

Vývoj kvality ovzduší v revitalizované lokalitě jezera Most

Ing. Jan Brejcha, Ing. Milena Vágnerová, Ing. Lenka Vaidišová

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

Přijato: 22. 10. 2012, recenzováno: 17. a 27. 1. 2013

Abstrakt

Hodnocení kvality ovzduší v revitalizované lokalitě jezera Most je jednou ze součástí komplexního projektu „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“ č. TA 1020592. V oblasti kvality ovzduší je řešení projektu zaměřeno na zjištění významnosti změn stavu ovzduší blízkého okolí jezera, ke kterým dochází v důsledku změn mikroklimatu zájmového území. Při výzkumu je využita unikátní příležitost probíhající hydrické rekultivace zbytkové jámy lomu Most-Ležáky. Měření je prováděno ve dvou zónách a jednom referenčním stanovišti. První zónou je blízké okolí jezera (50-100 m od okraje jezera). Druhou zónou je vzdálené okolí jezera (1-3 km od okraje jezera). Referenční stanoviště je vzdáleno 20 km od lokality. Sledovány jsou koncentrace znečišťujících látek charakteristických pro lokalitu: SO_2 , NO_x , O_3 , VOC, NH_3 , prašný spad a PM_{10} . Příspěvek uvádí výsledky průběžného hodnocení depozice SO_2 , NO_x , O_3 , VOC a NH_3 stanovené difuzní metodou a prašného spadu z období 6/2011 až 9/2012.

Air quality development in revitalised locality of Most Lake

Air quality assessment in a revitalised locality of Most Lake is one part of the complex project “Impacts on microclimate, air quality, water and soil ecosystems in hydric reclamation of lignite quarries” No. TA 1020592. In air quality range, the solution of the project aims to find out significance of changes in air state near the lake which take place after changes of microclimate of the area of interest. Unique opportunity of hydric reclamation of the rest pit of the Most-Ležáky 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 surroundings (1-3 km from the lakeside) is the second zone. The reference standpoint is in the distance of 20 km from the locality. Concentrations of locality characteristic substances: SO_2 , NO_x , O_3 , VOC, NH_3 , dust fall-out and PM_{10} are measured. The article states results of continuous evaluation of SO_2 , NO_x , O_3 , VOC and NH_3 deposition determined through a diffusion method and dust fall-out from the 6/2011 till 9/2012 period.

Entwicklung der Luftqualität am revitalisierten Standort des Sees Most

Die Bewertung der Luftqualität am revitalisierten Standort des Sees Most ist ein der Teile des komplexen Projektes „Auswirkungen auf das Mikroklima, die Luftqualität, Wasser- und Bodenökosysteme im Rahmen der hydrischen Rekultivierung von Braunkohletagebauen“ Nr. TA 1020592. Die Lösung des Projektes im Bereich der Luftqualität ist auf die Ermittlung der Bedeutung von Änderungen des Luftzustandes in der nahen Umgebung des Sees orientiert, die in Folge der Mikroklimawechsel des Interessengebietes auftreten. Bei der Forschung wird als eine einzigartige Gelegenheit die verlaufende hydrische Rekultivierung des Tagebaurestloches Most-Ležáky genutzt. Die Messungen werden in zwei Zonen und einer Referenzstätte vorgenommen. Als erste Zone ist die nahe Umgebung (50-100 m vom Rand des Sees), als zweite Zone die entfernte Umgebung (1-3 km vom Rand des Sees) bezeichnet. Die Referenzmessstätte ist 20 km von diesem Standort entfernt. Es werden Konzentrationen der verunreinigenden für den Standort charakteristischen Stoffen - SO_2 , NO_x , O_3 , VOC, NH_3 , Staubbiederschlag und PM_{10} - verfolgt. Der Beitrag führt die durch das Diffusionsverfahren bestimmten Ergebnisse der laufenden Bewertung der Deposition von SO_2 , NO_x , O_3 , VOC und NH_3 sowie des Staubbiederschlages aus dem Zeitraum 6/2011 bis 9/2012 an.

Klíčová slova: hydrická rekultivace, jezero Most, kvalita ovzduší, prašný spad.

Keywords: hydric reclamation, Most Lake, air quality, dust fall-out.

