



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Jan Bednář – Peter Huszár – Kateřina Zemánková: Vznik sekundárních organických aerosolů z těkavých organických látek v atmosféře – modelový experiment</i>	129
<i>Vera Potop – Luboš Türkott – Pavel Zahradníček – Petr Štěpánek: Časová variabilita pozdních jarních a časných podzimních mrazů v Polabí</i>	135
<i>Michaela Valachová – Martina Francová – Martin Setvák: Datová a licenční politika organizace EUMETSAT</i>	143
<i>Vladimíra Volná: Vliv lokálních topenišť na kvalitu ovzduší v obci Heřmanovice</i>	149
Informace – Recenze	142, 156

<i>Jan Bednář – Peter Huszár – Kateřina Zemánková: Formation of Secondary Organic Aerosols from volatile organic compounds in atmosphere – model experiment</i>	129
<i>Vera Potop – Luboš Türkott – Pavel Zahradníček – Petr Štěpánek: Temporal variability of late spring and early autumn frosts in Elbe River lowland (Polabí)</i>	135
<i>Michaela Valachová – Martina Francová – Martin Setvák: Data and licensing policy of EUMETSAT</i>	143
<i>Vladimíra Volná: Influence of local heating on air quality in the village of Heřmanovice</i>	149
Information – Reviews	142, 156

Abstracting and Indexing:

- Meteorological and Geoastrophysical Abstracts

Meteorologické Zprávy, odborný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, čistotu ovzduší a hydrologii. Dvoutměsíčník

Meteorological Bulletin, Journal specialized in meteorology, climatology, air quality and hydrology. Bi-monthly

Vedoucí redaktor – Chief Editor

R. Tolasz, Český hydrometeorologický ústav, Ostrava, Česká republika

Redaktoři – Assistant Editors

O. Šuvarinová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

H. Stehlíková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

J. Brechler, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

R. Brožková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

M. Cahynová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

R. Čekal, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

I. Hůnová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

F. Neuwirth, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Austria

L. Němec, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Pastirčák, Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, Slovenská republika

D. Řezáčová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

M. Setvák, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

J. Strachota, Praha, Česká republika

J. Sulan, Český hydrometeorologický ústav, Plzeň, Česká republika

F. Šopko, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

A. Vizina, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, Česká republika

H. Vondráčková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Voženílek, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Vydavatel (redakce) – Publishers

- Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, telefon 244 032 722, 244 032 725, e-mail: suvarinova@chmi.cz. Sazba a tisk: Studio 3P, spol. s r. o. Rozšiřuje a informace o předplatném podává a objednávky přijímá Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, iva.sieglerova@chmi.cz. Cena jednotlivého čísla 25,- Kč, roční předplatné 240,- Kč, včetně poštovného. Registrační číslo MK ČR E 5107.

© Meteorologické Zprávy, Český hydrometeorologický ústav

- Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 725, e-mail: suvarinova@chmi.cz. Printed in the Studio 3P, l.l.c. Orders and enquiries: Please contact Czech Hydrometeorological Institute, SIS, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic, iva.sieglerova@chmi.cz. Annual subscription: 48,- EUR (6 issues)

- ISSN 0026-1173

VZNIK SEKUNDÁRNÍCH ORGANICKÝCH AEROSOLŮ Z TĚKAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTEK V ATMOSFÉŘE – MODELOVÝ EXPERIMENT

Jan Bednář, Peter Huszár, Kateřina Zemánková, Matematicko-fyzikální fakulta UK, katedra meteorologie a ochrany prostředí, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, kmop@mff.cuni.cz

Formation of Secondary Organic Aerosols from volatile organic compounds in atmosphere – model experiment. In this article the Secondary Organic Aerosols (SOA) in atmosphere are characterized. Basic ways and reactions in connections with transformation of volatile organic compounds to SOA are mentioned and shortly described. Preliminary model results of SOA production using model CAMx are presented for European region and also for the Czech Republic.

KLÍČOVÁ SLOVA: organické aerosoly sekundární – organické látky těkavé – reakce oxidační – snižování volatility – fáze plynná

KEY WORDS: secondary organic aerosols – volatile organic compounds – oxidative reactions – reduction of volatility – gas phase

1. ÚVOD

V nedávno publikovaném příspěvku [1] bylo referováno o pilotním modelovém experimentu, jenž se týkal porovnání množství formaldehydu ve vertikálních sloupcích atmosféry, která byla získána z modelových výpočtů (model CAMx), s obdobnými daty vyhodnocenými na základě přímých družicových měření. Výsledky tohoto porovnání byly prezentovány jako jeden z dílčích výstupů projektu LH11045 Odhad emisí VOC z biogenních zdrojů pro účely chemického modelování přízemního ozonu a sekundárních organických aerosolů ve střední Evropě – aplikace modelu MEGAN (KONTAKT II, program MŠMT). Primárním produktem tohoto projektu bylo operativní zprovoznění technologické linky vytvořené propojením modelu MEGAN s modelem CAMx. Model MEGAN je přitom určen k výpočtům emisí biogenních těkavých organických látek (BVOC), a to na základě využití databází typu landuse poskytujících údaje o kvalitativních vlastnostech zemského povrchu a jeho rostlinného pokryvu. O těchto modelových vstupech a celkově o modelu MEGAN lze nalézt podrobnější informace v [1, 2]. Emise BVOC jsou pak z výstupu modelu MEGAN převáděny na vstup transportního chemického modelu CAMx a ohledně základních informací o tomto modelu je možno odkázat na [3]. Pro náš účel byla použita verze 5.40.

Těkavé organické látky (VOC) vstupují v atmosféře do složitých cyklů chemických reakcí, což se týká jak těch VOC, které jsou antropogenního původu, tak těch složek směsi VOC, jež jsou v přírodě původu biogenního. V [1] jsme sledovali hlavní linii těchto reakcí, která zahrnuje reakce probíhající v plynné fázi zúčastněných látek a většinou vede ke vzniku formaldehydu jako konečnému produktu rozpadu

VOC v ovzduší. V tomto příspěvku však chceme informovat o obdobném modelovém sledování souběžné sekundární linie reakcí, jež zahrnuje reakce heterogenní povahy a vede k formování souborů částic tzv. sekundárních organických aerosolů (SOA). Na rozdíl od primárních aerosolů, jejichž částice jsou přímo emitovány do ovzduší, zde vzniká aerosolová složka až ve vzduchu a to z původně plynných látek. Podstatnou skutečností je přitom to, že na výstupech z jednotlivých reakcí se vyskytují látky s nižší volatilitou (těkavostí) ve srovnání se vstupujícími látkami. Pokles volatility umožňuje, aby se v dané směsi látek uplatnily kondenzační pochody a následně docházelo k akreci (vzájemnému spojování) primárních částic (chomáčků, kapiček) kondenzačních produktů.

Cílem takto předkládaného příspěvku je poskytnout čtenáři alespoň základní informace o procesech vedoucích v atmosféře ke vzniku SOA a prezentovat výsledky pilotního modelového experimentu, kdy na základě emisí BVOC, spočtených pomocí modelu MEGAN, byla prostřednictvím modelu CAMx studována produkce sekundárního organického aerosolu v oblasti větší části evropského kontinentu a v jemnějším prostorovém měřítku v oblasti ČR.

2. PROCES VYTVÁŘENÍ ČÁSTIC SOA

V této části našeho příspěvku se budeme stručně věnovat přechodu méně těkavých složek VOC z plynné do částicové podoby. Rychlost a účinnost toho procesu je evidentně nepřímo úměrná volatilitě dané látky, přičemž volatilitu můžeme k tomuto účelu názorně chápat jako schopnost uvažované látky odpařovat se (těkat) z kapalného nebo pevného skupenství. Volatilita pak musí být ve vztahu k velikosti napětí nasycených par příslušné těkavé látky za určité teploty. Podrobný,

velmi přehledný a srozumitelný popis procesu „zčasticování“ (partitioning) složek VOC lze nalézt např. v [4], kde se též navazuje na dřívější práce dalších autorů, z nichž mají pro danou problematiku základní význam především [5, 6].

Mírou schopnosti přecházet z plynné do částicové formy je pro danou těkavou látku jí příslušející koeficient k definovaný vztahem

$$k = \left(\frac{P}{GM} \right)_0, \quad (1)$$

kde G je hmotnostní koncentrace ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dané látky v plynné fázi, P hmotová koncentrace ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) téže látky v částicové podobě, zatímco M značí hmotovou koncentraci ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) látky, jež hraje roli absorbující částicové fáze. Vzájemný vztah mezi hodnotami P , G a M vyskytujícími se na pravé straně (1) je přitom takový, aby existovala rovnováha mezi plynnou a částicovou podobou uvažované těkavé látky při dané koncentraci absorbující příměsi M , což je vyjádřeno prostřednictvím indexu nula.

V představě o transformaci určité těkavé látky z její plynné do částicové podoby se tedy předpokládá, že podstatnou roli hraje přítomnost absorbujícího činidla, tj. látky částicové povahy, na niž dochází k akreci (zachycování) molekul (popř. jejich shluků) těkavé látky, která přechází ze své plynné do částicové formy. V roli takového činidla mohou působit již dříve vzniklé kapičky (chomáčky) zkondenzované těkavé látky nebo jiné částice z jemných frakcí obecného atmosférického aerosolu. V případě těkavých látek dobře rozpustných ve vodě se jako absorbující činidlo mohou významně uplatnit i zárodky vodních kapiček vznikajících na běžných kondenzačních jádrech, popř. již dříve vzniklé drobné vodní kapičky vznášející se ve vzduchu.

Za situace, kdy je skutečný (aktuální) poměr P/GM menší než hodnota k definovaná rovnovážnou hodnotou tohoto poměru dle (1), dochází pro uvažovanou těkavou látku k přechodu z její plynné fáze do podoby částic. Naopak při skutečných hodnotách poměru P/GM větších, než by odpovídalo rovnovážnému stavu, dochází k inverzní transformaci, tj. k těkání dané látky z její částicové (kapalně nebo pevně) formy do plynné fáze.

Na základě právě uvedeného lze jednoduše vyslovit sumarizující závěr: Čím je koeficient k charakterizující prostřednictvím vztahu nepřímé úměrnosti volatilitu dané látky větší, tím obecně roste pravděpodobnost, že tato látka bude v atmosférických podmínkách přecházet z plynné fáze do částicové podoby. Samozřejmě to platí i naopak. Větší (menší) hodnota koeficientu k příslušejícího dané látce tedy odpovídá menší (větší) volilitě této látky. Převrácená hodnota koeficientu k , tj.

$$C = \frac{1}{k},$$

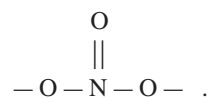
je pak pro danou těkavou látku úměrná její volilitě, tzn. že je při určité teplotě přímo úměrná napětí nasycených par této látky.

Obecně tedy bude přechod od plynných VOC k částicím SOA snadnější tehdy, jestliže v existující směsi VOC budou více zastoupeny složky s nižší volilitou, tj. s vyššími hodnotami jim příslušejícího koeficientu k , definovaného prostřednictvím (1), a s nižšími hodnotami tlaku jejich nasycených par. V další části tohoto příspěvku se proto budeme alespoň rámcově věnovat hlavním reakcím, do nichž vstupují plynné

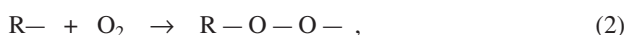
VOC s vyšší volilitou a na jejichž výstupech nalézáme látky s volilitou relativně sníženou vůči vstupujícím látkám.

3. REAKCE UPLATŇUJÍCÍ SE PŘI SNIŽOVÁNÍ VOLATILITY ORGANICKÝCH PŘÍMĚSÍ V ATMOSFÉŘE

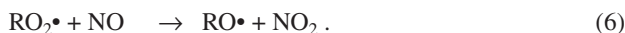
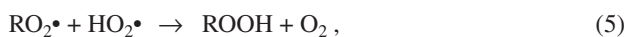
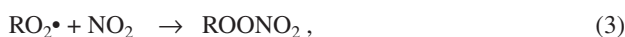
Východiskem pro následující popis budiž nějaká látka typu VOC s vhodnou volilitou a pro snadnost naší představy uvažujme v této roli alkan, tj. uhlovodík s uhlíkovým řetězcem, v němž se mezi atomy uhlíku vyskytují pouze jednoduché vazby. Právě zmíněný alkanový řetězec budeme v dalším označovat symbolem R . Typickou oxidační reakci potom představuje např. reakce s hydroxylovým radikálem $\text{OH}\cdot$, kdy je zpravidla od koncového atomu uhlíku v alkanovém řetězci odtržen atom vodíku, po němž zůstane na atomu uhlíku volná vazba, což vyjádříme jako $R\cdot$, a obdržíme tak alkylový radikál. Místo $\text{OH}\cdot$ však jako startovací oxidační činidlo může působit např. ozon O_3 nebo radikál NO_3 se strukturou



Alkylový radikál $R\cdot$ pak podstupuje rychlou adici kyslíkové molekuly



čímž vznikne peroxylový radikál, jež budeme v dalším označovat jako $\text{RO}_2\cdot$ a na němž je patrná jednoduchá peroxidová vazba mezi dvěma atomy kyslíku. Ve vztahu k tomuto radikálu existuje několik možností dalších reakcí

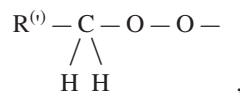


Výstupem reakce (3) jsou peroxytráty $R-\text{O}-\text{O}-\text{NO}_2$, u reakce (4) vystupují organické nitráty $R-\text{O}-\text{NO}_2$, v případě reakce (5), do níž vstupuje hydroperoxylový radikál $\text{HO}_2\cdot$ ($\text{H}-\text{O}-\text{O}\cdot$), dostáváme na výstupu hydroperoxydy ($R-\text{O}-\text{OH}$) a konečně výstupem reakce (6) je radikál $\text{RO}\cdot$ ($R-\text{O}\cdot$), jenž bývá označován jako alkoxylový radikál. Pokud se jedná o reakce NO s $\text{RO}_2\cdot$, je většinou reakcí zpravidla reakce (6) představující oxidaci NO na NO_2 prostřednictvím radikálu $\text{RO}_2\cdot$, zatímco reakce (4), vedoucí ke vzniku organických nitrátů, bývá reakcí spíše menšinou.

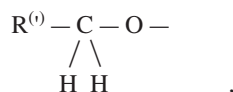
Kromě reakcí (3)–(6) se však mohou uplatňovat, a z hlediska procesu snižování volatility být efektivní, i vzájemné reakce peroxylových radikálů



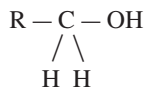
V roli R a R' si opět představme alkanové řetězce, jejichž zakončení má v (7–8) výchozí podobu



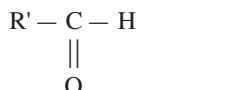
a na výstupu z reakce (7) se vyskytují alkoxyové radikály



jimiž se budeme ještě dále zabývat, zatímco z reakce (8) vystupují alkoholy



a aldehydy



Typickou reakcí alkoxyových radikálů je reakce s kyslíkem. Jako názorný a jednoduchý příklad uvažujme, že původní vstupující VOC je etan CH_3CH_3 a zde již popsanou cestou nám vznikne nejprve peroxylový radikál $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}_2\cdot$ a poté alkoxyový radikál $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}\cdot$. Následná reakce s kyslíkem má pak podobu



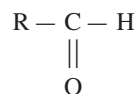
tj. vzniká acetaldehyd a hydroperoxylový radikál $\text{HO}_2\cdot$. S tímto radikálem jsme se zde již setkali na vstupu reakce (5) a připomeňme si elementární skutečnost, že spolu s hydroxylovým radikálem $\text{OH}\cdot$ patří k základním stavebním kamenům atmosférické fotochemie. Reakce (9) poté představuje jednu z mnoha možností jeho regenerace v atmosférickém prostředí.

Pro úplnost ještě uvedme, že prostřednictvím disociačních a izomerizačních reakcí se mohou alkoxyové radikály zpětně transformovat, mj. na alkylové radikály typu $\text{R}\cdot$. Ty pak prostřednictvím adice kyslíkové molekuly znovu vstupují do právě popsaných cyklů následných reakcí.

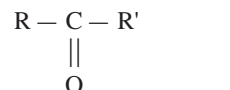
Z hlediska základní linie postupného snižování volatility ve směsi organických atmosférických příměsí se v literatuře (viz např. [4]) přisuzuje význam zejména tzv. hydroperoxydové cestě vycházející z reakce (5) a nezanedbatelnou roli přisuzují autoři i peroxyhydrátům, jež jsou běžně označovány zkratkou PAN a nalézáme je na výstupu reakce (4). Účinnost peroxyhydrátů v právě naznačovaném směru však může být poněkud redukována tím, že tyto látky v atmosféře podléhají dosti významnému tepelnému rozkladu. Z ostatních látek na výstupu reakcí, jimiž jsme se dosud zabývali, je vhodné povšimnout si zejména aldehydů (viz (8) a (9)). Ty mohou ve směsi VOC znovu od počátku vstupovat do příslušných reakcí produkujících hydroperoxydy a peroxyhydráty. Týká se to zejména aldehydů a dalších složek směsi VOC s menšími počty atomů uhlíku (tj. s kratšími uhlíkovými řetězci), zatímco složitější látky s dlouhými uhlíkovými řetězci se spíše vyznačují menší volatilitou a častěji tak jeví přímo tendenci ke kondenzačním pochodům.

Pro jednoduchost a přehlednost výkladu jsme dosud jako reprezentativní složky počáteční směsi VOC uvažovali alkany a zabývali jsme se pouze vstupní reakcí s hydroxylovým radikálem $\text{OH}\cdot$. Pokud však budeme na vstupu uvažovat reálné spektrum složek směsi VOC a vedle hydroxylového radiká-

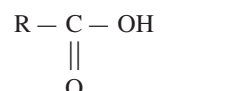
lu zahrneme i vstupní reakce s ozonem nebo radikálem $\text{NO}_3\cdot$, objeví se nám na výstupech uvedených reakcí (viz především reakce (7–9)) obecně karbonylové sloučeniny, do nichž se kromě aldehydů o struktuře



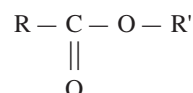
zahrnují i ketony



karboxylové kyseliny

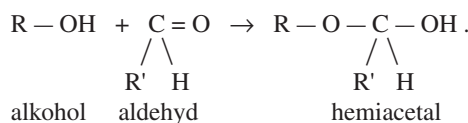
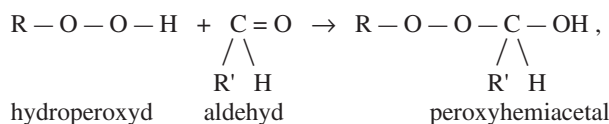


estery



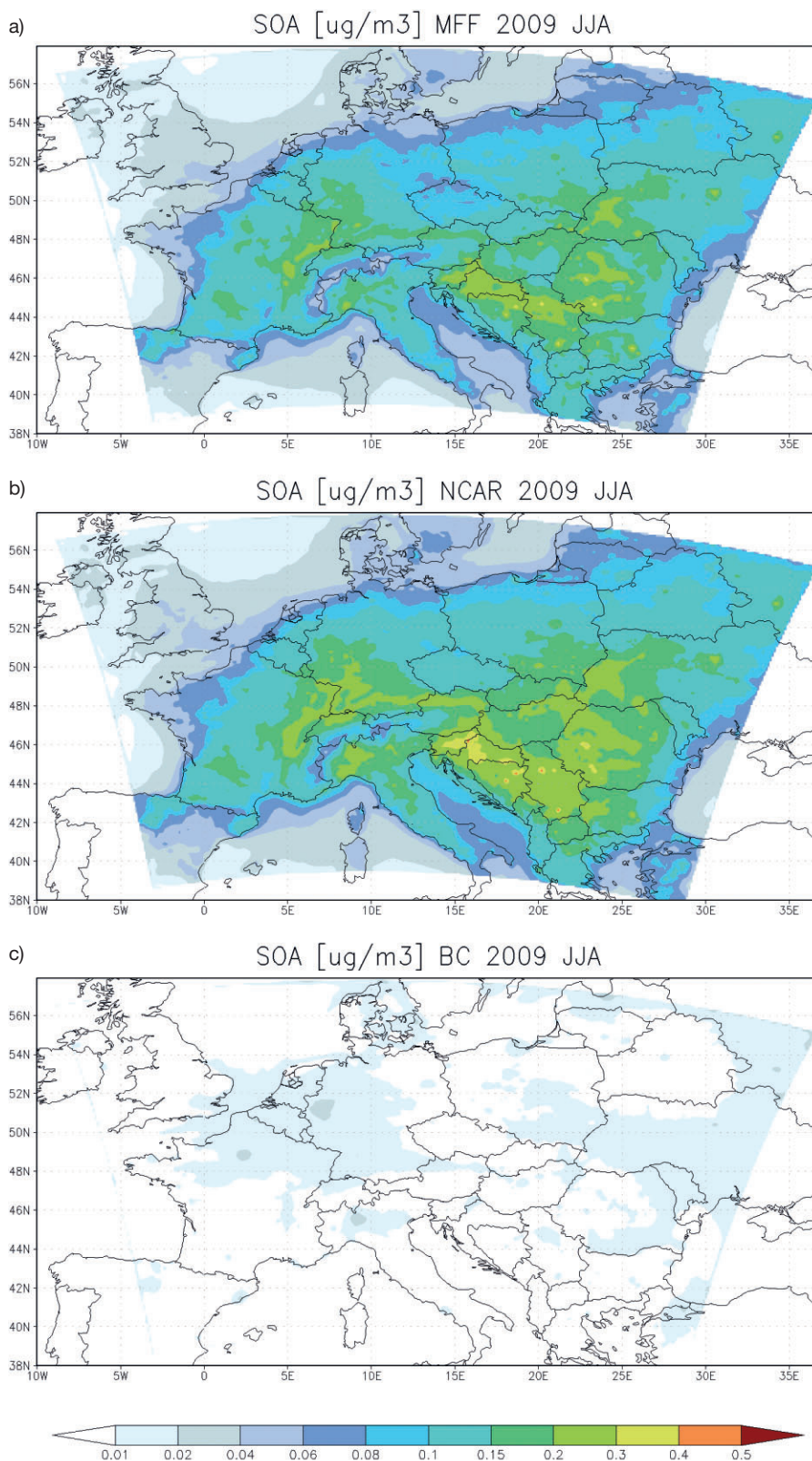
a další látky.

Doposud jsme se ve vztahu ke snižování volatility ve směsi organických atmosférických příměsí zabývali pouze reakcemi mezi složkami plynné fáze. Ke snižování volatility však dochází i v již zkondenzovaných fázích VOC, čímž se snižuje pravděpodobnost, že dříve vzniklé kapičky (chomáčky) kondenzátů se znovu odpaří. Přehled hlavních typů těchto heterogenních reakcí je podrobně zpracován např. v [4]. Zde uvedme pro ilustraci pouze dvě typické relativně jednoduché reakce, jimiž v částicích kondenzátů vznikají složitější a méně volatilní struktury



4. MODELOVÝ EXPERIMENT

Modelový experiment, zmíněný v úvodu, byl proveden s využitím technologické linky vzniklé propojením modelů MEGAN verze 2.1 s transportním chemickým modelem CAMx, verze 5.40, přičemž model MEGAN sloužil k výpočtům emisí biogenních těkavých organických látek (BVOC), které posléze představovaly vstupní údaje pro model CAMx. Modelové výpočty se realizovaly pro dvě prostorové domény, z nichž jedna pokrývala území větší části Evropy, zatímco druhá se vztahovala k území ČR a jejího bezprostředního okolí. V prvním případě se výpočty prováděly ve čtvercové síti uzlových bodů s prostorovým krokem 9×9 km, ve druhém případě byla použita obdobná, ale zjemněná síť s prostorovým krokem 3×3 km. Podrobnější informace o těchto doménách lze nalézt v [1, 2], zde si o nich lze učinit představu z obr. 1 a obr. 2. Při aplikaci modelu MEGAN pro výpo-

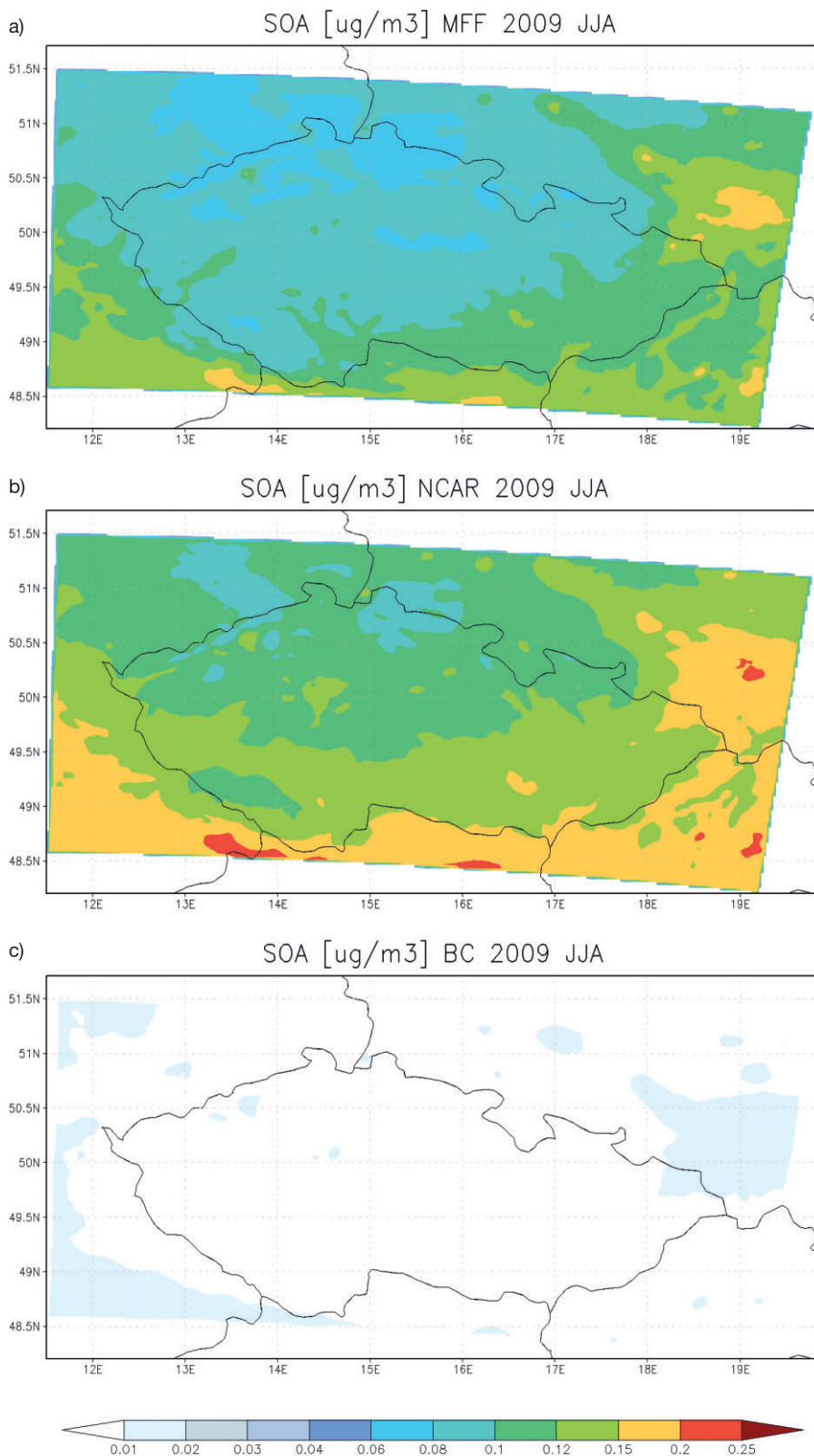


Obr. 1 Průměrné letní koncentrace (červen–srpen, JJA, June, July, August, 2009) sekundárních organických aerosolů (SOA) v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ spočtené na evropské modelové doméně se zahrnutím: a) biogenních emisí VOC modelovaných pomocí databáze landuse mff i antropogenních emisí VOC, b) biogenních emisí VOC modelovaných pomocí databáze landuse ncar i antropogenních emisí VOC, c) pouze antropogenních emisí VOC.

