

Česká meteorologická společnost  
Český hydrometeorologický ústav  
Univerzita Karlova v Praze  
Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.

# Atmosférická chemie a její interakce s procesy v atmosféře

Sborník abstraktů z výročního semináře  
České meteorologické společnosti

Praha 2015

Fotografie na obálce: VD Žermanice, autor Pavel Lipina

## OBSAH

Úvod .....	5
------------	---

### **Atmosférická chemie a data:**

TOMÁŠ HALENKA

Atmosférická chemie – od znečištění ovzduší přes ozonovou díru k změně klimatu.....	9
---	---

MARIE DOLEŽELOVÁ

Ozon v atmosféře – blahodárny i škodlivý.....	10
---	----

KATEŘINA KOMÍNKOVÁ, PAVEL SEDLÁK, ALICE DVORSKÁ

Atmosférická stanice Křešín u Pacova – vybavení a typické zdrojové oblasti koncentrací CO <sub>2</sub> naměřených na 250 m vysokém stožáru.....	12
---	----

MARTINA ČAMPULOVÁ, KATEŘINA KOMÍNKOVÁ, ALICE DVORSKÁ,  
VLASTIMIL HANUŠ

Metoda pro validaci koncentrace přízemního ozónu kontinuálně měřené na atmosférické stanici Křešín u Pacova .....	13
---	----

PAVEL SEDLÁK, KATEŘINA KOMÍNKOVÁ, MARTINA ČAMPULOVÁ, ALICE DVORSKÁ

Data z atmosférické a ekosystémové stanice Křešín u Pacova využitelná při studiu chemických procesů v atmosféře .....	14
---	----

MARTIN BECK, EVA KRŤKOVÁ

Využití EU ETS dat v reportingu emisí skleníkových plynů.....	15
---	----

### **Znečištění ovzduší a jeho důsledky:**

ANNA SYNKOVÁ, BLANKA KREJČÍ

Sledování počtu částic v Ostravě .....	19
--	----

MARTIN JUREK

Sledování prašnosti v městském prostředí pomocí čítače prachových částic v Olomouci .....	20
---	----

GRAŽYNA KNOZOVÁ, ROBERT SKEŘIL

Vliv meteorologických podmínek na koncentrace PM <sub>2,5</sub> v Brně (2004–2014).....	21
---	----

LUCIE KUBELOVÁ, PETR VODIČKA, OTAKAR MAKEŠ, JAROSLAV SCHWARZ,  
VLADIMÍR ŽDÍMAL

Porovnání letního a zimního aerosolu naměřeného s vysokým časovým rozlišením v Praze-Suchdole.....	22
--	----

HELENA PLACHÁ, MIROSLAV BITTER, ALEXANDER SCHLADITZ

Závěry projektu „Ultrajemný prach a zdraví v zemském okrese Erzgebirgskreis a v Ústeckém kraji“ .....	23
---	----

MARIE DOLEŽELOVÁ Ekonomické nástroje ochrany ovzduší.....	24
JAN MELICHAR, MILAN ŠČASNÝ, VOJTĚCH MÁCA, LUKÁŠ REČKA Studie vlivu prolomení těžebních limitů na životní prostředí a lidské zdraví: aplikace analýzy drah dopadů na kvantifikaci externích nákladů .....	26
ROBERT SKEŘIL, ŠTĚPÁN RYCHLÍK, GRAŽYNA KNOZOVÁ Ignis Brunensis.....	27
PAVEL JŮZA Rozptylové podmínky a měření ventilačního indexu .....	28
<b>Modelování a předpověď kvality ovzduší:</b>	
IVA HŮNOVÁ, PETRA STOKLASOVÁ, PAVEL KURFURST, ONDŘEJ VLČEK, JANA SCHOVÁNKOVÁ, VOJTĚCH STRÁNÍK Atmosférická depozice dusíku v lesích ČR .....	31
JOSEF KEDER Statistická předpověď znečištění ovzduší, návrh a testy metody .....	32
TOMÁŠ HALENKA, PETER HUSZÁR, MICHAL BELDA Vliv městského klimatu na kvalitu ovzduší .....	33
PETER HUSZÁR, TOMÁŠ HALENKA, MICHAL BELDA Vliv emisí z měst ve střední Evropě na atmosférickou chemii a klima .....	34
<b>PROGRAM</b> .....	35

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

Vítejte na tradičním výročním semináři České meteorologické společnosti. Dostáváte do rukou sborník abstraktů k tématu letošního semináře, kterým je Atmosférická chemie a její interakce s procesy v atmosféře. Při volbě tohoto tématu bylo jasné, že je poněkud užší a osloví spíše specifitější skupinu autorů, ale cílem bylo přilákat i členy pracovně zaměřené na kvalitu ovzduší, pro které v našich minulých tématech na výročních seminářích nebylo vždy jasné místo. Jak se to podařilo, ukazuje program letošního semináře na následujících stránkách. Nemáme sice tolik příspěvků jako v loňském roce, ale z přihlášených příspěvků je patrné, že by mohlo dojít k užitečným kontaktům řady směrů, které jsou s daným tématem spojeny a které hrají v procesech atmosférické chemie významnou roli.

Pokud jde o volbu místa, zasadit výroční seminář s tímto tématem na Ostravsko sužované často epizodami zhoršené kvality ovzduší, to byla docela jasná volba. Dovolte mi tedy vyjádřit velký dík organizátorům z ostravské pobočky (jak ČHMÚ, tak i ČMeS) vedeným ing. Pavlem Lipinou za to, že se v krátké době opět ujali přípravy semináře ČMeS, a dali nám tak příležitost poznat místní podmínky. Samozřejmě doufáme, že se našemu semináři epizoda zhoršené kvality ovzduší vyhne, ale všichni víme, že to již není v jejich moci.

Vzdor užšímu zaměření semináře jsme vyzývali k širšímu pojetí tématu, včetně studia meteorologických podmínek a důsledků pro atmosférickou chemii. Předpokládali jsme samozřejmě i příspěvky z oblasti čistoty a kvality ovzduší, zvláště pak informace o analýzách složení atmosféry a jejich příměsí v závislosti na místě a čase, chemických procesech, které složení atmosféry ovlivňují, i meteorologických podmínkách těchto procesů, a to jak v krátkodobém, tak i dlouhodobém měřítku. Rovněž jsme vítali příspěvky s informacemi o emisních poměrech, a to nejen běžných polutantů, ale mj. i skleníkových plynů, informace o scénářích jejich produkce či strategii jejich redukcí. Velmi žádoucí jsou i příspěvky o modelování chemických procesů a přenosu znečištění v atmosféře, i s možným vlivem na počasí a klima. Samozřejmě pozornost bude věnována rovněž předpovědi kvality ovzduší a nepříznivých rozptylových podmínek, inverzí apod., důsledkům na zdraví obyvatelstva či ekosystémy i legislativě v oblasti ochrany ovzduší. V zásadě všechna tato témata jsou ve vámi zaslaných příspěvcích obsažena.

Odborná náplň semináře daná přihlášenými či pozvanými příspěvky v počtu 21 se přibližně vyprofilovala do tří skupin. V první části Atmosférická chemie a data zazní obecné poznámky o atmosférické chemii a jejich důsledcích v atmosférických procesech a příspěvky o pořizování dat pro širší zhodnocení chemických procesů ve spodní troposféře. Druhá část je věnována problematice čistoty ovzduší, samozřejmě s důrazem na podmínky ČR, důsledkům zhoršené kvality ovzduší a dalším důležitým okolnostem vzniku takových epizod. Třetí část nás posune k předpovědi kvality ovzduší a modelování procesů atmosférické chemie v atmosféře s některými dalšími důsledky i v dlouhodobých měřítkách.

Již tradicí je konání Valného shromáždění České meteorologické společnosti v průběhu našeho výročního semináře. Letos nás čeká diskuse ke změnám Stanov, eventuálně jejich schválení, i diskuse k některým dalším otázkám, které se objevily a ke kterým by se členové ČMeS mohli a měli vyjádřit.

Ještě jednou tedy přijměte mé pozvání k nabídce letošního výročního semináře, těším se na vaši aktivní účast na jeho programu i na přátelská setkání kolem. Doufám, že vedle nových poznatků či postřehů si budete odvážet i příjemné vzpomínky na pobyt na Ostravsku.

*Tomáš Halenka*



**MÍSTO KONÁNÍ SEMINÁŘE**  
**HOTEL MOSTAŘ**  
**ŽERMANICKÁ PŘEHRADA U OSTRAVY**  
**21.–23. ZÁŘÍ 2015**

## *Atmosférická chemie a data*





## ATMOSFÉRICKÁ CHEMIE – OD ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ PŘES OZONOVOU DÍRU K ZMĚNĚ KLIMATU

Tomáš Halenka<sup>1</sup>

Když se hovoří o atmosférické chemii, často se tím rozumí především chemické procesy v troposféře, které hrají roli při tvorbě znečištění ovzduší. V širším pojetí se však atmosférická chemie uplatňuje obecněji jako faktor ovlivňující složení zemské atmosféry, s důsledky nejen pro lokální kvalitu ovzduší, ale i pro globální problémy, jako je např. ozonová díra či problematika klimatické změny. Proto jsou chemické složení atmosféry a s ním spojené chemické procesy nedílným parametrem a součástí klimatického systému i atmosférických procesů. V rámci zpřesnění popisu atmosféry a analýzy vazeb se proto atmosférickou chemií musíme zabývat a zahrnout ji do studií, kde může hrát významnější roli. Např. poslední soubor simulací CMIP5 pro IPCC AR 5 již řadu simulací s modely se zahrnutím atmosférické chemie obsahuje.

