

**„System informacji o jakości powietrza na obszarze Pogranicza Polsko-Czeskiego w rejonie Śląska i Moraw” / „Informační systém kvality ovzduší v oblasti Polsko-Českého pohraničí ve Slezském a Moravskoslezském regionu”**

Akronim / Akronym: Air Silesia

Projekt POWT RCz-RP 2007-2013 / OPPS ČR - PR 2007 - 2013  
CZ.3.22/1.2.00/09.01610/1



**Raport z realizacji zadania / Zpráva o úkolu**

**Tytuł zadania 7 / Název úkolu 7: Prognozowanie stężeń zanieczyszczeń powietrza / Prognózování koncentrací znečištění ovzduší**

**Okres realizacji / Časový rámeček: 1.07.2011 r. – 30.06.2013 r.**

**Koordinátor zadania / Hlavní koordinátor úkolu**

**IMGW-PIB**

Katowice 06, 2013

**Vypracovali:**

**Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB)**

**Oddział w Krakowie Zakład Monitoringu i Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza**

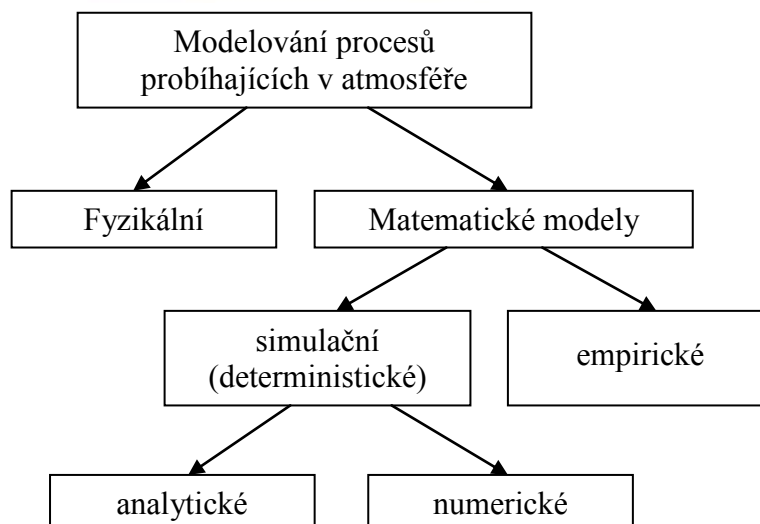
**Instytut Meteorologie a Vodního Hospodářství - Státní výzkumný ústav, Pobočka v Krakově**

**Oddělení monitoringu a modelování znečištění ovzduší**

## Úvod

Legislativa v Polsku a v České republice v oblasti ochrany životního prostředí přizpůsobená požadavkům EU hovoří o nutnosti informovat veřejnost o kvalitě ovzduší. Zejména to je důležité v oblastech s rizikem překročení přípustných mezních a cílových hodnot nebo alarmových stavů hodnot znečišťujících látek v ovzduší. V těchto situacích v rámci systému hodnocení kvality ovzduší se plánují krátkodobé akce. Právní podklady těchto akcí jsou uvedeny ve směrnici 2008/50/EU o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (čl. 24) V rámci právních předpisů musí být mezi prvky krátkodobých akcí začleněna i prognóza hodnot znečišťujících látek v ovzduší.

Proces vytváření prognózy zejména pro vysokou úroveň znečištění představuje velmi složitý problém. Přestože se používá mnoho metod hodnocení průběhu tzv. smogových epizod, dosud v této oblasti neexistují žádné platné právní předpisy. Z hlediska obsahu nejlepších výsledků dosahují modely fyzikální, ty však vzhledem k nutnosti a zároveň obtížnosti získání potřebného množství věrohodných dat jsou pro provozní použití příliš náročné. Proto se v praxi často používají matematické simulační nebo empirické modely (statistické nebo založené na pokročilých deduktivních metodách), které ačkoliv se netýkají fyziky jevu, díky novým možnostem odhalování nových souvislostí mezi shromážděnými daty umožňují poměrně přesné a rychlé sestavování prognóz. V posledních letech se prognózy kvality ovzduší stále častěji opírají o soubor metod obecně označovaných jako metody získávání dat (data mining). Tato koncepce byla použita v prognóze kvality ovzduší pro polsko-české pohraničí. Celkové rozložení způsobů modelování procesů probíhajících v atmosféře je znázorněno na obr. 1 [Markiewicz, 2004].