Fig. 1. Average summer surface concentrations (JJA, June, July, August, 2009) of Secondary Organic Aerosols (SOA) in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ evaluated on European domain with inclusion: a) biogenic emissions of VOC by database landuse mff and anthropogenic emissions of VOC, b) biogenic emissions of VOC by database landuse ncar and anthropogenic emissions of VOC, c) anthropogenic emissions of VOC only.

čet emisí BVOC byly použity dvě vstupní databáze typu landuse, první z nich v této stati nese pracovní označení landuse mff, druhá landuse ncar. Podrobnější údaje a komentáře vztahující se k těmto databázím lze opět nalézt v [1, 2], zde nám postačí připomenout, že databáze landuse ncar poskytovala ve srovnání s databází landuse mff na výstupu modelu MEGAN poněkud vyšší hodnoty emisních toků BVOC, ale tyto toky byly rozloženy s menší prostorovou variabilitou. Ohledně celkové emisní bilance těkavých organických látek (VOC) je však třeba uvést, že vedle biogenních emisí (BVOC), získávaných z výstupu modelu MEGAN, vstupovaly do modelu CAMx i antropogenní emise VOC, jež byly zadávány dle [7].

Výsledky našeho pilotního modelového experimentu s výpočtem přízemních koncentrací sekundárních organických aerosolů (SOA) jsou prezentovány na obr. 1 a obr. 2. Tyto obrázky mají vzájemně zcela analogické uspořádání, avšak odlišné barevné škálování, přičemž obr. 1 se vztahuje k větší ze zmíněných dvou domén (evropská doména), obr. 2 pak odpovídá doméně prostorově menší (doména ČR). Na obou obrázcích jsou zakreslena pole průměrných přízemních koncentrací SOA za zvolené modelové období letních měsíců červen–srpen 2009. Je to stejné období, jako u modelového experimentu s obsahem formaldehydu v atmosféře (viz [1]) a byla použita i stejná meteorologická data, týkající se teploty vzduchu a příkonu globálního slunečního záření. Dílčí obrázky 1a), resp. 2a) ukazují výsledky modelových výpočtů přízemních koncentrací SOA ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), jestliže do modelu CAMx vstupoval úhrn antropogenních emisí VOC a biogenních emisí spočtených modelem MEGAN na základě databáze landuse mff. V případě analogických výsledků prezentovaných na dílčích obrázcích 1b) a 2b) byla na vstupu pro model MEGAN aplikována databáze landuse ncar. Obrázky 1c) a 2c) posléze ukazují přízemní koncentrace SOA ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) spočtené modelem



Obr. 2 Totéž jako na obr. 1, ale pro vnitřní doménu České republiky.
Fig. 2. The same as in Fig. 1 but for the Czech Republic domain.

CAMx se zahrnutím pouze antropogenních emisí VOC dle [7], tedy bez emisí BVOC z výstupu modelu MEGAN. Tato verze modelových výsledků je na dílčích obrázcích 1c) a 2c) označena jako BC.

Porovnáme-li na obr. 1 a obr. 2 mezi sebou dílčí obrázky

a), b), c), je okamžitě zřejmé, že provedený modelový experiment svědčí o zásadním významu biogenních emisí těkavých organických látek ve vztahu k produkci SOA v atmosféře. Dále se dosti jasně ukazuje, že volba z dostupných databází typu landuse pro výpočet emisí BVOC má na konečný výsledek sice relativně malý, ale nikoli zanedbatelný vliv. Z toho je pochopitelné, že poněkud vyšší emise BVOC, získávané z modelu MEGAN při použití databáze landuse ncar (ve srovnání s databází landuse mff), se projevují určitým zvýšením produkce SOA. Pokud porovnáme prostorová rozložení přízemních koncentrací SOA na obr. 1 a obr. 2, dílčí obrázky a) a b), s analogickými prostorovými rozloženími emisí BVOC, získanými z výstupu modelu MEGAN, která byla publikována v [1, 2], dospějeme k očekávatelnému závěru, že tato rozložení vykazují značnou podobnost.

V této stati prezentované modelové odhady průměrných letních přízemních koncentrací SOA dosahují nad mořem hodnot kolem $0,01 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblastech významných přírodních zdrojů BVOC, v námi zahrnuté oblasti Evropy – zejména na Balkáně, se pak obvykle pohybují v rozmezí $0,3\text{--}0,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, nejvyšších koncentrací, cca $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, je tam dosahováno při použití databáze landuse ncar. Pro zeměpisnou oblast ČR dosahují modelové průměrné letní přízemní koncentrace SOA hodnot cca v rozmezí $0,06$ až $0,15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při použití databáze landuse ncar, použijeme-li landuse mff, vycházejí poněkud nižší hodnoty.

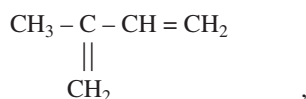
Koncentrace SOA získané z právě zmiňovaného modelového experimentu jsou evidentně dosti nízké. Tuto skutečnost lze dokumentovat např. přihlédnutím k [8], kde se na základě shrnutí výsledků prací řady dalších autorů dospívá k závěru, že v kontinentálních podmínkách mají koncentrace organických aerosolů podíl cca 20–60 % na celkové hmotové

koncentraci suspendovaných částic ve vzduchu, v oblastech tropických lesů činí tento podíl dokonce až 90 %. V takovýchto bilancích jsou však zahrnuty organické aerosoly jak primárního, tak sekundárního původu. V případě primárního původu se jedná o částice přímo emitované do ovzduší,

sekundární aerosolová složka vzniká až ve vzduchu transformací z původně plynných látek. Sekundární organické aerosoly, jimiž se zde zabýváme, pak mají dle [8] na celkových koncentracích organického aerosolu podíl v rozmezí cca 20–80 % v závislosti na lokálních podmínkách. V [8] se jako jednoznačná skutečnost konstatuje, že modelové výpočty produkce sekundárních organických aerosolů (SOA) dnes systematicky podhodnocují realitu a příčina se spatřuje v nejistotách a nepřesnostech uvažovaných modelových předpokladů a vstupních dat v několika směrech:

- nepřesnosti a nejistoty v odhadech bilancí těkavých organických látek (VOC), a to jak z kvantitativního hlediska, tak i z pohledu kvalitativního zastoupení složek jejich směsi ve vztahu k různému stupni volatility a odlišnému potenciálu při uplatnění se mnoha možných chemických reakcí,
- nejistoty v zahrnutí vlivů různých propadů prekurzorů SOA v přírodě,
- zanedbání nebo přílišné zjednodušení řady procesů v současných modelech, což se zejména týká heterogenních reakcí a interakcí s vodními aerosoly,
- nejistoty a nepřesnosti související se zahrnutím meteorologických podmínek do modelových výpočtů, mj. z hlediska citlivých parametrů charakterizujících poměry v mezní vrstvě atmosféry,
- nedostatečná znalost pozadových koncentrací jak přímo SOA, tak jeho prekurzorů,
- nejistoty při modelových aplikacích poznatků získaných pouze laboratorními měřeními (nikoli měřeními v reálné atmosféře).

Pro modelování vzniku SOA jsou v modelu CAMx (viz [7]) jako vstupující složky směsi VOC uvažovány z antropogenních emisí toluen a xyleny, zatímco z biogenních emisí mají zcela dominantní roli izoprén a terpeny. Toluén (metylbenzen) představuje uhlovodík, kde na benzenovém jádru je u jednoho ze šesti atomů uhlíku nahrazen k němu připojený atom vodíku metylem, tj. skupinou CH_3 . U xylenu (dimetylbenzen) jsou takto metylem nahrazeny vodíky u dvou atomů uhlíku. Podle vzájemné polohy těchto dvou uhlíkových atomů v benzenovém jádru pak rozlišujeme ortoxylen, metaxylen a paraxylen. Izoprén C_5H_8 má, jak známo, strukturní vzorec



zatímco terpeny $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ jsou složitější uhlovodíky, u nichž se rovněž uplatňují i struktury cyklického typu (benzenová jádra) a obsahují alespoň dvě dvojné vazby mezi atomy uhlíku.

V roli počátečních oxidačních reakcí, jimiž startují série chemických reakcí vedoucí ke vzniku látek s nižší volatilitou, se u toluenu a xylenu v použité verzi modelu CAMx počítá pouze s reakcemi s hydroxylovým radikálem $\text{OH}\cdot$, zatímco v případě biogenních VOC se zahrnují i reakce s ozonem a radikálem NO_3 .

Z právě uvedeného je zřejmé, že v modelu CAMx se ve srovnání s realitou uplatňuje technicky nutná redukce jak co do počtu uvažovaných vstupních látek, tak i ve struktuře zahrnovaných chemických reakcí. Na jedné straně nemůže být sporu o tom, že v podobě izoprénu a terpenů jsou zahrnuty rozhodující složky směsi biogenních těkavých organických látek, avšak podstatný zdroj nejistot je zřejmě dán obrovskou citlivostí problému, jehož podstata spočívá ve vzájemné provázanosti složitých cyklů chemických reakcí a v jejich větvení do dvou

hlavních směrů, z nichž jeden směřuje k formaldehydu jako cílovému produktu (o této větvi viz [1]), zatímco druhý vede k látkám s nižší volatilitou a dále k produkci SOA. O této problematice lze nalézt podrobnější informace např. v [8]. Odtud je zřejmé, že právě zde je třeba hledat klíč ke zdokonalování, zpřesnění a zefektivnění modelů chemických reakcí vedoucích v atmosféře ke vzniku SOA. Čtenář si však zároveň učiní představu o obrovské složitosti dané problematiky.

5. ZÁVĚR

Souhrnně možno konstatovat, že provedený pilotní modelový experiment zřejmě svědčí o perspektivnosti cesty modelových studií zaměřených na atmosférickou produkci sekundárních organických aerosolů (SOA). Tyto studie se nepochybně již v blízké budoucnosti mohou stát velmi efektivním příspěvkem k prohlubování poznání v dnes velmi aktuální tematické oblasti fyziky a chemie atmosférických aerosolů i v celém oboru atmosférické chemie. Lze oprávněně usuzovat, že dosavadní výsledky potvrzují principiální korektnost a obsahovou správnost nastoupeného směru v konstrukci příslušných modelů, ale současně je zřejmé, že se na tomto poli stále vyskytují četné zásadní nejistoty a nepřesnosti, jejichž minimalizace si vyžádá ještě velké úsilí, další výzkumy a rovněž nezanedbatelný čas.

Poděkování:

Tento článek vznikl za grantové podpory ze strany projektu LH11045 (KONTAKT II): Odhad emisí VOC z biogenních zdrojů pro účely chemického modelování přízemního ozonu a sekundárních atmosférických aerosolů ve střední Evropě – aplikace modelu MEGAN.

Literatura

- [1] BEDNÁŘ, J. – HUSZÁR, P. – ZEMÁNKOVÁ, K. – PIŠOFT, P., 2013. Srovnání modelových odhadů obsahu formaldehydu ve sloupci atmosféry s družicovým měřením – pilotní studie. *Meteorologické Zprávy*, roč. **66**, č. 4, s. 110–116.
- [2] ZEMÁNKOVÁ, K. – BRECHLER, J. – BEDNÁŘ, J., 2010. Modelový odhad emisí biogenních těkavých organických látek na území České republiky. *Meteorologické Zprávy*, roč. **63**, č. 6, s. 174–180.
- [3] ENVIRON, 2011. Comprehensive Air Quality Model with Extensions (CAMx)v5.40, User's guide, Environ International Corporation, Novato, California.
- [4] KROLL, J. H. – SEINFELD, J. H., 2008. Chemistry of secondary organic aerosol: Formation and evolution of low – volatility organics in the atmosphere. *Atmospheric Environment*, Vol. **42**, p. 3593–3624, doi 10.1016/j.atmosenv.2008.01.003.
- [5] PANKOW, J. F., 1994. An absorption-model of the gas-particle partitioning of organic compounds in the atmosphere. *Atmospheric Environment*, Vol. **28**, p. 185–188.
- [6] PANKOW, J. F., 1994. An absorption-model of the gas aerosol partitioning involved in the formation of secondary organic aerosol. *Atmospheric Environment*, Vol. **28**, p. 189–193.
- [7] BUTLER, T. et al., 2011. The Base Zdar (2005) Global Gridded Emission Inventory used in the EU FP7 Project MEGAPOLI (Final Version), MEGAPOLI Scientific Report 11–02, MEGAPOLI-28-REP-2011-01, 27 p.
- [8] CARLTON, A. G. – WIEDINMYER, C. – KROLL, J. H., 2009. A review of Secondary Organic Aerosol (SOA) formation from isoprene. *Atmos. Chem. Phys.*, Vol. **9**, p. 4987–5005, www.atmos-chem-phys.net/9/4987/2009/.

Lektoři (Reviewers): RNDr. Leona Matoušková, Ph.D., Mgr. Ondřej Vlček

ČASOVÁ VARIABILITA POZDNÍCH JARNÍCH A ČASNÝCH PODZIMNÍCH MRAZŮ V POLABÍ

Vera Potop, Luboš Türkott, Česká zemědělská univerzita v Praze, katedra agroekologie a biometeorologie, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, potop@af.czu.cz

Pavel Zahradníček, Petr Štěpánek, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43; Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Bělá 986/4a, Brno

Temporal variability of late spring and early autumn frosts in Elbe River lowland (Polabí). The paper deals with temporal evolution of the last spring frost, first fall frost and the length of the frost-free period during the growing season of vegetable crops in Elbe River lowland (Polabí). A regular gridded network with a high horizontal resolution of 10 km was applied. The daily minimum air temperature from 116 grid points throughout the studied area for the period 1961–2011 was used. For each grid and for each year, the first and the last frost day in three degrees of intensity (mild: $t_{\min} \in 0.0$ to -1.1 °C; moderate: $t_{\min} \in -1.2$ to -2.2 °C and severe: $t_{\min} \leq -2.2$ °C) were identified. Using these definitions, the last three spring and first three autumn frosts were specified for the spring and autumn of each year. The ending of the spring frost and beginning of the autumn frost were classified into three categories: early, mean, and late. In the last two decades, the last mild spring frosts were concentrated into categories of early and mean ending. Conversely, in the period from 1961 to 1980, the majority of cases were recorded in the mean and late ending categories of the last spring frost. Our results have demonstrated an earlier ending spring frost, a later beginning of autumn frost, and a longer the frost-free period in the studied region.

KLÍČOVÁ SLOVA: Polabí – zelenina – mráz pozdní jarní – mráz časný podzimní – stupeň závažnosti – období bezmrazové – katalog mrazů

KEY WORDS: Elbe River lowland – vegetables – late and early frosts – frost severities – frost-free period – catalog of frosts

1. ÚVOD

Důsledky klimatických změn pro moderní zemědělství budou záviset na třech hlavních faktorech. První z nich je samotná povaha změny klimatu. Druhým klíčovým faktorem je reakce produkčních systémů na změnu klimatu a vlastnosti atmosféry, jako je koncentrace oxidu uhličitého (CO_2), ozonu (O_3), aj. Třetím faktorem bude reakce zemědělství na celosvětové změny produkčních systémů a agrární politiky [5].

Tradičními oblastmi pěstování polní zeleniny v ČR jsou převážně nížinné polohy v údolích řek. Pěstitelská rizika těchto oblastí lze rozdělit do dvou hlavních skupin: v důsledku liberalizace obchodu nejistota a proměnlivá cena a produkční nejistota v důsledku extrémních meteorologických jevů. Problematika vlivu meteorologických extrémů na produkci polní zeleniny není v současné době dostatečně řešena a její studie prakticky chybí. Složitost těchto studií spočívá v kombinaci variability meteorologických jevů, finančních a tržních hledisek plynoucích z ekonomické globalizace [11, 12, 13, 14]. V důsledku vývoje klimatu, šlechtění nových odrůd a introdukce nových druhů zeleniny může docházet ke změnám hranic areálů vhodných pro její rentabilní pěstování. Polabí je díky své poloze a přírodním podmínkám významnou pěstitelskou oblastí zeleniny a produkuje velký díl výnosu tržních druhů v České republice.

V 60. a 70. letech byla problematika jarních a podzimních mrazů a jejich dopadů na zemědělskou produkci věnována značná pozornost [7, 9, 10, 17]. Tyto studie vycházely převážně z hodnocení a předpovědi mrazových rizik. V poslední době zůstala tematika jarních a podzimních mrazů na pozadí zájmu klimatologů a meteorologů, ačkoli jarní mrazy patří nepochybně mezi významné meteorologické extrémy v ČR [2]. Velká část klimatologických studií se dnes zabývá analýzou datových souborů sekulárních stanic (např. Praha-Klementinum), jejichž dlouhé datové řady jsou vhodné převážně pro hodnocení vývoje městského klimatu, a nevhodné pro zemědělské analýzy. Přitom existující datová základna přístrojových měření na širokém území ČR umožňuje studovat problematiku jarních a podzimních mra-

zů, včetně jejich dopadů, v podstatně širším měřítku než kdykoliv v minulosti. Tematika mrazů je předmětem analýz také v zahraničí [1, 6, 16, 21, 22].

Analýzy rizik výskytu posledních a prvních mrazů a bezmrazových období ve srozumitelné a praktické formě pro zemědělce jsou velmi užitečné pro snížení dopadů mrazů na ekonomický výsledek zemědělského podniku. Detailní regionální a lokální informace o výskytu jarních a podzimních mrazů, spolu s informacemi o vlastnostech klimatu, půdy a vody, mohou pomoci zemědělcům mnohem efektivněji řídit jejich zemědělskou činnost. To pak může být považováno za agrometeorologickou službu pro zemědělce. Nepravidelný výskyt jarních a podzimních mrazů v Polabí vede k výrazným zemědělským ztrátám.

V České republice se poměrně málo studií zabývá ekonomickou a klimatickou regionalizací výroby polní zeleniny. Nedostatek studií na toto téma, zejména v posledních desetiletích, může vycházet z toho, že v důsledku agrární politiky státu s nerovnoměrnými dotačními pravidly došlo k omezení sortimentu pěstované zeleniny. Produkční zelinářské plochy byly osazovány pouze druhy s jistým ekonomickým ziskem. Tím se výrazně snížil sortiment i produkční plocha. Naše výstupy budou užitečné pro lepší pochopení produktivity zeleniny s ohledem na změny klimatu, včetně zvyšující se četnosti výskytu extrémních meteorologických jevů. Na základě toho budou moci být přijaty patřičné strategie ke zmírnění následků mrazů, a tím minimalizovány ztráty v zemědělské produkci.

2. MATERIÁL A METODA

V práci byl zpracován datový soubor denní minimální teploty vzduchu za období 1961–2011. Sledovaným kritériem byl výskyt posledního jarního mrazu a prvního podzimního mrazu v počtech dní od 1. ledna (1) do 31. prosince (365 resp. 366). Území Polabí bylo reprezentováno souborem 116 gridových bodů, s nadmořskou výškou od 169 m do 573 m. Byla použita pravidelná gridová síť meteorologických prvků s rozlišením 10 km (ALADIN-Climate/CZ). Gridové body vznikly

Tab. 1 Časnost nástupu podzimních mrazů a ukončení jarních mrazů daných intenzit v počtu dnů od 1. ledna.

Table 1. Timing classification of the ending of the spring frost and beginning of the autumn frosts.

	Kvantily	Poslední jarní slabý mráz	Poslední jarní mírný mráz	Poslední jarní silný mráz	První podzimní slabý mráz	První podzimní mírný mráz	První podzimní silný mráz
Časný	<25	<102	<92	<86	<284	<290	<294
Střední	25–75 %	102–121	92–113	86–111	284–303	290–313	294–317
Pozdní	>75 %	>121	>113	>111	>303	>313	>317

přepočítáním z tzv. technických řad stanic. Tyto technické řady jsou vypočteny v umístění klasických klimatologických a srážkoměrných stanic a z jejich naměřených dat vychází. Byla u nich provedena kontrola kvality dat, homogenizace a doplnění všech chybějících hodnot pro shodné období 1961–2011 [18]. Z takto vypočtených řad byla metodou IDW (Metoda vážené inverzní vzdálenosti, Inverse Distance Weighting) získána pravidelná 10kilometrová síť meteorologických prvků pro území České republiky [19]. Vše, včetně následných analýz pro tuto práci, bylo provedeno v programu ProClimDB a Anclim, jejichž autorem je Petr Štěpánek (www.climahom.eu).

Pro každý gridový bod a rok byl určen první a poslední mrazový den a délka bezmrazového období (časový interval mezi posledním jarním mrazem a prvním podzimním mrazem). Z těchto charakteristik jednotlivých gridových bodů byl vypočten a dále využíván plošný průměr hodnot za oblast České tabule. Technické řady dat ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a délky bezmrazového období byly porovnány s databází referenčních stanic v Polabí (Poděbrady, Hradec Králové, Čáslav, Tisíce a Tuhaň). Hodnoty referenčních řad staniční sítě se významně nelišily od databáze technických řad. Technické řady ve svých extrémech nepřevyšovaly řady staniční sítě.

Agrometeorologické riziko poškození produkce je závislé na kritické hranici minimální teploty vzduchu, která je pro jednotlivé druhy zeleniny a jejich vývojové fáze různá. Proto pro hodnocení rizika byla využita denní minimální teplota vzduchu v období výsevu/výsadby a sklizně zeleniny. S ohledem na fyziologické nároky jednotlivých druhů a metodiku Světové meteorologické organizace byly vytvořeny hranice intervalů kritických denních teplot: slabý mráz $t_{\min} \in 0,0$ až $-1,1$ °C, mírný mráz $t_{\min} \in -1,2$ až $-2,2$ °C a silný mráz $t_{\min} \leq -2,2$ °C [21]. Pomocí těchto intervalů byly určeny tři stupně intenzity posledních jarních a tři stupně prvních podzimních mrazů pro každý gridový bod a rok. Dle data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit byla dle normálního rozdělení určena jejich časnost: časné, střední a pozdní ukončení, resp. nástup (tab. 1). Ze statistické analýzy datových souborů byl vytvořen katalog let s výskytem jarních a podzimních mrazů dle jejich intenzity. Katalog obsahuje pro jednotlivé roky, intenzity a časnosti plošné průměry data nástupu/ukončení mrazů. V rámci sledovaného období byly vybrány měsíce s největším rizikem poškození zeleniny mrazy (duben, květen, čer-

ven, září a říjen). V časovém intervalu 1961–2011 byla provedena trendová analýza změny data ukončení jarních mrazů, nástupu prvních podzimních mrazů daných intenzit a délky bezmrazového období. Pro vytvoření katalogu mrazů, určení pravděpodobnosti jejich výskytu a trendové analýzy programem Statistika 9 bylo každé datum převedeno na pořadí dne v roce s ohledem na přestupné roky a po ukončení analýzy zpětně konvertováno.

Časnost a pravděpodobnost výskytu jarních a podzimních mrazů dle jejich intenzity byla testována celým souborem statistických rozložení programu Statistika 9 a jako nejvhodnější byly vybrány normální a Pearsonovo rozložení. Pro určení pravděpodobnosti výskytu bylo použito Pearsonovo rozložení třetího typu, kdy extrémní hodnoty datových souborů (nejpozdější a nejčasnější ukončení, resp. nástup jarních a podzimních mrazů) byly hranice horního a dolního percentilu. Obdobný postup byl aplikován ve výzkumu [16].

3. VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Statistické charakteristiky data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a bezmrazové období v Polabí

Načasování výsadby teplomilné zeleniny je spojeno s nástupem bezmrazového období. Průměrné ukončení mrazů o dané intenzitě v Polabí zobrazuje tab. 2. Průměrný konec mrazového období v Polabí byl stanoven na 112 den v roce, tedy na 22. duben. Mírné a silné mrazy končily dříve a průměrné datum ukončení bylo 13. a 8. dubna. Nejčasnější ukončení slabých jarních mrazů jako plošný průměr za období 1961–2011 nastalo 15. března. Největším rizikem pro polní zelinářství jsou pozdní jarní mrazy. Nejpozději se slabé mrazy vyskytly 13. června. Z analýzy všech gridových bodů za sledované období byla prostorová variabilita ukončení jarních mrazů od 15. března do 13. června.

