

NÁVRH NOVÝCH PRAVIDEL VYHLAŠOVÁNÍ SMOGOVÝCH SITUACÍ A REGULACÍ PRO SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀

Ondřej Vlček, Český hydrometeorologický ústav, oddělení modelování a expertiz, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, vlcek@chmi.cz

Roman Juras, Český hydrometeorologický ústav, oddělení modelování a expertiz, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany; Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát

Josef Keder, Český hydrometeorologický ústav, Observatoř Tušimice, Tušimice 6, 432 01 Kadaň

A proposal for new rules for the timely announcement of smog alerts and the regulation of suspended particles PM₁₀. The new Air Protection Act No. 201/2012 came into force on 1st September 2012 and set down new rules for operation of the Smog Warning and Regulatory System (SWRS). Previous analysis showed that for PM₁₀ the new rules lead to the reduction of the number and duration of smog situations and especially of regulation (smog alert announcements). Moreover, experiences from the 2012/2013 heating season revealed that the announcement of smog situations and regulations for PM₁₀ have been delayed with respect to the increase of concentrations above the threshold values. Sometimes the delay is more than 2 days long. On the other hand, the smog situation often lasts even when PM₁₀ concentrations have dropped below the threshold value. In this situation, neither the public is informed in time, nor are the regulations effectively applied. The article presents the draft of new rules for smog alert announcements that eliminate these problems.

KLÍČOVÁ SLOVA: smogový varovný a regulační systém (SVRS) – suspendované částice PM₁₀ – smogová situace – regulace – znečištění ovzduší – zákon č. 201/2012 Sb. – legislativa

KEY WORDS: Smog Warning and Regulatory System (SWRS) – suspended particles PM₁₀ – smog situation – regulation – air pollution – act No. 201/2012 – legislation

1. ÚVOD

Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. vešel v platnost 1. září 2012 a zrušil zákon č. 86/2002 Sb. a s ním související právní předpisy. Tím byla změněna i pravidla vyhlásování smogových situací a regulací v rámci smogového varovného a regulačního systému (SVRS). Z předchozí analýzy této změny (Juras, Vlček 2013) vyplynulo, že nová pravidla vedla ke snížení počtu a průměrné délky trvání smogových situací a především regulací. V průběhu topné sezony 2012/2013 se navíc ukázalo, že smogové situace a regulace pro suspendované částice PM₁₀ (dále označované jen jako PM₁₀) jsou často vyhlášovány i s více jak dvoudenním zpožděním oproti skutečnému nárůstu koncentrací nad prahovou hodnotu (obr. 1). Smogové situace a regulace zároveň zůstávají v platnosti i po poklesu koncentrací PM₁₀ pod odpovídající prahové hodnoty. Stávající pravidla tak neslouží ani k včasnému informování veřejnosti, ani k efektivní regulaci zdrojů znečištění ovzduší. Příspěvek představuje návrh nových pravidel, která uvedené nedostatky odstraňují, a postup, jak se k nim dospělo.

2. STÁVAJÍCÍ PRAVIDLA SVRS

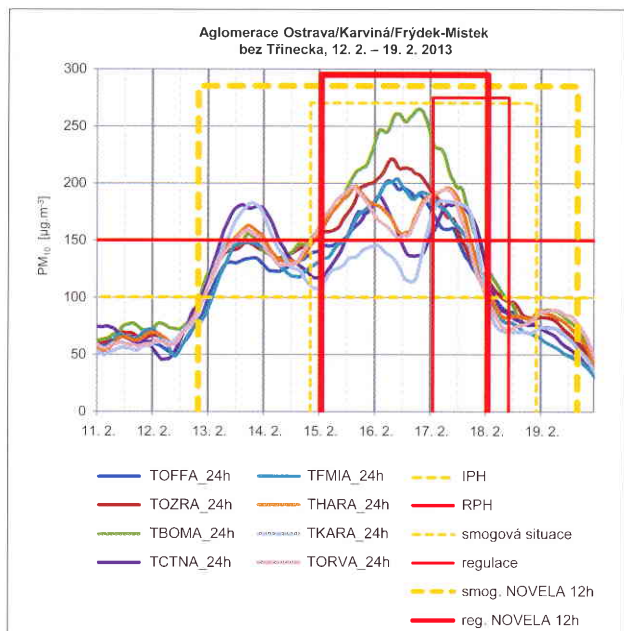
Pravidla pro vyhlásování a odvolávání smogových situací a regulací pro PM₁₀ podle přílohy č. 6 zákona 201/2012 Sb. v platném znění jsou shrnuta v tab. 1. Ve vztahu k opožděnému vyhlásování se jako nejvíce problematický jeví souběh dvou podmínek pro vyhlášení smogové situace a regulace, kdy je dle zákona možné vyhlásit smogovou situaci nebo regulaci až po 25, resp. 49 hodinách překročení prahové hodnoty pro 24hodinové koncentrace PM₁₀. Zároveň musí být splněna podmínka stoupajících trendů 12hodinových koncentrací PM₁₀ v uplynulých 6 hodinách alespoň na polovině reprezentativních stanic v dané oblasti. Přitom průběh situací meteorologicky nepříznivých pro rozptyl znečišťujících látek v ovzduší je obvykle doprovázen poměrně rychlým vzestupem průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ nad prahové hodnoty v počátcích takové situace. Při jejím delším trvání pak následně dochází, v závislosti na konkrétním vývoji meteorologických podmínek (především při nízkých průměrných rychlostech větru, nízkých teplotách, klesajících

Tab. 1 Stávající pravidla smogového varovného a regulačního systému pro PM₁₀ podle přílohy č. 6 zákona č. 201/2012 Sb. a ČHMÚ (2013a).

Table 1. Current rules for operation of the Smog Warning and Regulatory System for PM₁₀ according to Annex 6 of Act No. 201/2012

		Překročení prahové hodnoty	Doplňující podmínka
Vyhlášení	Smogová situace	Alespoň na jedné měřící lokalitě reprezentativní pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km ² překročila 24h průměrná koncentrace částic PM ₁₀ hodnotu 100 µg.m⁻³ ve dvou po sobě následujících dnech , tj. ve 25 po sobě následujících hodinách*.	Trend 12h koncentrací PM ₁₀ je za posledních 6 hodin rostoucí alespoň na polovině měřících stanic reprezentativních pro dané území.
	Regulace	Alespoň na polovině měřících lokalit reprezentativních pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km ² překročila 24h průměrná koncentrace částic PM ₁₀ hodnotu 150 µg.m⁻³ ve třech po sobě následujících dnech , tj. ve 49 po sobě následujících hodinách*.	
Odvolání	Smogová situace je ukončená, pokud na žádné měřící stanici reprezentativní pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km ² není překročena žádná prahová hodnota, přičemž tento stav trvá nepřetržitě alespoň 12 hodin (tj. <i>klouzavý 24h průměr PM₁₀ je nižší než příslušná prahová hodnota alespoň ve dvanácti po sobě následujících hodinách</i> *) a na základě meteorologické předpovědi není očekáváno obnovení meteorologických podmínek podmiňujících smogovou situaci v průběhu 48 hodin následujících po poklesu úrovně znečištění pod prahové hodnoty. Časový interval 12 hodin se zkracuje až na 3 hodiny v případě, že meteorologické podmínky nelze označit jako podmiňující smogovou situaci a podle meteorologické předpovědi je téměř vyloučeno, že v průběhu nejbližších 48 hodin takové podmínky opět nastanou.		

