor pollution near the lake Most and its surrounding.