První podzimní slabé mrazy nastaly v Polabí 17. září, nejpozdější nástup mrazů byl 25. listopadu. Mrazy s vyšší intenzitou nastaly později, nejčasnější počátek mírných a silných mrazů byl 27. září a 3. října a nejpozdější počátek mírných a silných mrazů spadal již do zimního období 10. a 11. prosince. Z tohoto vyplývá, že se v rámci Polabí vyskytují oblasti a ročníky s možným prodloužením vegetace zeleniny snášející slabé mrazy, což umožní rozložení sklizně. Z klimatologického hlediska toto znamená oddálení nástupu zimy. Bezmrázové období v Polabí trvá v průměru 180 dní, tedy téměř polovinu roku. Časoprostorová

Tab. 2 Statistické charakteristiky data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a délka bezmrazového období.

Table 2. Statistical characteristics of dates of spring and autumn frosts for three frost severities and the length of the frost-free period averaged over the Elbe river lowland for the period from 1961–2011.

	Poslední jarní slabý mráz	Poslední jarní mírný mráz	Poslední jarní silný mráz	První podzimní slabý mráz	První podzimní mírný mráz	První podzimní silný mráz	Bezmrazové období
Průměr	22. duben	13. duben	8. duben	20. říjen	29. říjen	1. listopad	180
Standardní odchylka	15	16	14	15	17	16	25
Nejčasnější ukončení/nástup	15. březen	28. únor	6. březen	17. září	27. září	3. říjen	93
Nejpozdější ukončení/nástup	13. červen	15. květen	5. květen	25. listopad	10. prosinec	11. prosinec	284

variabilita délky bezmrazového období za dlouhodobý průměr 1961–2011 se pohybovala ve velmi širokém intervalu 93–284 dní (tab. 2).

3.2 Pravděpodobnost výskytu pozdních jarních mrazů, prvních podzimních mrazů a délka bezmrazového období

Jak uvádí tabulka 3, pravděpodobnost výskytu pozdních jarních mrazů klesá s jejich rostoucí intenzitou. S 96% pravděpodobností se vyskytují v Polabí pozdní slabé mrazy 20. května a dříve, mírné mrazy 13. května a dříve a silné mrazy 5. května a dříve. Ukončení jarních slabých mrazů 20. května, mírných mrazů 13. května a silných mrazů 5. května tedy může nastat v porovnání s průměrem jednou za 25 let, kdy ukončení jarních mrazů nastává 112. den v roce (22. duben), což odpovídá pravděpodobnosti výskytu jedenkrát za dva roky. S 90% pravděpodobností jsou jarní mrazy ukončeny do poloviny května. Výskyt mrazů v měsíci květnu je z pohledu zemědělské produkce velmi nebezpečný [22]. Riziko výskytu květnových mrazů je velmi vysoké, neboť se slabé mrazy mohou vyskytnout jedenkrát za čtyři roky ještě 3. května, mírné mrazy jedenkrát za 10 let 5. května a silné mrazy jedenkrát za 25 let také 5. května (tab. 3). Z historického hlediska je považována výsadba teplo-milných druhů zeleniny před termínem 15. května (ledový muži), tedy 135 den v roce, za rizikovou. Z analýzy vyplývá, že v oblasti Polabí se mohou jarní mrazy po ledových mužích vyskytnout přibližně jedenkrát za 10 let.

Z tabulky 3 je patrný posun nástupu prvních podzimních mrazů do druhé poloviny podzimu. První podzimní mrazy se s vysokou pravděpodobností 96% vyskytují 22. září a později, mírné mrazy 29. září a později a silné mrazy 4. října a později. S pravděpodobností jedenkrát za 10 let se může první podzimní mráz vyskytnout již 30. září a jedenkrát za 25 let již 22. září. Mírné podzimní mrazy se v měsíci září vyskytují jen ojediněle jedenkrát za 25 let (29. září) a silné podzimní mrazy se v měsíci září v oblasti Polabí nevyskytly, kromě dvou dnů 24. 9. 1964 a 29. 9. 1970. S výrazně vyšší pravděpodobností jedenkrát za tři roky je počátek slabých podzimních mrazů určen na 13. říjen, mírných podzimních mrazů na 21. říjen a silných podzimních mrazů na 25. říjen. V průměru, tedy jedenkrát za dva roky je počátek slabých, mírných a silných podzimních mrazů datován na 20. říjen, 29. říjen a 1. listopad. Z toho vyplývá, že první polovina října je v Polabí z pohledu poškození polní zeleniny silným podzimním mrazem málo riziková.

Délka bezmrazového období je závislá na časnosti výskytu posledních jarních mrazů a nástupu prvních podzimních mra-

zů. Z pohledu polního zelinářství je výhodnější převážně posun bezmrazového období do jarních měsíců než jeho délka. Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.1, jsou na mrazy citlivé převážně jarní výsadby zeleniny a riziko ztrát je tak velké. Dále pak dosažením časně produkce rané zeleniny je na trhu realizována vyšší prodejní cena. S pravděpodobností 96% se délka bezmrazového období v Polabí pohybuje v intervalu 137 až 221 dní. Extrémně dlouhé (221 dní) a extrémně krátké (137 dní) vegetační období v Polabí nastává jedenkrát za 25 let. Nejdelší vegetační dobu z polní zeleniny má zelenina kořenová, která s výjimkou celeru snáší slabé i mírné mrazy. Vegetační doba celeru od výsadby po technickou zralost je přibližně 200 dní. Takto dlouhé vegetační období se vyskytuje v Polabí jedenkrát za 5 let. Z uvedeného vyplývá, že pro maximální využití výnosového potenciálu plodiny musí být využita speciální agrotechnická opatření, např. nastýlka netkanou textilií, což zvyšuje náklady na pěstování. Dlouhé vegetační období umožní u listové a některé košťálové zeleniny výsevy/výsadby vícekrát za sezonu, a tím opakovanou sklizeň.

3.3 Katalog let s výskytem jarních mrazů dle intenzit a časnosti a bezmrazového období

Z časového hlediska můžeme ukončení jarních mrazů a nástup podzimních mrazů o dané intenzitě rozdělit na časný, střední a pozdní. Pro hodnocení vlivu mrazů na produkci zeleniny jsou nejvíce rizikové pozdní ukončení jarních mrazů a časný počátek podzimních mrazů. Z katalogu mrazů (tab. 4) je patrné, že poslední dvě dekády sledovaného období měly z pohledu plošného průměru za Polabí časně a střední ukončení slabých jarních mrazů a v měsíci květnu se zde mrazy již nevyskytovaly. Nejčasnější nástup jara v Polabí charakterizovaný posledním mrazem byl v letech 1961 (1. duben), 2009 (2. duben), 1986 (3. duben) a 2000 (4. duben). Roky 1961, 2000 a 2009 měly zároveň nejdelší bezmrazové období, které trvalo 217, 210 a 205 dní. Časný nástup jara společně s pozdním nástupem podzimních mrazů v letech 1961 (5. listopad) a 2000 (31. října) dává předpoklad vhodných podmínek pro výsevy a výsadbu polní zeleniny, její zrání a sklizeň. Na výši a kvalitu výnosu zeleniny mají však vliv i ostatní faktory, což se projevilo v roce 2000, kdy byl z dlouhodobého pohledu výnos zeleniny ve Středočeském kraji výrazně podprůměrný [12]. Snížení výnosu zeleniny v Polabí v roce 2000 bylo způsobeno silnými dešti v měsíci březnu, podprůměrnými srážkami a nadprůměrnými teplotami v měsících dubnu, květnu a červnu a mimořádně studeným červencem (odchylka průměrné měsíční teploty vzduchu od normálu činila $-2,5^{\circ}\text{C}$). Pozdní ukončení slabých jarních mrazů se zápornými teplotami v první polovině května nastalo v Polabí v pěti po sobě jdoucích letech 1976, 1977,

Tab. 3 Data výskytu pozdních jarních mrazů a prvních podzimních mrazů s různou pravděpodobností v Polabí v počtu dnů od 1. ledna.

Table 3. Dates of the last spring frost, the first autumn frosts for various probabilities in Polabí.

Pravděpodobnost	Poslední jarní slabý mráz	Poslední jarní mírný mráz	Poslední jarní silný mráz	První podzimní slabý mráz	První podzimní mírný mráz	První podzimní silný mráz
jedenkrát za 25 let	140 (20. květen)	133 (13. květen)	125 (5. květen)	265 (22. září)	272 (29. září)	277 (4. říjen)
jedenkrát za 10 let	132 (12. květen)	125 (5. květen)	118 (28. duben)	273 (30. září)	280 (7. říjen)	284 (11. říjen)
jedenkrát za 5 let	125 (5. květen)	117 (27. duben)	111 (21. duben)	280 (7. říjen)	287 (14. říjen)	291 (18. říjen)
jedenkrát za 4 roky	123 (3. květen)	115 (25. duben)	109 (19. duben)	282 (9. říjen)	290 (17. říjen)	294 (21. říjen)
jedenkrát za 3 roky	118 (28. duben)	110 (20. duben)	105 (15. duben)	286 (13. říjen)	294 (21. říjen)	298 (25. říjen)
jedenkrát za 2 roky	112 (22. duben)	103 (13. duben)	98 (8. duben)	293 (20. říjen)	302 (29. říjen)	305 (1. listopad)

Tab. 4 Průměrné datum ukončení výskytu pozdních jarních mrazů dle intenzity a délka bezmrazového období (dny) v Polabí (tabulka zpracována podle platné metodiky WMO).

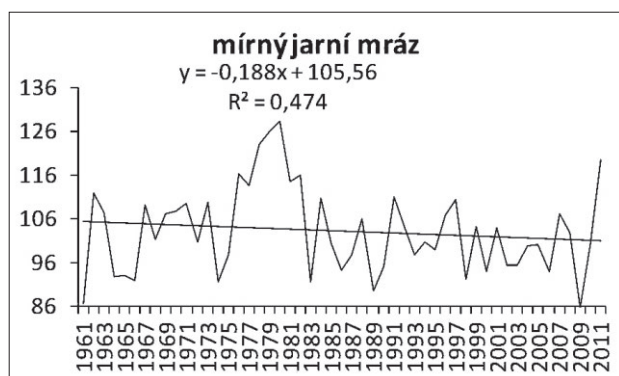
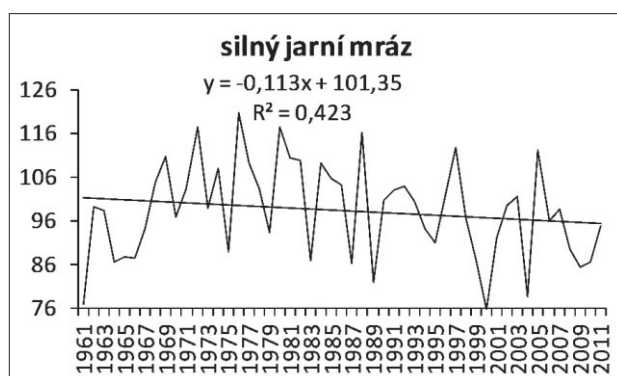
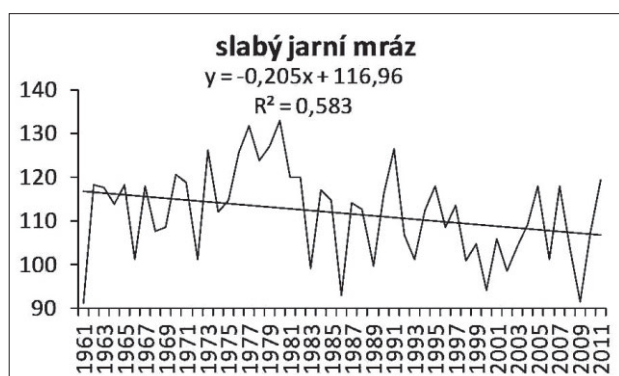
Table 4. The mean dates of the ending spring frost for three frost severities and the length of frost-free period over Polabí (The table is processed according to the applicable methodology WMO).

Rok	Bezmrazové období	Slabý jarní mráz			Mírný jarní mráz			Silný jarní mráz		
		Časný	Střední	Pozdní	Časný	Střední	Pozdní	Časný	Střední	Pozdní
1961	217	1. 4.			28. 3.			18. 3.		
1962	173		28. 4.			22. 4.			9. 4.	
1963	169		28. 4.			17. 4.			8. 4.	
1964	167		23. 4.			2. 4.			27. 3.	
1965	166		28. 4.			3. 4.			29. 3.	
1966	202	11. 4.			2. 4.				28. 3.	
1967	177		28. 4.			19. 4.			4. 4.	
1968	194		17. 4.			10. 4.			14. 4.	
1969	178		18. 4.			17. 4.			21. 4.	
1970	147		1. 5.			18. 4.			7. 4.	
1971	149		29. 4.			20. 4.			13. 4.	
1972	180	10. 4.				10. 4.				26. 4.
1973	161			6. 5.		20. 4.			9. 4.	
1974	171		22. 4.		2. 4.				18. 4.	
1975	172		25. 4.			8. 4.			30. 3.	
1976	177			4. 5.			25. 4.			30. 4.
1977	143			12. 5.			24. 4.		19. 4.	
1978	176			4. 5.			3. 5.		13. 4.	
1979	152			7. 5.			6. 5.		3. 4.	
1980	156			12. 5.			7. 5.			26. 4.
1981	176		30. 4.				24. 4.		20. 4.	
1982	182		30. 4.				26. 4.		20. 4.	
1983	190	9. 4.			2. 4.				28. 3.	
1984	184		26. 4.			20. 4.			19. 4.	
1985	179		25. 4.			11. 4.			16. 4.	
1986	190	3. 4.				4. 4.			14. 4.	
1987	184		24. 4.			8. 4.			27. 3.	
1988	190		22. 4.			15. 4.				25. 4.
1989	190	10. 4.			30. 3.			23. 3.		
1990	183		26. 4.			5. 4.			11. 4.	
1991	167			6. 5.		21. 4.			13. 4.	
1992	179		16. 4.			14. 4.			13. 4.	
1993	187	11. 4.				8. 4.			10. 4.	
1994	167		22. 4.			11. 4.			4. 4.	
1995	180		28. 4.			9. 4.			1. 4.	
1996	200		18. 4.			16. 4.			11. 4.	
1997	170		24. 4.			20. 4.				23. 4.
1998	199	11. 4.				2. 4.			6. 4.	
1999	186		15. 4.			14. 4.			28. 3.	
2000	210	4. 4.				3. 4.		16. 3.		
2001	208		16. 4.			14. 4.			2. 4.	
2002	194	8. 4.				6. 4.			10. 4.	
2003	180		14. 4.			5. 4.			12. 4.	
2004	187		18. 4.			9. 4.		19. 3.		
2005	190		28. 4.			10. 4.				22. 4.
2006	197	11. 4.				4. 4.			6. 4.	
2007	176		28. 4.			17. 4.			9. 4.	
2008	192		13. 4.			12. 4.			30.3.	
2009	205	2. 4.			27. 3.			26. 3.		
2010	175		18. 4.			10. 4.			28. 3.	
2011	171		29. 4.				28. 4.		5. 4.	

Tab. 5 Průměrné datum nástupu prvních podzimních mrazů dle intenzity v Polabí (tabulka zpracována podle platné metodiky WMO).

Table 5. The mean dates of the beginning autumn frost for three frost severities in Polabí (The table is processed according to the applicable methodology WMO).

Rok	Slabý podzimní mráz			Mírný podzimní mráz			Silný podzimní mráz		
	Časný	Střední	Pozdní	Časný	Střední	Pozdní	Časný	Střední	Pozdní
1961			5. 11.			21. 11.			20. 11.
1962		19. 10.			25. 10.			26. 10.	
1963		14. 10.			23. 10.			9. 11.	
1964	8. 10.				25. 10.			1. 11.	
1965		12. 10.		15. 10.			18. 10.		
1966			30. 10.		3. 11.			31. 10.	
1967		23. 10.			4. 11.				14. 11.
1968		28. 10.			24. 10.			2. 11.	
1969		15. 10.				12. 11.		7. 11.	
1970	26. 9.			15. 10.				8. 11.	
1971	26. 9.			9. 10.			7. 10.		
1972	8. 10.			11. 10.			7. 10.		
1973		15. 10.			24. 10.		13. 10.		
1974	11. 10.				26. 10.			5. 11.	
1975		15. 10.			29. 10.			28. 10.	
1976			30. 10.			17. 11.			26. 11.
1977	3. 10.				25. 10.				24. 11.
1978		28. 10.			5. 11.				13. 11.
1979	7. 10.			15. 10.			18. 10.		
1980		15. 10.			23. 10.			28. 10.	
1981		24. 10.			3. 11.			9. 11.	
1982		30. 10.			8. 11.			6. 11.	
1983		17. 10.			28. 10.			28. 10.	
1984		28. 10.				13. 11.			29. 11.
1985		22. 10.			21. 10.			24. 10.	
1986	11. 10.				31. 10.				18. 11.
1987		26. 10.			4. 11.			3. 11.	
1988			29. 10.		30. 10.			27. 10.	
1989		18. 10.			7. 11.				16. 11.
1990		27. 10.			31. 10.			26. 10.	
1991		21. 10.			27. 10.			23. 10.	
1992		13. 10.		16. 10.			12. 10.		
1993		16. 10.			18. 10.			27. 10.	
1994	8. 10.			12. 10.			7. 10.		
1995		26. 10.			25. 10.			30. 10.	
1996			4. 11.		5. 11.				20. 11.
1997		12. 10.			21. 10.		20. 10.		
1998		28. 10.			6. 11.			12. 11.	
1999		19. 10.			26. 10.			21. 10.	
2000			31. 10.			28. 11.			18. 11.
2001			10. 11.			11. 11.		7. 11.	
2002		21. 10.			3. 11.			4. 11.	
2003		12. 10.			19. 10.		17. 10.		
2004		23. 10.			20. 10.			24. 10.	
2005			5. 11.			11. 11.		22. 10.	
2006		27. 10.			31. 10.			30. 10.	
2007		22. 10.		15. 10.				6. 11.	
2008		23. 10.			4. 11.			7. 11.	
2009		25. 10.			2. 11.				20. 11.
2010	11. 10.			15. 10.				23. 10.	
2011		19. 10.		17. 10.			20. 10.		

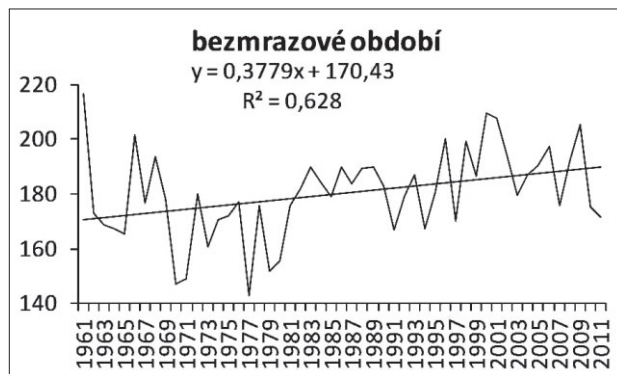
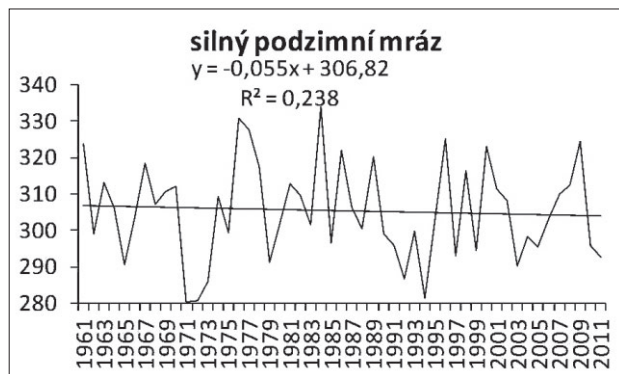
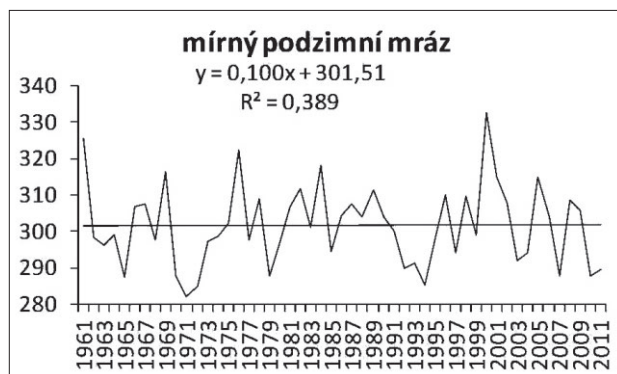
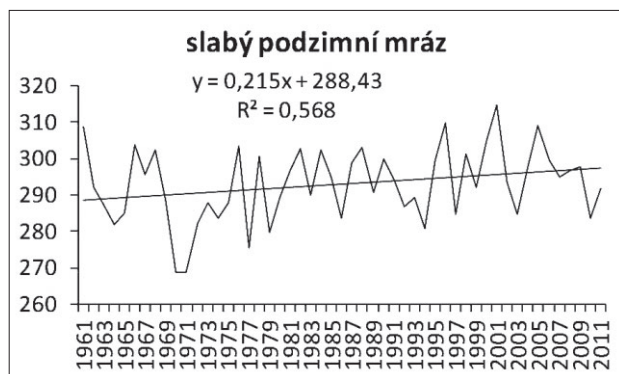


Obr. 1 Trendy změny data posledních jarních mrazů v Polabí za období 1961–2011 dle stupně intenzity v počtu dnů od 1. ledna.

Fig. 1. Trends of changes in data of last spring frost of the three frost severities mild, moderate and severe over Polabí for the period 1961–2011.

1978, 1979 a 1980 společně s roky 1973 a 1991. Zároveň roky 1977, 1979 a 1980 měly v Polabí v porovnání s průměrem (180 dní) velmi krátké bezmrazové období 143, 152 a 156 dní. V nejteplejší oblasti Polabí, Poděbradsku, byly v letech 1973, 1976,

1978, 1979 a 1980 naměřeny záporné teploty ještě v první polovině května. Nejpozdější slabý mráz $-0,2^{\circ}\text{C}$ se v Poděbradech vyskytl 16. května a 15. května v letech 1973 a 1976. V roce 1979 a 1980 byly poslední jarní mrazy 4. května $-1,2^{\circ}\text{C}$ a 5. května $-2,2^{\circ}\text{C}$ a byly vyhodnoceny jako mírné. Mrazové období v roce 1978 bylo v nejteplejší oblasti Polabí, Poděbradsku, ukončeno 11. května silným jarním mrazem $-2,7^{\circ}\text{C}$ a plošně v průměru za celé Polabí byl konec silných jarních mrazů 13. dubna (tab. 4). Mimořádně extrémní rok z hlediska ukončení jarních mrazů byl rok 1976 s pozdním ukončením slabých (4. květen), mírných (25. duben) i silných (30. duben) jarních mrazů. Pozdní výskyt silných mrazů 30. dubna byl zjištěn u 98 % gridových bodů a byl způsoben severovýchodní cyklonální situací, která již třetí den



Obr. 2 Trendy změny data prvních mrazů v Polabí za období 1961–2011 dle stupně intenzity a délky bezmrazového období v počtu dnů od 1. ledna.

Fig. 2. Trends of changes in data of last first autumn frost of the three frost severities mild, moderate and severe, as well as the length of the frost-free period over Polabí for the period 1961–2011.

ovlivňovala počasí na území ČR. Tento rok však měl průměrnou délku bezmrazového období (177 dní), což bylo způsobeno pozdním počátkem slabých (30. říjen), mírných (17. listopad) i silných (26. listopad) podzimních mrazů.

3.4 Katalog let s výskytem podzimních mrazů dle intenzity a časnosti

Pozdní nástup podzimních mrazů prodlužuje vegetační období polní zeleniny. Druhé a třetí nejkratší bezmrazové období 147 a 149 dnů měly roky 1970 a 1971. V obou těchto letech byl časný nástup slabých podzimních mrazů, a to již 26. září. 70. léta dvacátého století měla 6 roků s časným nástupem slabých podzimních mrazů, čtyři roky s časným nástupem mírných a silných mrazů a 9 let s délkou bezmrazového období pod hodnotou průměru (tab. 5). 80. léta 20. století měla většinou průměrný počátek podzimních mrazů všech intenzit, s výjimkou roku 1986, kdy slabé mrazy nastaly v průměru za Polabí již 284. den roku, tedy 11. října. Silné mrazy však v roce 1986 měly pozdní nástup, a to až o 38 dní později, tj. 18. listopadu. 90. léta byla mimořádná časným nástupem silných podzimních mrazů. V roce 1994 bylo v Polabí ukončeno bezmrazové období velmi brzy, a to časným nástupem silných podzimních mrazů 7. října (tab. 5), které nastaly o den dříve, než mrazy se slabou intenzitou. Obdobně tomu bylo i v roce 1992, kdy silné podzimní mrazy začaly 12. října a slabé mrazy 13. října. V první dekádě 21. století tato situace nastala v roce 2001, kdy silné podzimní mrazy začaly o tři dny dříve než slabé mrazy. Tento rok měl zároveň nejpozdější ukončení bezmrazového období z celého sledovaného období 1961 až 2011. Případy náhlého nástupu silných podzimních mrazů jsou spojeny s výskytem netypické synoptické situace pro podzimní období. Roky 2010 a 2011 měly časný nástup podzimních mrazů lokalizovaných do období sklizně kořenové zeleniny (tab. 5).