* Kurzívou je označen v praxi používaný výklad ČHMÚ a MŽP.



Obr. 1 Smogová situace v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek bez Třinecka v polovině února 2013. Zobrazeny jsou klouzavé 24h průměry PM_{10} počítané z verifikovaných dat. „smogová situace“ a „regulace“ značí skutečně vyhlášené situace (na základě operativních dat). „smog. NOVELA 12h“ a „reg. NOVELA 12h“ vyznačují, jak by podle verifikovaných dat probíhalo vyhlášení na základě navrhované novely zákona č. 201/2012 Sb. s využitím 12h průměrů. „IPH“ a „RPH“ je informativní a regulační prahová hodnota.

Fig. 1. Smog period in the agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek region, excluding the Třinec area, in the middle of February 2013. 24-hour moving averages of verified PM_{10} data are displayed. 'Smogová situace' and 'regulace' denotes smog situation and regulation as announced according to the operational data. 'Smog. NOVELA 12h' and 'reg. NOVELA 12h' shows, smog situation and regulation as it would have been announced according to the draft amendment of Act No. 201/2012 with the use of 12-h moving averages. 'IPH' and 'RPH' are the informative and regulatory thresholds respectively.

hranici inverze, resp. jejím nenarušení), k nepřilíhší výraznému kolísání koncentrací PM_{10} , přičemž pravděpodobnost splnění podmínky rostoucích trendů není příliš vysoká (ČHMÚ, 2013b).

Další, i když ne tak výrazné, zpoždění ve vyhlásování a odvolávání je způsobeno vlastním použitím klouzavých 24hodinových průměrů. Tyto průměry sice žádoucím způsobem odstraní krátkodobé výkyvy jednohodinových koncentrací a dají se jednoduše porovnat s denním imisním limitem PM_{10} . Na druhou stranu reagují na vývoj jednohodinových koncentrací až s 12–18hodinovým zpožděním (obr. 2). To se projevuje zejména při odvolávání situací.

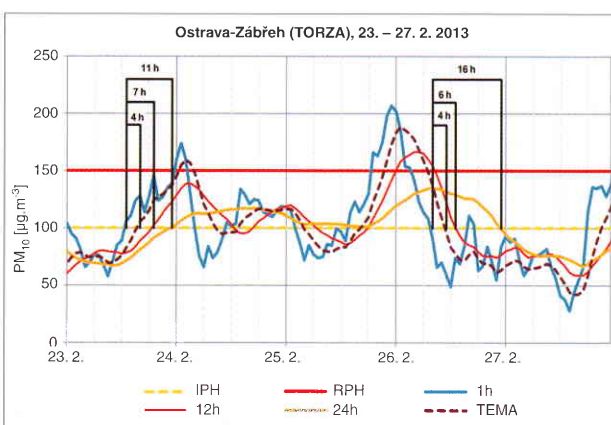
3. RŮZNÉ VARIANTY VYHLAŠOVÁNÍ SVRS

Jak bylo uvedeno výše, nejproblematictější z hlediska pozdního vyhlásování smogových situací, resp. regulací je souběh požadavku na dvou, resp. tří denní překročení prahové hodnoty spolu s požadavkem na růst trendů na polovině stanic v posledních 6 hodinách. Vzhledem k tomu, že pravidla SVRS jsou ukotvena v zákoně o ochraně ovzduší a jeho změna by byla poměrně náročná, byly nejprve zkoušeny odlišné interpretace dvou, resp. tří denního překročení a požadavku rostoucích trendů (varianty $24h T_{12} \geq x$ a $24h NP T_{12} \geq x$), u kterých se dalo předpokládat, že by byly aplikovatelné

Tab. 2 Přehled vyzkoušených variant vyhlásování SVRS.

Table 2. Summary of the scenarios tested for the announcement of smog situations and regulations.

Varianta	Shlazení	Tolerance trendu	Požadovaná doba překročení pro vyhlášení smogové situace/regulace
$24h T_{12} \geq 0$	klouzavý 24h průměr	0	25/49
$24h T_{12} \geq -1$		-1	
$24h T_{12} \geq -2$		-2	
$24h NP T_{12} \geq 0$	2(3) po sobě následující nepřekrývající se 24h průměry	0	2/3
$24h NP T_{12} \geq -1$		-1	
$24h NP T_{12} \geq -2$		-2	
EMA	exponenciální klouzavý filtr	trendy se nehodnotily	25/49
TEMA	trojnásobný exponenciální klouzavý filtr		
KAMA $m=24, p=2$	Kaufmanův adaptabilní klouzavý filtr (různé koeficienty m a p)		
KAMA $m=24, p=1$			
KAMA $m=72, p=1$			



Obr. 2 Zpoždění různých typů filtrů oproti 1h průměrům PM_{10} . 12h (24h) je klouzavý 12(24)hodinový průměr; TEMA je trojnásobný exponenciální filtr; IPH (RPH) je informativní (regulační) prahová hodnota.

Fig. 2. Time delay of different filters with respect to the development of 1-h averages of PM_{10} . 12h and 24h denote 12-h and 24-h moving averages. TEMA stands for Triple Exponential Moving Average, IPH (RPH) for the informative (regulatory) thresholds.

né v rámci stávající legislativy. Dále byly v návaznosti na práci Kedera (2013) vyzkoušeny možné náhrady klouzavých 24hodinových průměrů koncentrací PM_{10} klouzavými exponenciálními filtry (varianty EMA, TEMA a KAMA). Jednotlivé varianty jsou popsány níže a přehledně shrnuty v tabulce 2. Ve všech případech se provádělo zaokrouhlení jednohodinových dat na celá čísla před výpočtem klouzavého průměru a stejně tak po jeho vypočtení.

3.1 Snaha o pokrok v mezích zákona

$24h T_{12} \geq x$

Tato varianta se od stávajících pravidel liší pouze v tom, že trend 12hodinových koncentrací PM_{10} je považován z pohledu legislativy za rostoucí, pokud je větší nebo roven x . Cílem bylo zamezit případům, kdy k vyhlášení nedojde v důsledku mírného kolísání trendu. Předpokládalo se, že uvedenou změnu by bylo možné odůvodnit nejistotou měření, která

v případě automatického měření koncentrací PM_{10} metodou radiometrie (absorpce beta záření) činí podle ČHMÚ (2014) u metody FH62IR 20 % (u metody ESA-PM101M uvedena není).