Obr. 1 Metody prognózy kvality ovzduší

Základy pro průzkum prognóz kvality ovzduší pro Slezské vojvodství byly položeny v roce 2004 na žádost Slezského zemského inspektora pro ochranu životního prostředí v Katovicích (VIEP) jako výsledek výzkumu provedeného společně s Institutem meteorologie a vodního hospodářství pobočka v Katovicích (IMGW) a Institutem environmentálního inženýrství ve městě Zabrze, Polsko, spolufinancovaného z prostředků WFOSiGW v Katovicích. Tento systém byl uveden do provozu v monitoringu kvality ovzduší ve Slezském vojvodství v r. 2005. Metodika prognózy kvality ovzduší je založena na průzkumné analýze dat (data mining - získávání dat) s využitím digitální předpovědi počasí COSMO (Consortium for Small-Scale Modelling). Tento meteorologický model je nehydrostatický, určený pro modelování v malém rozsahu, pracuje v operativním provozu v IMGW PIB (Institut meteorologie a vodního hospodářství- Státní výzkumný ústav) V současné době se v rámci Systemu Prognoz Jakości Powietrza (SPJP) - Systému Prognóz Kvality ovzduší pro oblasti provádí ve vojvodství Slezském krátkodobá prognóza kvality ovzduší pro koncentrace následujících znečišťujících látek:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{O}_3$  a vydává se prognóza pro index kvality ovzduší.

V rámci projektu Air Silesia byl model průzkumné prognózy začleněn do přeshraniční polsko-české oblasti Slezska a Moravy. Prognóza se neprovádí pro oblast, ale pro bod automatických monitorovacích stanic kvality ovzduší umístěných na obou stranách hranice v oblasti Slezského vojvodství a Moravskoslezského kraje.

## Popis koncepce průzkumné prognózy znečištění ovzduší

Model průzkumné prognózy kvality ovzduší je založen na průzkumové analýze dat (*data mining - získávání dat*) zejména s pomocí shlukování, fuzzy čísel a frakční vzdálenosti. [Łachwa, 2001; Osowski, 1997]. Filozofie prognózy hodnot koncentrací znečištění je založena na základě zjištění, že počasí „řídí“ emise a udává podmínky rozptylu znečišťujících látek. Základem koncepce předvídání je podobenství prognóz. Necht'  $F_a$  je aktuální prognóza,  $F_h$  prognóza historická. Jsou to matice o 79 řádcích (hodiny od počátku prognózy a 27 sloupcích (meteorologické prvky). Podobenství prognóz počasí je však založeno na koncepci frakční vzdálenosti:

$$F = \begin{bmatrix} F_{01} & F_{027} \\ \vdots & \vdots \\ F_{781} & F_{7827} \end{bmatrix}$$

$$dist(F_a, F_h) = \sum_{i=0}^{78} \sum_{j=1}^{27} w_{ij} \cdot |F_a^{ij} - F_h^{ij}|$$

kde  $[w_{ij}]$  je matice vah a vyžaduje zpracování pro různá místa prognózování. Původní prognózy COSMO je třeba přepracovat do formátu prvků, které mají bezprostřední vliv na koncentrace znečišťujících látek v ovzduší. Přepracování mj. zahrnuje:

- konverzi směru větru na vektor větru,
- výpočet gradientů teploty nad povrchem země (AGL) 0,05 – 2 m, 2 – 30 m, 30 – 1500 m,
- výpočet tlaku vodních par z teploty vzduchu a teploty rosného bodu, výpočet relativní vlhkosti ovzduší,
- vynechání dat z geopotenciálních povrchů vyšších než 850 hPa (~1500 m).

Schéma určení prognózy:

- Pro aktuální přepracovaný meteogram se posuzují historické prognózy a vybrané prognózy podobné prognóze aktuální. Důležité je datum podobné prognózy.

- Pro takto získaná data bude zaznamenán časový průběh koncentrace znečišťujících látek v tomto termínu. Tímto způsobem se získá několik desítek potenciálních průběhů koncentrací.
- Tyto průběhy jsou seskupeny do jednoho časového diagramu čísel. Výběr způsobu seskupení je záležitostí operátora systému. Implicitně je nastavený aritmetický průměr. Tento způsob seskupení však špatně funguje u vysokých koncentrací, proto se v situacích s prognózovanými vysokými hodnotami koncentrace používá lineární kombinace střední a maximální hodnoty v dané hodině.