V úvodu bude popsáno složení atmosféry s některými významnými složkami z hlediska atmosférické chemie. V další části stručně probereme základy problematiky atmosférické chemie s ohledem na kvalitu ovzduší a zmíníme běžná rozložení emisí znečišťujících látek a jejich výsledných produktů. V následující části se budeme zabývat problematikou stratosférického ozónu a popíšeme procesy vedoucí k vzniku ozonové díry. Pozornost bude věnována i opatřením k obnovení ozonové vrstvy a jejich současným výsledkům a perspektivám. Tím se dostaneme i k problematice interakce klimatické změny a atmosférické chemie, která se ale zdaleka netýká pouze stratosférického ozónu. V dlouhodobém pohledu vstupuje do hry i vývoj cyklů jednotlivých složek atmosféry, např. pro dusík, uhlík, vodní páru apod., což se současné analýzy vývoje klimatu rovněž snaží postihnout. Netřeba zdůrazňovat, že tím vstupují do hry i další procesy a součásti klimatického systému, jako např. biosféra.

**Klíčová slova:** chemie atmosférická, složení atmosféry, znečištění ovzduší, kvalita ovzduší, ozon troposférický, ozon stratosférický, ozonová vrstva, ozonová díra, klimatická změna, cyklus dusíkový, cyklus uhlíkový, cyklus vodní páry

---

<sup>1</sup> Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra fyziky atmosféry, e-mail: tomas.halenka@mff.cuni.cz

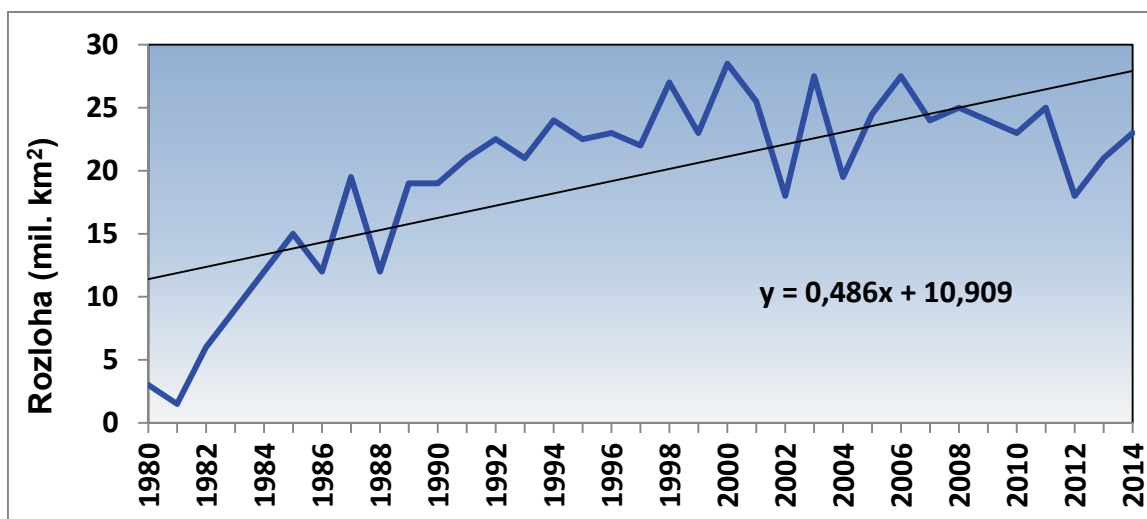
## OZON V ATMOSFÉŘE – BLAHODÁRNÝ I ŠKODLIVÝ

Marie Doleželová<sup>1</sup>

V souvislosti s otázkami kvality ovzduší je ozon zmiňován nejčastěji jako znečišťující látka a jeho množství v ovzduší je monitorováno spolu s ostatními polutanty. V tomto případě se jedná o ozon troposférický, který vzniká jako tzv. sekundární polutant – tedy chemickými reakcemi jiných znečišťujících látek (oxidy dusíku a polyaromatické uhlovodíky) pod vlivem působení slunečního záření. Troposférický ozon je součástí tzv. fotochemického smogu a má škodlivé účinky na vegetaci, živočichy, člověka (zejména dráždí dýchací cesty a oči) a dokonce i na nebiologické materiály.

Kromě toho se však ozon nachází i ve stratosféře (přibližně ve výšce 20–25 km nad zemským povrchem), kde naopak tvoří vrstvu, která chrání organizmy na Zemi před průnikem škodlivého UV-záření. Přibližně od poloviny 80. let 20. století se však již pravidelně každoročně projevuje výrazný sezonní úbytek stratosférického ozonu, který je patrný zejména v jižních polárních oblastech. Tento stav je označován jako stratosférická ozonová anomálie nebo také „ozonová díra“. Důvody pravidelného úbytku stratosférického ozonu jsou značně komplikované a kombinují v sobě několik faktorů. Jedná se o souhru meteorologických faktorů zahrnujících cirkulační procesy v řádu makroměřítka (dynamika atmosféry nad jižními polárními oblastmi a formování tzv. polárního vortexu) a mechanismů fyzikálně-chemických zahrnujících složité reakce na povrchu polárních stratosférických oblaků.

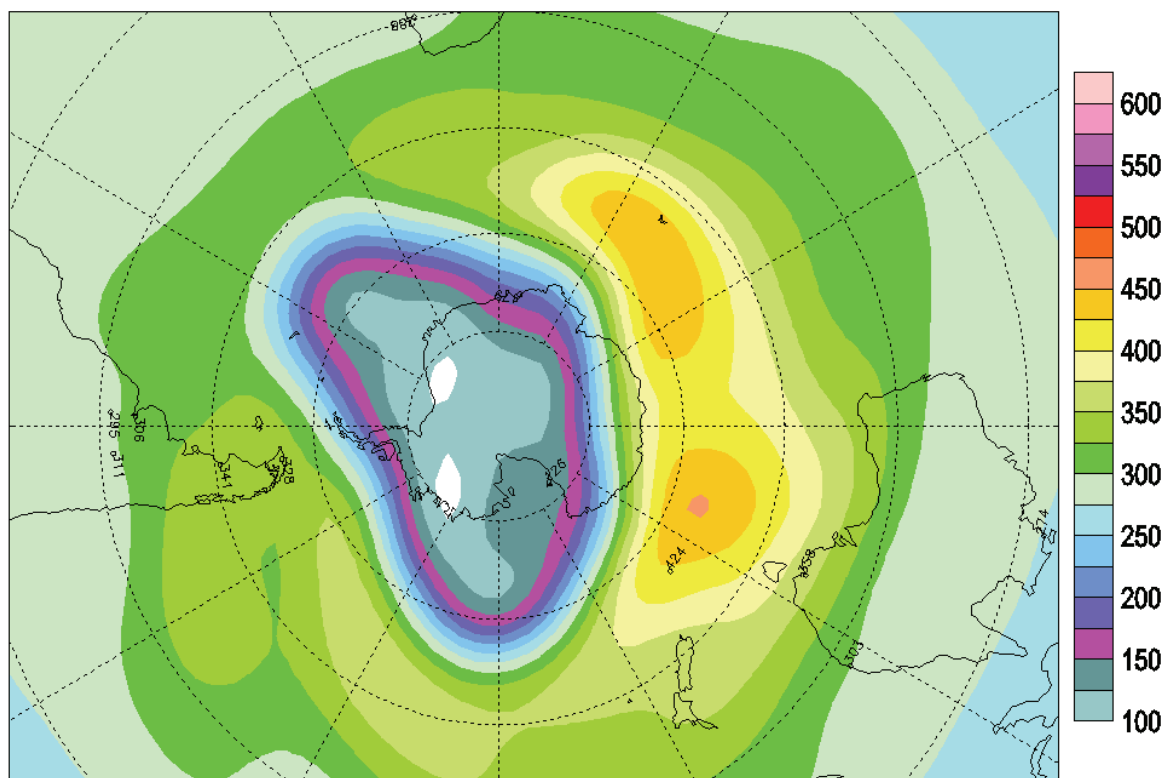
Příspěvek je věnován rozboru procesů formování a zániku ozonu ve stratosféře a v troposféře a jejich odlišností. Předmětem práce je rovněž popis vývoje ozonové díry nad jižními polárními oblastmi v čase a srovnání se stavem ozonové vrstvy na severní polokouli, včetně zahrnutí aktuálních dat. Vedle toho je pozornost věnována také stavu znečištění troposférickým ozonem na území České republiky v posledních letech, který je popsán s pomocí údajů naměřených na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu.



Obr. 1 Maximální dosažená rozloha ozonové díry nad Antarktidou v jednotlivých letech období 1980–2014 a její trend (zdroj: <http://www.ozonlayer.noaa.gov/data/antarctic.htm>)

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, e-mail: marie.dolezelova@chmi.cz, tel: 541 421 034.

## Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 2000/09/30



Obr. 2 Stav ozonové vrstvy nad jižními polárními oblastmi v září 2000, tj. období s maximální dosaženou rozlohou ozonové díry nad Antarktidou; množství celkového ozonu je uvedeno v Dobsonových jednotkách (DU). (zdroj: <http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap>)

**Klíčová slova:** ozon, troposféra, stratosféra, ozonová díra, znečištění ovzduší, sekundární polutant

### Literatura

LIPPERT, E. (ed.), 1995. Ozonová vrstva Země – vznik, funkce, poškozování a jeho důsledky, možnosti nápravy. 1. vyd., Praha: Vesmír. 155 s. ISBN 80-901131-5-X.