3.5 Trendy změny data posledních jarních mrazů, prvních podzimních mrazů dle stupně závažnosti a délky bezmrazového období v Polabí

Pomocí t -testu ($\alpha = 0,05$) byla hodnocena statistická významnost v trendech posledních jarních a prvních podzimních mrazů o dané intenzitě a délky bezmrazového období 1961–2011. Pro trendovou analýzu byly použity průměrné hodnoty ze všech bodů gridové sítě v rámci České tabule. Lineární trendy změn posledních a prvních mrazů daných intenzit a délky bezmrazového období uvádí obr. 1 a 2. Datum posledních slabých, mírných i silných jarních mrazů má klesající tendenci, zatímco datum prvních slabých a mírných podzimních mrazů vykazuje rostoucí trend. Časnější ukončení jarních mrazů a pozdější počátek mrazů podzimních má za následek za posledních 51 let výrazný rostoucí trend délky bezmrazového období (obr. 1, 2). V průměru za celé sledované území končí slabé jarní mrazy každých 10 let o 2,1 dny dříve, mírné mrazy o 1,1 a silné mrazy o 1,9 dní dříve (obr. 1). Časný ukončení posledních jarních mrazů odpovídá i růstu minimálních denních teplot v posledním desetiletí v regionu [15]. Zvýšení průměrné minimální teploty vzduchu prokazatelně ovlivňuje délku bezmrazového období [4] a zároveň lze ve střední Evropě pozorovat rostoucí trend minimální denní teploty vzduchu, současně s poklesem počtu mrazových dnů [8]. První slabé podzimní mrazy vykazují ve svém nástupu výrazný zpožďující trend, a to o 2,2 dny za 10 let. Mírné podzimní mrazy nastávají každých 10 let o jeden den později, avšak nástup silných podzimních mrazů nastává o 0,6 dne za každých 10 let dříve (obr. 2). Délka bezmrazového období vymezená posledním jarním a prvním podzimním mrazem měla za období 1961 až 2011 výrazný rostoucí trend o 3,8 dne za 10 let (obr. 2). Trend

délky bezmrazového období vykazuje dvě hlavní období: jedno období s klesající tendencí, patřící do prvních 20 sledovaných let, a druhé s rostoucí tendencí počínající rokem 1980, a trvající do současnosti, což odpovídá teplé periodě konce 20. a počátku 21. století [3]. Prodloužení bezmrazového období v nížinách umožňuje především časnější nástup vegetace. V praktických podmínkách zemědělství tak dochází ke snížení rizika poškození převážně jarních výsad a výsevů plodin a k prodloužení sklizňového období na podzim. Časnější ukončení jarních mrazů a vyšší teploty způsobí časný táhnutí a vytvoření vhodných podmínek pro jarní polní práce v dřívějším termínu. Pozdní nástup prvních podzimních mrazů pak umožní prodloužit sklizňové období, prodloužit dozrávání plodin a zvýšit tím kvalitu výnosu. Tyto změny ve výskytu pozdních jarních a časných podzimních mrazů jsou ve shodě s výsledky [8], kdy např. v Německu (1951–2000) poslední jarní mrazy nastávají v průměru o 0,24 dnů za rok dříve, první podzimní mrazy nastávají o 0,25 dne za rok později a délka bezmrazového období se o 0,49 dne za rok prodlužuje.

4. ZÁVĚR

Byly určeny kritéria pro hodnocení stupně závažnosti a časnosti ukončení, resp. nástupu jarních a podzimních mrazů. Byly vymezeny tři stupně intenzity: slabé, mírné a silné jarní, resp. podzimní mrazy. Dle časnosti nástupu/ukončení byly stanoveny tři kategorie: časný, střední a pozdní.

Největší podíl mrazů ve vegetačním období zeleniny mají jarní mrazy ve třetí dekádě dubna. Nejčasnější ukončení mrazů v Polabí bylo v průměru za období 1961–2011 15. března a nejpozdější 27. května. Nejčasnější počátek mrazů byl v průměru za Polabí 17. září a nejpozdější 25. listopadu. Při analýze jednotlivých let byly určeny roky s nejpozdějším ukončením mrazového období 1973 (6. květen), 1976 (4. květen), 1977 (12. květen), 1978 (4. květen), 1979 (7. květen), 1980 (12. květen) a 1991 (6. květen). Roky s nejčasnějším nástupem mrazů byly 1970 a 1971 (26. září).

Z katalogu let výskytu jarních a podzimních mrazů je patrné, že ve druhé polovině sledovaného období (1981–2011) docházelo k dřívějšmu počátku a zároveň k pozdnímu ukončení bezmrazového období a nejkratší bezmrazová období tak byla lokalizována v první polovině (1961–1980). K ukončení silných jarních mrazů docházelo ve druhé polovině sledovaného období (1981 až 2011) dříve než v polovině první (1961–1980), a v důsledku toho byl konec 20. a počátek 21. století vhodným obdobím pro rozšíření druhů a odrůd zeleniny s delší vegetační dobou a vyššími nároky na teplotu.

Časový vývoj ukončení slabých, mírných i silných mrazů měl klesající tendenci, oproti rostoucímu trendu u nástupu slabých podzimních mrazů a délce bezmrazového období. V Polabí tak dochází k časnějšmu nástupu a pozdějšmu ukončení bezmrazového období, a tím k prodloužení vegetačního období zeleniny. Z pohledu produkce polní zeleniny zůstávají pozdní jarní mrazy rizikovým faktorem, avšak míra rizika klesá. Riziko výskytu květnových mrazů je jedenkrát za čtyři roky a mrazů po ledových mužích (15. května) jedenkrát za 10 let. Polabí se tak stává oblastí s možným rozšířením teplomilné zeleniny, avšak nebezpečí poškození produkce mrazem zůstává.

Poděkování

Tato práce vznikla s přispěním výzkumného záměru S grant (MSMT) a MSM 6046070901. Pavel Zahradníček a Petr Štěpánek byli v rámci vědeckého centra CzechGlobe podpořeni mezinárodním projektem no. CZ.1.07/2.3.00/20.0248.

Literatura

- [1] BOOTSMA, A., 1976. Estimating minimum temperature and climatological freezing risk in hilly terrain. *Agricultural Meteorology*, 16, p. 425–443. ISSN 0002-1571.
- [2] BRÁZDIL, R., 2000. Climate fluctuation and meteorological extremes in the Czech lands since 16th century. In: *Proceedings of International Symposium on Climate Change and Variability, and their Impacts*. Korea, s. 21–30.
- [3] BRÁZDIL, R. – CHROMÁ, K. – DOBROVOLNÝ, P. – TOLASZ, R., 2009. Climate fluctuations in the Czech Republic during the period 1961–2005. *Int. J. Climatol*, 29 (2), p. 223–242. ISSN 1097-0088.
- [4] EASTERLING, D. R. – HORTON, B. – JONES, P. D. – PETERSON, T. C. – KARL, R. R. et al., 1997. Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science*, 277, p. 364–367. ISSN 0036-8075.
- [5] LOBELL, D. B. – BURKE, M. B., 2008. Why are agricultural impacts of climate change so uncertain? The importance of temperature relative to precipitation. *Environmental Research Letters*, 3(3). ISSN 1748-9326.
- [6] LOMAS, J. – GAT, Z. – BORSUK, Z. – RAZZ, Z. (eds.), 1989. *Frost Atlas*. Israel: Meteorological service.
- [7] FORGAČ, P. – MOLNAR, F., 1967. Jarné mrazy v Zapadoslovenskom kraji. *Sborník prací HMÚ, Zv. 9*, Bratislava: SHMU, s. 31–86.
- [8] MENZEL, A. – GERT, J. – REIN, A. – HELFRIED, S. – NICOLE, E., 2003. Variations of the climatological growing season (1951–2000) in Germany compared with other countries. *Int. J. Climatol*, 23, p. 793–812. ISSN 1097-0088.
- [9] PEJML, K., 1955. Vývoj a současný stav předpovědi nočních mrazů v době vegetační. *Meteorologické Zprávy*, roč. 8, č. 1, s. 8–42. ISSN 0026-1173.
- [10] PEJML, K., 1973. Sekulární chod četnosti a intenzity jarních mrazů. *Sborník prací HMÚ, Sv. 19*. Praha: HMÚ, s. 8–42.
- [11] POTOP, V., 2010. Temporal variability of daily climate extremes of temperature and precipitation in the middle Polabí (Elbeland) lowland region. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41 (3), p. 140–148. ISSN 1211-3174.
- [12] POTOP, V. – KOUDELA, M. – MOŽNÝ, M., 2011. The impact of dry, wet and heat episodes on the production of vegetable crops in Polabí (River Basin). *Scientia Agriculturae Bohemica*, 42 (3), p. 93–101. ISSN 1211-3174.
- [13] POTOP, V. – HAMOUZ, P. – ZAHRADNÍČEK, P. – TŮRKOTT, L., 2012. A GIS tool to evaluate the spatial evolution of hydro-thermic features during growing season of vegetable crops in Elbe River lowland (Polabí). *Geographia Napocensis*, 6 (2), p. 28–39. ISSN 1843-5920.
- [14] POTOP, V., 2013. Vývoj sortimentu a výnosů zelenin pěstovaných v Polabí (České nížině) ve vztahu ke klimatu. In: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013*, Praha 13. 2. až 14. 2. 2013, Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně, p. 198–201. ISBN 978-80-213-2247-9.
- [15] POTOP, V. – TŮRKOTT, L. – ZAHRADNÍČEK, P. – ŠTĚPÁNEK, P., 2013. Hodnocení agrometeorologického potenciálu Polabí pro pěstování zeleniny. *Meteorologické Zprávy*, roč. 66, č. 2, s. 42–48. ISSN 0026-1173.
- [16] RAHIMI, M. – HAJJAM, S. – KHALILI, A. – KAMALID, G. A. – STIGTER C. J., 2007. Risk analysis of first and last frost occurrences in the Central Alborz Region, Iran. *International Journal of Climatology*, 27, p. 349–356. ISSN 0899-8418.
- [17] STIBRAL, J., 1966. Četnosti mrazů v době květu jablek. *Meteorologické Zprávy*, roč. 19, č. 6, s. 177–179. ISSN 0026-1173.
- [18] ŠTĚPÁNEK, P. – ZAHRADNÍČEK, P. – BRÁZDIL, R. – TOLASZ, R., 2011. Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii. Praha: ČHMÚ. 118 s. ISBN 978-80-86690-97-1.
- [19] ŠTĚPÁNEK, P. – ZAHRADNÍČEK, P. – HUTH, R., 2011. Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series. An example of Central European daily time series. *Időjárás*, 115, p. 87–98. ISSN 0324-6329.
- [20] ŠTĚPÁNKOVÁ, P., 2005. Variabilita jarních mrazů na stanici Praha-Klementinum v období 1775–2003. *Meteorologické Zprávy*, roč. 58, č. 3, s. 47–52. ISSN 0026-1173.
- [21] WMO, 1963. *Protection Against Frost Damage*, WMO-No. 133. WMO, Geneva, Switzerland.
- [22] WMO, 1997. *Definition of agrometeorological information required for vegetable crops*. WMO-No. 866. WMO, Geneva, Switzerland. 110 p.

Lektoři (Reviewers): prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc.,
RNDr. Luboš Němec

INFORMACE – RECENZE

KONFERENCE IMSC

Ve dnech 24. 6. až 28. 6. 2013 se v Korejské republice na ostrově Jeju konalo již 12. setkání klimatologů, meteorologů a statistiků na konferenci „The 12th International Meeting on Statistical Climatology“ (IMSC). Tyto akce jsou pořádány skupinou klimatologů a statistiků každé tři roky již od roku 1979 a jsou svou snahou dát prostor debatě mezi oběma vědeckými komunitami unikátní. Letošní konference byla organizována Národním ústavem pro meteorologický výzkum (the National Institute of Meteorological Research) Korejské republiky a Výborem IMSC (the IMSC Steering Committee). Příspěvky byly rozděleny do následujících 11 sekcí:

- Data Homogenization and Climate Trends/Variability Assessment
- Next Generation Climate Data Products
- Reconstruction and Interpretation of Past Climates
- Spatial and Spatiotemporal Modelling
- Non-linear Methods for Climate Analysis

- Forecasting and Forecast Verification
- Ensemble Methods and Uncertainty Quantification
- CMIP5 Model Evaluation, Prediction, and Projection
- Detection and Attribution, Downscaling, and Impacts
- Weather and Climate Extremes – Statistical Modeling and Event Attribution
- Large-Scale Climate Variability and Teleconnections

Vzhledem k tomu, že v září 2013 začala vycházet pátá hodnota zpráva IPCC, velké množství příspěvků bylo věnováno klimatickým modelům, jejichž výsledky jsou v této zprávě využity. Obecně lze říci, že v rámci konference převažovaly příspěvky zaměřené na změny klimatu a jejich dopady. Nelze než souhlasit s názorem, který na konferenci zazněl několikrát, že dochází k odklonu od původního záměru, kterým byla hlubší diskuse o statistických metodách mezi klimatologií a statistikou, a matematické příspěvky jsou ve výrazně menšině.

Sborník abstraktů je v elektronické podobě k dispozici u účastníka konference. *Stanislava Kliegrová*

DATOVÁ A LICENČNÍ POLITIKA ORGANIZACE EUMETSAT

Michaela Valachová, Martina Francová, Martin Setvák, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, Praha-Komofany, michaela.valachova@chmi.cz

Data and licensing policy of EUMETSAT. Weather satellites are one of the basic observational tools, their data and products are widely used not only in forecasting and warning service or numerical modelling, but also serves for the purpose of security of civil aviation, military operations, access to the new environmental information (carbon dioxide, aerosols, ozone, vegetation, etc.) and providing quality information for the state management in crisis situations – such as floods, storms, forest fires, industry accidents including nuclear. However, data and products usage from these satellites must follow the rules and conditions under which these are provided. Data and licensing policy of the proprietor of the satellite data and products serves for this purpose, furthermore prevents their misuse. Satellites, which are being used operationally by the Czech Hydrometeorological Institute, belong to EUMETSAT, European Organization for Exploitation of Meteorological Satellite. In this contribution the organisation itself and its relationship to the Czech Republic are described with the focus at the rules for using its data and products, obtaining access to them and conditions for their use.

KLÍČOVÁ SLOVA: EUMETSAT – politika datová – licence – Meteosat – Metop

KEY WORDS: EUMETSAT – Data Policy – licence – Meteosat – Metop

1. ÚVOD

Meteorologické družice představují jeden ze základních pozorovacích prostředků, jejichž data a produkty mají široké uplatnění nejen v předpovědní a výstražné službě nebo numerickém modelování, ale také slouží pro účely zabezpečení civilního letectví, armádních operací, přístupu k novým informacím o životním prostředí (oxid uhličitý, aerosoly, ozon, vegetace apod.) a pro zajištění kvalitních informací pro řízení státu za krizových situací (např. povodně, vichřice, lesní požáry, velké průmyslové havárie včetně jaderných).

Abychom však mohli data a produkty z družic využívat, musíme znát pravidla a podmínky, za kterých je můžeme použít. K tomuto účelu slouží datová a licenční politika organizace, která je vlastníkem těchto družicových dat a produktů, zároveň předchází jejich zneužívání.

Družice, které snímají oblast našeho území a které u nás využíváme nejčastěji, náleží organizaci EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*). V tomto příspěvku přiblížíme nejen samotnou organizaci a její vztah k České republice, ale také pravidla pro používání jejích dat a produktů, získání přístupu k nim a podmínky pro jejich používání.

2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O ORGANIZACI EUMETSAT

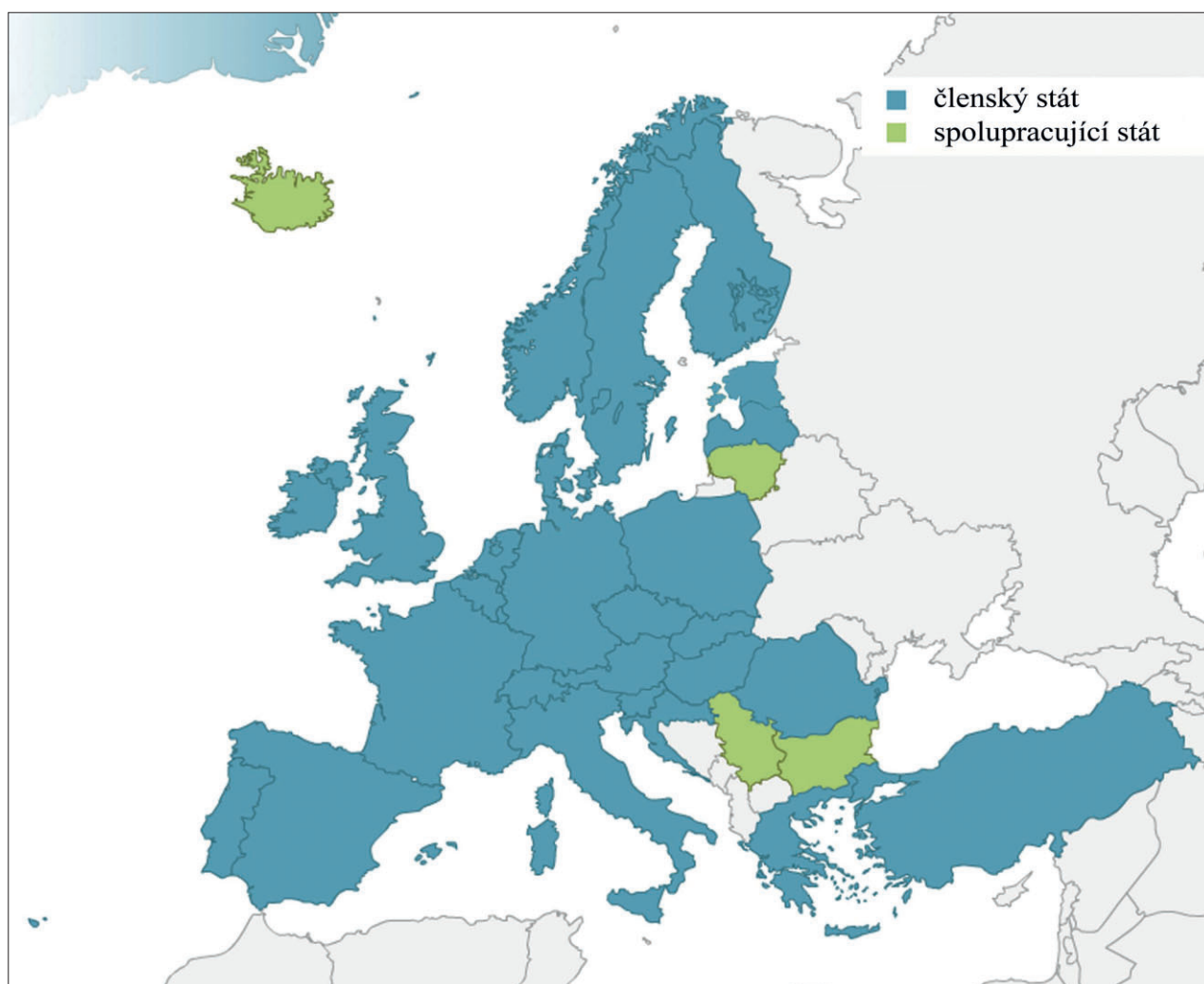
Evropská organizace pro využívání meteorologických družic EUMETSAT je mezivládní organizací, jejímž hlavním posláním je vývoj a provoz meteorologických družic a dodávání družicových dat koncovým uživatelům, zejména národním meteorologickým službám (NMS). EUMETSAT vznikl na základě mezivládních dohod postupným vyčleněním z Evropské vesmírné agentury (*European Space Agency*, ESA), jako zcela samostatná instituce byl formalizován v roce 1986. Sídlo a zároveň řídicí středisko EUMETSAT je v německém Darmstadtu. V současné době má 27 členských států a 4 spolupracující státy, viz obr. 1 a tab. 1.

Zákonným zástupcem organizace EUMETSAT je generální ředitel (angl. *Director-General*), který je odpovědný jak za celkovou strategii a plnění úkolů přidělených organizaci, tak za její každodenní chod. Nejvyšším rozhodova-

cím orgánem EUMETSAT je Rada (angl. *Council*) složená z delegátů, kde každý členský stát má jednoho zástupce (tradičně ředitel NMS); spolupracující státy v Radě nejsou zastoupeny. Rada rozhoduje o celkovém směřování organizace – přijímá různé klíčové programy, rozhoduje o přistoupení nových členů, schvaluje rozpočet atd. V závislosti na typu a významu rozhodování jsou hlasování činěna jednomyslně, dvoutřetinovou většinou (buď prostou dle počtu hlasů a/nebo dle výše příspěvku organizace), nebo prostou většinou, přičemž každý členský stát má jeden hlas. Radu podporují poradní orgány a pracovní skupiny: *Policy Advisory Committee* (PAC, Strategický poradní výbor), *Scientific and Technical Group* (STG, Vědecká a technická skupina), *Administrative and Finance Group* (AFG, Správní a finanční skupina), *Data Policy Group* (DPG, Skupina datové politiky) a *The EUMETSAT Advisory Committee on Cooperating States* (EACCS, Poradní výbor pro spolupracující státy).

2.1 Družice provozované organizací EUMETSAT

EUMETSAT provozuje geostacionární družice Meteosat nad Evropou a Afrikou a nad Indickým oceánem. Nejnovější družice druhé generace MSG-3 (*Meteosat Second Generation*) byla vypuštěna 5. července 2012 a po úplném uvedení do provozu 21. ledna 2013 byla přejmenována na Meteosat-10. Pro naši oblast se tak stala primární geostacionární družicí. Dosud primární družice Meteosat-9 byla přepnuta do tzv. Rapid Scan režimu, kdy severní třetinu zemského disku snímá každých 5 minut (experimentální režim). Nejstarší z družic MSG Meteosat-8 zůstává záložní družicí. Start poslední družice této generace, MSG-4, je plánován na leden 2015. Již nyní je připravována třetí generace družic Meteosat, MTG (*Meteosat Third Generation*). První z nich by měla startovat v roce 2018. Sestava MTG na oběžné dráze se bude skládat ze dvou typů paralelně umístěných družic: MTG-I (*Imager* – snímkovací radiometr) a MTG-S (*Sounder* – radiometr pro vertikální sondáž atmosféry z vesmíru). Právě sondážní družice na geostacionární oběžné dráze je jednou z klíčových inovací tohoto programu, poprvé tak budou získávány nejen obrazová data,



Obr. 1 Členské a spolupracující státy organizace EUMETSAT. Nyní má EUMETSAT celkem 27 plných a 4 spolupracující členské státy (upraveno dle [4]).

Fig. 1. Member and Cooperating States of the organisation EUMETSAT. In these days EUMETSAT has a total of 27 Member States and 4 Cooperating Member States (adjusted according to [4]).

ale bude možno detailně analyzovat různé vrstvy atmosféry. Na rozdíl od série družic první a druhé generace bude družice MTG stabilizována pomocí gyroskopů, tudíž přístroje na palubě MTG budou po celou dobu směřovány k Zemi. Taková vylepšení jsou nutná pro splnění náročnějších požadavků uživatelů (větší prostorové rozlišení, kratší snímací cyklus, lepší poměr signálu k šumu apod.) a jsou předpokladem právě pro provádění sondáží z geostacionární dráhy.

Metop-A, první evropská meteorologická družice na kvazipolární dráze (častěji užívaný, ne zcela přesný termín „polární družice“), byla vypuštěna v říjnu 2006 a poskytuje údaje od května 2007. Jako primární operativní ale slouží od 24. dubna 2013 družice Metop-B, která byla vypuštěna v září 2012. Vypuštění poslední družice Polárního systému EUMETSAT (angl. *EUMETSAT Polar System*, EPS), Metop-C, je plánováno na rok 2017, roku 2020 by měl následovat EPS druhé generace. Globální systém polárních družic obsahuje vždy dvě primární družice, jejichž roviny oběžných drah jsou vůči sobě stočeny přibližně o 90°, čímž je docíleno snímání libovolného místa na Zemi nejméně čtyřikrát za 24 hodin. V současnosti jsou primárními družicemi právě evropský Metop-B a americká

NOAA 19, provozovaná Národním úřadem pro oceány a atmosféru (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, NOAA).

Dalším z programů EUMETSAT je monitorování stavu oceánů, mořských proudů a změn mořské hladiny (povrchová topografie oceánů). K tomuto účelu slouží družice Jason-2, vypuštěná v červnu 2008, která je provozována společně s NOAA. Podrobné informace o jednotlivých družicích a jejich přístrojích jsou uvedeny na stránkách ČHMÚ [2] nebo v angličtině na stránkách EUMETSAT [4] a NOAA [5].

2.2 Formy členství v organizaci EUMETSAT

Základní formou je plné členství (angl. *Member state*), které opravňuje jednotlivé členské státy spolupodílet se na rozhodování o budoucím vývoji evropských meteorologických družic a hlavně zajišťuje neomezený přístup k veškerým informacím pořízeným družicemi této organizace. Tato forma členství je považována za prioritní. Reprezentanti členských zemí mají hlasovací právo a právo vyjadřovat se ke všem klíčovým oblastem aktivit organizace EUMETSAT, mají také příležitost a prosazovat své zájmy a názory v jednotlivých pracovních skupinách. Občané

členských států EUMETSAT se mohou stát jeho zaměstnanci. Firmy a další subjekty sídlící v členských zemích mohou získávat zakázky na vývoj a výrobu komponent jak vlastních družic, tak pozemního segmentu družicového systému (v obou případech jak hardware, tak software).

V roce 1999 bylo rozhodnuto o vzniku nové formy členství – spolupracující členství (angl. *Cooperating member state*), rovněž volně označované jako „přidružené členství“. Tímto organizace EUMETSAT vyšla vstříc ekonomicky slabším státům (především z bývalého východního bloku) při jejich vstupu do organizace. Oproti plným členům platí spolupracující státy po přechodnou dobu nižší roční poplatky, které zastupují roli splátkového kalendáře vstupního poplatku. Zástupci těchto států (resp. jejich NMS) jsou zváni jako pozorovatelé na všechna jednání EUMETSAT, nemají však hlasovací právo. Přístup k datům a odvozeným produktům je identický jako v případě plného členství, omezený ale může být přístup k softwarovým produktům. Předpokládá se, že spolupracující členství je pouze přechodnou formou a že spolupracující státy se nejpozději po pěti letech stanou plnoprávnými členy EUMETSAT.

2.3 Česká republika a organizace EUMETSAT

V době svého založení měl EUMETSAT celkem 16 členských států (viz tab. 1). V roce 1992 uzavřel EUMETSAT vůbec první smlouvu o využívání dat s nečlenem organizace, a sice s tehdejší ČSFR. Smlouva upravovala podmínky využití dat z družic Meteosat první generace, a to jak pro vnitřní potřeby obou ústavů ČHMÚ a SHMÚ, tak pro jejich distribuci třetím stranám. Tato smlouva platila s různými úpravami až do konce roku 2004, kdy zanikla v souvislosti se vznikem spolupracujícího členství ČR.