$24h NP T_{12} \geq x$

V této variantě byla vyzkoušena jiná interpretace požadovaného dvou, resp. třídního překročení prahové hodnoty. Zatímco ve stávající praxi (ČHMÚ 2013a) se za dvou, resp. třídní překročení považuje případ, kdy klouzavý 24hodinový průměr překročí prahovou hodnotu ve 25, resp. 49 po sobě jdoucích hodinách, v tomto scénáři se pracovalo se dvěma, resp. třemi po sobě jdoucími nepřekrývajícími se 24hodinovými průměry (NP) (obr. 3). Cílem bylo omezit případy, kdy nedojde k vyhlášení v důsledku ojedinělého poklesu 24hodinového průměru pod prahovou hodnotu. Stejně jako ve variantě $24h T_{12} \geq x$ se zároveň zkoušely různé přísné požadavky na rostoucí trend 12hodinových koncentrací (tab. 2).

3.2 Exponenciální filtry

V následujících scénářích *EMA*, *TEMA* a *KAMA* bylo testováno nahrazení 24hodinových klouzavých průměrů jiným filtrem s rychlejší odezvou na změny jednohodinových koncentrací. Ani v jednom případě se nehodnotily trendy, pouze bylo požadováno překročení prahové hodnoty ve 25, resp. 49 po sobě jdoucích hodinách.

EMA (Exponential Moving Average)

V tomto scénáři byl pro vyhlazování jednohodinových koncentrací použit exponenciální filtr *EMA*. Vyhlazená hodnota F_t v čase t je definována následovně:

$$F_t = C_t \cdot a_t + F_{t-1} \cdot (1 - a_t), \quad (1)$$

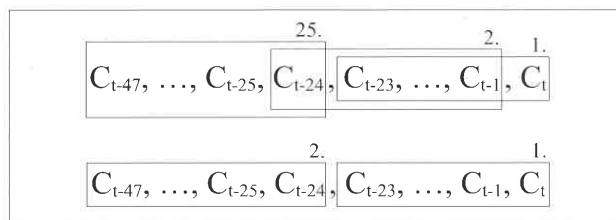
kde C_t je jednohodinová koncentrace v čase t , a a_t je vyhlazovací konstanta. Exponenciální filtr se podle Kaufmana (1995) blíží klasickému klouzavému průměru s délkou okna n , pokud je $a_t = 2/(n+1)$. 24hodinovému průměru se tak blíží *EMA* s $a_t = 0,08$. Tato hodnota a_t byla použita v počítaném scénáři.

TEMA (Triple Exponential Moving Average)

V tomto scénáři byl pro vyhlazování jednohodinových koncentrací použit trojnásobný exponenciální filtr *TEMA* navržený Mulloyem (1994). Jeho definice je následující:

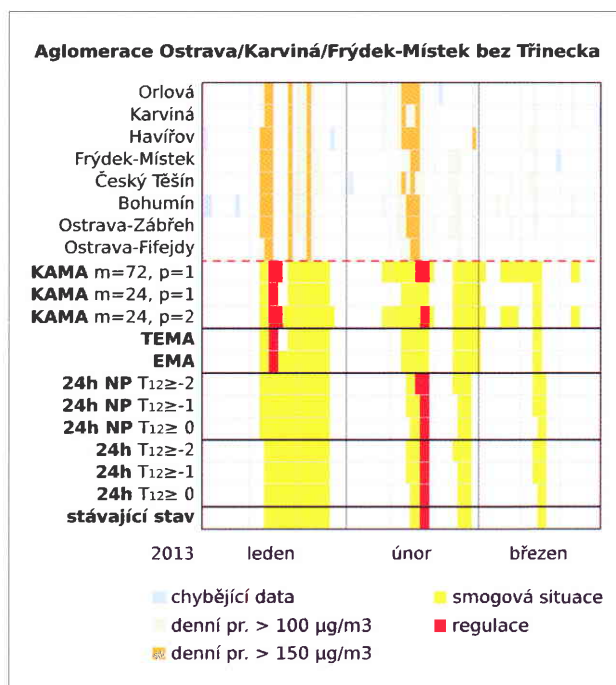
$$TEMA = 3 \cdot EMA - 3 \cdot EMA(EMA) + EMA(EMA(EMA)), \quad (2)$$

TEMA může v některých případech nabývat záporných hodnot. V námi pozorovaných případech se ukázalo, že je tomu možné zamezit aplikací filtru na logaritmus jednohodinových koncentrací, nebo jednoduchým požadavkem, že



Obr. 3 Různé interpretace dvoudenního překročení informativní prahové hodnoty: 25 po sobě jdoucích klouzavých 24h průměrů (nahore) a dva po sobě následující nepřekrývající se 24h průměry (dole).

Fig. 3. Two different interpretations of two day's exceedance of the informative threshold value: 25 consecutive 24-h moving averages (top) and two consecutive non-overlapping 24-h averages (bottom).



Obr. 4 Výsledky pro jednotlivé varianty vyhlazování SVRS (leden až březen 2013). Denní průměry na stanicích jsou počítány od 0:00 do následující 0:00 UTC. Smogové situace a regulace jsou vykreslovány s přesností na dny (tedy den, ve kterém se vyskytla alespoň jedna hodina se situací, je vybarven). Scénáře jsou vysvětleny v tab. 2.

Fig. 4. Comparison of different scenarios of the announcement of smog situations and regulations (Jan-Mar 2013). Daily averages for stations (top) are calculated from 0 to 0 UTC. Smog situations and regulations (red) are plotted with daily precision (i.e. when at least 1 hour in the day is marked as smog situation/regulation the whole day is coloured). 'Stávající stav' denotes situations announced according to the current legislation.

Tab. 3 Návrh nových pravidel smogového varovného a regulačního systému pro PM_{10} . (Návrh novely přílohy č. 6 zákona č. 201/2012 Sb.)

Table 3. New proposed rules for the Smog Warning and Regulatory System for PM_{10} . (Proposed amendments of Annex 6 of Act No. 201/2012.)

	Za jakých podmínek	Doplňující podmínka
Vyhlášení	Smogová situace	Alespoň na polovině* měřicích lokalit reprezentativních pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km ² překročily klouzavé 12h průměry PM_{10} hodnotu 100 µg.m ⁻³ .
	Regulace	Alespoň na polovině* měřicích lokalit reprezentativních pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km ² překročily klouzavé 12h průměry PM_{10} hodnotu 150 µg.m ⁻³ .
Odvolení	Smogová situace nebo regulace je ukončená, pokud na žádné měřicí lokalitě reprezentativní pro úroveň znečištění v daném území není překročena odpovídající prahová hodnota, přičemž tento stav trvá nepřetržitě alespoň 12 hodin a na základě meteorologické předpovědi není v průběhu 48 hodin následujících po poklesu úrovně znečištění pod příslušnou prahovou hodnotu očekáván opětovný nárůst koncentrací nad odpovídající prahovou hodnotu. Časový interval 12 hodin se zkracuje až na 3 hodiny v případě, že meteorologické podmínky nelze označit jako podmiňující smogovou situaci nebo regulaci a podle meteorologické předpovědi je téměř vyloučeno, že v průběhu 48 hodin následujících po poklesu úrovně znečištění pod příslušnou prahovou hodnotu dojde k jejímu opětovnému nárůstu nad tuto prahovou hodnotu.	