## ATMOSFÉRICKÁ STANICE KŘEŠÍN U PACOVA – VYBAVENÍ A TYPICKÉ ZDROJOVÉ OBLASTI KONCENTRACÍ CO<sub>2</sub> NAMĚŘENÝCH NA 250 M VYSOKÉM STOŽÁRU

Kateřina Komínková<sup>1,2</sup>, Pavel Sedlák<sup>3,2</sup>, Alice Dvorská<sup>2</sup>

Atmosférická stanice (AS) Křešín u Pacova, nalézající se na území Českomoravské vrchoviny, byla vystavěna v roce 2013 jako vědecké zařízení v rámci mezinárodní sítě ICOS (Integrated Carbon Observation System). Program stanice se zaměřuje především na měření skleníkových plynů a dalších parametrů ovlivňujících klima. Významnou součástí měření je sledování koncentrací látek znečišťujících ovzduší, mezi které se řadí například plynná rtuť. Neméně důležité je i měření meteorologických prvků – teploty a vlhkosti vzduchu, atmosférického tlaku a rychlosti a směru větru. AS umožňuje měření v 5 výškových úrovních na 250 m vysokém meteorologickém stožáru. Řada parametrů je měřena v kontinuálním režimu, pro některé speciální analýzy (např. izotopické složení CO<sub>2</sub>) jsou využívány periodické odběry vzorků vzduchu, které jsou pak analyzovány v zahraničních laboratořích. AS je součástí i dalších mezinárodních sítí – ACTRIS (Aerosol, Clouds, and Trace Gases Research Infrastructure Network), InGOS (Integrated non-CO<sub>2</sub> Greenhousegas Observing System) a GMOS (Global Mercury Observation System), data pravidelně reportuje též do řady mezinárodních databází (např. EMEP – European Monitoring and Evaluation Programme).

Pro správnou interpretaci koncentrací látek naměřených v místě stanice je mimo jiné důležitá i znalost, jakou mírou k nim mohou přispívat různé více či méně vzdálené části povrchu v okolí místa měření. Pro stanice stožárového typu, v angličtině označované jako tall towers, se za tímto účelem využívají tzv. koncentrační footprinty (concentration footprints).

Protože je AS Křešín u Pacova novou infrastrukturou, byla provedena podrobná analýza těchto footprintů v rámci minulých let založená na rozboru proudění vzduchu s využitím dat o směru a rychlosti větru z meteorologické reanalýzy ERA Interim. Díky tomu mohly být získány informace o typických zdrojových oblastech studované lokality jen na základě určení roku, kdy bylo proudění vzduchu pro danou lokalitu za poslední desetiletí nejvíce charakteristické, a následně výpočtem footprintu pro tento rok s využitím modelu STILT (Lin et al., 2003). Nebylo tak nutné provádět výpočetně náročné stanovení footprintů jednotlivých let. Dále byly stanoveny i rozdíly mezi footprinty jednotlivých ročních sezon pro případy s nejvíce a nejméně charakteristickým prouděním vzduchu díky čemuž bylo zjištěno, že se tyto footprinty mohou poměrně významně lišit.

**Klíčová slova:** meteorologický stožár, analýza proudění vzduchu, koncentrační footprint, meteorologická reanalýza

### Literatura

LIN, J.C., et al., 2003. A near-field tool for simulating the upstream influence of atmospheric observations: The Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport (STILT) model. *Journal of Geophysical Research*, roč. **108**, č. D16, s. 4493–4511. ISSN 2169-8996.

<sup>1</sup> Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Kotlářská 267/2, 611 37, Brno, e-mail: 270010@mail.muni.cz

<sup>2</sup> Akademie věd ČR, Centrum výzkumu globální změny, v. v. i., Bělidla 4a, 603 00, Brno

<sup>3</sup> Akademie věd ČR, Ústav fyziky atmosféry, v. v. i., Boční II 1401, Praha 4

## METODA PRO VALIDACI KONCENTRACE PŘÍZEMNÍHO OZONU KONTINUÁLNĚ MĚŘENÉ NA ATMOSFÉRICKÉ STANICI KŘEŠÍN U PACOVA

Martina Čampulová<sup>1,2</sup>, Kateřina Komínková<sup>1,3</sup>, Alice Dvorská<sup>1</sup>, Vlastimil Hanuš<sup>1</sup>

V letech 2012 až 2013 byla na Vysočině vystavěna Atmosférická stanice Křešín u Pacova (49°34.347' N, 15°4.806' E). Kontinuální měření koncentrace troposférického ozonu zde probíhá ve třech výškových úrovních (50 m, 125 m, 230 m) na 250 m vysokém meteorologickém stožáru. Koncentrace v jednotkách ppb je měřena UV fotometrem Thermo Scientific Model 49i, který je umístěn v klimatizovaném rozvaděči v každé ze tří výškových úrovní. Od roku 2014 je časový interval měření jedna minuta.

Naměřená surová data musí být tzv. zvalidována, a to automaticky a posléze ručně. Navržená metoda pro validaci minutových měření koncentrací z jednotlivých výšek vychází z obecných doporučení WMO (2013), zohledňuje specifické podmínky dané lokality a zahrnuje sledování technických charakteristik přístrojů.

Součástí automatické validace je statistická analýza, která vychází z jádrového vyhlazování s Gasserovým-Müllerovým odhadem.

**Klíčová slova:** troposférický ozon, kontinuální monitoring, atmosférická stanice, validace

### *Literatura*

WMO, 2013. Guidelines for Continuous Measurements of Ozone in the Troposphere, *GAW Report No. 209* (WMO No. 1110), 76 pp. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

---

<sup>1</sup> Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Brno

<sup>2</sup> Univerzita obrany, Brno

<sup>3</sup> Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Brno

## DATA Z ATMOSFÉRICKÉ A EKOSYSTÉMOVÉ STANICE KŘEŠÍN U PACOVA VYUŽITELNÁ PŘI STUDIU CHEMICKÝCH PROCESŮ V ATMOSFÉŘE

*Pavel Sedlák<sup>1,2</sup>, Kateřina Komínková<sup>2,3</sup>, Martina Čampulová<sup>2,4</sup>, Alice Dvorská<sup>2</sup>*

Kromě Atmosférické stanice Křešín u Pacova byla ve stejné lokalitě vybudována i Ekosystémová stanice. Obě stanice jsou vybaveny tak, aby se v budoucnu mohly stát součástí evropské monitorovací sítě ICOS. Atmosférická stanice Křešín u Pacova je vybavena 250 m vysokým stožárem, jejímu popisu se věnuje první z trojice našich příspěvků. Ekosystémová stanice slouží ke studiu místního agroekosystému, měří se zde především turbulentní toky tepla a látek eddy kovarianční metodou, radiační toky a také biometeorologické a ekofyziologické parametry.

V tomto příspěvku se zaměříme na to, jakou výhodou je existence dat z atmosférické a ekosystémové stanice umístěné ve stejné lokalitě, na veličiny odvozené z těchto dat a možnost jejich využití při studiu atmosférických procesů, které ovlivňují měřené chemické veličiny.

Z ekosystémové stanice máme zejména půlhodinové průměry jednotlivých složek energetické bilance zemského povrchu, stabilitní parametr přízemní podvrstvy a turbulentní toky vodní páry a CO<sub>2</sub>. Tyto údaje nesou informaci o vzájemném působení zemského povrchu a atmosféry a mohou sloužit také jako vstupy do jednoduchých modelů mezní vrstvy atmosféry. Do výšky 250 m pak máme z atmosférické stanice naměřené vertikální profily teploty a relativní vlhkosti vzduchu, směru a rychlosti větru, z nichž lze usoudit na stav příslušných atmosférických vrstev. To má význam mimo jiné při výskytu přízemních inverzí teploty, kdy záleží na tom, zda data z vrcholu stožáru odpovídají dálkovému přenosu chemických látek, což je jedním z účelů měření na atmosférické stanici, anebo se na nich výrazněji projevují vlivy blízkého okolí, když je horní hranice inverze výše než vrchol stožáru.

Využití dat uvádíme na příkladu vybraných dnů letní sezony 2014, pro kterou jsou z chemických veličin k dispozici vertikální profily koncentrace přízemního ozonu.

**Klíčová slova:** stožárové meteorologické měření, eddy kovarianční systém, turbulentní toky, vertikální profil teploty a větru, stabilitní parametry, přízemní ozon

---

<sup>1</sup> Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i., Praha 4, e-mail: sedlak@ufa.cas.cz

<sup>2</sup> Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Brno

<sup>3</sup> Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Brno

<sup>4</sup> Univerzita obrany, Brno

## VYUŽITÍ EU ETS DAT V REPORTINGU EMISÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

*Ing. Martin Beck<sup>1</sup>, Ing. Eva Krtková<sup>1</sup>*

V roce 1992 na Konferenci OSN o životním prostředí v Riu de Janeiro (Brazílie) byla vypracována Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (dále jako Úmluva), která vstoupila v platnost v roce 1994. V roce 1997 byl přijat tzv. Kjótský protokol (KP) jako dodatek k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu, a to na Třetí konferenci smluvních stran Rámcové úmluvy v Kjótu (Japonsko). KP specifikuje konkrétní redukční cíle pro emise a propady oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), oxidu dusného (N<sub>2</sub>O), částečně (HFC) a zcela (PFC) fluorovaných uhlovodíků a fluoridu sírového (SF<sub>6</sub>), vyjádřených ve formě agregovaných emisí CO<sub>2</sub>. V případě ČR se jednalo o závazek snížit celkové emise skleníkových plynů o 8 % vůči referenčnímu roku 1990 (pro HFC, PFC a SF<sub>6</sub> je jako referenční stanoven rok 1995).

V prosinci 2012 byl na 18. konferenci smluvních stran (COP-18) v Doha (Katar) schválen dodatek, kterým bylo potvrzeno pokračování Kjótského protokolu a jeho druhé kontrolní období, které bylo stanoveno na osm let (2013–2020). V rámci druhého kontrolního období se část zemí zavázala přijmout nové redukční závazky, které by měly přispět ke snížení emisí skleníkových plynů o nejméně 18 % pod úroveň roku 1990. Pro ČR byl stanoven závazek snížení emisí o 20 %, EU bude svůj závazek vůči Úmluvě či KP plnit v rámci společenství. EU jako celek řeší otázky snižování emisí a adaptace na změnu klimatu. Jedním z nástrojů je také Emisní systém obchodování s povolenkami EU ETS.

Specifikace vykazování do EU ETS systému je dána Nařízením EU 2003/87/EC. Pro procesy klasifikované v rámci tohoto Nařízení jsou dány postupy o vykazování dat o CO<sub>2</sub> a N<sub>2</sub>O do jednotných formulářů.