Smlouva o vstupu ČR do organizace EUMETSAT formou spolupracujícího členství byla podepsána 31. 5. 2004 u příležitosti konference EUMETSAT pořádané v Praze. Po její ratifikaci se Česká republika stala spolupracujícím členem k 1. 1. 2005. Přístupová dohoda mezi EUMETSAT a Českou republikou o plném členství byla podepsána 22. 6. 2009, po ratifikaci Parlamentem ČR a podpisu prezidenta Václava Klause se Česká republika 14. 4. 2010 stala oficiálně plným členským státem.

2.4 Financování organizace EUMETSAT

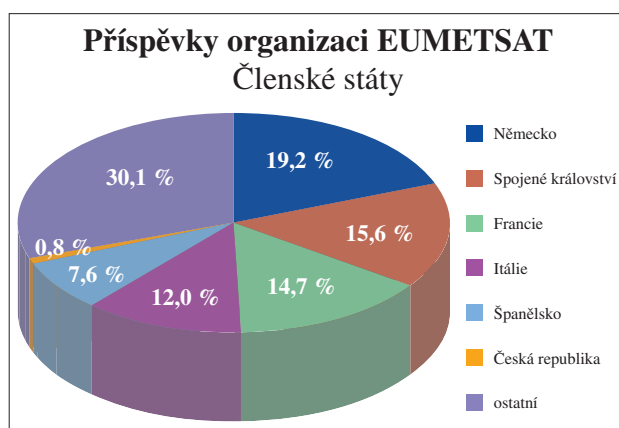
Převážnou většinu finančních prostředků získává EUMETSAT z příspěvků členských států. Už od počátků jej financují úměrně svému hrubému národnímu důchodu (angl. *Gross National Income*, GNI), výše jednotlivých příspěvků v procentech je uvedena v obr. 2 a tab. 1. Tento způsob financování mj. podporuje demokratické principy, kterými se EUMETSAT řídí, založené na jednom hlasu pro každou zemi a váženém většinovém hlasování o klíčových finančních otázkách. Veškerý příjem plynoucí z datové a licenční politiky organizace EUMETSAT je zahrnut jako samostatná kapitola do ročního rozpočtu na základě odhadu a je s ní naloženo v souladu s finančními pravidly EUMETSAT [4].

Přípravné i hlavní činnosti organizace EUMETSAT jsou financovány z celkového rozpočtu, což je v podstatě program schvalovaný na pět let. Všechny významné aktivity, jako např. nové družicové systémy, jsou hrazeny novými programovými úmluvami. Přípravy každého ročního rozpočtu začínají na jaře předchozího roku a po přezkoumání poradními orgány, včetně AFG a STG, je rozpočet v listopadu předložen Radě ke schválení. Navíc sekretari-

Tab. 1 Rok přistoupení jednotlivých států do organizace a příspěvky těchto členských států (v procentech) organizaci EUMETSAT platné od roku 2010, kdy se členskými státy staly Česká republika a Rumunsko. Státy označené tučně jsou zakládající státy organizace.

Table 1. The year of accession to the organisation and Member States' contribution (in percent) to EUMETSAT valid since 2010, when the Czech Republic and Romania became the Member states. States marked in bold are founding members of this organization.

Stát	Členství od roku		Příspěvek [%]
	Spolupracující	Plnohodnotné	
 Německo		1986	19,20
 Spojené království		1985	15,62
 Francie		1985	14,70
 Itálie		1986	12,04
 Španělsko		1985	7,56
 Nizozemsko		1984	4,38
 Švýcarsko		1985	2,75
 Belgie		1985	2,57
 Švédsko		1985	2,53
 Turecko		1984	2,27
 Rakousko		1993	2,05
 Norsko		1985	2,03
 Polsko	2000	2009	1,95
 Dánsko		1984	1,78
 Řecko		1988	1,65
 Finsko		1984	1,35
 Portugalsko		1989	1,23
 Irsko		1985	1,17
 Česká republika	2005	2010	0,80
 Maďarsko	1999	2008	0,69
 Rumunsko	2004	2010	0,57
 Slovensko	1999	2006	0,32
 Chorvatsko	2006	2006	0,25
 Slovinsko	2003	2008	0,23
 Lucembursko		2002	0,21
 Lotyšsko	2004	2009	0,10
 Estonsko	2006	2013	0,09
 Bulharsko	2005		0,18
 Srbsko	2009		0,18
 Litva	2005		0,16
 Island	2006		0,10



Obr. 2 Příspěvky členských států (v procentech) organizaci EUMETSAT platné od roku 2010, kdy se členskými státy staly Česká republika a Rumunsko.

Fig. 2. Member States' contribution (in percent) to EUMETSAT valid since 2010, when the Czech Republic and Romania became the Member states.

át připravuje desetiletý finanční výhled, kde jsou uvedeny kumulativní finanční požadavky na již schválené programy a programy, které jsou zatím ve stádiu plánování. Náklady spojené s programy meteorologických družic jsou rozděleny mezi EUMETSAT a ESA, pro každý program je mezi oběma organizacemi uzavírána smlouva. V současnosti je tímto způsobem realizován program vývoje geostacionárních družic Meteosat třetí generace a je připravován program vývoje polárních družic druhé generace.

3. DATOVÁ POLITIKA

Datová politika organizace EUMETSAT popisuje družicová data, produkty a služby nabízené uživatelům a vymezuje principy a pravidla pro přístup k těmto datům a jejich používání. Tyto zásady poskytují právní rámec a ochranu proti neoprávněnému použití. Datová politika vychází z několika dokumentů dostupných na internetových stránkách EUMETSAT [1], zejména Rezoluce Rady EUM/C/98/Res. IV z roku 1998 a novelizace EUM/C/57/05/Res. III z roku 2005. Tyto principy jsou všeobecné a vztahují se ke všem současným i budoucím systémům organizace EUMETSAT.

V rámci vyhodnocování otázek spojených s datovou politikou a licencemi byla zřízena poradní skupina pro datovou politiku (DPG), která předkládá doporučení pro jednání Rady EUMETSAT, případně informuje o jakémkoliv dalším potřebném kroku, který se vztahuje jak k již schváleným, tak i k budoucím programům EUMETSAT. DPG zejména navrhuje pravidla pro distribuci a zpoplatnění všech družicových dat, produktů a služeb organizace s přihlédnutím k zásadám datové politiky EUMETSAT [1] a podstatnému vývoji v jiných mezinárodních fórech.

Národní meteorologické služby členských států mají zdarma přístup ke všem datům, produktům a službám EUMETSAT, které potřebují pro svou činnost. Pokud NMS členského státu data EUMETSAT využívá také komerčně, je s ní jednáno stejně jako s poskytovatelem služeb (angl. *Service Provider*), viz tab. 2 a 4. kapitola. Všichni uživatelé mohou bezplatně získat archivní data a produkty, které jsou starší než 24 hodin. Mohou být objednány z archivu EUMETSAT (*Archive and Retrieval Facility* [3]).

EUMETSAT umožňuje prostřednictvím svých inter-

netových stránek přístup k datům a odvozeným produktům z družic Meteosat, které jsou k dispozici uživatelům na celém světě bezplatně a neomezeně jako tzv. základní (angl. *Essential*) data a produkty v souladu s Rezolucí 40 (Cg-XII) Světové meteorologické organizace (*World Meteorological Organization*, WMO) [6]. Další data a produkty, které určuje Rada, jsou bezplatně k dispozici NMS států, které nejsou členy organizace EUMETSAT, pro účely zabezpečení jejich oficiálních povinností a činností. Rada také rozhoduje o datech, produktech a službách, které jsou k dispozici zdarma pro výzkumné a vzdělávací účely. Bezplatný přístup ke všem datům, produktům a službám pro vlastní použití má na základě úmluvy Evropské centrum pro střednědobou předpověď počasí (*European Centre for Medium Range Weather Forecast*, ECMWF). Plná sada dat a produktů z družic Meteosat je po omezenou dobu poskytována nečlenským státům bezplatně také v případě potřeby monitorování živelných katastrof nebo jiných mimořádných událostí (např. tropické cyklony). Všichni ostatní uživatelé mohou obdržet tato data, produkty a služby za podmínek stanovených Radou, více viz 4. kapitola. Tyto podmínky zahrnují také platbu poplatků (viz tab. 2), od kterých ale může Rada v určitých konkrétních případech upustit.

3.1 Data a produkty družice Meteosat

Seznam dat, produktů a služeb spojených s družicemi Meteosat nese označení Katalog Meteosat (angl. *Meteosat Catalogue*). Využití dat nebo produktů vyjmenovaných v tomto Katalogu podléhá pravidlům a podmínkám standardní licenční smlouvy, která je uzavírána s organizací EUMETSAT nebo výhradním licenčním agentem, v souladu s datovou politikou určenou Radou EUMETSAT. Katalog je pravidelně aktualizován. Obsahuje podrobné informace o obrazových datech Meteosat, odvozených produktech, zahrnujících i produkty generované SAF (*Satellite Application Facilities*), a archivních datech a produktech. Více viz [1], připojeno jako Příloha II.

3.2 Data a produkty družice Metop

Polární systém EUMETSAT (angl. *EUMETSAT Polar System*, EPS) sestává ze série družic Metop vybavených přístroji organizace EUMETSAT a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). V souladu se smlouvou mezi EUMETSAT a NOAA o Počátečním společném polárním systému (*Initial Joint Polar System*) je EUMETSAT oprávněn stanovit podmínky přístupu k datům z družic Metop, nicméně nebude nijak omezovat přístup k datům z přístrojů NOAA. Všechna data a produkty Metop popsané v datové politice EUMETSAT (Data Metop, globální a regionální produkty přenášené přímo uživatelům v reálném čase, produkty z přístrojů IASI apod., více viz [1]), jsou považovány za základní v souladu s WMO Rezolucí 40 (Cg-XII) [6]. To znamená, že přístup k těmto datům a produktům je zaručen všem uživatelům bez licence, bezplatně a bez podmínek určujících způsob využití.

4. LICENČNÍ PODMÍNKY

Všechna data, která nejsou základní (angl. *Non-essential*), jak jsou definována v datové politice [1], jsou předmětem souboru licenčních podmínek. Typ požadované licence závisí na zvoleném použití a druhu dat a produktů, které si uživatel přeje dostávat.

Tab. 2 Poplatky za přístup k datům Meteosat platné od července 2013.
Table 2. Fees for access to Meteosat data valid since July 2013.

Frekvence dat	Kategorie uživatelů			
	Koncový uživatel (End User)	Vysílající (Broadcaster)	Poskytovatel služeb (Service Provider)	
		Základní poplatek	Příplatek za vysílání (veřejné šíření) snímků založených na datech Meteosat	Základní poplatek
		Příplatek za práva k redistribuci dat Meteosat bez jejich transformace koncovým uživatelům	Příplatek za vysílání snímků založených na datech Meteosat	Příplatek za vysílání snímků založených na datech Meteosat
Plná sada (čtvrt hodinová data)	6 000 EUR	Poplatek jako koncový uživatel v závislosti na frekvenci požadovaných dat	a) Poplatek za každý kanál: 75 EUR na 10 000 diváků dle aktuální sledovanosti ¹ , minimálně 250 EUR maximálně 15 000 EUR b) Poplatek za každého vysílajícího provozujícího internetové stránky: 75 EUR za každých 10 000 návštěv stránek za rok ² , minimálně 250 EUR maximálně 30 000 EUR c) Poplatek za aplikaci: 75 EUR za každých 10 000 stažení ³ , minimálně 250 EUR maximálně 30 000 EUR	a) Poplatek za každý kanál: 75 EUR na 10 000 diváků dle aktuální sledovanosti ¹ , minimálně 250 EUR maximálně 15 000 EUR b) Poplatek za každého poskytovatele služeb nebo vysílajícího provozujícího internetové stránky: 75 EUR za každých 10 000 návštěv stránek za rok ² , minimálně 250 EUR maximálně 30 000 EUR c) Poplatek za aplikaci: 75 EUR za každých 10 000 stažení ³ , minimálně 250 EUR maximálně 30 000 EUR
Půlhodinová data	4 000 EUR		0,5 % obrátu poskytovatele ⁴ , minimálně 4 000 EUR maximálně 12 000 EUR	
Hodinová data	2 000 EUR		0,5 % obrátu poskytovatele ⁴ , minimálně 2 000 EUR maximálně 6 000 EUR	

Vysvětlivky k tabulce:

- 1 Aktuální sledovanost je definována jako roční aritmetický průměr z celkového skutečného počtu diváků (kromě dětí do 3 let) na základě 24 h periody, vyjádřeno jako průměrná denní sledovanost. Výsledná cifra se zaokrouhluje na 10 000 nahoru.
- 2 Počítá se každý jeden „klik“ z jedné IP adresy na stránkách obsahující snímky založené na datech z družice Meteosat.
- 3 Stažení aplikace znamená její přenos na počítač, mobilní zařízení nebo jiné elektronické zařízení z jiného počítače nebo internetu.
- 4 Obratem Poskytovatele se rozumí celkový roční příjem z obchodní činnosti získaný na základě meteorologických dat a produktů (s výjimkou služeb pro civilní letectví v souladu s úmluvou ICAO).

NMS členských států obvykle plní roli výhradních licenčních agentů jménem organizace EUMETSAT a jsou zodpovědné za poskytování licencí k datům z družic Meteosat těm uživatelům, kteří přijímají data na území daného státu. Vychází přitom z určených podmínek a příslušných poplatků EUMETSAT. NMS tedy uzavírá s uživateli licenční smlouvy vycházející ze standardních licenčních podmínek EUMETSAT, samotnou organizaci potom o uzavření těchto smluv informuje. NMS si ponechává 25 % ze získaných poplatků a převede zbývajících 75 % ve prospěch EUMETSAT. V zemích, které nejsou členy organizace, je přístup k těmto datům a produktům umožněn prostřednictvím standardní licenční smlouvy uzavřené mezi uživatelem a EUMETSAT, v souladu s danými pravidly.

Licenční proces je součástí registračního procesu [3]. Na základě informací poskytnutých v průběhu registrace je stanoven nejvhodnější typ licence pro daného uživatele. V závislosti na způsobu využití dat a zemi trvalého pobytu může být uživatel požádán o uznání licenčních podmínek online v rámci tohoto registračního procesu, příp. může být vyzván k osobnímu podpisu tištěné licence EUMETSAT u licenčního agenta. Licence pro používání aktuálních dat (data distribuována v reálném čase, angl. *real-time data*) je platná po dobu až tří let. Všechny časově omezené licence bývají standardně prodlouženy po opětovném odsouhlasení příslušných licenčních podmínek. O obnovení licence lze požádat na portálu EO (*Earth Observation Portal*) [3].

4.1 Jednotlivé kategorie pro používání dat a produktů

Datová politika definuje několik typů použití dat. Během registrace je uživatel vyzván k výběru nejvíce odpovídajícího účelu, k jakému bude licencovaná data používat. Následující popis a tabulka s poplatky pro jednotlivé druhy licencí (tab. 2) jsou převzaty z datové politiky organizace EUMETSAT [1].

Koncový uživatel (angl. *End User*): takový uživatel, který využívá libovolné položky z Katalogu Meteosat pro své vlastní komerční, průmyslové nebo osobní účely, avšak nepředává tyto položky žádným dalším uživatelům, ani je nevyužívá pro generování služeb přidané hodnoty (angl. *Value Added Service*, více viz [1]).

Využití pro vzdělávání (angl. *Educational Use*): využití jakékoliv položky z Katalogu Meteosat školou, univerzitou, výzkumným ústavem či obdobnou institucí výhradně pro potřeby vzdělávání, bez veřejného vysílání či redistribuce těchto dat, produktů a služeb třetím stranám, nebo bez jejich využití pro generování služeb přidané hodnoty.

Výzkumný projekt (angl. *Research Project*): jakýkoliv projekt organizovaný univerzitou, vědeckým výzkumným ústavem či obdobným institutem (soukromým nebo institucionálním), nemající komerční charakter. Nezbytnou podmínkou pro uznání nekomerčního charakteru výzkumu je, že všechny získané výsledky jsou veřejně dostupné nanevšáh za cenu doručení, bez jakéhokoli zdržení z komerčních důvodů a zároveň že samotný výzkum je předán ke zveřejnění v otevřených publikacích.

Vysílající (angl. *Broadcasters*): uživatelé, kteří veřejně šíří libovolnou položku z Katalogu Meteosat nebo snímky odvozené z dat družic Meteosat.

Poskytovatelé služeb (angl. *Service Providers*): uživatelé, kteří si na základě specifických licenčních podmínek poří-

zují položku z Katalogu Meteosat za účelem poskytování služeb přidané hodnoty třetím stranám, které jsou jednoznačně určeny a známy poskytovateli služeb.

Z hlediska přímého příjmu dat Meteosat je osobní využití soukromými osobami posuzováno dle definic „Využití pro vzdělávání“. V takových případech tedy budou uplatněny stejné podmínky jako pro využití pro vzdělávání. Uživatelé *Educational Use* a *Research Project* mají bezplatný přístup k datům.

4.2 Poplatky pro komerční a jiné uživatele

Příložená tabulka č. 2 obsahuje roční poplatky organizaci EUMETSAT vztahující se na komerční a jiné uživatele za přístup k jiným než základním HRI a High Rate SEVIRI datům. Poplatky za Low Rate SEVIRI data činí 75 % z příslušných poplatků za High Rate SEVIRI data. Tyto poplatky jsou revidovány Radou EUMETSAT podle potřeby a jsou součástí datové politiky [1].

Pokud u některých z těchto údajů nejsou k dispozici aktuální hodnoty, platí se vždy maximální částka uvedená v tabulce. Pokud vysílající platí maximální příplatek za vysílání přes internet, nebude se mu účtovat další poplatek za vysílání snímků založených na datech Meteosat pomocí aplikací.

5. ZÁVĚR

Datová politika EUMETSAT vznikala postupně v průběhu mnoha let. Poněkud ji zkomplikoval příchod družice Meteosat druhé generace a rychlá digitalizace. V posledních letech se stále více ukazuje nutnost ji přiblížit dnešnímu užívání a sdílení dat – internet se stále zrychluje, mizí rozdíly mezi televizí a internetem, družicové snímky se používají v mobilních aplikacích, těžko se vypočítává počet návštěv a sledovanost televizních pořadů a s nimi související poplatky. Dále ji velmi ovlivnila nutnost spolupráce s americkou NOAA na programu polárních družic, pro NOAA je totiž nepřijatelné na datech vydělávat.

Když k tomu přičteme, že rozpočtová kapitola komerčních aktivit EUMETSAT přináší jen nepatrný zlomek do celkového rozpočtu, lze očekávat, že se ceny za užívání dat budou dále snižovat, pravděpodobně až k nule. Postupně se zvyšuje počet států, které to v rámci politiky EUMETSAT prosazují, mezi nimi i ČR zastupovaná ČHMÚ. V době příprav tohoto příspěvku ale poplatky platí dle tabulky č. 2, která vychází z verze datové politiky platné k červenci 2013.

Literatura

- [1] Datová politika organizace EUMETSAT. Dostupné na WWW: <<http://www.eumetsat.int/website/home/AboutUs/LegalInformation/BasicDocuments/index.html>>.
- [2] Družicové oddělení Českého hydrometeorologického ústavu, rozcestník s odkazy. Dostupné na WWW: <www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/info/rozcestnik.html>.
- [3] Earth Observation Portal. Dostupné na WWW: <eoportal.eumetsat.int/userMgmt/login.faces>.
- [4] EUMETSAT – Monitoring weather and climate from space. Dostupné na WWW: <www.eumetsat.int>.
- [5] NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. Dostupné na WWW: <www.noaa.gov>.
- [6] WMO – Resolution 40 (Cg-XII). Dostupné na WWW: <www.wmo.int/pages/about/Resolution40_en.html>.

Lektoři (Reviewers): RNDr. Jan Pretel, CSc., RNDr. Vladimír Pastířčák

VLIV LOKÁLNÍCH TOPENIŠŤ NA KVALITU OVZDUŠÍ V OBCI HEŘMANOVICE

Vladimíra Volná, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, vladimira.volna@chmi.cz

Influence of local heating on air quality in the village of Heřmanovice. This article is based on a dispersion study prepared by Vladimíra Volná from the Air Quality Control Department on the Ostrava Regional Office of Czech Hydrometeorological Institute in 2013. It was implemented with financial support from Moravian-Silesian Region. The article presents information on the influence of local heating on air quality in the village Heřmanovice, which is remote from large industrial sources.

KLÍČOVÁ SLOVA: topeniště lokální – studie rozptylová – zatížení imisní – REZZO1–4 – SYMOS'97

KEY WORDS: local heating – dispersion study – air pollution load – REZZO1–4 – SYMOS'97

1. ÚVOD

Znečištění ovzduší je jedním z hlavních problémů v Moravskoslezském kraji. Na kvalitu ovzduší v tomto regionu má vliv především průmysl, lokální topeniště a doprava. Právě vliv lokálních topenišť na kvalitu ovzduší bývá značně podhodnocen. V domácnostech jsou mnohdy používána zastaralá zařízení pro spalování tuhých paliv, často jsou spalována méně kvalitní paliva a nestandardní materiály. Podíl lokálních topenišť na celkovém imisním zatížení dané lokality je proto obtížně odhadnutelný, ale rozhodně není zanedbatelný.

Pro zpracování byla vybrána obec, která se nachází mimo Ostravsko-karvinskou aglomeraci a je vzdálena od vlivu velkých průmyslových zdrojů. Obec není centrálně vytápěna, ani plynofikována. Odhad spalovaného paliva byl určen na základě míst-

ního šetření. Zpracování mělo za úkol modelovým výpočtem odhadnout koncentrace zvolených znečišťujících látek pocházejících z lokálních topenišť v obci Heřmanovice, odhadnout jejich podíl na celkovém imisním zatížení všemi druhy zdrojů dle kategorizace REZZO1–4 a poukázat na vliv použití méně kvalitního paliva na imisní situaci v obci. Hodnoceny byly průměrné roční, maximální 24hodinové (pouze u PM_{10}) a maximální krátkodobé (hodinové) koncentrace suspendovaných částic PM_{10} , benzo(a)pyrenu (B(a)P) a oxidu siřičitého (SO_2).

2. CHARAKTERISTIKA A IMISNÍ ZATÍŽENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Obec Heřmanovice (www.hermanovice.cz) se nachází v severozápadní části Moravskoslezského kraje, v okrese



Obr. 1 Heřmanovice – zájmové území.

Fig. 1. Heřmanovice – the selected area.

Bruntál, v blízkosti hranic s Polskem (obr. 1). Leží v údolí horní Opavice.

Jedná se o menší sídlo, vzdálené průmyslovým aglomeracím. V současnosti v obci žije okolo 400 stálých obyvatel. Je zde však velké procento rekreatantů, kteří využívají své chaty a chalupy a tak, převážně v letním období, jejich počet převyšuje počet trvale bydlících. V obci jsou většinou rodinné domy, chaty a chalupy s lokálním vytápěním. V obci se topí především černým uhlím a dřevem (informace z místního šetření v obci dne 2. 8. 2012 – dotazování místních obyvatel). V katastru obce se nachází povrchový lom firmy JHF Heřmanovice, s. r. o. (www.jhf.cz), která se zabývá těžbou a prodejem drceného kameniva, opravami komunikací, a zejména výrobou a servisem strojů CZ Jetpatcher. Dle sdělení zaměstnanců firmy (2. 8. 2012) je těžba spíš v útlumu, k odstřelu dochází maximálně dvakrát ročně, a to pouze v letním období.

V lokalitě nebyla a není stálá měřicí stanice znečištění ovzduší, nejbližší monitorovací místo se nachází v Jeseníku. V roce 2011 však v Heřmanovicích probíhalo měření suspendovaných částic PM_{10} , polyaromatických uhlovodíků a těžkých kovů v PM_{10} manuálním vzorkovačem, dotované z rozpočtu Moravskoslezského kraje. Průměrná roční koncentrace suspendovaných částic PM_{10} v Heřmanovicích naměřená v roce 2011 byla $23 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a počet dnů s překročením denní mezní hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byl v Heřmanovicích 17. Je ovšem nutné zdůraznit, že průměrné denní koncentrace PM_{10} byly měřeny vždy během pěti dnů šestidenního cyklu, tj. koncentrace PM_{10} byly měřeny přibližně v 80 % dnů v roce. V případě, že by měření probíhalo každý den, je pravděpodobné, že počet dnů s překročením by se zvýšil, avšak nepředpokládáme, že by byl vyšší než přípustný počet překročení 35 dnů v kalendářním roce. K překročení denního imisního limitu docházelo pouze v chladné části roku (leden–březen a říjen–prosince).

V rámci zmíněného měření probíhalo každý šestý den měření polyaromatických uhlovodíků (včetně benzo(a)pyrenu) v suspendovaných částicích PM_{10} , naměřena byla průměrná roční koncentrace benzo(a)pyrenu $2,07 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnota roční cílové hodnoty B(a)P pro ochranu lidského zdraví byla tedy překročena dvojnásobně. Toto zjištění, vzhledem k absenci významných průmyslových zdrojů benzo(a)pyrenu a nízké intenzitě dopravy v obci, ukazuje na lokální vlivy.

Koncentrace oxidu siřičitého na nejbližší monitorovací stanici v Jeseníku-lázních nepřekračují stanovené imisní limity. V roce 2011 se průměrné roční koncentrace SO_2 v zájmové oblasti pohybovaly v hodnotách do $8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ [3].

3. VSTUPNÍ ÚDAJE A METODA ZPRACOVÁNÍ

Do zpracování byly zahrnuty zdroje REZZO1–2, které by potenciálně mohly mít vliv na znečištění ovzduší v Heřmanovicích, tj. zdroje REZZO1 do vzdálenosti zhruba 50 km a REZZO2 asi do 5 km od obce. Pro zdroje REZZO1–2 byly použity údaje z roku 2010.