Prognózy se vytváří pro jednohodinové průběhy koncentrací nebo pro průměrné denní (24 hodinové) koncentrace daného znečištění vyhledáváním situací podobných situaci aktuální v minulosti. Stanoví se též průměrný 24 hodinový index kvality ovzduší, který syntetickým způsobem poskytuje informace o kvalitě ovzduší. Metodika sestavování prognóz je nezávislá na druhu znečištění ovzduší. Prognóza stavu ovzduší ze zdravotního hlediska může být bodová (např. pro bod monitorovací stanice kvality ovzduší) nebo oblastní (pro daný prostor). Minimální údaje potřebné pro sestavení průzkumné prognóz musí obsahovat historické údaje o kvalitě ovzduší, historické údaje předpovědi počasí a aktuální digitální předpověď počasí pro příštích 24 hodin s krokem jedna hodina.

### ***Index kvality ovzduší***

Index kvality ovzduší je komplexním ukazatelem, který poskytuje informace o úrovni znečištění ovzduší. Obvykle se počítá současně pro několik prvků. Stav kvality ovzduší charakterizuje dílčí index, který má nejvyšší (nejnepříznivější) hodnotu. Tento způsob informování veřejnosti o úrovni znečištění ovzduší pomocí indexu je rozšířen na celém světě vzhledem ke snadnému předávání informace ve formě piktogramů při hromadné komunikaci. Barvy zelená, žlutá nebo červená jsou intuitivně vnímány jako signalizace pozitivního nebo negativního stavu. Ve světě funguje mnoho indexů s informací o kvalitě ovzduší. Index, který by se doporučoval k všeobecnému používání, neexistuje. Aby bylo možné porovnávat kvalitu ovzduší v oblasti nebo bodu, připisuje se k dané třídě indexu kvality ovzduší slovní úroveň hodnoty koncentrace znečišťujících látek, která charakterizuje kvalitu ovzduší např. od velmi dobré po velmi špatnou. V projektu Air Silesia byla pro index kvality ovzduší přijata zkratka SMAQI (Silesia Morawia Air Quality Index). V oblasti polsko-českého pohraničí v regionu

Slezska a Moravy se používají se dva způsoby indexování SMAQI. První, který pro prognózy kvality ovzduší používá ve slezském vojvodství na internetové straně WIOŚ v Katovicích, je navržený IMGW-PIB, druhý způsob na své internetové straně používá ČHMÚ pro aktuální hodnocení kvality ovzduší.

Tab. 1: Způsob indexování, časy průměrování a hranice hodnot znečišťujících látek indexu kvality ovzduší pro Slezské vojvodství a Moravskoslezský kraj.

#### Legenda ČHMÚ

Index	Kvalita ovzduší	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10
		1 h (µg/m <sup>3</sup> )			
1	velmi dobrá	0 – 25	0 – 25	0 – 33	0 – 20
2	dobrá	> 25 - 50	> 25 - 50	> 33 - 65	> 20 - 40
3	uspokojivá	> 50 - 120	> 50 - 100	> 65 - 120	> 40 - 70
4	vyhovující	> 120 - 350	> 100 - 200	> 120 - 180	> 70 - 90
5	špatná	> 350 - 500	> 200 - 400	> 180 - 240	> 90 - 180
6	velmi špatná	> 500	> 400	> 240	> 180
	chybí data				

#### Legenda IMGW-PIB

Index	Kvalita ovzduší	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
		1 h (µg/m <sup>3</sup> )				24 h (µg/m <sup>3</sup> )		
1	velmi dobrá	0 – 50	0 – 50	0 – 60	0 – 25	0 – 15	0 -15	0 – 10
2	dobrá	> 50 - 100	> 50 - 100	> 60 - 120	> 25 - 50	> 15 - 30	> 15 - 30	> 10 - 20
3	uspokojivá	> 100 - 300	> 100 - 200	> 120 - 180	> 50 - 90	> 30 - 55	> 30 - 50	> 20 - 30
4	špatná	> 300 - 500	> 200 - 400	> 180 - 240	> 90 - 270	> 55 - 180	> 50 - 150	> 30 - 100
5	velmi špatná	> 500	> 400	> 240	> 270	> 180	> 150 - 300	> 100
6	extrémně špatná	-	-	-	-	-	> 300	-
	chybí data							