* Pokud jsou pro danou oblast reprezentativní právě dvě stanice, vyžaduje se překročení na obou.

vyhlazená hodnota musí být větší nebo rovna 1. Vzhledem k tomu, že první postup může někdy vést ve srovnání se standardním filtrem TEMA k výkyvům vyhlazených hodnot, byl použit druhý postup, který je pro naše účely postačující, protože koncentrace blízké nule pro nás nejsou významné.

KAMA (Kaufman Adaptive Moving Average)

V tomto scénáři byl použit exponenciální filtr s proměnnou vahou, popsaný např. Kaufmanem (1995). KAMA je definován rovnicí (1) s tím rozdílem, že hodnota vyhlazovací konstanty a_t závisí na proměnlivosti (volatilitě) dat:

$$a_t = \left(ER \cdot (a_{fast} - a_{slow}) + a_{slow} \right)^p, \quad (3)$$

Pro čistě rostoucí (klesající) koncentrace, je ER rovno jedné a $a_t = a_{fast}^p$. Naopak pro rozkolísaná data se ER blíží k nule a $a_t \approx a_{slow}^p$. ER je přitom definováno následovně:

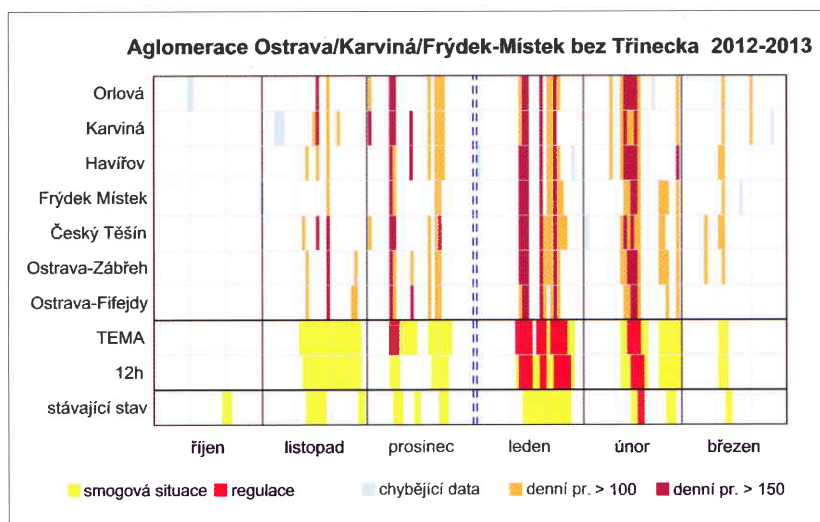
$$ER = \frac{(C_t - C_{t-m+1})}{\sum_{i=0}^{m-2} (C_{t-i} - C_{t-i-1})}, \quad (4)$$

Zde opět C_t je jednodinová koncentrace v čase t a m je šířka okna použitého pro výpočet ER. V našich scénářích bylo pro výpočet ER počítáno s délkou okna 24 nebo 72 hodin. Dále bylo zvoleno $a_{fast} = 0,667$, což odpovídá dvouhodinovému vyhlazovacímu oknu ($n = 2$), a $a_{slow} = 0,08$, což odpovídá 24hodinovému vyhlazovacímu oknu ($n = 24$). Zároveň byly testovány dvě hodnoty exponentu p : $p = 2$, jak je použito v Kaufmanovi (1995), vede ve skutečnosti k délce vyhlazovacího okna 3,5 pro čistě monotónní data ($ER = 1$) a délce okna 311 pro velmi proměnlivá (volatilní) data ($ER = 0$). Naopak $p = 1$ zachovává dvou, resp. 24hodinové délky vyhlazovacího okna. Uvedené varianty jsou shrnuty v tab. 2.

3.3 Výsledky jednotlivých variant

Jednotlivé varianty byly namodelovány pro 4 oblasti SVRS (aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M) bez Třinecka, Třinecko, zónu Moravskoslezsko a Ústecký kraj) a zimní smogové sezony (říjen–březen) 2010/2011, 2011/2012 a 2012/2013. Výsledky jednotlivých scénářů pro aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka a období leden–březen 2013 jsou na obrázku 4.

Souhrnně lze říci, že zmírnění požadavku na trend 12hodinových koncentrací vedlo pouze v několika málo případech k urychlení vyhlášení smogové situace či regulace. Využití dvou, resp. tří nepřekrý-



Obr. 5 Výsledky pro jednotlivé varianty vyhlášení SVRS (říjen 2012 až březen 2013). Denní průměry na stanicích jsou počítány od 0:00 do 0:00 UTC. Smogové situace a regulace jsou vykreslovány s přesností na dny (tedy den, ve kterém se vyskytla alespoň jedna hodina se situací, je vybarven).

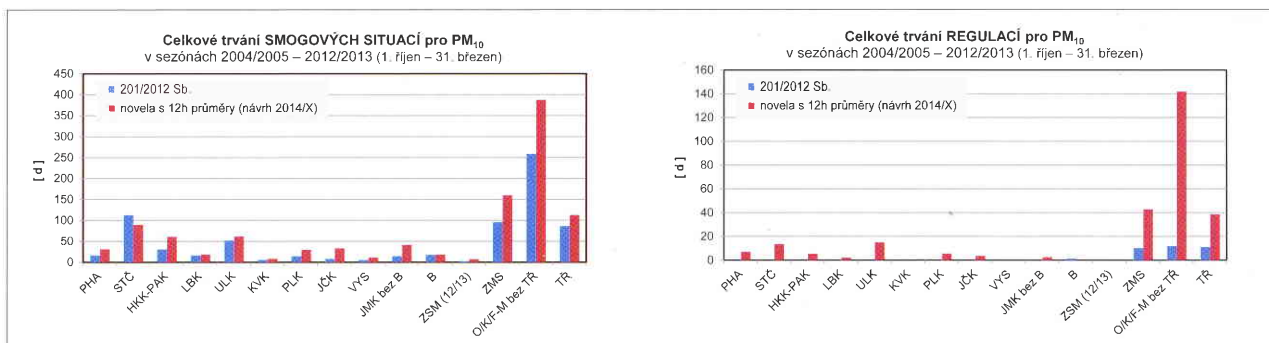
Fig. 5. Comparison of smog situations and regulations announced according to the current legislation 'Soucasnost' and how it would have been announced according to the proposed amendment when a triple exponential filter (TEMA) or 12-h moving averages were used (12h) (Jan–Mar 2013). Daily averages for stations (top) are calculated from 0 to 0 UTC. Smog situations (yellow) and regulations (red) are plotted with daily precision (i.e. when at least 1 hour in the day is marked as smog situation/regulation the whole day is coloured).