Údaje o silniční dopravě byly získány ze sčítání dopravy Ředitelstvím silnic a dálnic (ŘSD) z roku 2010 (www.rsd.cz). Pro výpočty byly jednotlivé komunikace rozděleny na kratší úseky, každému úseku byla přiřazena jedna odhadnutá rychlost dopravního proudu a plynulost provozu dle charakteru jednotlivého silničního úseku, s přihlédnutím rovněž na umístění křižovatek. Do modelového výpočtu nebyly zahrnuty emise z dopravy železniční, zemědělské a další.

Vzájemně porovnatelné bilanční výpočty emisí z dopravy či hodnocení vlivu motorových vozidel na kvalitu ovzduší šip pomocí jednotných emisních faktorů, které vydává MŽP,

umožňuje program MEFA 02, na který navazuje upravený program MEFA 06. Program MEFA umožňuje výpočet pro široké spektrum znečišťujících látek. Emisní hodnoty jsou vypočteny pro ustálený režim jízdy bez zohlednění víceemisí ze studených startů. Při výpočtu emisí byl zohledněn podélný sklon vozovky, vypočtený z nadmořských výšek jednotlivých úseků komunikací. Nutno podotknout, že emisní faktory uváděné programem MEFA neobsahují celkové emise pocházející z dopravy, ale pouze emise ze spalovacího procesu v motoru, tj. neobsahují emise z otěrů pneumatik, brzdových systémů a komunikací, ani např. zvířené tuhé částice z povrchu komunikace. Tyto nespalovací emise byly do modelového výpočtu doplněny odhadem, resuspenze zahrnuta nebyla.

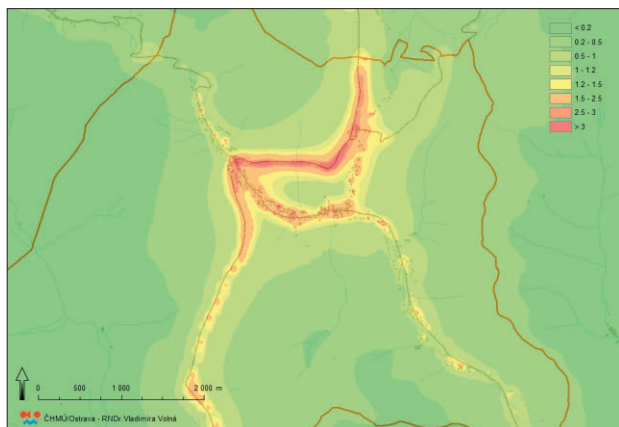
Emise z malých zdrojů znečišťování byly řešeny pro jednotlivé domy v obci. Dle místního šetření, odhadu z mapy a subjektivního posouzení bylo vytypováno 187 domů trvale obydlených (počítáno s vytápěním v chladném období roku a topením na teplou vodu po celý rok) a 90 domů k rekreačnímu užívání (počítáno s vytápěním a topením na teplou vodu o víkendových dnech v chladném období roku). Ostatní nezahrnuté domy byly např. zemědělské objekty, kostel, chalupy sloužící k rekreaci pouze v teplém období roku (předpokládané emise minimální, bez potřeby vytápění), apod. Pro výpočet byl použit předpoklad vytápění černým uhlím a dřevem, dle informací z místního šetření, a výkon kotle 20 kW (účinnost kotle při spalování uhlí 80 %, při spalování dřeva 70 %). Použity byly emisní faktory dle platné legislativy [9]. Jelikož při výpočtu emisí z domácích topenišť není známá přímo emise PM_{10} , pouze TZL (tuhé znečišťující látky), bylo nutné tyto emise ještě přepočítat. V [7] a [10] je uvedeno procentuální zastoupení PM_{10} v emisích prachu pro spalování uhlí v lokálních topeništích 75 %, pro spalování dřeva v lokálních topeništích 95 %.

Metodika modelování znečištění ovzduší SYMOS'97 používá k popisu meteorologických podmínek rozptylu stabilitní klasifikace Bubníka a Koldovského [1, 2]. Podkladem pro výpočet stabilitních růžic pro danou lokalitu nebo oblast jsou větrné růžice vypočítané z měření směru a rychlosti větru. Jelikož v dané lokalitě není k dispozici měření těchto veličin, byl použit modelový postup, založený na programu Calmet Integrátor [8]. Pro účel tohoto zpracování byla použita průměrná stabilitní větrné růžice za období 2007–2011.

4. VÝSLEDKY

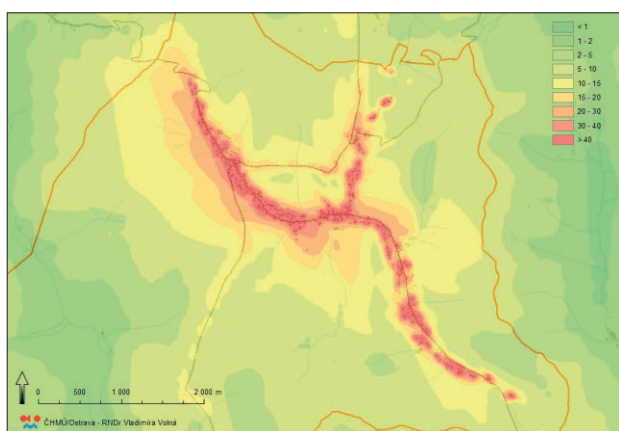
Vypočteny byly předpokládané průměrné roční, maximální denní (24hodinové, pouze u PM_{10}) a maximální krátkodobé koncentrace (hodinové) benzo(a)pyrenu, suspendovaných částic PM_{10} a oxidu siřičitého (SO_2) pro všechny druhy zdrojů REZZO1–4 a podíl lokálních topenišť na celkovém imisním zatížení všemi druhy zdrojů REZZO1–4. V tomto případě byl do výpočtu zdrojů lokálních topenišť zahrnut nejhorší druh vytápění (z hlediska emisních faktorů), tedy při výpočtu koncentrací B(a)P bylo počítáno s vytápěním dřevem, v případě PM_{10} a SO_2 s vytápěním černým uhlím.

Pro představu vlivu jednotlivých domků, které mohou topit horším palivem a ovlivnit tak nepříznivě kvalitu ovzduší v obci, byly náhodně vybrány tři domy. Těmto třem domům byl při výpočtu příspěvek k imisním koncentracím PM_{10} a SO_2 určen druh vytápění černým uhlím a pro B(a)P dřevem (dle emisních faktorů horší druh vytápění z hlediska vlivu na znečištění ovzduší danou škodlivinou a působení na lidské zdraví). Pro ostatní domy bylo použito lepší palivo z hlediska vlivu na znečištění ovzduší a působení na zdraví lidí.



Obr. 2 B(a)P, průměrné roční koncentrace v ng.m^{-3} (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích dřevem).

Fig. 2. B(a)P, annual average concentrations in ng.m^{-3} (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with wood).



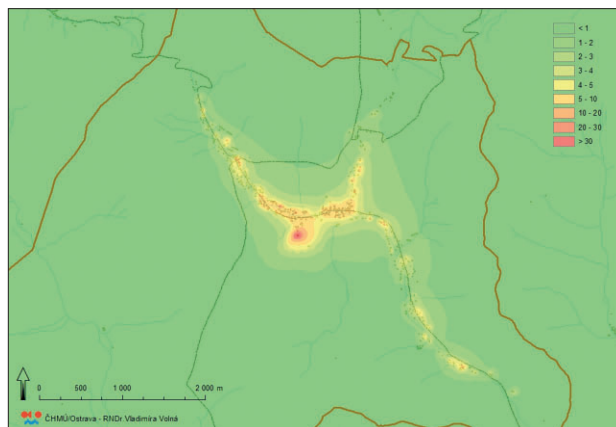
Obr. 3 B(a)P, maximální hodinové koncentrace v ng.m^{-3} (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích dřevem).

Fig. 3. B(a)P, maximum 1-hour concentrations in ng.m^{-3} (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with wood).

Jelikož do modelového výpočtu vstupují pouze emise výše popsaných zdrojů, představují vypočtené hodnoty koncentrací jen příspěvek těchto zdrojů, zahrnutých do výpočtu, k celkovému znečištění ovzduší v dané lokalitě, a jako na takové je třeba na ně pohlížet. K celkovému (měřenému) znečištění ovzduší rovněž přispívá zemědělská a stavební činnost v obci, dálkový přenos emisí (např. z možných velkých zdrojů z Polska), požadová úroveň koncentrací, sekundární částice vznikající fyzikálně-chemickými procesy v atmosféře a reemitované částice (u suspendovaných částic PM_{10}), které nebyly do modelového výpočtu zahrnuty.

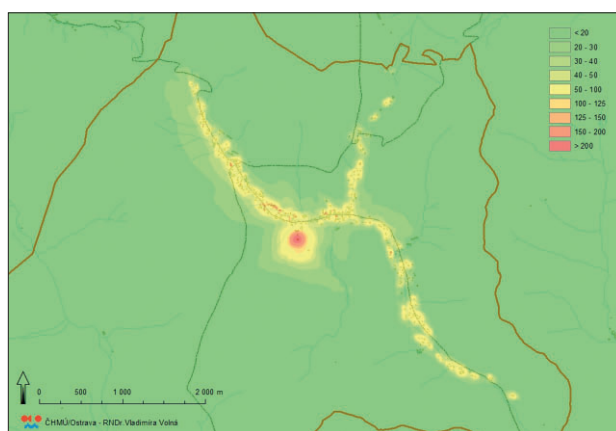
U modelových výpočtů je třeba uvědomit si, že:

- jedná se o modelový výpočet, který je závislý na úplnosti a přesnosti zahrnutých mechanismů rozptylu znečišťujících látek v atmosféře a jejich parametrizace i v použitém modelu, tj. modelový výpočet je přiblížením skutečnosti, nikoliv skutečností samotnou;
- přestože roční průměrné koncentrace popisují reálnou situaci věrněji než krátkodobá maxima celkového znečištění dané lokality danou znečišťující látkou, protože zahrnují i vliv větrné růžice, a tedy i vliv doby trvání různých vysokých krátkodobých koncentrací, nelze obecným výpočtem podle metodiky SYMOS'97 do výsledků zahrnout vliv kumulace znečišťujících látek pod inverzemi.
- Součástí podkladů modelového výpočtu jsou odha-



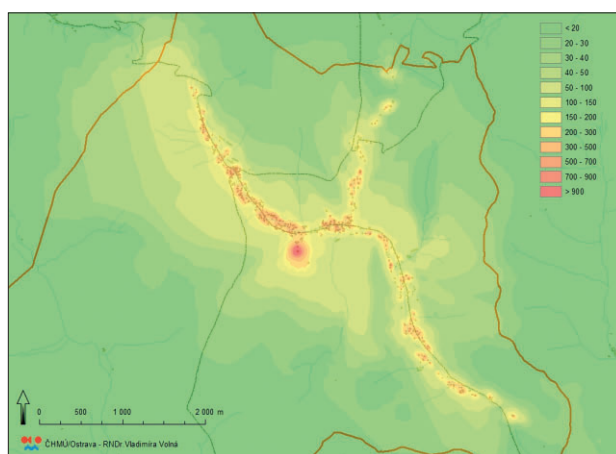
Obr. 4 PM_{10} , průměrné roční koncentrace v $\mu\text{g.m}^{-3}$ (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích černým uhlím).

Fig. 4. PM_{10} , annual average concentrations in $\mu\text{g.m}^{-3}$ (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with coal).



Obr. 5 PM_{10} , maximální 24hodinové koncentrace v $\mu\text{g.m}^{-3}$ (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích černým uhlím).

Fig. 5. PM_{10} , maximum daily concentrations in $\mu\text{g.m}^{-3}$ (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with coal).

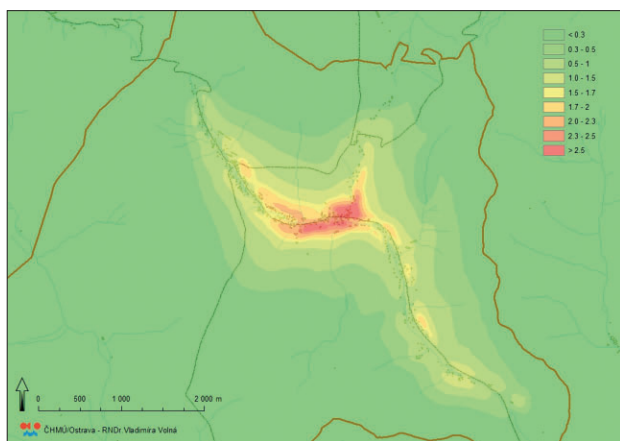


Obr. 6 PM_{10} , maximální hodinové koncentrace v $\mu\text{g.m}^{-3}$ (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích černým uhlím).

Fig. 6. PM_{10} , maximum 1-hour concentrations in $\mu\text{g.m}^{-3}$ (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with coal).

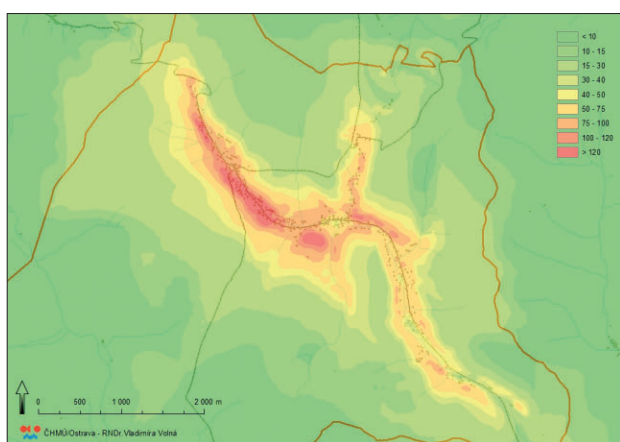
dy emisních charakteristik malých zdrojů znečišťování (lokální topeniště):

- lokální topeniště byla vytipována dle místního šetření, odhadu z mapy a subjektivního posouzení; jejich sku-



Obr. 7 SO₂, průměrné roční koncentrace v µg.m⁻³ (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích černým uhlím).

Fig. 7. SO₂, annual average concentrations in µg.m⁻³ (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with coal).



Obr. 8 SO₂, maximální hodinové koncentrace v µg.m⁻³ (příspěvek REZZO1–4, za předpokladu vytápění v domácích topeništích černým uhlím).

Fig. 8. SO₂, maximum 1-hour concentrations in µg.m⁻³ (contribution of REZZO1–4, with the supposition of local heating with coal).

tečná lokalizace v rámci obce a vymezení domů trvale obydlených a pro rekreační využití se může lišit;

- jako palivo bylo uvažováno černé uhlí, dřevo a jejich kombinace dle místního šetření, lze však předpokládat, že skutečnost může být jiná; upřesnění používání jiného druhu paliva nebo nestandardních materiálů (např. odpadu) je téměř nemožné; u domů trvale osídlených nebyla uvažována možnost použití elektrického vytápění; bylo uvažováno, že rekreační objekty využívané pouze v létě jsou bezemisní;
- při výpočtu bylo uvažováno používání kotlů o výkonu 20 kW, s účinností kotle při spalování uhlí 80 %, při spalování dřeva 70 %; výkon i účinnost kotlů v domácích topeništích je ve skutečnosti různorodější;
- pro výpočet emisí byly použity emisní faktory dle platné legislativy, je ovšem nezbytné zdůraznit, že emisní faktory ve skutečnosti dominantně ovlivňuje: typ spalovacího zařízení (prohořivací, odhořivací, zplyňovací, automatické), typ a jakostní parametry paliva (fosilní, bio, obsah vody a popeloviny, granulometrie), kvalita obsluhy (nastavení provozních parametrů, klapky spalovacího vzduchu, dávka paliva, požadovaná teplota v místnosti) a kvalita

instalace a její údržba (spalovací zařízení, topný systém; včetně jeho regulace a komín představují jeden společný systém, čištění komínu a spalovacího zařízení) [11].

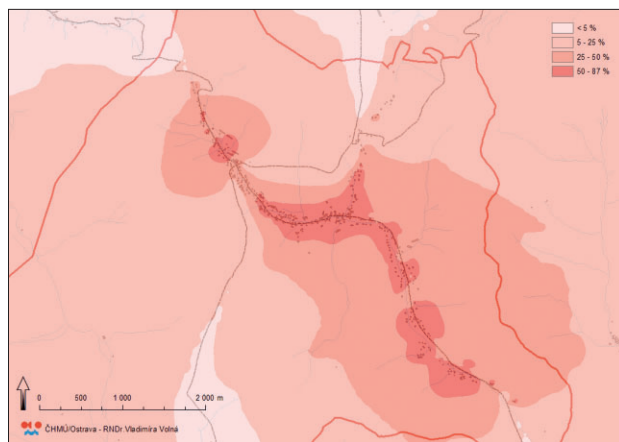
- Součástí podkladů modelového výpočtu jsou odhady emisních charakteristik liniových zdrojů (zdroje z dopravy):
 - hodnota intenzity dopravy, která vstupuje do výpočtu, vyjadřuje intenzitu dopravy za 24 hodin pro „standardní“ den, ve skutečnosti se intenzita dopravy mění nejen během dne, ale také během týdne;
 - do modelu nejsou zahrnuty starty studených motorů, jejichž emise jsou vyšší než emise zahřátých motorů;
 - v modelu jsou zahrnuty pouze emise z mobilních zdrojů (silniční dopravy, která je pro výpočet rozdělena na nákladní a osobní přepravu) na vybraných zatížených silnicích ve vymezené oblasti, do výpočtu byly zahrnuty jen silnice s dostupnými informacemi o sčítání dopravy Ředitelstvím silnic a dálnic (ŘSD) z roku 2010; nebyly zahrnuty vedlejší méně významné silnice a boční ulice v oblasti, rovněž ani emise z dopravy zemědělské a další.

Celkové imisní zatížení všemi druhy zdrojů REZZO1–4 v Heřmanovicích

Pole vypočtených koncentrací jednotlivých škodlivin mají podobný tvar. Vzhledem k převažujícímu vlivu lokálních zdrojů a dopravy (viz níže), se nejnižší koncentrace vyskytují mimo zastavěnou část obce, naopak nejvyšší jsou dosahovány v údolních partiích, v zabydlené oblasti a v blízkosti komunikací.

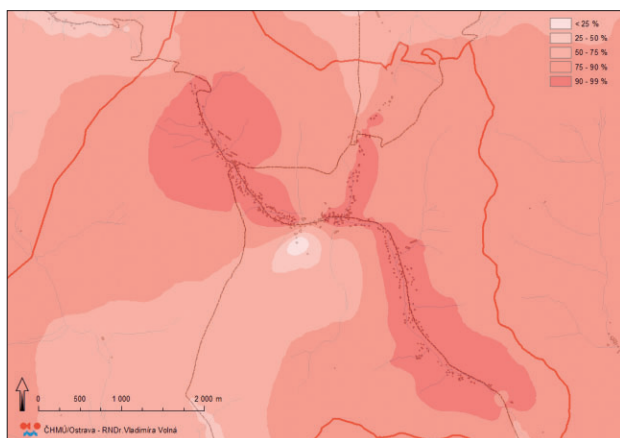
V případě PM₁₀ jsou nejvyšší hodnoty dosahovány v oblasti povrchového lomu. Dle sdělení zaměstnanců lomu je však těžba v útlumu a odstřely jsou prováděny maximálně dvakrát ročně, a to výhradně v letním období roku, kdy jsou obecně lepší meteorologické podmínky pro rozptyl znečišťujících látek v ovzduší. Vzhledem k těmto informacím lze předpokládat, že roční ani denní imisní limit pro PM₁₀ vlivem činnosti v povrchovém lomu překračován není (obr. 2–8).

V roce 2011 byla v Heřmanovicích naměřena průměrná roční koncentrace 2,07 ng.m⁻³ B(a)P a 23 µg.m⁻³ PM₁₀, zatímco pro stejnou lokalitu byla modelově vypočtena hodnota cca 2,5 ng.m⁻³ B(a)P a cca 10 µg.m⁻³ PM₁₀, nicméně nejvyšší modelově vypočtené hodnoty PM₁₀ se blíží až cca



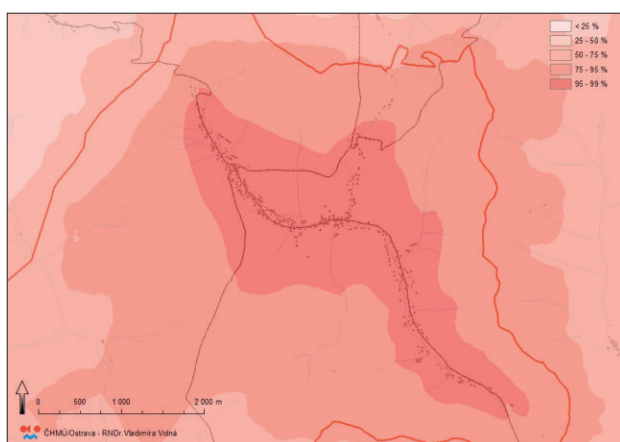
Obr. 9 B(a)P, odhad podílu lokálních topenišť na celkovém znečištění ovzduší (za předpokladu vytápění dřevem v lokálních topeništích).

Fig. 9. B(a)P, estimate the proportion of local heating of the total air pollution (with the supposition of local heating with wood).



Obr. 10 PM_{10} , odhad podílu lokálních topenišť na celkovém znečištění ovzduší (za předpokladu vytápění černým uhlím v lokálních topeništích).

Fig. 10. PM_{10} , estimate the proportion of local heating of the total air pollution (with the supposition of local heating with coal).



Obr. 11 SO_2 , odhad podílu lokálních topenišť na celkovém znečištění ovzduší (za předpokladu vytápění černým uhlím v lokálních topeništích).

Fig. 11. SO_2 , estimate the proportion of local heating of the total air pollution (with the supposition of local heating with coal).

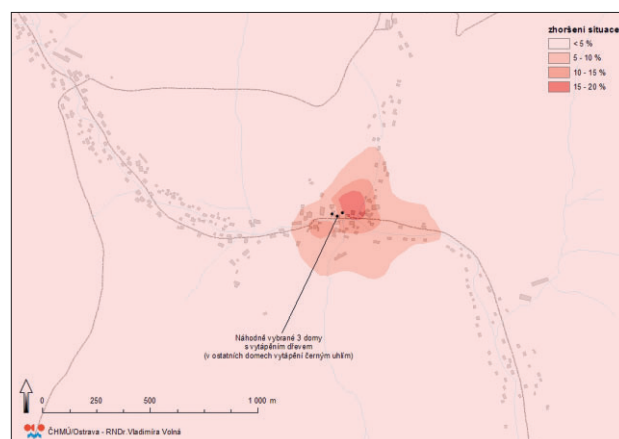
$20 \mu g \cdot m^{-3}$. Z porovnání je vidět velmi dobrá shoda skutečnosti a modelového výpočtu pro B(a)P a pravděpodobné podhodnocení v případě PM_{10} . Rozdíly mezi naměřenými koncentracemi v roce 2011 a modelovým výpočtem jsou způsobeny jednak výše uvedenými zjednodušeními, ale i odlišnými meteorologickými podmínkami v roce 2011, oproti použitému pětiletému odhadu 2007–2011. Mezi meteorologické faktory významně ovlivňující imisní situaci dané lokality nepochybně patří i vznik teplotních inverzí, zejména v chladné části roku, při nichž nedochází k dobrému rozptýlování škodlivin v ovzduší, ale naopak k jejich hromadění v úzkých údolních partiích zájmového území. Vzhledem k tomu, že dominantní vliv na koncentrace v dané lokalitě mají lokální topeniště a doprava (viz níže), může být podhodnocení imisních koncentrací PM_{10} způsobeno i použitím podhodnoceného emisního faktoru PM_{10} pro lokální topeniště, resp. použitím méně kvalitního paliva pro vytápění ve skutečnosti, oproti modelově předpokládanému.

Podíl lokálních topenišť na celkovém imisním zatížení všemi druhy zdrojů REZZO1–4 v Heřmanovicích

Lokální topeniště mají dominantní vliv na znečištění ovzduší B(a)P v hustě zastavěné části obce a jeho blízkém okolí (obr. 9). Roční průměrné koncentrace B(a)P jsou nej-

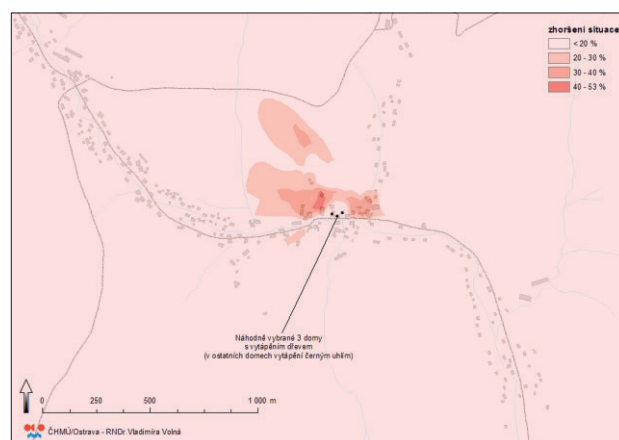
vyšší v blízkosti komunikací, dominantní kolem komunikací mimo hustě zastavěné části obce (obr. 2), v ročním průměru tedy dominuje vliv dopravy. Ovšem při hodnocení maximálních hodinových koncentrací se ukazuje dominance vlivu lokálních topenišť (obr. 3). Rozdíly patrně ukazují na sezónní změny emisí (emise z dopravy jsou vyrovnanější v průběhu celého roku, vyšší hodnoty emisí z lokálního vytápění jsou soustředěny především do chladné části roku). Na znečištění ovzduší PM_{10} mají lokální topeniště rozhodující vliv v celé zájmové oblasti, kromě lokalit s bezprostředním potenciálním vlivem povrchového dolu. Jednoznačně dominantní vliv je přirozeně patrný v údolní, hustě zastavěné části obce (obr. 10, 4–6). Na koncentrace SO_2 mají lokální topeniště jednoznačně dominantní vliv v celé zájmové oblasti (obr. 11, 7–8).