1 Úvod

V současné době dochází v severočeském regionu (Podkrušnohoří) k postupnému dotěžování hnědouhelných lomů a k jejich následnému uzavírání. Aktuálním problémem je zde proto rekultivace krajiny zasažené těžbou. Plánovaný postup rekultivace v Podkrušnohoří spočívá ve vytváření umělých jezer určených převážně k rekreačnímu využití. Zároveň je zalesňováno okolní území a plánuje se i výstavba rodinných domů. Rekultivace představuje významný zásah do krajiny, který se projeví ve změně mikroklimatu, ekosystému a případně i v kvalitě ovzduší. V současné době dochází k dokončení napouštění jezera Most a je dokončeno napouštění jezera Chabařovice. Obdobný způsob

rekultivace se plánuje i pro další důlní jámy po těžbě hnědého uhlí v severočeské hnědouhelné pánvi [1].

Komplexní vliv rekultivace původního hnědouhelného lomu na mikroklima, ekosystém a na kvalitu ovzduší dosud v ČR nebyl studován. Z tohoto důvodu byl řešiteli zpracován a navržen v rámci Programu ALFA Technologické agentury České republiky čtyřletý projekt, který je zaměřen na komplexní vyhodnocení vlivu hydrické rekultivace na mikroklima, ekosystém a na kvalitu ovzduší. Výsledky řešení budou využity jak organizacemi provádějícími rekultivaci lokalit vytěžených povrchových dolů, např. Palivovým kombinátem Ústí, státní podnik, a společností Severočeské doly a.s., tak při konkrétním plánování využití



*Obr. 1: Vzhled zbytkové jámy lomu Most-Ležáky před zahájením napouštění (prosinec 2008).
Zdroj: www.pku.cz.*



*Obr. 2: Vzhled lokality před dokončením napouštění (březen 2012).
Zdroj: www.pku.cz*

jezera Most a jeho okolí Magistrátem města Mostu. Rekultivace je interdisciplinární činností, která je úspěšně řešitelná jen v úzké součinnosti věd zabývajících se atmosférou, biosférou, geologií, geografii, technikou a ekonomikou. Proto jsou do projektu zapojeni odborníci z oblasti kvality ovzduší, mikroklimatu a ekologie z institucí VÚHU a.s. (Výzkumný ústav pro hnědé uhlí

a.s.), ÚFA AV ČR (Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.) a UJEP (Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem) [2].

Pro realizaci projektu byla zvolena lokalita jezera Most. Důvodem volby byla poměrně velká rozloha hladiny jezera i blízkost stálé meteorologické stanice Kopisty, kde jsou klimatická

měření prováděna od r. 1970 v poměrně širokém spektru veličin. Lokalita je položena v centrální části severočeské hnědouhelné pánve. Zatopením zbytkové jámy lomu Most-Ležáky vzniklo jezero Most. Po ukončení hydrické rekultivace zbytkové jámy tak bude vytvořena vodní plocha o výměře 311 ha, maximální hloubka jezera bude 75 m. Celkový objem vody v jezeře dosáhne 68,9 mil. m³ při kótě provozní hladiny 199 m n.m.

Hladina vody bude oscilovat kolem kóty 199 m n.m. v rozsahu cca 30 cm. Kolem celého jezera je již vybudována zpevněná břehová linie a břehová obvodová komunikace v délce 9 815 m, na kterou se napojuje síť obslužných příjezdových komunikací. Na obrázcích č. 1 a 2 [3] je porovnán vzhled lokality před zahájením napouštění a před dokončením hydrické rekultivace.

Vlastní řešení je rozděleno do pěti tématických oblastí, které budou navzájem sdílet data a výsledky (mikroklima, ovzduší, ekosystém vody v jezeře, ekosystému litorální zóny jezera – flora, fauna, pedologie). Tento příspěvek má za úkol informovat o části projektu zaměřené na hodnocení vlivu jezera na kvalitu ovzduší v jeho okolí.