Tab. 4 Srovnání počtu a délky trvání smogových situací a regulací, jak by byly vyhlášeny podle platné legislativy (-zákon 201/2012 Sb.) a podle jeho navržené novely. Trvání smogových situací v sobě zahrnuje trvání regulací. Jsou uváděny počty a trvání pro úhrn sezon 2004/2005–2012/2013 od 1. října do 31. března.

Table 4. Comparison of the number and duration of smog situation and regulation, as they would have been announced according to the current legislation (Act No. 201/2012) and the proposed amendment. Regulations are included in the duration of smog situations. Season is defined from October 1st to March 31st of the next year.

Oblast SVRS pro PM ₁₀	Název	Zkratka	Celkové počty a délky trvání v sezónách 2004/2005–2012/2013							
			Smogové situace			Regulace				
			Stávající zákon	Novela s 12h průměry	Novela s 12h průměry	Stávající zákon	Novela s 12h průměry	Novela s 12h průměry		
			Počet	Trvání [h]	Počet	Trvání [h]	Počet	Trvání [h]	Počet	Trvání [h]
Agglomerace Praha	PHA		7	402	8	753	0	0	2	174
Zóna Střední Čechy	STČ		40	2 708	16	2 165	0	0	3	328
Královéhradecký kraj a Pardubický kraj	HKK-PAK		8	736	14	1 469	0	0	1	132
Liberecký kraj	LBK		10	392	7	450	0	0	1	56
Ústecký kraj	ULK		18	1 248	12	1 492	0	0	3	363
Karlovarský kraj	KVK		2	136	4	212	0	0	0	0
Přeloučský kraj	PLK		5	342	10	729	0	0	1	136
Jihočeský kraj	JČK		3	193	12	813	0	0	2	91
Kraj Vysočina	VYS		3	130	3	279	0	0	0	0
Jihomoravský kraj bez Brna	JMK bez B		8	350	11	1 008	0	0	1	64
Agglomerace Brno	B		10	422	5	445	1	30	0	0
Zóna Střední Morava *	ZSM		2	57	2	185	0	0	0	0
Zóna Moravskoslezsko	ZMS		36	2 299	35	3 843	5	246	9	1 033
Agglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek bez Třinecka	O/K/F-M bez TR		72	6 211	56	9 306	5	285	31	3 409
Třinecko	TR		26	2 069	24	2 718	4	266	9	932
ČR celkem			250	17 695	231	27 082	15	827	70	7 206

* V Zóně Střední Morava byly v provozu všechny reprezentativní stanice až od sezony 2012/2013.



Obr. 6 Srovnání celkového trvání smogových situací (vlevo) a regulací (vpravo) pro PM_{10} v sezónách 2004/2005–2012/2013 (1. říjen až 31. březen) zpětně napočítaných podle stávajících pravidel zákona č. 201/2012 Sb. a navržené novely. V Zóně Střední Morava (ZSM) byly v provozu všechny reprezentativní stanice až od sezony 2012/2013. Významy zkratk pro jednotlivé oblasti jsou uvedeny v tab. 4.

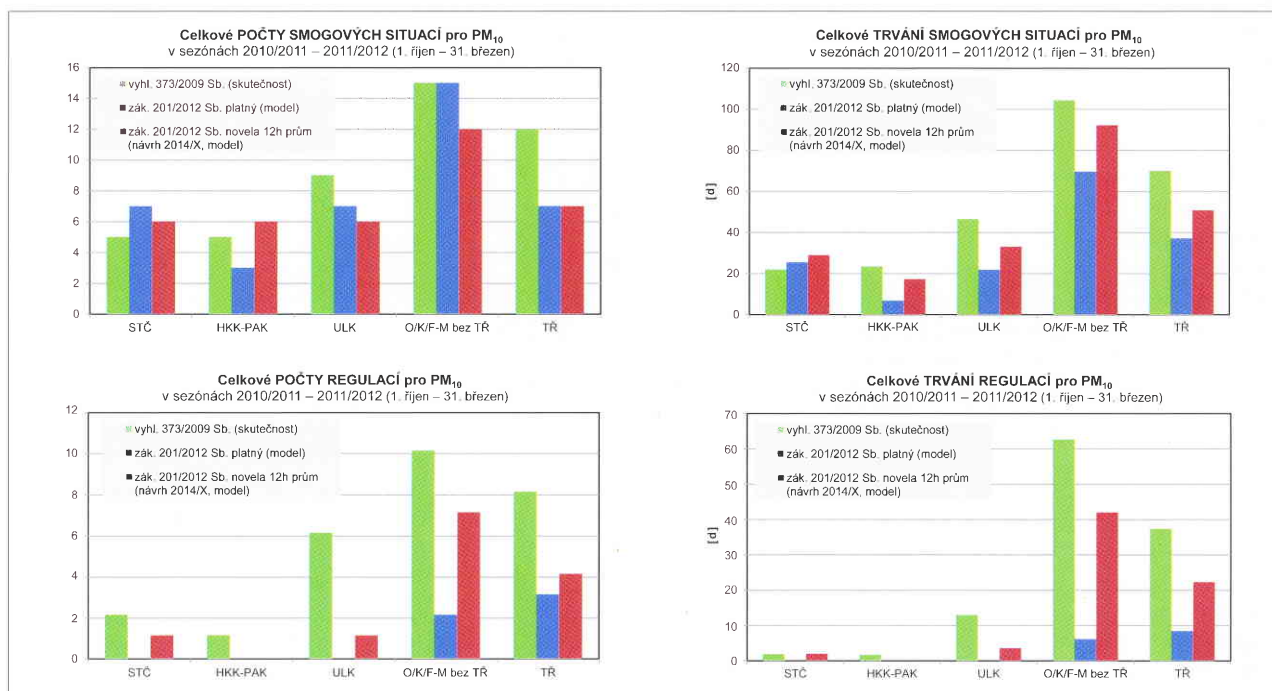
Fig. 6. Comparison of the total duration of smog situation (left) and regulation (right) for PM_{10} in the seasons 2004/2005 – 2012/2013 (Oct 1st – Mar 31st). Analysis according to current legislation (Act No. 201/2012, in blue) and its proposed amendment (red). Data for ZSM represent only the 2012/2013 season. Abbreviations for the SWRS areas are explained in Table 4.

vajících se 24hodinových průměrů vedlo, obzvláště v kombinaci s mírnějšími požadavky na trendy, k jistému zlepšení, zvláště v oblastech s malým počtem stanic (Třinecko), ale například v lednu 2013 by nebyla ani v tomto případě vyhlášena v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka regulace (obr. 4). Exponenciální filtry reagovaly lépe na vývoj koncentrací, nicméně ve vyhlášení přetrvávalo zpoždění dané požadavkem na překročení prahové hodnoty ve 25, resp. 49 po sobě jdoucích hodinách. Na základě provedených srovnání se jako nejspolehlivější jevil filtr *TEMA*.