Tato data jsou verifikována na dvou úrovních, jedná se tedy o data na vysoké úrovni přesnosti, a proto jsou pro reporting emisí skleníkových plynů důležitá. V současné době jsou plně využívána pro reporting emisí CO<sub>2</sub> z výroby cementu. V roce 2015 proběhl výzkum o využití těchto dat také pro další procesy – výroba vápna, výroba skla, výroba keramiky a výroba kyseliny dusičné. Problém nastává z hlediska konzistentnosti časové řady, jelikož data EU ETS jsou spolehlivě dostupná od roku 2010, ale reporting emisí skleníkových plynů je každoročně odesílán pro celou časovou řadu počínaje rokem 1990.

Příspěvek představuje možné postupy řešení tohoto problému na konkrétním příkladu emisí a emisního faktoru CO<sub>2</sub> pro výrobu vápna.

**Klíčová slova:** obchodování s emisními povolenkami, CO<sub>2</sub>, vápno, snižování emisí

---

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, e-mail: martin.beck@chmi.cz, eva.krtkova@chmi.cz





## ***Znečištění ovzduší a jeho důsledky***



## SLEDOVÁNÍ POČTU ČÁSTIC V OSTRAVĚ

*Anna Synková, Blanka Krejčí<sup>1</sup>*

Negativní účinky vdechovaných částic na lidské zdraví se liší v závislosti na průměru částic, na jejich složení a původu. V Ostravě, ležící v centrální části Aglomerace Ostrava/Karviná/Frydek-Místek, jsou trvale překračovány limitní koncentrace suspendovaných částic. Nejjemnější částice, jejichž podíl je v aglomeraci dlouhodobě vyšší než v ostatních částech České Republiky, mohou pronikat až do plicních sklípků a do krevního řečiště (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>0,1</sub>), přičemž jejich součástí mohou být organické látky s různými účinky na zdraví. Vzhledem k specifickému emisnímu profilu města Ostravy zde měření velikostní distribuce aerosolových částic významně přispívá k poznávání míry expozice obyvatel nejzávažnějším frakcím částic.

V Ostravě probíhá od roku 2008 nad rámec legislativně zakotvených měření koncentrací suspendovaných částic frakcí PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> ve Státní síti imisního monitoringu i sledování počtu částic ve 32 velikostních frakcích na pozad'ové městské lokalitě Ostrava-Fifejdy, která je považována za reprezentativní pro město Ostravu. V roce 2012 byla měření ve stejném rozsahu zahájena i na pozad'ové předměstské lokalitě Ostrava-Poruba čítačem částic získaným z projektu AIR-SILESIA<sup>2</sup>. V obou případech se jedná o optoelektronickou metodu měření analyzátoř výrobcě GRIMM Aerosol Technik GmbH & Co. (model 180 na lokalitě Fifejdy, model 365 na lokalitě Poruba).

Dřívější rozborř velikostních spekter částic frakcí PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> v Ostravě (Keder 2007) prokázaly jejich významnou denní i sezonní variabilitu. Následné dlouhodobé měření počtu částic po změně měřicího modu přístroje v Ostravě-Fifejdách umožnilo vyhodnocení hodinových průměrů počtu částic v podrobném velikostním spektru v obytné sídlištní zástavbě této části Ostravy. Hodnoceny byly mj. denní a sezonní chody počtu částic a jejich vztah k hodnotám meteorologických prvků v letech 2008–2014.

Vyhodnocena byla rovněž data ze souběžných měření na obou dvou stanicích dostupná v letech 2013–2014. Byly zjištěny rozdíly v absolutních počtech částic frakce 0,4–6,50 μm.

**Klíčová slova:** částice, aerosol, Ostrava, velikostní distribuce

### *Literatura*

KEDER, J., 2007. Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátoř GRIMM. Program a sborník konference Ovzduší 2007. Brno 22.–25. 4. 2007, s. 165–169. ISBN 978-80-86188-25-6.

---

<sup>1</sup> ČHMÚ - pobočka Ostrava, K Myslivně 3, 708 00 Ostrava-Poruba, e-mail: [anna.synkova@chmi.cz](mailto:anna.synkova@chmi.cz); [krejci@chmi.cz](mailto:krejci@chmi.cz)

<sup>2</sup> Projekt „Informační systém kvality ovzduší v oblasti Polsko-Českého pohraničí ve Slezském a Moravskoslezském regionu“, který byl financován z Operačního programu přeshraniční spolupráce Česká republika-Polská republika 2007–2013 (registrační číslo projektu: CZ.3.22/1.2.00/09.01610); [www.air-silesia.cz](http://www.air-silesia.cz).

## SLEDOVÁNÍ PRAŠNOSTI V MĚSTSKÉM PROSTŘEDÍ POMOCÍ ČÍTAČE PRACHOVÝCH ČÁSTIC V OLOMOUCI

*Martin Jurek<sup>1</sup>*

Příspěvek diskutuje možnost využití optického čítače prachových částic ke sledování množství částic prašného aerosolu ve venkovním ovzduší. Sledování počtu částic v rozlišení šesti velikostních frakcí podává podrobnější informaci o povaze prašného aerosolu a nabízí se jeho využití jako doplňkového měření při zkoumání prostorového rozložení imisí, např. v městském prostředí zatěžovaném emisemi z provozu motorových vozidel. Snadná přenosnost přístroje umožňuje měření početní koncentrace částic v ovzduší na několika vzájemně blízkých stanovištích v návazném čase, což lze využít k detailnějšímu zachycení plošného rozložení imisí ve zkoumané lokalitě. Otázkou je volba vhodného měřicího postupu, doby vzorkování, potřeba záznamu doprovodných meteorologických veličin a srovnání se standardními metodami imisního monitoringu.

**Klíčová slova:** prašný aerosol, čítač prachových částic, mobilní měření

---

<sup>1</sup> Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, e-mail: martin.jurek@upol.cz

## VLIV METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK NA KONCENTRACE PM<sub>2,5</sub> V BRNĚ (2004–2014)

*Gražyna Knozová<sup>1</sup>, Robert Skeřil<sup>1</sup>*

Největší problém čistoty ovzduší v České republice představuje v současné době koncentrace suspendovaných částic, obzvláště frakce PM<sub>2,5</sub>, která vážně ohrožuje lidské zdraví. Předkládaná studie se zabývá analýzou stavu znečištění touto látkou v aglomeraci města Brna, v kontextu klimatických podmínek v období 2004 až 2014. V práci byla provedena analýza chodu PM<sub>2,5</sub> v návaznosti na meteorologické podmínky. Zvláštní pozornost byla přitom věnována výskytu inverzi teploty v přízemní vrstvě atmosféry. Ve zpracování byly využité materiály z různých zdrojů dat. Patří k nim: denní koncentrace PM<sub>2,5</sub> ze stanice monitoringu čistoty ovzduší Brno-Tuřany a denní meteorologické údaje o teplotě a vlhkosti vzduchu, rychlosti větru a úhrnu srážek, naměřené také na meteorologické stanice Brno-Tuřany, a navíc data o teplotě vzduchu ve vertikálním profilu, naměřená na aerologické stanici v Prostějově.

Aglomerace města Brna charakterizuje pestrost geografického prostředí, jelikož město je lokalizované v oblasti tří geomorfologických jednotek a nadmořská výška se zde mění od 190 m n. m. do 479 m n. m. Má to podstatný význam pro klimatologické poměry, které do velké míry ovlivňují stav čistoty ovzduší. Aerologická stanice je vzdálena přibližně 50 km severovýchodně od Brna a nachází se v odlišné geomorfologické jednotce, v nadmořské výšce 214 m n. m. Ve zpracování byly analyzované teplotní inverze registrované ve dvou vrstvách 0 až 500 GPM a 500 až 1 500 GPM.

**Klíčová slova:** suspendované částice, inverze teploty, rozptylové podmínky, Brno

---

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, e-mail: [grazyna.knozova@chmi.cz](mailto:grazyna.knozova@chmi.cz); [robert.skeril@chmi.cz](mailto:robert.skeril@chmi.cz)

## POROVNÁNÍ LETNÍHO A ZIMNÍHO AEROSOLU NAMĚŘENÉHO S VYSOKÝM ČASOVÝM ROZLIŠENÍM V PRAZE SUCHDOLE

Lucie Kubelová<sup>1,2</sup>, Petr Vodička<sup>1</sup>, Otakar Makeš<sup>1,2</sup>, Jaroslav Schwarzl<sup>1</sup>, Vladimír Ždímal<sup>1</sup>

Studie se zabývá submikronovou frakcí atmosférického aerosolu naměřenou s minutovým časovým rozlišením přístrojem c-ToF-AMS (compact Time of Flight Aerosol Mass Spectrometer). Měření bylo provedeno v létě 2012 a v zimě 2013 na příměstské stanici v Praze-Suchdole. Výsledky jsou diskutovány s ohledem na vliv výšky mezní vrstvy a trajektorií vzdušných mas.

Pozornost je věnována hlavně rozdílům v charakteristice aerosolu v letním a zimním období. Pro zimní období je diskutován vliv domácích topenišť, a to nejen na základě změn celkového složení, ale také s využitím analýzy organických fragmentů. Vyšší množství dusičnanů naměřených v zimě bylo způsobeno nejenom vlivem topenišť, ale také nižších hodnot teploty potlačujících disociaci dusičnanu amonného. Analýza organických fragmentů naznačila, že v zimě byl ve významném množství přítomen organický aerosol z lokálních zdrojů. Denní cykly jednotlivých složek atmosférického aerosolu dále poukazují mimo jiné na vliv teploty a fotochemických reakcí na koncentraci částic.