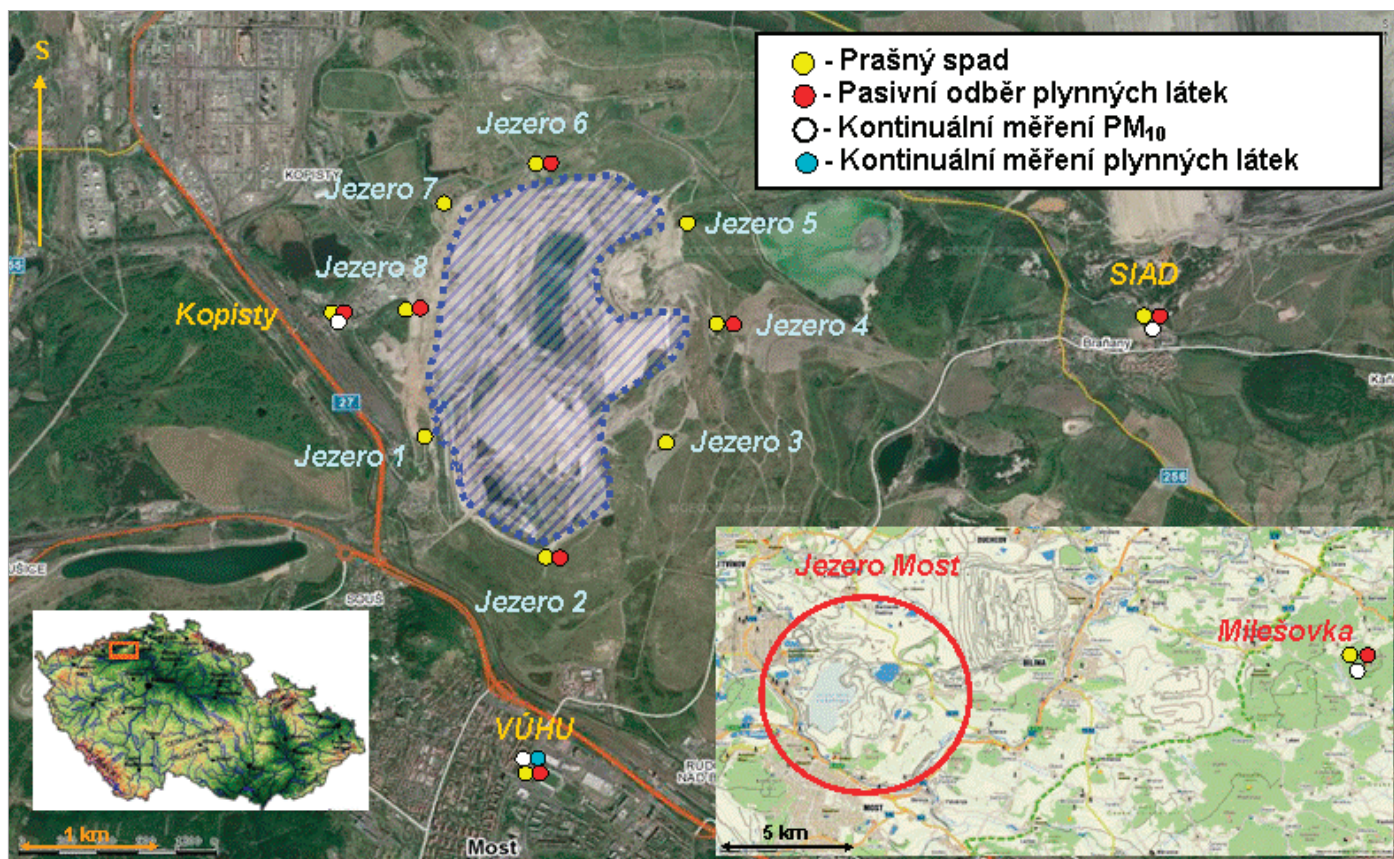
2 Metody

Vlastní řešení projektu v oblasti kvality ovzduší je zaměřeno na zjištění významnosti změn stavu ovzduší blízkého okolí jezera, ke kterým bude docházet v důsledku změn mikroklimatu zájmového území. Měření je směřováno na získání souboru dat pro hodnocení trendů vývoje kvality ovzduší v souvislosti s časovými a prostorovými změnami mikroklimatu. Sledovány jsou znečišťující látky charakteristické pro sledovanou lokalitu. Severozápadní Čechy patří k exponovaným oblastem z hledis-

ka znečištění ovzduší tuhými částicemi. Charakter znečištění je zde dán převážně chemickým průmyslem i energetickým využitím hnědého uhlí a jeho těžbou. Proto je při řešení projektu velká pozornost věnována prachovým částicím.