4. NÁVRH NOVELY PRAVIDEL SVRS PRO PM_{10}

Vzhledem k tomu, že žádný z výše uvedených scénářů nevedl k uspokojivým výsledkům, bylo v případě vyhlášení

navrženo vypuštění podmínky na překročení prahové hodnoty ve dvou, resp. třech po sobě jdoucích dnech a její nahrazení podmínkou jednohodinového překročení odpovídající prahové hodnoty alespoň na polovině reprezentativních stanic. Zároveň má být splněno, že během následujících 24 hodin není očekáván pokles koncentrací pod tuto hodnotu. Byly posuzovány dvě varianty vyhlazování, a to 12hodinové průměry a filtr *TEMA*. Podrobná analýza byla provedena pro stejné oblasti SVRS a stejná období, jak bylo uvedeno výše. Vzhledem k tomu, že se pracovalo s historickými daty, vyhodnocoval se namísto předpovědi rozptylových podmínek a imisní situace skutečný vývoj koncentrací, v tom smyslu se jednalo o simulaci ideální (100% přesné) předpovědi. Při vyhlášení nebyly kontrolovány kon-



Obr. 7 Srovnání počtu a délek skutečně vyhlášených signálů upozornění a regulace podle tehdy platné vyhlášky č. 373/2009 Sb. a smogových situací a regulací zpětně namodelovaných podle stávajících pravidel zákona č. 201/2012 Sb. a návrhu jeho novely. Významy zkratk pro oblasti SVRS jsou uvedeny v tab. 4.

Fig. 7. Comparison of the number (left) and total duration (right) of smog situation (top) and regulation (bottom) for PM_{10} in the seasons 2000/2001 and 2011/2012. In green are the situations announced according to Decree No. 373/2009 Coll., which was in force at that time. The situation as it would had been announced according to Act No. 201/2012 is in blue and according to its proposed amendment is in red. Abbreviations for the SWRS areas are explained in Table 4.

centrace ve všech 24 následujících hodinách, ale pouze v poslední 24., a to z toho důvodu, aby se zamezilo oddálení vyhlášení v důsledku ojedinělého poklesu koncentrací pod prahovou hodnotu. Při ověřování podmínek pro odvolání se sledovalo, zda ve všech 48 hodinách, od poklesu koncentrací pod prahovou hodnotu, tyto pod ní setrvávají. Při výpočtu scénářů se počítalo se seznamem reprezentativních stanic, zveřejněném ve Věstníku MŽP 9-10/2013. (tj. oproti seznamu ze září 2012 se pro aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka nebrala v potaz stanice Bohumín).

Výsledky ukázaly, že použití filtru *TEMA* vedlo zpravidla k včasnějšímu vyhlášení situací. V některých případech nebyla situace při použití 12hodinového průměru vyhlášena vůbec (obr. 5). Pouze v ojedinělých případech tomu bylo naopak, což je dáno vyšší proměnlivostí exponenciálního filtru. Na základě těchto výsledků byla Odboru ochrany ovzduší MŽP navržena nová pravidla vyhlášení smogových situací a regulací pro PM_{10} , přičemž bylo doporučeno využití trojnásobného exponenciálního filtru *TEMA*. Zároveň bylo navrženo zpřesnění formulace podmínek pro odvolání regulace a smogové situace. Právní odbor MŽP následně doporučil využití 12hodinových klouzavých průměrů na místo *TEMA*, a to z důvodu větší obecné srozumitelnosti. Výsledná pravidla vyhlášení a odvolávání situací pro PM_{10} , u nichž lze předpokládat, že budou použita v novele přílohy č. 6 zákona 201/2012 Sb., jsou shrnuta v tab. 3. Jistou výhodou použití 12hodinových průměrů je jejich návaznost na stávající prahové hodnoty, které byly navrženy pro 24hodinové průměry. Pokud totiž dojde k vyhlášení smogové situace, resp. regulace podle nově navržených pravidel, je téměř jisté, že během následujících 12 hodin přesáhnou také 24hodinové průměry alespoň na polovině reprezentativních stanic prahovou hodnotu 100, resp. $150 \mu g \cdot m^{-3}$. V tom smyslu se jedná o včasné vyhlášení podle prahové hodnoty vztahované k 24hodinovým průměrům.

4.1 Srovnání stávajících pravidel a navržené novely

Na obr. 1 je ukázáno urychlení vyhlášení podle nově navržených pravidel. V tab. 4 je dále uvedeno srovnání zpětně namodelovaného počtu a délek smogových situací a regulací podle stávající legislativy a navržené novely. Srovnání délek je pro přehlednost uvedeno také na obr. 6. Období od roku 2004 bylo zvoleno z toho důvodu, že s výjimkou stanic na území zóny Střední Morava byly ostatní reprezentativní stanice během celé doby v provo-

Tab. 6 Počty regulací (P) a délky jejich trvání v hodinách (T) modelované podle novely přílohy č. 6 zákona č. 201/2012 Sb. v oblastech a s využitím stanic SVRS uvedených ve Věstníku MŽP č. 9-10/2013. Proskartmutim jsou označeny sezony, kdy v dané oblasti ještě neměřily všechny reprezentativní stanice. Členění na zóny a aglomerace je dáno přílohou č. 3 zákona č. 201/2012 Sb. Sezónou se myslí období od 1. října do 31. března následujícího roku. Pokud byla regulace vyhlášena, resp. trvala, i mimo toto období, jsou odpovídající počty a trvání uvedeny za znaménkem plus. (Ityo případy nastaly vylučně v měsíci dubnu.)

Table 6. Number of regulations (P) and their lengths in hours (T) as simulated according to the proposed amendment of Annex 6 of Act No. 201/2012 Sb. in the SVRS regions and with SWRS stations as specified in the Bulletin of the Ministry of Environment No. 9-10/2013. A dash denotes seasons when all the representative stations were not in operation in a particular region. Zones and agglomerations are defined in Annex 3 of Act No. 201/2012 Sb. A season is defined from October 1st to March 31st of the next year. If the modelled smog situation started / lasted outside this season, the respective numbers and durations are given after the plus sign.