**Klíčová slova:** atmosférický aerosol, aerosolový hmotnostní spektrometr, chemické složení, sezonní rozdíly

### Literatura

DREWNIK, F. – HINGS, S. – DECARLO, P.F. – JAYNE, J.T. – GONIN, M. – FUHRER, K. – WEIMER, S. – JIMENEZ, J.L. – DEMERJIAN, K. L. – BORRMAN, S. – WORNSNOP D. R., 2005, A new Time-of-Flight Aerosol Mass Spectrometer (TOF-AMS) instrument description and first field deployment, *Aerosol Sci. Technol.* **39**, str. 637–658. ISSN 1521-7388.

---

<sup>1</sup> Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Laboratoř chemie a fyziky aerosolů, e-mail: kubelova@icpf.cas.cz

<sup>2</sup> Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

## ZÁVĚRY PROJEKTU „ULTRAJEMNÝ PRACH A ZDRAVÍ V ZEMSKÉM OKRESE ERZGEBIRGSKREIS A V ÚSTECKÉM KRAJI“

*Helena Plachá<sup>1</sup>, Miroslav Bitter<sup>1</sup>, Alexander Schladitz<sup>2</sup>*

„Ultrajemné částice a zdraví v Erzgebirgskreis a Ústeckém kraji“ (UltraSchwarz) byl projekt podporovaný EU v rámci programu „Cíl 3“ k přeshraniční spolupráci v letech 2007 až 2013 mezi Svobodným státem Sasko a Českou Republikou. Cílem projektu bylo připravit trvalé rutinní měření ultrajemných částic ve sledovaných oblastech Krušných hor a Podkrušnohoří, které jsou historicky zatíženy těžbou hnědého uhlí a průmyslem.

V současné době již je měření počtu ultrajemných částic (UJČ) a sazí (PM<sub>1</sub>) skutečně rutinou v měřicí síti IM ČHMÚ. Během projektu jsme však narazili na řadu zajímavých aspektů, se kterými vás chceme seznámit. Ať již se jedná o letní epizody nebo o podíly zdrojů znečištění v Ústí nad Labem a jeho okolí.

V současné době jednáme o dalším projektu přeshraničního programu „Cíl 3“ SN-CZ 2014–2020 „OdCom – Objektivizace stížností na zápach v Erzgebirgskreis a v ústeckém kraji – příspěvek k analýze příčin a zjišťování zdravotních následků“, ve kterém bychom se snažili na některé otázky získat odpověď. Zároveň bychom tak zmapovali početní složení UJČ v celé hnědouhelné pánvi a zjistili podíl ultrajemných částic vzniklých nukleací organických látek, potenciálních nosičů zápachu.

**Klíčová slova:** IM – imisní monitoring, UJČ – ultrajemné částice, PM<sub>1</sub> – frakcionovaný prašný aerosol o velikosti částic do 1 mikrometru, nukleace – kondenzace atmosférických plynů za vzniku nanočástic v oblasti nukleačního módu, nukleační mód – nejmenší mód v rozdělení velikosti atmosférických částic, typický rozměr částic je do 30 nm.

### *Literatura*

ZSCHEPPANG, A., SCHLADITZ, A., PLACHÁ, H., BITTER, M., MERKEL, M., RYCHLÍKOVÁ, E., BENEŠ, I., SKORKOVSKÝ, J., LENÍČEK, J., 2014. Vědecká závěrečná zpráva o účincích ultrajemných částic na zdraví v zemském okrese Erzgebirgskreis a v Ústeckém kraji, [www.ultraschwarz-ziel3.de](http://www.ultraschwarz-ziel3.de)

Další literatura – viz. bod 9 Závěrečné zprávy

---

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ústí nad Labem, e-mail: [placha@chmi.cz](mailto:placha@chmi.cz), [bitter@chmi.cz](mailto:bitter@chmi.cz)

<sup>2</sup> SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE, Referat 51, Luftqualität

## EKONOMICKÉ NÁSTROJE OCHRANY OVZDUŠÍ

Marie Doleželová<sup>1</sup>

Ovzduší je nezbytnou podmínkou života na Zemi. Jako meteorologové a klimatologové často zkoumáme jeho fyzikální parametry a zabýváme se jeho kvantitativními či kvalitativními charakteristikami. Méně často nás však napadne, že ovzduší je zároveň i ekonomickým statkem a lze na něj proto pohlížet i z pohledu ekonomické teorie. Stejně jako jiné statky životního prostředí bylo ovzduší v minulosti volným statkem, který lidé využívali se dvěma předpoklady. První předpoklad se týkal neomezenosti disponibilních zdrojů a druhý předpoklad neomezenosti možnosti vracet do přírody zbytkové látky z výroby i spotřeby. Oba tyto předpoklady byly pravdivé v době relativně nízkého počtu obyvatel na Zemi (před industriální revolucí). S postupným růstem počtu obyvatel se však projevovala stále větší exploatace a zatížení životního prostředí, čímž se snižovala jeho regenerační schopnost. Z tohoto důvodu se statky životního prostředí postupně staly statky omezenými. Z pohledu ekonomické teorie se jedná o statky smíšené kolektivní, které se vyznačují nevyloučitelností ze spotřeby a zároveň rivalitní spotřebou. Fakt, že žádný jedinec nemůže být ze spotřeby statků životního prostředí vyloučen, resp. jeho vyloučení by bylo technicky těžko realizovatelné, je evidentní. Jedná se o vlastnost, kterou mají tyto statky společné se statky čistě veřejnými. Naproti tomu rivalita ve spotřebě souvisí s tím, že rostoucí počet spotřebitelů kvantitativně i kvalitativně ovlivňuje možnost spotřeby dalšími jedinci, což je vlastnost typická pro čistě soukromé statky. Vzhledem k nemožnosti vyloučení ze spotřeby se u statků životního prostředí neuplatňuje alokační cenový mechanismus, což vede ke vzniku tzv. negativních externalit.

Negativní externí efekty spočívají v tom, že aktivita určitého subjektu, využívajícího daný statek, v tomto případě ovzduší, negativně ovlivňuje produkční či užitkovou funkci jiných subjektů. V případě nadměrného využívání totiž dochází ke znečištění, a státu pak vznikají dodatečné náklady na nápravu tohoto stavu. Zároveň vzniká škoda i jiným hospodářským subjektům či jednotlivým občanům, kteří musí dýchat znečištěný vzduch. Taková škoda je však velmi obtížně vyčíslitelná. Výše uvedené náklady a škody však nejsou bezprostředně zahrnuty v nákladech producenta dané externality, který si proto může dovolit vyprodukovat větší množství statků a za nižší cenu, než kdyby byly zahrnuty i náklady spojené se znečištěním životního prostředí. Základním řešením této situace by bylo uvalení tzv. pigouovské daně (autor konceptu A. C. Pigou), která představuje rozdíl mezi skutečnými společenskými náklady, tj. náklady včetně sanace životního prostředí či zahrnutí léčebných nákladů, a soukromými náklady producenta. Toto zdanění producenta by vedlo k internalizaci původního externího efektu a zároveň k tomu, že rovnovážné množství vyráběného produktu by bylo nižší, zatímco rovnovážná cena by byla vyšší než bez zahrnutí negativních externalit. Vzhledem k nemožnosti přesného vyčíslení způsobených negativních efektů a stanovení výše daně je však zřejmé, že koncept pigouovské daně je spíše konceptem teoretickým.

Vzhledem k výše uvedenému vyžaduje problém znečišťování ovzduší zásahy státu, který může využít různých mechanismů. Kromě tzv. administrativních nástrojů, tj. různé zákazy, příkazy či pokuty, které se mohou týkat jak chování výrobců, tak i chování jednotlivých spotřebitelů a domácností, se jedná především o nástroje ekonomické povahy. Tyto nástroje jsou založeny na internalizaci externího efektu s využitím tržního (cenového) mechanismu. Cílem tohoto příspěvku je objasnit teoretickou podstatu a nastínit současný stav využívání základních ekonomických nástrojů ochrany ovzduší, mezi které patří daně, poplatky a obchodovatelná emisní povolení.

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, e-mail: marie.dolezelova@chmi.cz, tel: 541 421 034.



Daně, obecně, představují obligatorní a nenávratnou, zpravidla pravidelně se opakující platbu do státního rozpočtu bez nároku na ekvivalentní a přímé plnění z tohoto rozpočtu. Sazba daní souvisejících s poškozováním životního prostředí by v ideálním případě měla vycházet z analýzy nákladů a užitků. Vzhledem k technické obtížnosti, až nemožnosti, stanovit přesně tuto sazbu, se však v souvislosti se životním prostředím u nás uplatňují spíše daně spotřebního typu, kdy je zdaněna spotřeba určitých nežádoucích látek a produktů. Takto definované daně jsou však značně vzdáleny od původního pigouovského konceptu, a na rozdíl od původního záměru, kterým měla být alokační funkce daní, plní tyto spíše funkci fiskální (příjem do státního rozpočtu). V souvislosti se vstupem ČR do EU vznikla povinnost zavést ekologické daně, a to od 1. 1. 2008. Ekologická daňová reforma probíhá ve třech etapách (konec v roce 2017) a zahrnuje tři daně: daň ze zemního plynu a některých dalších plynů, daň z pevných paliv a daň z elektřiny.

Poplatky se od daní liší svou ekvivalentností – jedná se o platby za poskytnuté veřejné statky či služby. Jsou vybírány za účelem úplného či částečného krytí nákladů veřejných zařízení a jsou hrazeny subjekty, které mohou mít prospěch z využívání těchto zařízení. Podle současné verze zákona o ochraně ovzduší (zákon č. 201/2012 Sb.) je základem poplatku za znečišťování ovzduší množství emisí ze stacionárních zdrojů v tunách za rok. Zpoplatněny jsou tuhé znečišťující látky, oxid siřičitý, oxidy dusíku a těkavé organické látky (VOC).