Měření je prováděno ve dvou zónách a jednom referenčním stanovišti. První zónou je blízké okolí jezera. Druhou zónou je vzdálené okolí jezera. V první zóně je v blízkosti okraje jezera rozmístěno přibližně v oktantech větrné růžice 8 stanovišť, kde se provádí pasivní odběry SO₂, NO₂, VOC, NH₃, O₃ a prашného spadu. VOC jsou těkavé organické látky (*Volatile Organic Compounds*) mimo metan. Ve druhé zóně jsou umístěna 3 stanoviště – observatoř Kopisty, VÚHU-Most a SIAD-Braňany. Referenční stanoviště je umístěno na Milešovce. Na těchto stanovištích se provádí pasivní odběry v rozsahu shodném s první zónou a dále se zde provádí i kontinuální měření koncentrace prашného aerosolu frakce PM₁₀. Na stanovišti VÚHU-Most se navíc provádí i kontinuální měření SO₂, NO₂, O₃, CO. Měřicí zařízení je na stanovišti VÚHU-Most umístěno v přístavku na střeše sídelní budovy VÚHU a.s., ve výšce cca 20 m nad okolním terénem z důvodu eliminace vlivu blízkých lokálních zdrojů (doprava a resuspenze prachu z přízemní vrstvy).

Na stanovištích observatoř Kopisty a SIAD je měřicí zařízení pro kontinuální měření umístěno v izotermických kontejnerech. Referenční stanoviště je umístěno v objektu meteorologické observatoře Milešovka v nadmořské výšce 836 m. Odběrové sestavy pro pasivní odběry jsou umístěny na stativě ve výšce 1,5 m nad okolním terénem. Poloha lokality a měřicích míst včetně typů prováděných odběrů a měření je vyznačena na obrázku č. 3.



Obr. 3: Poloha lokality a rozmístění odběrových míst v okolí jezera Most.



Obr. 4: Foto stativu s držáky vzorkovnic pro pasivní odběr plynů a prашného spadu.



Obr. 5: Vzorkovací sestava Radiello pro vnější ovzduší.

Při pasivních odběrech vzorků sledovaných plynných složek ovzduší se používá difúzní metoda (systém Radiello). Doby navazujících pasivních odběrů, které odpovídají dobám integrace, byly od 27. 6. 2011 do 23. 11. 2011 cca 28 dní. Od 23. 11. 2011 jsou odběry SO_2 , NO_2 , O_3 a NH_3 prováděny v intervalu 14 dnů a odběry VOC a prашného spadu v intervalu 28 dnů. Pro vyhodnocení hmotnosti analytu zachyceného do absorpčních trubic pasivních vzorkovačů se po extrakci používají metody spektrofotometrie, iontové chromatografie a plynové chromatografie.

Prašný spad je stanovován sedimentací do otevřených nádob s následným gravimetrickým vyhodnocením diferenčním vážením. Stativ s držáky vzorkovnic pro pasivní odběr plynů a prашného spadu je na obrázku č. 4. Vzorkovací sestava Radiello pro vnější ovzduší je na obrázku č. 5.

Kontinuální měření koncentrací plynných látek je realizováno přístroji HORIBA typové řady AP 350 a měření koncentrací aerosolových částic beta-prachoměry FH62IR. Na obrázku č. 6 je uvedeno foto termostátované skříně s prachoměry FH62IR pro kontinuální měření PM_{10} na Milešově.

Pasivní odběry vzorků byly zahájeny koncem června 2011. Kontinuální měření pak bylo na jednotlivých stanovištích postupně zahajováno v období od června do listopadu 2011 [4,5].