Kód zóny / Aglomerace	04/05		05/06		06/07		07/08		08/09		09/10		10/11		11/12		12/13		Suma 04/05-12/13	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
CZ01	0	0	2	174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	174
CZ02	0	0	1	230	0	0	0	0	1	52	0	0	0	0	0	1	46	0	3	328
CZ05	0	0	1	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	132
CZ04	0	0	1	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	56
CZ03	0	0	2	279	0	0	0	0	0	0	0	0	1	84	0	0	0	0	3	363
CZ06Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CZ06A	0	0	1	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	136
CZ07	0	0	2	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	91
CZ08Z	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	64
CZ08A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ČR CELKEM	4	334	21	2 625	0	0	0	13	5	339	15	1 296	9	744	10	1 469	5	337	70	7 206
Počet oblastí SVRS s platnými daty, ve kterých nebyla vyhlášena ani jedna smogová situace	12		4		14				12	11		10		10		10		13		

zu. Z tabulky je patrné, že počet smogových situací v některých oblastech narostl (např. Plzeňský kraj a Jihočeský kraj a zóna Střední Morava) a jiných naopak poklesl (zejména Středočeský kraj a aglomerace O/K/F-M bez Třinecka). Nicméně jejich celkové délky trvání až na Středočeský kraj narostly. V případě regulací narostl ve všech případech, s výjimkou aglomerace Brno, jak jejich počet, tak souhrnná délka trvání. V tab. 5, resp. 6 jsou pak pro jednotlivé topné sezony uvedeny počty a délky trvání smogových situací (regulací) zpětně namodelovaných podle navržené novely. Pro srovnání s údaji, které byly získány podle platného zákona, odkazujeme čtenáře na předchozí publikaci autorů (Juras a Vlček 2013).

Na obr. 7 jsou pro sezony 2010/X–2011/III a 2011/X–2012/III srovnány celkové počty a trvání smogových situací a regulací zpětně namodelovaných podle stávající legislativy a navržené novely se skutečně vyhlášenými počty a délkami signálů upozornění a regulace podle v té době platné vyhlášky č. 373/2009 Sb. Uvedeny jsou pouze oblasti, ve kterých tehdy platil Ústřední regulační řád. Signály se v té době vydávaly pouze pro Pardubický kraj, ne pro celou oblast Královéhradeckého a Pardubického kraje. Z obrázku je patrné, že navržená novela je z hlediska počtu a délky trvání regulací kompromisem mezi tehdy platnými pravidly Ústředního regulačního řádu a současným zákonem.

5. ZÁVĚR

Stávající pravidla pro vyhlašování smogových situací a regulací pro suspendované částice PM₁₀ vedou k opožděnému vyhlašování a odvolávání smogových situací a regulací. Veřejnost tak není včas informována o nárůstu koncentrací na prahové hodnoty. Ze stejného důvodu nejsou efektivně vyhlašovány regulace zdrojů znečištění ovzduší. Navržená pravidla tento nedostatek odstraňují. Nově je požadováno pouze jednohodinové překročení prahové hodnoty na polovině reprezentativních stanic a zároveň se vyhodnocuje předpoklád rozptylových podmínek, resp. koncentrací na následujících 24 hodin. Počítá se s využitím 12hodinových namísto 24hodinových klouzavých průměrů.

Novela zákona o ochraně ovzduší by měla být předložena vládě a parlamentu ČR v průběhu roku 2015 a její platnost se předpokládá nejpozději od 1. 1. 2016. V případě, že by měla vejít v platnost uprostřed topné sezony, počítá se s odložením účinnosti novely přílohy č. 6 na teplou část roku, aby pravidla nebyla měněna uprostřed sezony.

Tab. 5 Počty smogových situací (P) a délky jejich trvání v hodinách (T) modelované podle navržené novely přílohy č. 6 zákona č. 201/2012 Sb. v oblastech a s využitím stanic SVRS uvedených ve Věšníku MŽP č. 9–10/2013. Trvání smogových situací v sobě zahrnuje trvání regulací. Proskřutím jsou označeny sezony, kdy v dané oblasti ještě neměřily všechny reprezentativní stanice. Členění na zóny a aglomerace je dáno přílohou č. 3 zákona č. 201/2012 Sb. Sezónou se myslí období od 1. října do 31. března následujícího roku. Pokud byla smogová situace vyhlášena, resp. trvala, i mimo toto období, jsou odpovídající počty a trvání uvedeny za znaménkem plus. (Tyto případy nastaly vylučně v městci dubnu.)

Table 5. Number of smog situations (P) and their lengths in hours (T) as simulated according to the proposed amendment of Annex 6 of Act No. 201/2012 Sb. in the SVRS regions and with SWRS stations as specified in the Bulletin of the Ministry of Environment No. 9–10/2013. Duration of smog situations includes the duration of regulations. A dash denotes seasons when all the representative stations were not in operation in a particular region. Zones and agglomerations are defined in Annex 3 of Act No. 201/2012 Sb. A season is defined from October 1st to March 31st of the next year. If the modelled smog situation started / lasted outside this season, the respective numbers and durations are given after the plus sign.

Kód zóny / aglomerace	04/05		05/06		06/07		07/08		08/09		09/10		10/11		11/12		12/13		Suma 04/05–12/13	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
CZ01 Agglomerace Praha	1	144	2	221	0	0	1	72	1	75	0	0	1	123	1	58	1	60	8	753
CZ02 Zóna Střední Čechy	2	255 +69	2	525	2	215	1	91	1	267	1	51	4	326	2	367	1	68	16	2 165 +69
CZ05 Královéhradecký kraj a Pardubický kraj	1	64	2	296	0	0	1	76	1	277	1	133	3	171	3	242	2	210	14	1 469
CZ04 Liberecký kraj	1	60	1	64	0	0	0	0	0	0	1	43	1	70	2	149	1	64	7	450
CZ04 Ústecký kraj	1	111	2	345	0	0	1	48	1	153	1	42	4	506	2	287	0	0	12	1 492
CZ04 Karlovarský kraj	0	0	2	88	0	0	0	0	1	60	0	0	0	0	0	0	1	64	4	212
CZ03 Plzeňský kraj	5	268	1	169	0	0	1	140	0	140	0	0	0	0	0	2	84	1	68	10 729
CZ03 Jihočeský kraj	1	43	2	268	0	0	2	74	1	142	0	0	3	147	3	139	0	0	12	813
CZ06Z Kraj Vysočina	0	0	3	279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	279
CZ06A Jihomoravský kraj bez Brna	2	93	4	488	0	0	0	0	0	0	1	120	0	0	3	267	1	40	11	1 008
CZ06A Agglomerace Brno	0	0	1	75	0	0	0	0	0	0	1	123	0	0	3	247	0	0	5	445
CZ07 Zóna Střední Morava	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2	185
CZ08Z Zóna Moravskoslezsko	4	365	6	890	0	0	3	147	4	282	6	443	4	338	2	851	6	527	35	3 843
CZ08A Agl. O/K/F-M bez Třinecka	7	855	9	1 939	5	606	6	670	4	742	5	1 023	7	1 084	5	1 130	8	1 257	56	9 306
CZ08A Třinecko	+	+227	0	0	0	0	+1	+41	+2	+90	6	635	6	762	1	456	5	558	+5	+477
ČR CELKEM	26	2 300	40	6 238	7	821	16	1 242	21	2 616	27	2 912	33	3 527	32	4 744	29	3 101	231	27 501
Počet oblastí SVRS s platnými daty, ve kterých nebyla vyhlášena ani jedna smogová situace	+2	+296	40	6 238	7	821	16	1 242	21	2 616	27	2 912	33	3 527	32	4 744	29	3 101	231	+546
	4		1	12	6	4	4	4	5	5	2	4	5	5	2	4	4	4	4	4