Obchodovatelná emisní povolení fungují na principu stanovení objemu emisních práv, resp. celkového přípustného objemu emisí státem a jejich rozdělení mezi znečišťovatele při aukci. Další platby pak probíhají již jen v rámci soukromého sektoru, a to směrem od poptávajícího (nového emitenta) k nabízejícímu (původnímu emitentovi). Znečišťovatelé, kteří emitují nad úroveň držených povolenek, jsou nuceni zaplatit pokutu. Systém obchodovatelných emisních povolení tak umožňuje nákladově efektivní alokaci. V ČR se užívá od roku 2005. Obchodování s povolenkami probíhá podle zákona č. 695/2004 Sb. a množství povolenek pro jednotlivá období je rozdělováno na základě Národního alokačního plánu.

**Klíčová slova:** ochrana ovzduší, negativní externalita, ekonomické nástroje, ekologické daně, poplatky, obchodovatelná emisní povolení

### **Literatura**

- DOLEŽELOVÁ, M., 2008. Analýza ekonomických nástrojů ochrany ovzduší – bakalářská práce. *Ekonomicko-správní fakulta Masarykovy univerzity, Brno*. 59 s.
- JÍLKOVÁ, J., 2003. Daně, dotace a obchodovatelná povolení – nástroj ochrany ovzduší a klimatu. 1. vyd., *IREAS – Institut pro strukturální politiku, o.p.s.*. 156 s. ISBN 80-86684-04-0.
- PIGOU, A.C., 1932. *The Economics of Welfare*. 4. vyd., *Macmillan, London*.
- STRECKOVÁ, Y., MALÝ, I. a kol., 1998. *Veřejná ekonomie pro školu i praxi*. 1. vyd., *Computer Press, Praha*. 214 s. ISBN 80-7226-112-6.

## STUDIE VLIVU PROLOMENÍ TĚŽEBNÍCH LIMITŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A LIDSKÉ ZDRAVÍ: APLIKACE ANALÝZY DRAH DOPADŮ NA KVANTIFIKACI EXTERNÍCH NÁKLADŮ

*Jan Melichar, Milan Ščasný, Vojtěch Máca, Lukáš Rečka<sup>1</sup>*

Studie kvantifikuje environmentální a zdravotní dopady z povrchové těžby hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi v těžebních lokalitách velkolomů Bílina a ČSA, tak jak jsou navrženy ve variantách 1 až 4 vládního usnesení, a z využití vydobytého hnědého uhlí pro výrobu elektřiny a tepla ve velkých spalovacích zdrojích na území ČR. Tyto peněžně oceněné environmentální a zdravotní dopady představují externí náklady spojené s těžbou a užitím hnědého uhlí.

Metodickým přístupem k řešení je přístup funkce škody, který umožňuje vyjádřit vliv environmentálních efektů v důsledku realizace navrhovaných variant postupu těžby na blahobyt dotčené společnosti. Tento přístup sleduje dráhy jednotlivých znečišťujících látek od místa vzniku, přes jejich šíření v prostředí, až do místa dopadu a vyvolání účinky na obyvatele či životní prostředí. Pro odhad fyzických dopadů jsou využity funkce expozice-odezva vycházející, v oblasti zdravotních dopadů, z epidemiologických a socio-akustických studií. Ekonomické ocenění jednotlivých fyzických efektů prашného aerosolu, dalších primárních a sekundárních látek a hluku na zdraví obyvatel je provedeno s využitím přenosu hodnot z primárních českých a zahraničních valuačních studií.

Externí náklady varianty 1 (neprolomení územně ekologických limitů – ÚEL) klesají v důsledku snižujícího se objemu spotřebovávaného hnědého uhlí z úrovně 1 200 mil. Kč ročně na nulu v roce 2038, kdy je ukončena těžba i na druhém z obou velkolomů. Odhadované externí náklady představují kumulativně hodnotu 14 mld. Kč. Prolomení ÚEL na velkolomu Bílina a ČSA je spojeno se značnými environmentálními a zdravotními dopady. Varianta 2 vede k dodatečným externím nákladům oproti variantě 1 v rozmezí 200 až 500 mil. Kč za rok, kumulativně za celé období 2015–2050 se jedná o 10 mld. Kč externích nákladů více než při neprolomení ÚEL. Varianta 3 má po většinu období 2015–2050 shodnou výši externích nákladů jako varianta 2, v období 2024–2033 však v důsledku částečného prolomení limitů na dolu ČSA dochází k dodatečným externím nákladům zhruba 700 mil. Kč za rok, proti variantě 1. Kumulativní externí náklady varianty 3 jsou o 14 mld. Kč větší než externality vyčíslené ve variantě 1. Varianta 4 je spojena s nejvyššími externími náklady. Ty jsou od roku 2030 o více než 1 mld. Kč za rok vyšší než u varianty 1, kumulativně je celková škoda za celé hodnocené období o 25 mld. Kč větší než u varianty 1. Na celkové hodnotě externích nákladů se v základním scénáři podílejí primární emise NO<sub>x</sub> z téměř 60 %, následované z emisí sekundárně vzniklým ozonem, který se na celku podílí zhruba třetinou. Primární emise tuhých částí přispívají dalšími 8 %. Externality z emisí z těžby představují pouze cca 0,4 %, dopady z hlukové zátěže působené těžbou jsou velmi nízké z důvodu plnění hygienických limitů a malého počtu dotčených obyvatel. Dopady těžkých kovů jsou rovněž takřka zanedbatelné. Z důvodu přeshraničního přenosu znečištění, resp. globálních efektů změny klimatu, má při hodnocení dopadů národní regulace na výši externích nákladů zásadní vliv zvolené hledisko. Základní scénář předpokládá dopady pouze na obyvatele ČR, které představují pouze 10 % celkových dopadů na obyvatele všech zemí EU. Při globální perspektivě zůstává podíl externích nákladů ze znečišťujících látek a hluku v ČR na dopadech na celém světě v podstatě stejný jako u perspektivy EU, především z důvodu rozptýlení znečištění dominantně nad územím Evropy.

<sup>1</sup> Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova v Praze, e-mail: Jan.Melichar@czp.cuni.cz

## IGNIS BRUNENSIS

*Robert Skeřil<sup>1</sup>, Štěpán Rychlík<sup>1</sup>, Grażyna Knozová<sup>1</sup>*

V Brně na brněnské přehradě a Špilberku probíhají každoročně přehlídky ohňostrojů Ignis Brunensis, pro které dlouhodobě ČHMÚ, pobočka Brno dodává předpovědi počasí. Tento rok po stížnostech SZ v radě města na škodlivost ohňostrojů a jejich vysokou toxicitu proběhlo rovněž měření kvality ovzduší se zaměřením na kovy barvicí ohňostroje. Na dvou vhodně zvolených lokalitách probíhal odběr suspendovaných částic PM<sub>10</sub>, přičemž na jedné z lokalit byly filtry dále analyzovány metodou ICP-MS na obsah prvků, zejména pak kovů, které obarvují plamen ohňostrojů.

Z analýzy vyplynulo, že po čas ohňostrojů dochází ke krátkodobému zvýšení koncentrací PM<sub>10</sub>, avšak z hlediska denních průměrů lokality nevybočují z trendu stanic státní sítě imisního monitoringu na území města Brna. Z hlediska již zmíněných kovů barvicích plamen byl zaznamenán nárůst koncentrací, v některých případech velmi významných (draslík, stroncium). Avšak i tak nedošlo po přepočtu na expozici k žádnému ohrožení – často se jednalo o tisíciný procenta, nejvýše však desetiny procenta doporučené či průměrné denní dávky daného prvku pro člověka.

---

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, Praha 4-Komořany

## ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY A MĚŘENÍ VENTILAČNÍHO INDEXU

Pavel Jůza<sup>1</sup>

Rozptylové podmínky jsou podmínky pro rozptyl znečišťujících látek v ovzduší. Dobré rozptylové podmínky znamenají, že rozptylování škodlivin v atmosféře není omezeno žádnou inverzí nebo izotermií, mírně nepříznivé podmínky znamenají, že rozptylování škodlivin je omezeno inverzí v kombinaci se slabším větrem, a nepříznivé podmínky znamenají, že déletrvající výrazná inverze v kombinaci s bezvětřím nebo slabým větrem výrazně omezují rozptyl a vytváří podmínky pro delší hromadění škodlivin v ovzduší.

Číselným parametrem, který souvisí s rozptylovými podmínkami, je ventilační index. Vypočítává se jako součin výšky směšovací vrstvy a průměrné rychlosti větru ve směšovací vrstvě. V případě výškové inverze výšce směšovací vrstvy většinou odpovídá výška spodní hranice inverze. Pro vztah mezi ventilačním indexem a rozptylovými podmínkami se uvádí, že dobrým rozptylovým podmínkám odpovídá ventilační index nad 3 000  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ , mírně nepříznivým rozptylovým podmínkám ventilační index 1 100 až 3000  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$  a nepříznivým rozptylovým podmínkám ventilační index menší než 1 100  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Je však nutno si dát pozor na to, že ventilační index není jediným parametrem hodnocení rozptylových podmínek, dalším je například doba trvání. Např. o nepříznivých rozptylových podmínkách se dá hovořit tehdy, jestliže inverze se slabým větrem a ventilační index pod 1 100  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$  trvá alespoň 24 hodin, případně o krátkodobě nepříznivých rozptylových podmínkách alespoň 12 hodin. Klesne-li ventilační index pod 1 100  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ , třeba i na desítky nebo jednotky  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ , ale jen na hodinu nebo na dvě, nelze mluvit o nepříznivých rozptylových podmínkách, protože rozhodně nejde o situaci podmiňující déletrvající hromadění škodlivin v ovzduší.

Předpověď ventilačního indexu je v současné době dostupná z předpovědního modelu ALADIN. Je však nutno mít na paměti, že ventilační index je definován rychlostí větru a směšovací vrstvou, a že tedy přesnost jeho předpovědi je ovlivněna přesností předpovědi rychlosti větru a předpovědi vertikálního teplotního profilu, a stejně jako u předpovědi jiných prvků tato předpověď není dokonalá a má své limity. Stejně jako ostatní modelové výstupy je modelová předpověď ventilačního indexu cennou pomůckou, nelze ji však brát jako dogma.