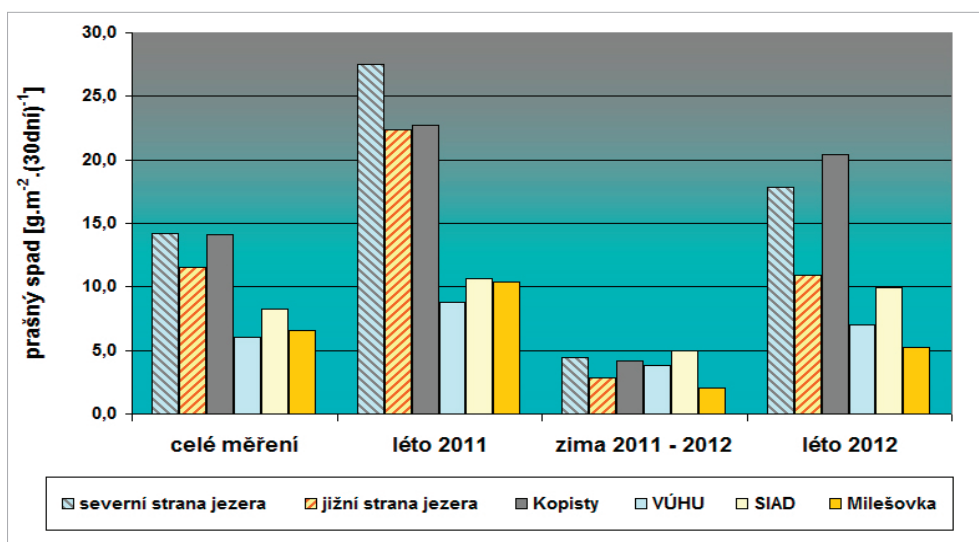
3 Výsledky

Přehled výsledků provedených měření představuje rozsáhlou tabulkovou a grafickou databázi. Vzhledem k omezenému prostoru je zde uvedeno informativní hodnocení zaměřené na sezónnost a prostorové rozložení koncentrací sledovaných látek a úroveň prашného spadu. V následujících grafech jsou porovnány hodnoty časově vážených aritmetických průměrů z celého měřeného období s letním a zimním obdobím. Vzhledem k poměrně dlouhým dobám integrace, které jsou dány metodou odběru vzorků, a občasnému znehodnocení odběru vzorku není pro širší statistické zpracování k dispozici dostatečný počet hodnot. Léto a zima (netopné a topné období) jsou období, ve kterých lze předpokládat zřetelně rozdílný a vyrovnaný režim provozu

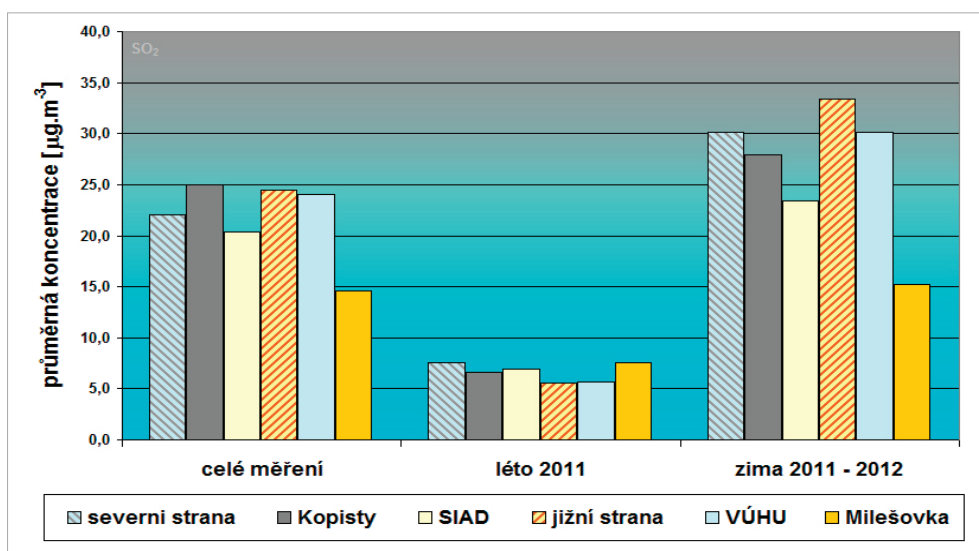
spalovacích zdrojů. Liší se klimatickými a rozptylovými podmínkami i podmínkami pro vznik a šíření prашných emisí, zejména podmínkami pro resuspenzi prachových částic. Období celého měření zde zahrnují data z 27. 6. 2011 – 21. 9. 2012, „zimu 2011 – 2012“ 8. 12. 2011 – 9. 3. 2012, „léto 2011“ 27. 6. 2011 – 27. 9. 2011 a „léto 2012“ 1. 6. 2012 – 21. 9. 2012. Porovnání nezahrnuje výsledky z přechodných období (jaro a podzim), proto se mohou v některých případech hodnoty ročních průměrů vyskytovat v oblasti mimo interval vymezený zimními a letními průměry.