Literatura

- ČHMÚ, 2013a. Směrnice pro provádění smogového varovného a regulačního systému na území ČR. Směrnice ředitele ČHMÚ č. 2013/05.
- ČHMÚ, 2013b. Vyhodnocení Smogového regulačního a varovného systému na území České republiky od 1. října 2012 do 31. března 2013. Zpráva pro Odbor ochrany ovzduší MŽP ČR. 15. 7. 2013, rev. 7. 8. 2013.
- ČHMÚ, 2014. Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2013. Souhrnný tabelární přehled. [Air Pollution and Atmospheric Deposition in Data, the Czech Republic, 2013. Summary Tabular Survey.] (Kapitola 1.4.1) [online]. [cit. 5. 10. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2013_enh/index_CZ.html

- JURAS, R., VLČEK, O., 2013. Srovnání smogových varovných a regulačních systémů pro PM₁₀ podle staré a nové legislativy. *Ochrana ovzduší*, roč. 25, č. 3, s. 20–25, ISSN: 1211-0337.
- KAUFMAN, P. J., 1995. Smarter Trading: Improving Performance in Changing Markets. McGraw-Hill, Inc. ISBN: 0-07-034002-1.
- KEDER, J. 2013. Lze urychlit ukončení smogové situace? In: *OVZDUŠÍ 2013. Brno, 15. – 17. 4. 2013, Program a sborník konference*. Brno: Masarykova univerzita, s. 74–76. ISBN 978-80-210-6203-0.
- MULLOY, P. G., 1994. Smoothing Data With Less Lag. *STOCKS & COMMODITIES magazine*. Vol. 12, s. 78–80. ISSN 0738-3355.

Lektor (Reviewer): RNDr. Robert Skeřil, Ph.D.

INFORMACE – RECENZE

JEAN-FRANÇOIS GELEYN, ODEŠLA OSOBNOST NUMERICKÉ PŘEDPOVĚDI POČASÍ

Dne 8. ledna 2015 po dlouhém boji se zákeřnou chorobou zemřel v Toulouse evropský meteorolog Jean-François Geleyn. Narodil se 22. ledna 1950 na severu Francie v blízkosti belgických hranic v městečku Cousolre. V roce 1971 se stal inženýrem na prestižní pařížské École Polytechnique a v roce 1973 inženýrem meteorologie na École Nationale de la Météorologie. Meteorologie provázela Jeana-Françoise celý jeho odborný život, který strávil ve službách Météo France v Paříži a od roku 1991 v Toulouse. Jako správný Evropan byl několikrát vyslán rozvíjet svou vlastní odbornost a numerickou meteorologii i na jiná pracoviště. Tak byl v letech 1973–1975 výzkumníkem na univerzitě v německé Mohuči, v letech 1976–1982 v Evropském centru pro střednědobou předpověď (ECMWF) v britském Readingu a v letech 2003–2009 v Českém hydrometeorologickém ústavu v Praze, kde koordinoval mezinárodní aktivity spojené s projektem ALADIN.

Jeho evropanství bylo úzce svázáno s numerickou předpovědí počasí. Podílel se na více než šedesáti odborných publikacích a na většině z nich spolupracoval se zahraničními kolegy. Seznam publikací, který je součástí této informace obsahuje výběr jen těch nejvýznamnějších, obsažených v databázi Web of Science. Působil jako učitel, nejen na své alma mater (École Nationale de La Météorologie), ale i na Matematicko-fyzikální fakultě Karlovy Univerzity v Praze a na fakultě Matematické fyziky a astronomie Univerzity v belgickém Gentu. Úspěšně vychovával doktorandy na Universitě Paris, Universitě Paul Sabatier de Toulouse, Univerzitě din București, Univerza v Ljubljani, Universitě Libre de Bruxelles, Univerzitet Gent, Univerzitě Komenského a samozřejmě na pražské Univerzitě Karlově.

Je symbolické, že Jean-François Geleyn svým působením ovlivnil všech šest základních stavebních kamenů numerické předpovědi počasí v Evropě – ECMWF, UK Met-



Jean-François Geleyn

Office, COSMO, HIRLAM, RC LACE a ALADIN. Osm let byl ve vědecké radě ECMWF, šest let ve vědecké radě UK Met-Office, model COSMO dvanáct let používal radiační schéma Ritter-Geleyn (viz publikace z roku 1992 s neuvěřitelným počtem 300 citací), spolupráce Météo France s modelem HIRLAM a propojení HIRLAM s modelem ALADIN (HARMONIE) nese stopy jeho autorství, stejně jako propojení globálního modelu IFS/ARPEGE a ECMWF. Zcela neformálně byl pasován do pozice vědeckého konzultanta RC LACE a troufnu si odhadnout, že bez něj by se ALADIN nikdy neotevřel mezinárodní spolupráci tak široce a obousměrně, jak to dnes vidíme nejen u nás, ale i na Slovensku, v Maďarsku, ve Slovinsku, v Chorvatsku, v Rakousku, v Rumunsku i jinde.

Jeho sedmiletý pobyt v ČHMÚ byl pro mnohé z nás obrovskou školou života. Nejen pro mladé meteorology, kteří často nestíhali sledovat tok jeho myšlenek a nápadů, a přesto se jeho tempu rádi přizpůsobovali. Ale i pro mě osobně. Jean-François hodně rychle pochopil, že se mu nepodaří předělat klimatologa na špičkového meteorologa. Ale měl dar vytáhnout dvě nejdůležitější věty z mnohastránkového strategického dokumentu připraveného k projednání na některém z vrcholných setkání projektu ALADIN. A pokud jsem tyto dvě věty pochopil, což se ne vždy stalo, mohl jsem „3D-Var asimilaci modelových dat vhodně spojit s fyzikou modelu“ a obrátit tak diskusi tam, kam jsme potřebovali.

Jean-François Geleyn byl čestným členem České meteorologické společnosti a na návrh ředitele ČHMÚ se v roce 2011 stal nositelem Stříbrné medaile Evropské meteorologické společnosti.

Svou systematickostí a neúnavným pracovním nasazením dokázal strhnout své okolí k výkonům, které budou bez něj jen těžko dosahovat. Jean-François Geleyn byl pro mnohé z nás kolega, učitel a kamarád, který dlouhodobě podporoval rozvoj české meteorologie, zvláště pak té numerické, za což mu patří náš dík, uznání a úcta. Věřím, že jeho odkaz bude v naší meteorologii i nadále žít. Jean-François, adieu.