Kromě předpovědi rozptylových podmínek je zapotřebí vyhodnocovat i skutečný průběh rozptylových podmínek. Model ALADIN sice poskytuje i předpověď na 0 hodin, ale jde jen o modelový výpočet, ne o skutečný aktuální stav. Jak rozlišovací schopnost modelu, tak hustota vstupních dat modelu, horizontální i vertikální, rozhodně není taková, aby modelový výpočet jakéhokoli prvku, včetně ventilačního indexu, mohl nahradit skutečné měření.

V rámci působnosti ústecké pobočky jsme jeden čas měli sodar, umístěný poblíž hranice měst Ústí nad Labem a Trmice. Zhruba od roku 1996 do roku 2004 software dodaný k tomuto sodaru dodával jak vertikální profil větru, tak výšku směšovací vrstvy (i když bohužel nedodali postup, jak to počítá). K tomuto sodaru jsme tehdy používali zobrazovací program od Libora Černíkovského, který mohl zobrazovat několik prvků současně, a tedy i kombinaci směšovací vrstvy a rychlosti větru. A právě na tomto zobrazení bylo možno velice dobře, i když ne přímo číselně, sledovat něco, co odpovídalo ventilačnímu indexu. Bohužel inovovaný sodar, který jsme měli po roce 2005, již výšku směšovací vrstvy nedodával.

Numerický model ALADIN je užitečným podkladem pro předpověď ventilačního indexu, ale nemůže nahradit skutečné vyhodnocení rozptylových podmínek. Údaje sodaru, který dodává jak výšku směšovací vrstvy, tak profil větru, by nepochybně bylo možno zpracovat tak, že by umožňoval kontinuální sledování skutečného průběhu ventilačního indexu.

**Klíčová slova:** Ventilační index, rozptylové podmínky, inverze, sodar

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ústí nad Labem, e-mail: juzap@chmi.cz

***Modelování a předpověď kvality ovzduší***



## ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE DUSÍKU V LESÍCH ČR

Iva Hůnová<sup>1</sup>, Petra Stoklasová, Pavel Kurfürst, Ondřej Vlček, Jana Schováňková,  
Vojtěch Stráňík

Dusík je látkou, která má zcela zásadní význam pro biogeochemii lesních ekosystémů. Během minulého století vedla antropogenní činnost, zejména produkce potravin a energetika, k dramatickému zvýšení emisí reaktivního dusíku do přírodního prostředí (Galloway et al., 2008). Depozice dusíku představuje zásadní ohrožení diverzity rostlinných společenstev v mírném pásmu Evropy a Severní Ameriky (Bobbink et al., 2010).

Příspěvek prezentuje nový přístup ke kvantifikaci atmosférické depozice dusíku. Na příkladu lesních ekosystémů v ČR demonstruje, jak je možné vhodným způsobem na základě modelových výpočtů doplnit měřená data. Pro výpočet je využit v ČHMÚ nedávno zprovozněný Eulerovský fotochemický disperzní model CAMx (the Comprehensive Air Quality model with extensions) propojený s numerickým předpovědním modelem ALADIN. Výsledky pro r. 2008 indikují, že současný výpočet atmosférické depozice dusíku prováděný na základě měřených látek je významně podhodnocen. Konkrétně suchá depozice dusíku, při jejímž výpočtu jsou zohledňovány pouze koncentrace NO<sub>x</sub>, je podhodnocena podle předběžných výpočtů až šestinásobně. Z látek, které nejsou měřeny, modelový výpočet indikuje, že největší příspěvek k suché depozici má NH<sub>3</sub> a HNO<sub>3</sub> [g]. Při snaze o zpřesnění reálné atmosférické depozice dusíku je potřeba se těmito látkami dále zabývat a vzít v potaz jejich příspěvek k depozici.

**Klíčová slova:** depozice atmosférická, dusík, les

### *Literatura*

- BOBBINK, R., HICKS, K., GALLOWAY, J., SPRANGER, T., ALKEMADE, R. et al., 2010. Global Assessment of Nitrogen Deposition Effects on Terrestrial Plant Diversity: a Synthesis. *Ecological Applications* **20**, s. 30–59.
- GALLOWAY, J. N. et al., 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions and potential solutions. *Science* **320**, s. 889–892.

---

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, úsek ochrany čistoty ovzduší, e-mail: hunova@chmi.cz

## STATISTICKÁ PŘEDPOVĚĎ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ, NÁVRH A TESTY METODY

Josef Keder<sup>1</sup>

Možnost předpovědět úroveň znečištění ovzduší na určité lokalitě s předstihem alespoň jednoho dne je předmětem zájmu orgánů zodpovědných za ochranu kvality ovzduší a zdraví i široké veřejnosti. Zkušenosti, získané s předpověďmi typu „zítra bude v místě  $X$  dosažena denní průměrná koncentrace  $C_X$ “, ukázaly, že kvalita takové předpovědi je často značně neuspokojivá. Velkou měrou se na tom podílí chaotický, stochastický charakter systému atmosféra-znečišťující látka. Podobně jako v případě meteorologických předpovědí se proto pozornost upírá i na vývoj a využití metod statistických předpovědí ve tvaru „zítra bude v místě  $X$  překročena denní průměrná koncentrace  $C_X$  s pravděpodobností  $P(C_X)$ “ nebo „koncentrace, která bude překročena s pravděpodobností  $P$ , je rovna  $C_P$ “.

V příspěvku je prezentován návrh velmi jednoduché metody, která se opírá o dlouhodobá měření na zájmové lokalitě. Jedná se v podstatě o učení z dostatečně rozsáhlého souboru historických dat koncentrací, doplněného soubory meteorologických charakteristik, které imisní úroveň ovlivňují. Takovýto soubor se rozdělí do kategorií podle vhodných kritérií, definujících rozmezí meteorologických podmínek. Pro každou kategorii se z datových souborů stanoví statistické rozložení koncentrací, které umožňuje odhad pravděpodobnosti výskytu určité hodnoty koncentrace nebo překročení prahových hodnot. Máme-li k dispozici předpověď výskytu určité kategorie, můžeme predikovat pravděpodobnosti překročení zadané imisní úrovně nebo odhadnout, jaká koncentrace odpovídá vybrané pravděpodobnosti překročení.

Jako veličiny, které významně ovlivňují imisní koncentrace, byly vybrány ventilační index a teplota vzduchu. Vhodnost použití těchto veličin je ukázána v publikaci Kedera, Škáčové (2011). Navržené veličiny jsou vcelku dobře predikované metrologickými modely v provozním režimu, v podmínkách ČR se jedná o model ALADIN, provozovaný v ČHMÚ.

Testování navrženého postupu ukázalo, že model nadhodnocuje počet překročení pro hodnoty denních koncentrací do  $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Pro vyšší koncentrace jsou rozdíly mezi modelem a skutečností v řádu jednotek. Model dobře pracuje s naměřenými daty, pro predikované hodnoty VI a T z numerického modelu předpovědi počasí je třeba se smířit se zhoršením výsledků.

**Klíčová slova:** znečištění ovzduší, předpověď statistická, index ventilační

### Literatura

KEDER, J., ŠKÁCHOVÁ, H., 2011. Hodnocení rozptylových podmínek pro šíření znečišťujících látek pomocí ventilačního indexu. In: *Ochrana ovzduší ve státní správě: teorie a praxe VI*. Sborník z konference Vodní zdroje Ekomonitor, Chrudim. ISBN 978-80-86832-62-3.

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, úsek ochrany čistoty ovzduší, e-mail: keder@chmi.cz



## VLIV MĚSTSKÉHO KLIMATU NA KVALITU OVZDUŠÍ

Tomáš Halenka<sup>1</sup>, Peter Huszár<sup>1</sup>, Michal Belda<sup>1</sup>

Pro vyhodnocení vlivu městského prostředí na klima střední Evropy byla do regionálního klimatického modelu RegCM4 zabudována parametrizace městské přízemní vrstvy metodou jedné vrstvy, tzv. Single Layer Urban Canopy Model (SLUCM), která byla aktivována v modelových simulacích v místech s městským a příměstským zemským povrchem. Tato metoda byla použita jak ve verzích užívajících schéma pro přízemní interakce BATS v dynamickém měřítku modelu, tak i ve verzi s detailnějším popisem přízemních interakcí SUBBATS v rámci modelového gridu. Byl proveden soubor experimentů pro období 2005–2009 na oblasti střední Evropy s cílem analyzovat vliv městského prostředí na klimatické charakteristiky, zvláště pak s ohledem na parametry ovlivňující atmosférickou chemii a rozptyl znečišťujících příměsí. Výsledky ukazují statisticky významné důsledky městských povrchů na teplotu (až 1,5 K nárůst v létě) a na výšku přízemní vrstvy (až 50 m). Urbanizace dále ovlivňuje přízemní vítr se zimním poklesem a letními změnami výrazněji závislými na poloze vůči větším městským aglomeracím a rovněž denní době. Dále městské prostředí ovlivňuje prostřednictvím výparu vlhkost, což má za následek významnější redukci srážek v létě nad městskými oblastmi. Dále je vidět, že významný vliv na teplotu se neomezuje pouze na přízemní vrstvu, ale do jisté míry se rozšiřuje v celé mezní vrstvě. Ve vyšších výškách je simulován malý, i když statisticky významný pokles teploty.

Validace modelu vykazuje významné zlepšení simulace měsíčních přízemních hodnot teploty především v létě a vylepšený denní chod teploty s potlačením odpoledních a večerních odchylek působených vývojem městského tepelného ostrova, což není postiženo ve verzi bez aplikace příslušné městské parametrizace. Studie citlivosti parametrizace na volbu charakteristik městské zástavby, jako je šířka ulic, výška budov, albedo střech, uvolňování antropogenní tepelné energie apod., ukazují, že výsledný efekt není na jejich volbě v rozumných mezích příliš závislý, podstatnou roli tedy hraje především zahrnutí příslušných procesů vzniku a vývoje městského tepelného ostrova.