Z výše uvedeného je zřejmé, že jednoznačně dominantní vliv na znečištění ovzduší v Heřmanovicích mají lokální topeniště doprovázené silniční dopravou. Podíl zdrojů REZZO2 na znečištění ovzduší v Heřmanovicích je minimální. Podíl zdrojů REZZO1 je rovněž minimální, a to vzhledem k jejich vzdálenosti od obce a konfiguraci terénu. Pro stanovení podílu lokálních topenišť na imisní zátěži lokality byly použity průměrné roční koncentrace škodlivin.



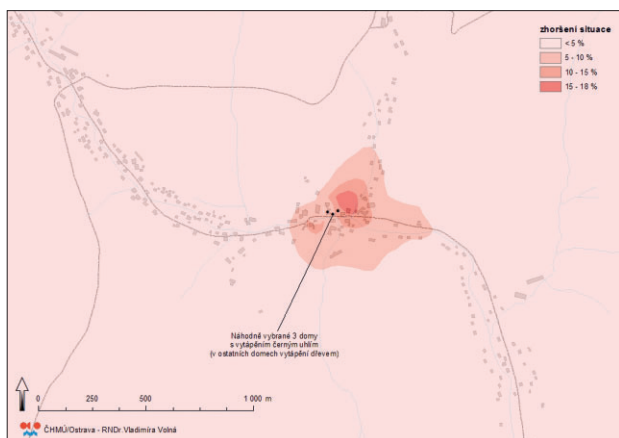
Obr. 12 B(a)P, průměrné roční koncentrace (vliv vybraných tří domů s méně kvalitním palivem na znečištění ovzduší).

Fig. 12. B(a)P, annual average concentrations (the impact of selected three houses with using of „lower quality fuel“ to air pollution).



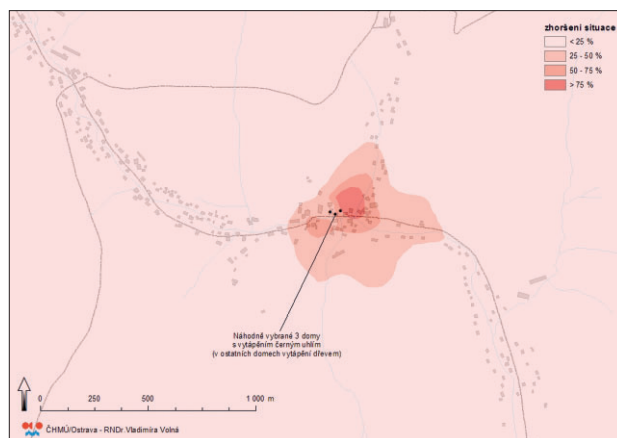
Obr. 13 B(a)P, maximální hodinové koncentrace (vliv vybraných tří domů s méně kvalitním palivem na znečištění ovzduší).

Fig. 13. B(a)P, maximum 1-hour concentrations (the impact of selected three houses with using of „lower quality fuel“ to air pollution).



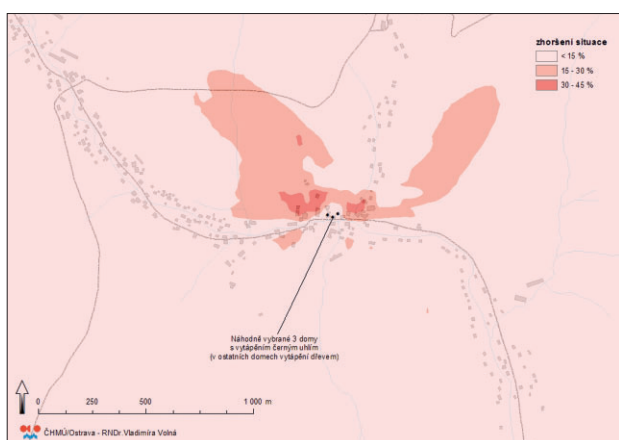
Obr. 14 PM_{10} , průměrné roční koncentrace (vliv vybraných tří domů s méně kvalitním palivem na znečištění ovzduší).

Fig. 14. PM_{10} , annual average concentrations (the impact of selected three houses with using of „lower quality fuel“ to air pollution).



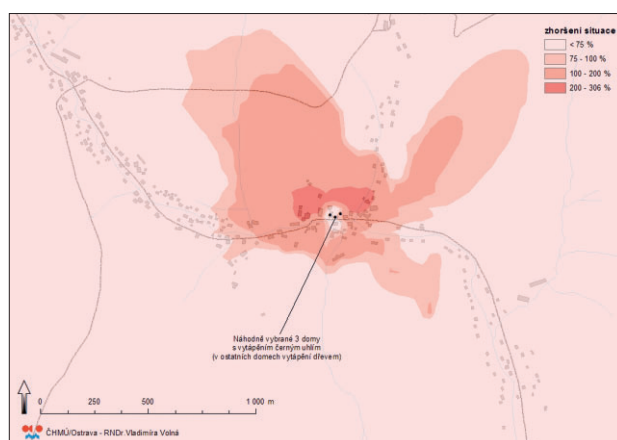
Obr. 16 SO_2 , průměrné roční koncentrace (vliv vybraných tří domů s méně kvalitním palivem na znečištění ovzduší).

Fig. 16. SO_2 , annual average concentrations (the impact of selected three houses with using of „lower quality fuel“ to air pollution).



Obr. 15 PM_{10} , maximální 24hodinové a hodinové koncentrace (vliv vybraných tří domů s méně kvalitním palivem na znečištění ovzduší).

Fig. 15. PM_{10} , maximum daily and 1-hour concentrations (the impact of selected three houses with using of „lower quality fuel“ to air pollution).



Obr. 17 SO_2 , maximální hodinové koncentrace (vliv vybraných tří domů s méně kvalitním palivem na znečištění ovzduší).

Fig. 17. SO_2 , maximum 1-hour concentrations (the impact of selected three houses with using of „lower quality fuel“ to air pollution).

Vliv použití méně kvalitního paliva na znečištění ovzduší

Široce diskutovanou otázkou je vliv použití méně kvalitního paliva, resp. spalování nestandardních materiálů na znečištění ovzduší. Toto zpracování názorně ukazuje rozdílnost úrovně vlivu lokálních zdrojů na imisní koncentrace při použití různých paliv. Podstatný vliv na emise má však nejen samotný druh použitého paliva, ale i způsob jeho skladování, např. dostatečné vysušení dřeva před jeho použitím jako paliva, a způsob provozování kotlů, tj. např. režim přikládání a vlastního spalování. Všechny faktory ovlivňující emise z lokálních topenišť, jsou podrobně popsány např. v [12, 13, 14, 15].

Nepříznivý vliv na okolí může mít spalování méně kvalitního paliva i v malém počtu topenišť. Jako příklad tohoto vlivu byly náhodně vybrány tři domy v Heřmanovicích, ve kterých bylo modelově uvažováno použití méně kvalitního paliva než ve všech ostatních topeništích v obci. Za „méně kvalitní palivo“ je označováno dřevo a černé uhlí v závislosti na tom, která znečišťující látka je diskutována. Jedná se tedy spíše o výhodnost či nevýhodnost použití onoho paliva z hlediska míry působení emitovaných polutantů na lidské zdraví. Samozřejmě ani jedno z používaných paliv není absolutně výhodné a pro zdraví neškodné. Oblast výrazného nárůstu

emisních koncentrací je pro všechny škodliviny podobná, a to v případě ročních, 24hodinových i hodinových koncentrací.

Nárůst emisních koncentrací vlivem vybraných tří domů s méně kvalitním palivem, tj. černé uhlí vs. dřevo, se podle modelových výpočtů projevilo v dané lokalitě v Heřmanovicích následovně:

- a) průměrné roční koncentrace B(a)P a PM_{10} vzrostly do cca 20 % do vzdálenosti zhruba 100m, zvýšení koncentrací o cca 5–10 % se projevilo v okolí zhruba 500m, maximální hodinové a pro PM_{10} i 24hodinové koncentrace se zvýšily místy až o cca 40–50 % (obr. 12–15);
- b) koncentrace SO_2 vzrostly nejvýrazněji, a sice průměrné roční koncentrace vzrostly do cca 75 % do vzdálenosti zhruba 100m, zvýšení koncentrací o cca 25–50 % se projevilo v okolí zhruba 500m, maximální hodinové koncentrace se zvýšily místy až o cca 300 %, tj. dosáhly až čtyřnásobku koncentrace, která by na daném místě byla při vytápění kvalitnějším palivem (obr. 16–17).

Směrová závislost nárůstu modelově vypočtených koncentrací, která je patrná na obrázcích, je způsobena použitou konkrétní větrnou růžicí a rovněž odlišnostmi nadmořské výšky okolí náhodně vybraných zdrojů.

Z výše uvedeného příkladu je i přes všechna zjednodušení názorně vidět, že i velmi malý počet lokálních topenišť v řádu jednotek může mít na své okolí při spalování méně kvalitního paliva velmi výrazný nepříznivý vliv. Tento vliv je pochopitelně tím větší, čím méně kvalitní je spalované palivo.

5. ZÁVĚR

Zpracování popisuje vliv lokálních topenišť a dopravy na kvalitu ovzduší v obci, která není plynofikována a nevyužívá centrální zásobování teplem, tj. vytápění objektů a teplo užitková voda jsou zajišťovány především spalováním pevných paliv v lokálních topeništích. Obec je navíc mimo dosah významného vlivu velkých průmyslových zdrojů.

V Heřmanovicích mají jednoznačně dominantní vliv na znečištění ovzduší lokální topeniště doprovázené silniční dopravou, zatímco podíl zdrojů REZZO1 a 2 je minimální. Lokální topeniště, bez spolupůsobení dalších typů zdrojů, dokážou způsobit vysoké koncentrace všech uvažovaných škodlivin.

Porovnání modelového výpočtu a naměřených koncentrací v roce 2011 ukazuje velmi dobrou shodu pro B(a)P a pravděpodobné podhodnocení v případě PM₁₀. Vzhledem k tomu, že dominantní vliv na koncentrace v dané lokalitě mají lokální topeniště a doprava, může být podhodnocení imisních koncentrací PM₁₀ způsobeno i použitím podhodnoceného emisního faktoru PM₁₀ pro lokální topeniště, resp. použitím méně kvalitního paliva pro vytápění ve skutečnosti, oproti modelově předpokládanému.

Z modelových výpočtů a provedeného měření lze konstatovat, že v Heřmanovicích je překračována cílová roční hodnota B(a)P a není překračován roční imisní limit PM₁₀. K překračování denní mezní hodnoty PM₁₀ 50 µg.m⁻³ dochází, ale většinou pravděpodobně v menším, než legislativně povoleném počtu 35 dnů během kalendářního roku. Není však vyloučeno, že v letech s četnějším výskytem nepříznivých rozptylových podmínek, než je obvyklé, může dojít rovněž k překročení přípustného počtu překročení denní mezní hodnoty.

Z modelových výpočtů i dalších zdrojů informací lze předpokládat, že v Heřmanovicích nedochází k překračování imisních limitů SO₂.

Průměrné roční i krátkodobé koncentrace mohou při spalování méně kvalitního paliva narůst o desítky procent až několikanásobně, i když je použito ve velmi malém počtu lokálních topenišť v řádu jednotek. Nárůst je pochopitelně tím větší, čím méně kvalitní je spalované palivo.

Pro modelový výpočet byly použity emisní faktory, které jsou zakotveny v legislativě [9]; v případě topení černým uhlím vzniká více emisí PM₁₀ a SO₂ a při topení dřevem více emisí B(a)P. Při použití jiných emisních faktorů [10] by tvar výsledného pole koncentrací zůstal stejný, měnily by se pouze hodnoty vypočítaných koncentrací (byly by odpovídajícím násobkem vyšší nebo nižší dle hodnot emisních faktorů. Vstupní emisní data by tedy byla snížena nebo navýšena).

Je nutné zdůraznit, že při výpočtu vlivu lokálních topenišť bylo počítáno pouze s topením černým uhlím a dřevem, s ustáleným výkonem kotlů a jejich účinností. Lze předpokládat, že tím může být skutečný stav významně podhodnocen. Méně kvalitní paliva, která mohou být ve skutečnosti používána, mají vyšší emisní faktory, tedy při jejich spalování vzniká větší množství emisí. V domácích manuálně ovládaných kotlích nedochází k optimálnímu spalování paliv (mnohem optimálnější spalování probíhá při použití kotlů s automatickým režimem), domácí spalovací zařízení jsou mnohdy zastara-

lá, s nižší účinností, apod. U nekvalitního spalování se dále do ovzduší dostávají vyšší koncentrace dalších látek ohrožujících zdraví lidí (karcinogenní látky, toxické kovy), které se váží na jemné frakce suspendovaných částic. Bohužel, v případě lokálního vytápění na tuhá paliva se nedá přesně určit, jaký druh paliva je v domácnostech skutečně používán, a je obtížné prokazatelně používání nestandardních a nevhodných materiálů v domácnostech.

Literatura:

- [1] BUBNÍK, J. – KEDER, J. – MACOUN, J. – MAŇÁK, J., 1998. SYMOS'97, Systém modelování stacionárních zdrojů, metodická příručka. Praha: ČHMÚ. 65 s. ISBN 80-85813-55-6.
- [2] BUBNÍK, J. – KEDER, J. – MACOUN, J. – MAŇÁK, J., 2003. SYMOS'97, verze 02. Systém modelování stacionárních zdrojů (doplňky k verzi '97), metodická příručka doplněk. Praha: ČHMÚ. 10 s.
- [3] ČHMÚ, 2012. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2011. Praha: ČHMÚ. 272 s. ISBN 978-80-87577-02-8. Dostupné z <<http://www.chmi.cz/uoco/isko/groc/groc.html>>.
- [4] MEFA 06, 2006. Uživatelská příručka. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, ATEM.
- [5] Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší MŽP ČR výpočtu znečištění ovzduší z bodových, plošných a mobilních zdrojů SYMOS'97. Věstník ministerstva životního prostředí, částka 3 ze dne 15. 4. 1998. Doplněk metodiky: Věstník MŽP ČR číslo 4, ročník 2002.
- [6] Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.
- [7] SYMOS'97, 2003. Uživatelská příručka, IDEA-ENVI s. r. o.
- [8] ZEMÁNKOVÁ, K. – ŠKÁCHOVÁ, H., 2009. Vývoj programového systému pro tvorbu větrných růžic – Calmet Integrátor. In: *Program a sborník konference Ovzduší 2009*. Brno: Masarykova univerzita, s. 266–270. ISBN 978-80-210-4829-4.
- [9] Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.
- [10] HORÁK, J. – BRANC, M. – HNILICOVÁ, H., 2010. Emise jemných částic při spalování dřeva a hnědého uhlí v malých zdrojích. In: *Topenářství instalace*, č. 3. Dostupné z <http://vec.vsb.cz/userfiles/Emise_jemnych_castic_ze_spalovani_TP.pdf>.
- [11] HORÁK, J. – HOPAN, F. – KRPEC, K. – DEJ, M. – PEKÁREK, V. et al., 2011. Návrh emisních faktorů znečišťujících látek pro spalování tuhých paliv v lokálních topeništích. In: *Ochrana ovzduší*, č. 3. Dostupné z <<http://vec.vsb.cz>>.
- [12] HORÁK, J. – HOPAN, F., 2010. Závěrečná zpráva č. 90/10 o řešení projektu SP/1a2/116/07. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum.
- [13] KOLONIČNÝ, J. – BOGOCZOVÁ, V. – HORÁK, J., 2010. Postupy správného topení. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum. ISBN 978-80-248-2255-6.
- [14] Zlepšení kvality ovzduší v příhraniční oblasti Česka a Polska, 2006–2007. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava a Institut ekologie průmyslových území Katowice. Dostupné z <<http://www.cleanborder.eu/oProjekcie.aspx>>.
- [15] „Takové to domácí topení“, 2012. Problematika lokálních topenišť v Moravskoslezském kraji. Moravskoslezský kraj. ISBN 978-80-87503-27-0.

Lektor (Reviewer): RNDr. Josef Keder, CSc.

Ing. VÁCLAV DVOŘÁK, Ph.D. ŠEDESÁTNÍKEM

Dne 20. srpna letošního roku oslavil šedesáté narozeniny Ing. Václav Dvořák, Ph.D., ředitel Českého hydrometeorologického ústavu. Není bez zajímavosti, že jubilant je tak jen o několik měsíců starší než ústav, který se v jeho odborné kariéře stal, dalo by se říci, domovským přístavem, z něž vyrážel na časté, kratší či delší cesty po jiných institucích.



Ředitel ČHMÚ Ing. Václav Dvořák, Ph.D. (vpravo), náměstek ředitele ČHMÚ pro hydrologii RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D. (vlevo). Foto H. Stehlíková.

Václav Dvořák vystudoval vodohospoářský směr na Stavební fakultě Českého vysokého učení technického v Praze a následně, v roce 1977, nastoupil do svého prvního zaměstnání – Hydrometeorologického ústavu, kde ve funkci hydrologa pracoval až do roku 1988. Jeho tehdejší spolupracovníci, když na něj vzpomínají, často zmiňují jeho pořádkumilovnost, pracovitost s tahem na branku, spolehlivost a klid a nadhled při řešení nastalých problémů. Během té doby vynikly jeho mimořádné povahové rysy a schopnosti.

Po odborné stránce se v té době zabýval vývojem a provozem databází pro primární zpracování dat z pozorovacích sítí ústavu, dále rozvojem metod k optimalizaci provozu pozorovacích objektů, navrhoval metodiku pro posudkové analýzy a spolupracoval na generování časových řad hydrologických prvků pro určování návrhových veličin. Nebylo proto divu, že byl tehdejším vedením hydrologické služby vybrán jako možný kandidát pro práci v aparátu Světové meteorologické organizace (SMO). Za tím účelem absolvoval předem řadu akcí na zdokonalení jazykových znalostí. Mimo jiné šlo o absolvování půlročního Mezinárodního postgraduálního hydrologického kurzu UNESCO, vedeného v anglickém jazyce v Budapešti a dále o tříměsíční vědeckou stáž na Univerzitě v Quebecu v Kanadě, kde spolu s prof. Bobeě vyvinuli a publikovali 18. pravděpodobnostní rozdělení tzv. Halphenovo rozdělení.

V roce 1988 nastoupil pak Ing. Václav Dvořák do funkce vědeckého tajemníka v Odboru hydrologie a vodních zdrojů v sekretariátu Světové meteorologické organizace v Ženevě. Přípravoval podklady pro jednání řídicích orgánů organizace, řídil a koordinoval pracovní skupiny ustavené v rámci operativní hydrologie a pro vyhodnocování dopadů změn klimatu na vodní zdroje. Přípravoval také podklady pro koordinaci programů mezi WMO a dalšími mezinárodními agencemi (UNESCO, WHO, FAO, IAHS, IIASA aj.). Za inteligentní a spolehlivé plnění všech těchto svěřených úkolů ve WMO si vysloužil Václav Dvořák vysoké uznání, jak od svých spolupracovníků, tak i od vedoucích

představitelů sekretariátu WMO. Bohužel, v roce 1993 musel z rodinných důvodů svůj pracovní poměr ve WMO ukončit.

Po návratu do Prahy se opět vrátil do domovského ČHMÚ a krátce zde působil jako zástupce náměstka ředitele ČHMÚ pro hydrologii v oddělení HOMS (Víceúčelový program operativní hydrologie). V roce 1994 vyhrál konkurz na místo náměstka ředitele Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (VÚV T. G. M.). V této funkci zabezpečoval koncepční a operativní řízení odborné činnosti ústavu, zahrnující jak přímou odbornou podporu ústředního vodohospodářského orgánu a orgánů státní správy v sektoru vodního hospodářství (Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství ČR), tak i cílené výzkumné a vývojové projekty v souvisejících oborech.

Po personálních změnách ve VÚV T. G. M. bylo jubilantovi v roce 1999 nabídnuto místo vedoucího oddělení evropské integrace na úseku hospodaření s vodou v Odboru ochrany vod na Ministerstvu životního prostředí. V rámci této funkce koordinoval a připravoval integraci ČR do EU ve sféře ochrany vod, spolupracoval při řízení a při zpracování národních a mezinárodních projektů zaměřených na proces integrace do EU.

S ohledem na zkušenosti s evropskou politikou a jazykové znalosti byl v roce 2009 pověřen zastávat funkci prvního tajemníka na úseku zemědělství a životního prostředí na Stálé misi České republiky při Evropské unii v Bruselu. Měl na starosti především spolupráci se členskými státy EU a s Evropskou komisí v rámci pracovní skupiny pro životní prostředí Rady EU při projednávání a přípravě legislativy Evropského společenství. V té době, v roce 2002, také obhájil svou dizertační práci na České zemědělské univerzitě na téma „Analýza nestacionarity časových řad hydrologických prvků“.

Činnost v EU ukončil jubilant v roce 2009 a vrátil se na Ministerstvo životního prostředí ČR na uvolněné místo ředitele Odboru ochrany vod. Tuto funkci zastával do roku 2011, kdy se zúčastnil výběrového řízení na ředitele Českého hydrometeorologického ústavu. Soutěž vyhrál a nastoupil v roce 2011 po 17 letech znovu do ústavu, tentokrát jako jeho ředitel.

Jubilant se své „kopy“ oběhů kolem Slunce dožil v obdivuhodné fyzické kondici a udržuje si svůj typický rozvázný a vstřícný přístup k lidem. A to i přesto, že vedení ústavu v nelehkých dobách vnějšího ekonomického tlaku vyžaduje velké úsilí při snaze o udržení dosavadních standardů a aktivit hydrometeorologické služby. Popřejme jubilantovi do následujících let nejen hodně zdraví a osobní pohody, ale rovněž, aby uplatnil své zkušenosti i v rozvoji ČHMÚ, jeho služeb a produktů.

RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., Ing. Josef Hladný, CSc.

SEMINÁŘ ČMES 2013: METEOROLOGICKÉ APLIKACE A TERMINOLOGICKÉ PROBLÉMY, POVODNĚ 2013

Ve dnech 23. až 25. září 2013 se uskutečnil výroční seminář České meteorologické společnosti organizovaný ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem, Univerzitou Karlovou a Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i. v hotelu Mánes ve Svatce.

Příspěvky semináře byly zaměřeny na vývoj nových meteorologických, klimatologických a čistotářských aplikací, jejich metod a metodik, zvláště pak se zaměřením na s tím spojené terminologické otázky, a to jak v odborné praxi, tak



Exkurze proběhla na meteorologické stanici Svratouch. Foto H. Stehlíková.

i při informování veřejnosti. Dodatečně byla do programu přidána část věnována povodním v roce 2013.

Na semináři bylo uvedeno 17 prezentací, abstrakty jsou obsaženy ve vydaném sborníku [1]. Příspěvky uvádíme v předneseném pořadí:

- Řezáčová, D.: Meteorologický slovník II – výsledky, otázky, problémy
- Zacharov, P.: Meteorologický slovník – elektronická verze
- Sulan, J.: Anglické výrazy v praxi silničního meteorologa
- Halenka, T.: Termíny v modelování klimatu
- Lipina, P.: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic v ČHMÚ (HMÚ, SÚM)
- Šuvarinová, O.: Problematika uveřejňování odborných textů
- Sedlák, P.: Aplikace modelu METRo pro silniční předpověď v České republice
- Sládek, I., Nedvěd, L.: Vliv meteorologických podmínek na sebevraždy
- Trembl, P.: Možnosti využití skriptovacího jazyka R v meteorologii, klimatologii a hydrologii
- Krška, K.: K vývoji českého meteorologického názvosloví
- Crhová, L., Valeriánová, A.: Povodně 2013 na území ČR – klimatologické hodnocení
- Kozová, G.: Hodnocení intenzity deště ve srážkových epizodách v červnu a červenci 2013 na jižní Moravě
- Doleželová, M.: Extrémy atmosférických srážek – různé definice a jejich využití při hodnocení srážkových úhrnů na území v působnosti pobočky ČHMÚ Brno v červnu 2013
- Brožková, R.: Předpověď srážek modelem ALADIN – hodnocení situací v červnu 2013
- Halenka, T., Belda, M.: Odkud se bere tolik vody?
- Kubát, J.: Hydrologická odezva na extrémní srážky v červnu 2013
- Obrušník, I.: Hydrometeorologická služba – jak dál po povodni 2013

I když počasí tentokrát účastníkům zcela nepřálo, druhý den odpoledne proběhla exkurze na meteorologickou stanici Svratouch s kombinovaným provozem. Stanice je umístěná na kopci Otava ve výšce 733 m n. m., východně od obce Svratouch, ve Žďárských vrších.

Literatura:

- [1] Meteorologické aplikace a terminologické problémy, povodně 2013. Praha: ČHMÚ. 2013. ISBN 978-80-87577-23-3.

Hana Stehlíková

METEOROLOGOVÉ A HYDROLOGOVÉ ARMÁDY ČESKÉ REPUBLIKY USPOŘÁDALI MEZINÁRODNÍ KONFERENCI

Dne 24. září 2013 se v Domě Armády ČR v Praze uskutečnilo slavnostní shromáždění a mezinárodní konference k významným výročím: 95. výročí vzniku Vojenské meteorologické služby, 60. výročí vzniku Hlavního leteckého povětrnostního ústředí a 60. výročí zahájení výuky meteorologie na Vojenské technické akademii v Brně.

Významné události se zúčastnili náměstkyně ministra obrany ČR paní Mgr. Lenka Melicharová-Ptáčková, náčelník generálního štábu Armády ČR generálporučík Petr Pavel, 1. ZN generálního štábu Armády ČR generálmajor Ing. Miroslav Žižka, Prorektor Univerzity obrany Brno plk. gšt. Ing. Miloslav Bauer, Ph.D., ředitel VGHMÚř plk. gšt. Marek Vaněk. Mezi čestnými hosty nemohl chybět představitel civilní meteorologické a hydrologické služby, mající dlouhou společnou historii se službou vojenskou, ředitel Českého hydrometeorologického ústavu Ing. Václav Dvořák, Ph.D. Jednání byli přítomni také zahraniční partneři. Pozvání přijali vojenští hydrometeorologové z Polska, Německa a bývalý absolvent oboru meteorologie brněnské vojenské školy, dnes pracovník ambasády Vietnamu v Praze.