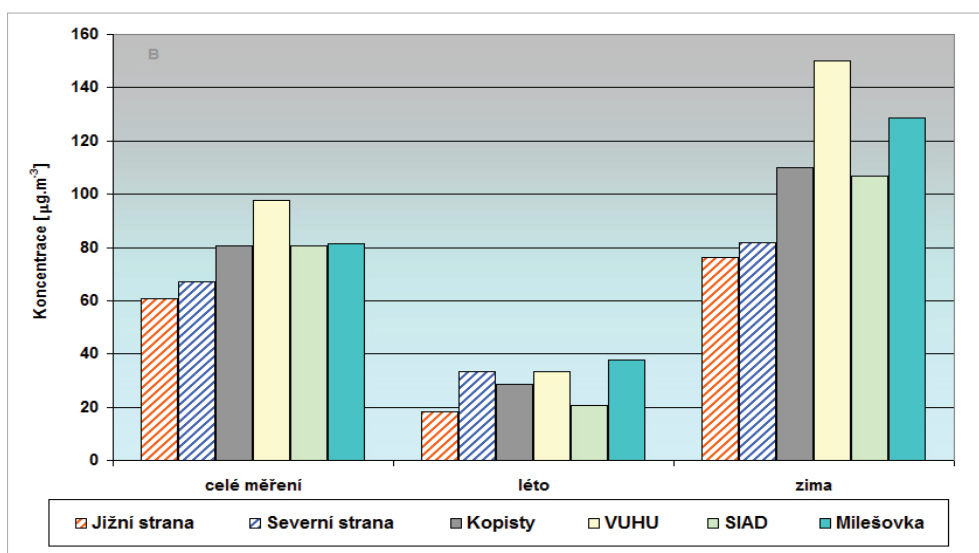
Obr. 6: Stanoviště pro kontinuální měření PM_{10} na Milešově.



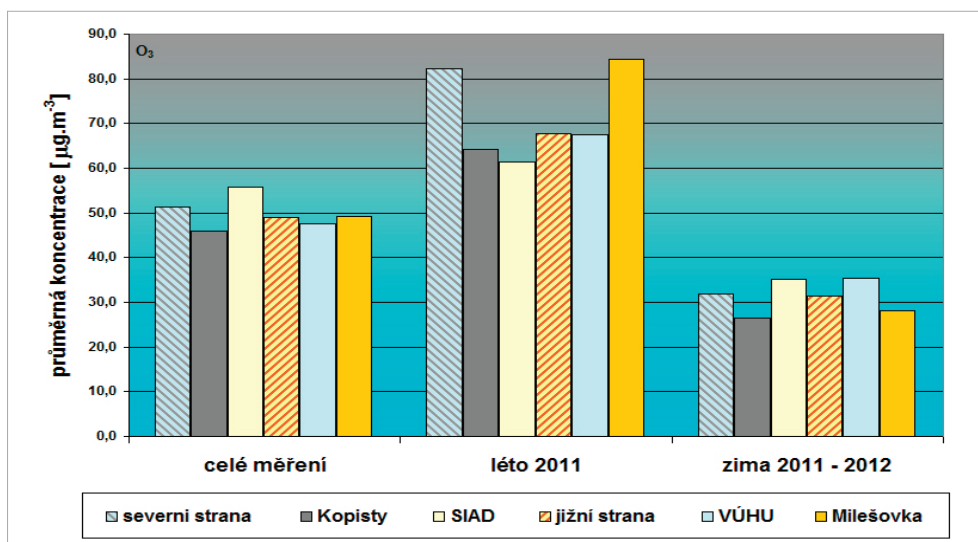
Obr. 7: Porovnání úrovně prашného spadu v letním a zimním období s průměrnou úrovní z celého měření.