Simulace a testy zároveň ukazují, že významný nárůst teploty v létě se neomezuje pouze na rozsáhlé městské aglomerace, ale má významný signál v celém regionu. To není pouze efekt „vlečky“ tepelného ostrova těchto velkých měst, ale v hustě obydlené oblasti střední Evropy patrně vliv i menších měst, která se v podrobnějším měřítku v režimu SUBBATS uplatní.

**Klíčová slova:** tepelný ostrov města, parametrizace městského prostředí, modelování vlivu města, rozptylové podmínky, modelování interakce klima, kvalita ovzduší

### Literatura

HUSZÁR, P., HALENKA, T., BELDA, M., ŽÁK, M., ŠINDELÁŘOVÁ, K., MIKŠOVSKÝ, J., 2014. Regional climate model assessment of the urban land-surface forcing over central Europe. *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 12393–12413.

---

<sup>1</sup> Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra fyziky atmosféry, e-mail: tomas.halenka@mff.cuni.cz

## VLIV EMISÍ Z MĚST VE STŘEDNÍ EVROPĚ NA ATMOSFÉRICKOU CHEMII A KLIMA

*Peter Huszár<sup>1</sup>, Tomáš Halenka<sup>1</sup>, Michal Belda<sup>1</sup>*

Města představují koncentrované emisní zdroje schopné modifikovat troposférické chemické procesy ne jenom v regionálním ale i globálním měřítku. Tato studie si klade za cíl vyhodnotit regionální vliv emisí z měst střední Evropy na troposférickou chemii a, přes radiační účinky plyných i aerosolových příměsí, na klima. Pro tento účel byl vyvinut párovaný modelový systém sestavený z regionálního klimatického modelu RegCM4 a z chemicko-transportního modelu CAMx s oboustrannou interakcí. Modelový pár byl aplikován na doménu o rozlišení 10 km × 10 km, při kterém jsou již větší města identifikovatelná. Pro období 2001–2010 byla provedena celá řada experimentů: bez a s uvažováním emisí z měst, s uvažováním pouze některých složek emisí, se sníženými emisemi pro vybrané látky atd.

Vliv městských emisí na troposférickou chemii je charakterizován významným nárůstem koncentrací aerosolů ne jenom nad samotnými městy, ale i nad rozsáhlejšími venkovskými oblastmi. Dopad na koncentrace troposférického ozonu vykazuje výrazný titrační pokles nad městy a mírný nárůst kolem měst, zejména z hlediska počtu překročení imisních limitů.

U radiačního impaktu výše zmíněných troposférických změn se uvažoval radiační vliv ozonu, sulfátů, nitrátů, organického (primárního i sekundárního) uhlíku a saze. Dopad je charakterizován statisticky významným (na hladině významnosti 95 %) snížením průměrné teploty v létě ve 2 m nad vybranými oblastmi o  $-0,08$  K. Dopad na denní maximální hodnoty teploty dosahuje hodnoty  $-0,1$  K. Radiační dopad všech aerosolů (tj. vzniklých v důsledku městských i neměstských emisí) byl pro srovnání spočten na hodnotu do  $-0,2$  K ( $-0,3$  K pro průměrné denní maximální hodnoty). Kromě dopadů na teplotu jsme spočetli statisticky významné dopady rovněž na výšku mezní vrstvy, vítr a srážky.

---

<sup>1</sup> Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra fyziky atmosféry, e-mail: tomas.halenka@mff.cuni.cz

## PROGRAM

### **Pondělí, 21. září 2015**

10.30 – 13.00 Registrace

13:00 – 14.00 Oběd

14:10 **Zahájení**

### **Atmosférická chemie a data:**

- 14:20 TOMÁŠ HALENKA (KFA MFF UK): Atmosférická chemie – od znečištění ovzduší přes ozonovou díru k změně klimatu
- 14:50 MARIE DOLEŽELOVÁ (ČHMÚ, pobočka Brno): Ozón v atmosféře – blahodárny i škodlivý
- 15:10 KATEŘINA KOMÍNKOVÁ (GÚ PřF MU, CVGZ AV ČR), PAVEL SEDLÁK (ÚFA AV ČR, CVGZ AV ČR), ALICE DVORSKÁ (CVGZ AV ČR): Atmosférická stanice Křešín u Pacova – vybavení a typické zdrojové oblasti koncentrací CO<sub>2</sub> naměřených na 250 m vysokém stožáru
- 15:30 Martina Čampulová (CVGZ AV ČR, UO Brno), Kateřina Komínková (GÚ PřF MU, CVGZ AV ČR), Alice Dvorská (CVGZ AV ČR), Vlastimil Hanuš (CVGZ AV ČR): Metoda pro validaci koncentrace přízemního ozónu kontinuálně měřené na atmosférické stanici Křešín u Pacova
- 15:50 Přestávka, občerstvení
- 16:20 Pavel Sedlák (ÚFA AV ČR, CVGZ AV ČR), Kateřina Komínková (GÚ PřF MU, CVGZ AV ČR), Martina Čampulová (CVGZ AV ČR, UO Brno), Alice Dvorská (CVGZ AV ČR): Data z atmosférické a ekosystémové stanice Křešín u Pacova využitelná při studiu chemických procesů v atmosféře
- 16:40 MARTIN BECK, EVA KRTKOVÁ (ČHMÚ): Využití EU ETS dat v reportingu emisí skleníkových plynů

### **Znečištění ovzduší a jeho důsledky:**

- 17:00 JAN MACOUN (ČHMÚ): Sledování a hodnocení kvality ovzduší v ČR (ČHMÚ)
- 17:30 ANNA SYNKOVÁ, BLANKA KREJČÍ (ČHMÚ, pobočka Ostrava): Sledování počtu částic v Ostravě
- 17:50 MARTIN JUREK (KG PřF UP): Sledování prašnosti v městském prostředí pomocí čítače prachových částic v Olomouci
- 18:10 Večeře

### **Úterý, 22. září 2015**

07:30 – 08:30 Snídaně

- 09:00 GRAŽYNA KNOZOVÁ, ROBERT SKEŘIL (ČHMÚ, pobočka Brno): Vliv meteorologických podmínek na koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Brně (2004–2014)
- 09:20 LUCIE KUBELOVÁ (ÚChP AV ČR, ÚŽP PřF UK), PETR VODIČKA (ÚChP AV ČR), OTAKAR MAKEŠ (ÚChP AV ČR, ÚŽP PřF UK), JAROSLAV SCHWARZ (ÚChP AV ČR), VLADIMÍR ŽDÍMAL (ÚChP AV ČR): Porovnání letního a zimního aerosolu naměřeného s vysokým časovým rozlišením v Praze-Suchdole

- 09:40 HELENA PLACHÁ, MIROSLAV BITTER (ČHMÚ, pobočka Ústí), ALEXANDER SCHLADITZ (Germany): Závěry projektu „Ultrajemný prach a zdraví v zemském okrese Erzgebirgskreis a v Ústeckém kraji“
- 10:00 MARIE DOLEŽELOVÁ (ČHMÚ, pobočka Brno): Ekonomické nástroje ochrany ovzduší
- 10:20 Valné shromáždění ČMeS (zahájení)
- 10:30 Přestávka, občerstvení
- 11:00 JAN MELICHAR, MILAN ŠČASNÝ, VOJTĚCH MÁCA, LUKÁŠ REČKA (COŽP UK): Studie vlivu prolomení těžebních limitů na životní prostředí a lidské zdraví: aplikace analýzy drah dopadů na kvantifikaci externích nákladů
- 11:30 Valné shromáždění ČMeS
- 12:30 Oběd
- 14:00 Exkurze ArcelorMittal, Lanek, Dolní Vítkovice, přehrada (alternativně)
- 19:30 Večeře – raut

### **Středa, 23. září 2015**

- 07:30 – 08:30 Snídaně
- 09:00 ROBERT SKEŘIL, ŠTĚPÁN RYCHLÍK, GRAŽYNA KNOZOVÁ (ČHMÚ, pobočka Brno): Ignis Brunensis
- 9:20 PAVEL JŮZA (ČHMÚ, pobočka Ústí): Rozptylové podmínky a měření ventilačního indexu

### **Modelování a předpověď kvality ovzduší:**

- 09:40 ONDŘEJ VLČEK (ČHMÚ): Předpovědi kvality ovzduší na ČHMÚ
- 10:10 IVA HŮNOVÁ, PETRA STOKLASOVÁ, PAVEL KURFÜRST, ONDŘEJ VLČEK, JANA SCHOVÁNKOVÁ, VOJTĚCH STRÁNÍK (ČHMÚ): Atmosférická depozice dusíku v lesích ČR
- 10:30 Přestávka, občerstvení
- 11:00 JOSEF KEDER (ČHMÚ): Statistická předpověď znečištění ovzduší, návrh a testy metody
- 11:20 TOMÁŠ HALENKA, PETER HUSZÁR, MICHAL BELDA (KFA MFF UK): Vliv městského klimatu na kvalitu ovzduší
- 11:40 PETER HUSZÁR, TOMÁŠ HALENKA, MICHAL BELDA (KFA MFF UK): Vliv emisí z měst ve střední Evropě na atmosférickou chemii a klima
- 12:00 Shrnutí, diskuse, závěr semináře
- 12:30 Oběd

Poznámky:

Poznámky:

Poznámky:

## **Atmosférická chemie a její interakce s procesy v atmosféře**

Sborník abstraktů z výročního semináře České meteorologické společnosti

Vydala Česká meteorologická společnost  
v nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, 2015, 1. vyd.

Náklad 80 výtisků

Vytiskla tiskárna Českého hydrometeorologického ústavu, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4  
ISBN 978-80-87577-55-4

Za obsah příspěvků odpovídají autoři