V úvodu konference náměstkyně ministra obrany a náčelník Generálního štábu AČR předali ocenění za dlouholetou práci ve prospěch hydrometeorologické služby.

Záslužné kříže ministra obrany ČR III. stupně převzali: plukovník ve výslužbě Jiří Huk a podplukovníci v. v. Stanislav Soušek, František Hudec a Pavel Kristl.

Náčelník generálního štábu ocenil pět bývalých armádních hydrometeorologů udělením Čestného odznaku Za zásluhy III. stupně a třem současným meteorologům, kteří mají za sebou působení v zahraničních misích, předal vyznamenání za Československou obec legionářskou Jaromír Mareček. Generálporučík Petr Pavel udělil pět bývalým vojenským hydrometeorologům Čestné odznaky Za zásluhy III. stupně. Ocenění obdržel i člen redakční rady časopisu Meteorologické zprávy Ing. František Hudec, CSc. (viz obrázek).

„Příslušníci Hydrometeorologické služby Armády České republiky jistě mohou z vlastní zkušenosti potvrdit rostoucí úlohu a význam fungujících partnerských mechanismů jak mezi členy NATO, tak v širokém mezinárodním měřítku,“ řekla v projevu náměstkyně ministra obrany Lenka Melicharová-Ptáčková a potvrdila mezinárodní prestiž českých hydrometeorologů.



Ing. František Hudec, CSc. přejímá ocenění z rukou náměstkyně ministra obrany ČR Mgr. Lenky Melicharové-Ptáčkové. Foto J. Kerum.

Stejně se k práci odborníků této služby vyjádřil i generálporučík Petr Pavel když zdůraznil, že na výsledcích práce českých meteorologů je závislá celá řada vojenských činností. Podtrhl význam mezinárodní spolupráce českých armádních specialistů této služby a ocenil jejich dosavadní zkušenosti, které převádějí do praxe.

Náčelník Hydrometeorologické služby AČR podplukovník Jan Círek poté ve svém vystoupení zmínil důležité milníky historie služby. Připomněl fakt, že v blízké budoucnosti čeká jeho podřízené další reorganizace. Plánovaná nová organizační struktura, která se mimo jiné vrací k počátkům prvorepublikové služby, má přinést optimalizaci a zefektivnění práce, kterou budou využívat nejen domácí vojenští letci.

Také další řečníci se zabývali dosavadním vývojem jubilující služby. Služby, o jejíž důležitosti se přesvědčily již řady generací. Ostatně znalost podmínek, které hydrometeorologové zjišťují, a jejich následné využití, dokáže šetřit síly i materiál a plně využít možnosti techniky při bojových operacích. Naopak nepříznivé hydrometeorologické podmínky, jako mlha, nízká oblačnost, sníh a náledí, mohou podstatně snížit rychlost bojových operací a přesunů. Důležité je také zjišťování rychlosti a směru šíření zamoření bojovými otravnými a radioaktivními látkami na bojišti, které závisí na směru a rychlosti větru.

František Babák

RNDr. FRANTIŠEK MOLNÁR ZEMŘEL

Dne 3. dubna 2013 zemřel v Bratislavě významný slovenský meteorolog a dlouholetý člen redakční rady *Meteorologických Zpráv* RNDr. František Molnár. Narodil se téměř před devadesáti lety 9. listopadu 1923 v obci Dolný Ohaj v tehdejšímu okrese Nové Zámky (nyní Šurany).

Po absolvování Učitelské akademie ve Spišském Podhradí v roce 1943 nastoupil vojenskou prezenční službu, z níž však po vypuknutí Slovenského národního povstání v srpnu 1944 přešel k partyzánům, kteří operovali v Turci. Po osvobození Československa učil na národní škole, avšak již v roce 1947 našel uplatnění ve Státním meteorologickém ústavu v Bratislavě. V meteorologické, resp. hydrometeorologické službě, ať již řízené z Prahy nebo Bratislavy, působil v různých funkcích až do konce svého zaměstnání. Od roku 1969 zastával funkci náměstka ředitele SHMÚ pro synoptickou a leteckou meteorologii (SaLM) a po odchodu do důchodu ještě několik let v ústavu pracoval jako klimatolog. V roce 1958 ukončil při zaměstnání studium na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě.

Do jeho rezortu spadala kromě ústředí na letišti Bratislava-Ivanka a venkovních letištních meteorologických služeben dvě význačná pracoviště, která byla vybudována za jeho vedení: Středisko aerologie a horské meteorologie v Gánovcích u Popradu, jež zahájilo činnost v roce 1977 a nahradilo původní aerologickou stanici na popradském letišti, a Výzkumné vývojové meteorologické radarové středisko na Malém Javorníku, které později rozšířilo odborný zájem o družicovou meteorologii, až když se v roce 1977 stalo pobočkou SHMÚ a přestalo být součástí úseku SaLM.

Doktor Molnár se nepovažoval za vědce, ale za vedoucího hospodářského pracovníka, jímž konec konců jako náměstek ředitele především byl. Přesto se kromě plnění provozních a koncepčních úkolů [15] věnoval také výzkumu a publikační činnosti. Některé jeho práce, které vznikaly zvláště z podnětu jeho kolegy P. Forgáče, pojednávají o škodlivých účincích

počasí na zemědělskou výrobu [3, 4, 5], jiné, napsané v širším autorském kolektivu, se týkají počasí za typických povětrnostních situací vymezených hlavně J. Brádkou a Z. Gregorem [1, 2]. Nejvlastnějším Molnárovým předmětem bádání však byly vzduchové hmoty.

S klasifikací vzduchových hmot na Slovensku začal jeho učitel prof. M. Konček, který pravděpodobně pod vlivem německé školy F. Linkeho očekával, že určování vzduchových hmot jakožto „nositelů“ počasí přispěje ke zlepšení předpovědi počasí i k výkladu tvorby podnebí [10]. Kalendáře vzduchových hmot se staly přílohou *Meteorologických Zpráv* [8, 9]. F. Molnár si vzduchové hmoty zvolil za téma rigorózní práce (obhájil v roce 1968) a po mnoho roků pomocí synoptických map, výsledků aerologických měření a registračních pásek termografů a hygrografů rozšiřoval Končekův kalendář. O něj pak opřel své práce [11, 12]. Celý kalendář vzduchových hmot v Bratislavě, doplněný o přechody atmosférických front za 30letí 1948–1977, byl uveřejněn v roce 1982, spolu s rozsáhlou studií popisující způsob klasifikace, výskyt a časové rozdělení vzduchových hmot a front a z něho odvozený roční chod oceanity bratislavské oblasti [17]. I další příspěvky [7, 11] vycházející z uvedeného kalendáře objasnilly utváření klimatu jihozápadního Slovenska, jejich závěry mají však podstatně širší územní platnost.

F. Molnár patřil do první skupiny slovenských meteorologů, kteří pravidelně vystupovali v relaci *Aké bude počasie* v Československé televizi, která byla vysílána střídavě z Prahy a Bratislavy.

Oslovovali jsme ho „pán šéf“ v době, kdy požadované oslovení bylo „súdruh námestník“ Byl politicky tolerantní, přátelský, lidový, praktický a podnikavý, pořád byl někde jinde a v nezbytném popíjení oblíbeného vína mu nebránila ani jízda autem, protože měl osobního řidiče. Byl oblíbený zvláště mezi mladými pracovníky, ke kterým měl až otcovský vztah a napomáhal jim v překonávání jejich obtíží.

Nezapomeneme!

Literatura

- [1] BALLON, L. – BRÁDKA, J. – ČERVENÝ, J. – FORGÁČ, P. – GREGOR, Z. – MOLNÁR, F., 1968. Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR. Praha: HMÚ. 94 s.
- [2] BALLON, L. – FORGÁČ, P. – MOLNÁR, F., 1964. Počasie na území Slovenska za typických poveternostných situácií. Praha: Hydrometeorologický ústav, 30 s. + příloha.
- [3] FORGÁČ, P. – MOLNÁR, F., 1962. Ako vznikajú živelné pohromy v poľnohospodárstve. Bratislava: Pôdohospodárske vydavateľstvo. 32 s.
- [4] FORGÁČ, P. – MOLNÁR, F., 1970. Jarné mrazy na Slovensku a ochrana proti nim. Bratislava: Príroda. 79 s.
- [5] FORGÁČ, P. – MOLNÁR, F., 1967. Jarné mrazy v Západoslovenskom kraji. In: Sborník prací HMÚ, sv. 9, s. 33–86.
- [6] FORGÁČ, P. – MOLNÁR, F., 1979. Poveternostné fronty a vzduchové hmoty. In: Klíma a bioklíma Bratislavy. Bratislava: Veda, vydavateľstvo SAV, s. 241–254.
- [7] ILKO, J. – KRŠKA, K. – MOLNÁR, F., 1980. Klimatické charakteristiky vzduchových hmôt v Bratislave za obdobie 1948–1977. *Meteorologické Zprávy*, roč. 33, č. 4, s. 99–107.
- [8] KONČEK, M., 1948. Kalendář vzduchových hmot. *Meteorologické Zprávy*, roč. 2, s. 30–31, č. 3, s. 70–71, č. 4, s. 94–95, č. 5, s. 118–119, č. 6, s. 144–145.

- [9] KONČEK, M., 1950. Kalendár vzduchových hmôt pre Bratislavu. *Meteorologické Zprávy*, roč. 4, č. 1–2, P 6, č. 3–4, P 14–15, č. 5–6, P 26.
- [10] KONČEK, M., 1949. Vzduchové hmoty. *Meteorologické Zprávy*, roč. 3, č. 1, s. 7–9.
- [11] KRŠKA, K. – MOLNÁR, F., 1980. Vzduchové hmoty a dynamická oceanita klímy juhozápadného Slovenska (1948 až 1977). *Meteorologické Zprávy*, roč. 33, č. 3, s. 65–71.
- [12] KRŠKA, K. – ŠAMAJ, F., 2001. Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Praha: Univerzita Karlova, nakl. Karolinum. 568 s.
- [13] MOLNÁR, F., 1971. Einbrüche arktischer Luft in das Gebiet der Slowakei. *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae, Meteorologia III*, s. 217–224.
- [14] MOLNÁR, F., 1977. Fronty a vzduchové hmoty. In: *Práce a štúdie 17 – Súčasná otázky československej leteckej meteorológie*, s. 144–162. Bratislava: HMÚ v Bratislave.
- [15] MOLNÁR, F., 1972. Súčasný stav a perspektívy rozvoja synoptickej a leteckej meteorologie na Slovensku. In: *Seminár o perspektívach a aktuálnych problémoch synoptickej a leteckej meteorológie na Slovensku*. Bratislava: HMÚ v Bratislave, s. 3–12.
- [16] MOLNÁR, F., 1970. Synoptická meteorológia. Učebné texty pro pomaturitní studium, sv. 16. Praha: HMÚ. 144 s.
- [17] MOLNÁR, F. – KRŠKA, K., 1982. Klimatologický rozbor vzduchových hmôt v Bratislave. I. časť. In: *Zborník prác Hydrometeorologického ústavu v Bratislave*, zv. 20, s. 35–77.
- [18] ŠAMAJ, F., 1983. K šesťdesiatke RNDr. Františka Molnára. *Meteorologické Zprávy*, roč. 36, č. 5, s. 129–130.

Karel Krška

ZIMA A. D. 1500–2010. HISTÓRIA A PODOBY ZÍM V EURÓPE A NA SLOVENSKU

Autor: Pavel Matejovič. Veda, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied

Bratislava 2011, 282 stran ISBN 978-80-224-1208-7

Až dosud podobná knížka ve vědecko-populární literatuře chyběla. Důkladným způsobem bylo zpracováno velké množství klimatických dat z celé Evropy, které bylo doplněno četnými grafickými přílohami, synoptickými mapami a citacemi z dobových historických materiálů. Členění celkem osm kapitol je logické, jazyková a stylistická úroveň vynikající. Prostě radost to číst pro zkušeného meteorologa i pro laika, který hledá poučení o tak závažném a nepravděpodobně se opakujícím jevu, jako jsou tuhé zimy. Budou se vůbec vyskytovat v budoucnu, když očekáváme v důsledku zesilujícího skleníkového efektu i u nás postupný nárůst teploty vzduchu?

Tyto aktuální problémy se podařilo autorovi úspěšně nastínit celkem v devíti kapitolách, včetně úvodu, příloh, literatury a stručného obsahu v anglickém jazyce.

Názvy zbývajících kapitol jsou následující:

2. Zimy a novodobá historie
3. Metody klimatické rekonstrukce zim
4. Zimy a „malá doba ledová“
5. Zimy z hlediska všeobecné cirkulace atmosféry
6. O možných podobách budoucím zim

Návaznost na české poměry je dvojí: předně naprostá většina vybraných zimních období sužovala tuhými mrazy i české země. Dále pak autor použil četné literární prameny, včetně pomoci mnohých pracovníků zejména z ČHMÚ.

Nazpět do historie autor zvolil zhruba půltisícileté období od roku 1500, s uvedením tabulky obsahující klimatickou rekonstrukci nejužších zim od tohoto letopočtu pro několik různých míst v Evropě, včetně Prahy.

Hned ve druhé kapitole zdůrazňuje, že není rozhodně zastáncem stále a znovu se prosazujícího klimatického determinismu (s. 26), s odvoláním na publikaci [1], která u nás vyšla v překladu z francouzského jazyka.

Přitom nezůstal jen u výkladu zimních období, ale vysvětluje, i když někdy jen okrajově, příčiny dalších meteorologických jevů jako jsou vedra, mrazové kotliny, extrémní pokles teploty, vichřice, silné bouřky, krupobití, stříhové srážky, sněhové kalamity, náledí, aj.

Na rozdíl od většiny již vydaných vědecko-populárních publikací české a slovenské proveniencie s touto tematikou autor klade velký důraz na vysvětlení příčin tuhých zim cirkulačními vlivy. Proto jsou u všech vybraných případů přiloženy synoptické mapy přízemního tlakového pole, mnohdy pracně konstruované z neúplných dat minulého století. Nejčastější příčinou mrazových období jsou samozřejmě blokující anticyklony, kdy do střední Evropy proudí po delší dobu studený vzduch ze severovýchodního kvadrantu.

Ve třetí kapitole upoutají pozornost pasáže např. o vlivu malé doby ledové na dobovou krajinomalbu, s ukázkami reprodukováných obrazů. To mj. svědčí o všestranných kulturněhistorických znalostech autora.

Při zkoumání tuhosti zim v kapitole čtyři ve vztahu k různě dlouhým epochám (středověké optimum, malá doba ledová, Maunderovo minimum apod.) je správně konstatováno, že vymezení těchto období se u různých autorů dosti liší, a to i podle vybrané geografické oblasti (např. v Británii chladno, ale ve střední Evropě naopak teplo), což je opět správně logicky zdůvodněno cirkulačními poměry. Dostí podrobně je věnován prostor různým zemským i mimozemským vlivům (vulkanická a sluneční činnost aj.). V souvislosti s postupem či ústupem alpských ledovců autor dokládá, že i jen v průběhu několika málo let, ne tedy desetiletí, může např. kombinace horkých letních měsíců a mírných zim ledovec podstatně redukovat.

V kapitole pět na základě klementinské řady je zdůrazňován výrazný rozdíl mezi zimami na přelomu 18. a 19. století, s velkým stupněm variability, a naopak jeho malým stupněm v posledních desetiletích (podle průměru z absolutních teplotních odchylek od normálu).

Jen pro zajímavost: v souvislosti s pražskou řadou je u případu tuhé zimy 1784/1785 uvedeno, že 1. 3. 1785 zde bylo dosaženo dosud nejnižší teploty $-27,6^{\circ}\text{C}$. Tento extrém byl zpochybněn recenzentem v článku [2] tím, že právě prof. Augustin uváděl v jedné ze svých prací ještě nižší minimum $-29,0^{\circ}\text{C}$, a sice pro 14. 1. 1799. Tyto „drobné“ nesrovnalosti se podaří stěží kdy odstranit.

Autor rovněž zdůvodňuje, že v případech předčasných sněhových zim začínajících již v prosinci, dojde v následujících měsících, pokud se ovšem udrží sněhová pokrývka, k podstatnému snížení teploty. Velice zdařilé jsou mj. dva instruktivní obrázky znázorňující pozitivní a negativní fázi severoatlantické cirkulace (NAO). S tím úzce souvisí mapy průměrného rozložení přízemního tlakového pole ve dvou dvacetiletých obdobích 1951–1970 a 1991–2010,

kde se nyní zřetelně ukazuje nahuštění izobar nad Evropou, což generuje zejména v zimním období mohutnější příliv teplejšího vzduchu od západu. A to je také jeden z hlavních důvodů, proč vzrůstá v poslední době průměrná roční teplota v Klementinu, neboť přitom rozhodují prakticky vyšší kladné odchylky od normálu v zimě než případné menší záporné odchylky v létě.

Na začátku šesté kapitoly (s. 193–194) je diskutován předpokládaný růst teploty vlivem antropogenní činnosti. Zde se vyskytují některé novější odborné termíny v souvislostech, které jsou pro recenzenta bohužel málo srozumitelné, a proto se k nim nebude zatím vyjadřovat.

Kapitola sedm s přílohami, které zabírají celou čtvrtinu (72 s.) z celkového rozsahu publikace, uvádí definice zim a jejich statistické zpracování, průměrnou teplotu zim v Evropě, typy povětrnostních situací ČHMÚ, blokující anticyklonální situace, vzduchové hmoty a hlavně terminologický slovníček (TS) nejčastěji používaných odborných výrazů.

V osmé kapitole je pak citováno asi 120 literárních pramenů, kromě internetových, datových a jiných zdrojů.

Formální a věcné připomínky

Jinak po všech stránkách výborně graficky upravená knížka má nevýraznou obálku, kdy fotografie zastihuje název knihy a hlavně celé jméno i příjmení autora.

Nelze úplně souhlasit s tvrzením (s. 24), že silné bouřky se vyskytují zejména v období horkých let při termické konvekci. Převážná většina těchto silných bouřek je totiž pozorována v blízkosti frontálních rozhraní, samozřejmě že v letním období. Bouřky v zimních měsících u nás (asi od listopadu do února) se však vyskytují výhradně při rychlých přechodech studených front, viz radary.

Na s. 45 je uvedena tabulka nejdelších řad meteorologických pozorování v Evropě (rozumí se zpravidla teploty), která se však dosti liší od stanic publikovaných [3].

Na s. 78 je zřejmě několik chyb v německém názvu citované publikace.

Rovněž na téže straně je napsáno, že zima 1685 až 1686 byla v Anglii v pořadí pátá nejteplejší, hned po zimě 2006/2007, což je alespoň pro recenzenta dosti odvážné tvrzení.

V souvislosti s touhou zimou 1783/1784 je mj. zmínka (s. 82) o dosud největší zimní povodni na Vltavě v Praze, s odkazem na příspěvek [4], kde je v jeho závěru uvedeno, že se jednalo o povodeň smíšeného typu (z tání sněhu a dešťů). Tento příspěvek jsem pro MZ tehdy recenzoval. Povodeň tehdy kulminovala při průtočném maximu, nikoliv tedy v důsledku vzduť ledovými jevy, takže se nedá hovořit o ledové povodni.

Na s. 89 je použito výrazu „východoevropský cirkulační vzor“, což není v TS vysvětleno.

Bylo by vhodné vysvětlit v TS (s. 113) výpočet normalizované kumulativní odchylky.

Prokládání extrémní denní teploty (s. 129) polynomickými trendy není asi vhodné pro začátek a konec grafu.

Absence sněhové pokrývky v zimním období vede ke zvyšování, nikoli zmírňování, průměrné teploty (s. 180).

U schématu povětrnostní situace „C“ (s. 255) by bylo vhodné dokreslit alespoň nad Francií modrou šipku, neboť většina těchto cyklon je teplotně asymetrická, kdy v jejich týlu proudí studený vzduch. Také u „Bp“ (s. 254) opět by tam měla být modrá šipka, což platí i pro „B“ (s. 256).

Drobné překlepy: ostrov Jan Mayen (ne Mayer) a německý meteorolog F. Baur (ne Bayer).

Poznámky k terminologickému slovníčku

I když je termín „zima“ definován hned v úvodu, mělo by být jako nejdůležitější heslo, které je v názvu knihy, ještě jednou uvedeno v TS. Ve střední Evropě, a to nikoliv výjimečně, začínají některé případy zim již v listopadu a jiné končí až v březnu, viz právě uvedená zima 1829/1830 a 1784/1785. Proto byla zavedena některá další kritéria, jako např. citovaný počet dní s průměrnou denní teplotou $< 0^{\circ}\text{C}$ nebo záporná teplotní suma (ZTS) aj. Není proto vhodné nazývat tato kritéria jen jako doplňková. Diskutovaný problém totiž úzce souvisí se zavedením pojmu dynamické klimatologie, na rozdíl od klasické [5], kdy se zpracování dat provádělo jen v rigidně stanoveném časovém období (např. právě vždy jen v tříměsíčním zimním období).

U hesla „charakteristický den“ (s. 264) je z formálního hlediska opakovaně vysvětlen už jen „arktický den“ (s. 263).

U hesla „jet stream“ je poznámka o výškové frontální zóně, což by mělo být vysvětleno v samostatném hesle.

U hesla „izohypsa“ trochu mate čtenáře věta, že prostřednictvím izohyps se znázorňuje rozložení tlaku vzduchu.

U hesla „singularita“ je už z hlediska novějších poznatků (např. [6]) problém zahrnout do nich i vánoční oblevu, a to dokonce jako nejvýraznější. Poznámka: recenzent na ni donedávna také ještě „věřil“.

Závěr

Je nutno učinit poslední důležitou připomínku. Na s. 137 je napsána věta: „Zima 1962/1963 je definitivní tečkou za dobou ledovou“, ze které lze tušit bohužel těžko vyvratitelný názor o neustálém a trvalém nárůstu teplot vlivem zesilujícího skleníkového efektu až do konce 21. století. Podobné názory by rozhodně neměly vést k uchláčení veřejnosti, která si pravděpodobně bude vysvětlovat tuto větu tak, že už žádná tuhá zima nenastane.

Přes celou řadu drobných a několik závažnějších připomínek je recenzent s touto publikací nadmíru spokojen, a proto ji doporučuje k přečtení zejména mladší generaci klimatologů.

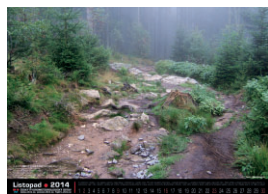
Literatura:

- [1] ACOT, P., 2005. Historie a změny klimatu: Od velkého třesku ke klimatickým katastrofám. 1. vyd. Praha: Karolinum. 237 s.
- [2] KAKOS, V., 2008. František Augustin, první profesor meteorologie na pražské univerzitě. *Meteorologické Zprávy*, roč. 61, č. 6, s. 185–191. ISSN 0026-1173.
- [3] BRÁZDIL, R., 1991. Kolísání vybraných meteorologických prvků ve střední Evropě v období přístrojových pozorování. *Národní klimatický program ČSFR*, sv. 2, Praha: Český hydrometeorologický ústav, 56 s. ISBN 80-900206-6-6.
- [4] ELLEDER, L. – MUNZAR, J., 2004. Extrémní povodeň na Vltavě a Labi v únoru 1784 jako následek mimořádných hydrometeorologických podmínek. *Meteorologické Zprávy*, roč. 57, č. 5, s. 125–135. ISSN 0026-1173.
- [5] Meteorologický slovník výkladový a terminologický, 1993. Praha: MŽP České republiky, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.
- [6] ŠKÁCHOVÁ, H. – ŽÁK, M., 2009. Vánoční obleva v Česku – fakt nebo mýtus? *Meteorologické Zprávy*, roč. 62, č. 6, s. 187–199. ISSN 0026-1173.

V. Kakos



NABÍDKA KALENDÁŘE NA ROK 2014



Kalendář v ceně 150,- Kč lze zakoupit na adrese:

Český hydrometeorologický ústav, SIS,
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
tel.: 244 032 721 (Iva Sieglerová), e-mail: iva.sieglerova@chmi.cz



NABÍDKA PUBLIKACE ČHMÚ

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2012

AIR POLLUTION IN THE CZECH REPUBLIC IN 2012

Praha: ČHMÚ 2013. 274 stran, a to v tištěné podobě: ISBN 978-80-87577-20-2,
cena 1 500 Kč nebo na CD: 978-80-87577-21-9, cena 870 Kč.

Informační systém kvality ovzduší soustřeďuje a všeobecně zpřístupňuje naměřená data z významných sítí monitorujících látky znečišťující venkovní ovzduší. Posuzování kvality venkovního ovzduší je v Ročence zpracováno podle platné legislativy (zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší v platném znění a vyhláška č. 330/2012 Sb.), která odpovídá směrnicím Evropské unie. Hodnocení se provádí s ohledem na ochranu lidského zdraví a dále s ohledem na ochranu ekosystémů a vegetace. Mapová interpretace je nezbytným východiskem pro indikaci oblastí s překročením imisních limitů, pro které legislativa vyžaduje přípravu programů pro zlepšení kvality ovzduší, případně regulačních ráďů.

Z obsahu:

- EMISE DO OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE (emise látek znečišťujících ovzduší, emise skleníkových plynů, hodnocení vývoje a struktury zdrojů emisí).
- IMISE LÁTEK ZNEČIŠŤUJÍCÍCH VENKOVNÍ OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE (staniční síť sledování kvality venkovního ovzduší, mapování územního rozložení charakteristik kvality ovzduší, platné imisní limity v České republice pro rok 2012, hodnocení kvality ovzduší, hodnocení provozu smogových regulačních systémů na území České republiky v roce 2012).
- ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY.

Ročenka je vydávána dvojjazyčně česko-anglicky. Vychází v tištěné formě,
na CD nebo je volně přístupná na webových stránkách ČHMÚ.

Publikaci lze objednat na adrese:

**Český hydrometeorologický ústav, SIS,
Iva Sieglerová, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
Tel.: 244 032 721, e-mail: iva.sieglerova@chmi.cz**

Na objednávce uvádějte svoje IČO