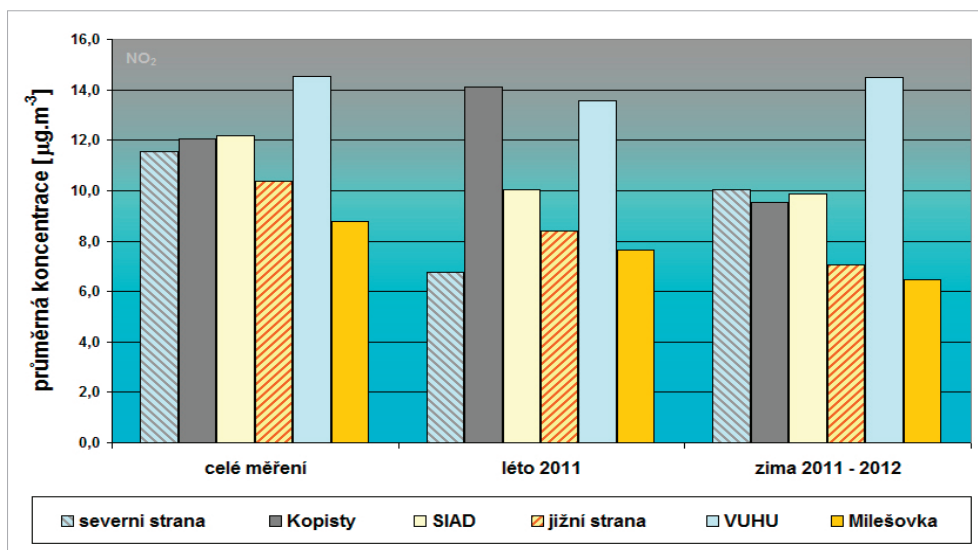
Obr. 8: Porovnání úrovně koncentrace SO_2 v letním a zimním období s průměrnou úrovní z celého měření (pasivní odběr).



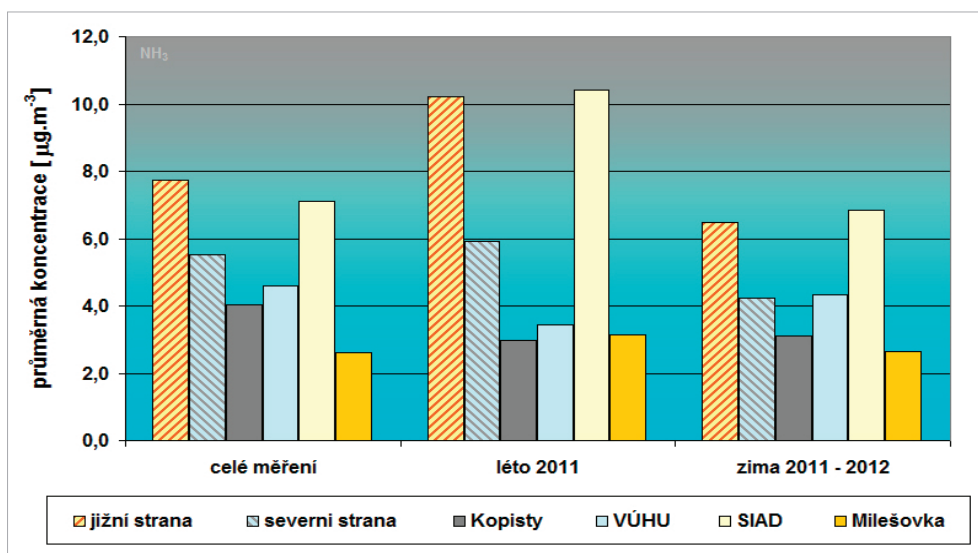
Obr. 9: Porovnání úrovně koncentrace VOC v letním a zimním období s průměrnou úrovní z celého měření (pasivní odběr).



Obr. 10: Porovnání úrovně koncentrace O_3 v letním a zimním období s průměrnou úrovní z celého měření (pasivní odběr).



Obr. 11: Porovnání úrovně koncentrace NO_2 v letním a zimním období s průměrnou úrovní z celého měření (pasivní odběr).



Obr. 12: Porovnání úrovně koncentrace NH_3 v letním a zimním období s průměrnou úrovní z celého měření (pasivní odběr).

Na základě vyhodnocení dat naměřených v zóně blízkého okolí jezera lze s velkou pravděpodobností u většiny sledovaných látek předpokládat rozdílnou úroveň znečištění v severní a jižní části sledovaného území. Pomyslná dělicí hranice vede mezi měřicími místy „Jezero 8“ a „Jezero 1“ na západním okraji jezera a mezi měřicími místy „Jezero 4“ a „Jezero 5“ na východním okraji. Proto byly naměřené hodnoty v zóně blízkého okolí jezera rozděleny do dvou skupin, které byly vyhodnocovány společně.

Z grafu je zřejmé, že v případě prашného spadu je sezónnost vázána na místo měření. Významné sezónní fluktuace lze pozorovat na všech hodnocených místech, zejména v blízkém okolí jezera. V letních měsících zde zvyšují úroveň prашného spadu resuspenze prachu, nálety pylu z okolní vegetace i udržovací práce na rekultivovaných plochách.

Na obrázcích č. 8 až 12 jsou uvedena vyhodnocení měření SO_2 , O_3 , VOC, NO_x , NH_3 .

Z obrázků č. 8 až 10 je zřejmá významná sezónní závislost SO_2 , VOC a O_3 . Úroveň koncentrací SO_2 a VOC je významně vyšší v zimním období v souvislosti se zvýšením výkonu spalovacích zdrojů. Méně významná je u těchto látek závislost imisní úrovně na poloze měřicího stanoviště. Úroveň koncentrace O_3 je naopak významně vyšší v letním období v důsledku zvýšení intenzity slunečního záření, jehož ultrafialová složka tento plyn vytváří ze vzdušného kyslíku. Prostorové rozložení koncentrací O_3 je poměrně vyrovnané. Sezónní závislost imisní úrovně NO_2 není jednoznačná a významně závisí na poloze měřicího stanoviště (viz obrázek č. 11). V případě NH_3 byl zjištěn významný rozdíl mezi letním a zimním obdobím na stanovištích blízkého okolí jezera (viz obrázek č. 12). V letním období je zde imisní úroveň NH_3 významně vyšší než v zimním období. Na ostatních stanovištích není sezónní rozdíl již tak významný.

4 Závěr

Z dílčího vyhodnocení zatím provedených měření vyplývá pro jednotlivé sledované látky různá míra sezónní závislosti výsledků i závislosti prostorového rozložení koncentračního pole na poloze měřicího stanoviště v lokalitě. Například významně vyšší hodnoty v letním období oproti zimnímu období jsou patrné v případě prашného spadu a ozónu. K opačně významnému rozdílu dochází v případě oxidu siřičitého a těkavých organických sloučenin. Koncentrace ozónu je téměř nezávislá na poloze měřicího místa. Sezónnost úrovně oxidů dusíku je závislá převážně na poloze měřicího místa. Tuto odlišnost výskytu jednotlivých látek v čase a prostoru lze vysvětlit jak rozdílnou povahou zdrojů, z nichž jsou tyto látky emitovány, tak i morfologií krajiny, která ovlivňuje proudění vzduchu v lokalitě a tím i směr přenosu emisí. Ověření platnosti uvedených dílčích závěrů bude provedeno porovnáním s výsledky hodnocení z dalších let řešení projektu. Statistické vyhodnocení dat bude možné po delší době realizace měření po rozšíření databáze výsledků. V závěru projektu pak bude porovnán časový vývoj sledovaných parametrů ovzduší s poznatky získanými v ostatních oblastech projektu.

Poděkování

Tento výzkum je realizován v rámci projektu výzkumu a vývoje č. TA 1020592 „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných

lomů“, který je podporován Technologickou agenturou České republiky.

Literatura

- [1] ČERMÁK, P., KOHEL, J., DEDERA, F.: *Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského revíru*. Methodology, VÚMOP, v.v.i., Czech Republic, Prague 1998.
- [2] VÁGNEROVÁ, M., BREJCHA, J., SOKOL, Z., NERUDA, M., AMBROŽOVÁ-ŘÍHOVÁ, J., ŘEHOŘ, M.: *Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů*. XX. Scientific Symposium with International Participation - Situation in ecologically loaded regions of Slovakia and central Europe, Slovakia, Hrádok, 20. – 21. October 2011, ISBN 978-80-970034-3-2.
- [3] Palivový kombinát Ústí, s. p. [online]. c2013 [cit.2012-10-22]. Dostupné z: <<http://www.pku.cz/pku/site.php?location=1>>.
- [4] BREJCHA, J.: *Stanovení vlivu Jezera Most na kvalitu ovzduší v jeho okolí*, Výroční zpráva projektu č. TA 1020592 za rok 2012, VÚHU a.s., Most, leden 2012.
- [5] BREJCHA, J.: *Air quality development in hydrological reclamation locality*. In Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection SGEM 2012: proceedings from 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, 17-23, June, 2012 Bulgaria, Albena, ISSN 1314-2704.