#### Oblast výzkumu a sběr dat

Krátkodobá prognóza kvality ovzduší byla vypracována pro oblast polsko-českého pohraničí se zahrnutím Moravskoslezského kraje a centrální jižní části Slezského vojvodství. Data o imisi znečišťujících látek pochází ze státních sítí automatických monitorovacích stanic kvality ovzduší v České republice a v Polsku z oblasti polsko-českého pohraničí - regionu Slezska a Moravy tj.:

- Českého Hydrometeorologického Ústavu (ČHMÚ) a Zdravotního Ústavu (ZÚ) - stanice Ostrava-Radvanice pro kraj Moravskoslezský;
- Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS/GIOŚ, WIOŚ v Katovicích) pro vojvodství Slezské.

Meteorologické údaje pochází z databáze národních meteorologických služeb ČHMÚ a IMGW-PIB. Prognóza koncentrace znečištění je založena na digitální prognóze modelu počasí COSMO, který se operativně využívá v IMGW-PIB. Ve studii byla použita data naměřená v období od ledna do prosince 2012. Pro potřeby prognózy byly k monitorovacím stanicím kvality ovzduší přiřazeny stanice meteorologické (tabulka 2). Pro tyto meteostanice byl v dalším kroku vypracován algoritmus prognózy založený na metodách získávání dat pro poléťavý prach PM<sub>10</sub>.

*Tab. 2: Stanice měření kvality ovzduší a jim odpovídající meteorologické stanice*

Meteorologická stanice	Stanice monitoringu kvality ovzduší
Ostrava-Mošnov	Ostrava-Přívoz, Opava, Orlová, Ostrava-Fifejdy
Ostrava-Poruba	Studénka, Opava, Orlová, Ostrava-Zábřeh, Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Radvanice (ZÚ)
Lučina	Havířov, Karviná, Frýdek-Místek, Třinec-Kosmos
Bielsko-Biala	Bielsko-Biala, Cieszyn, Český Těšín, Żywiec
Racibórz	Bohumín, Rybník, Wodzisław Śląski, Věřňovice
Katowice	Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Katowice, Tychy, Zabrze
Częstochowa	Częstochowa, Złoty Potok

### Výsledky prognóz znečištění ovzduší

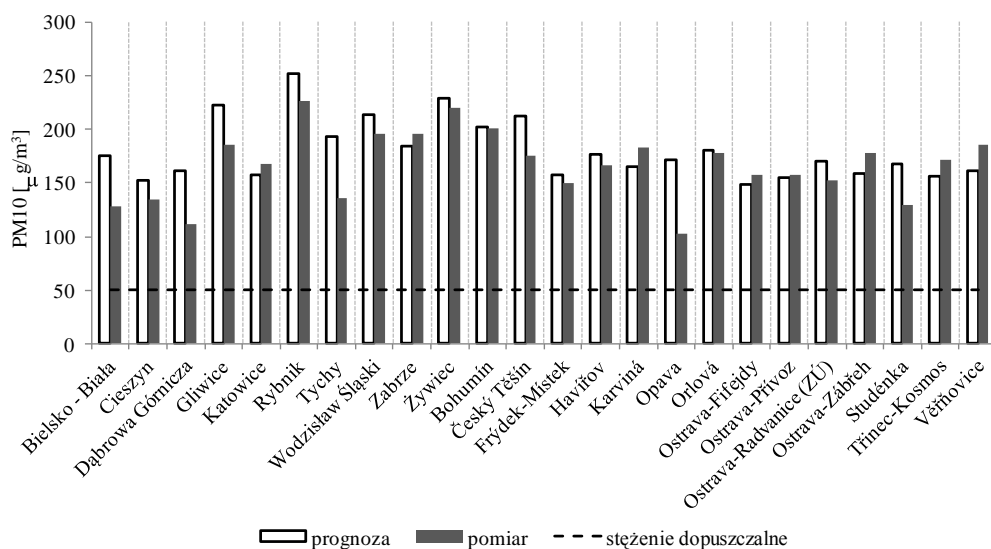
Prognózy kvality ovzduší ve sledované oblasti se provádí dvojím způsobem:

- zpětnou analýzou prognóz z období od 01. 01. 2011 do 31. 03. 2012 provedených pro české stanice,
- z prognóz pro celou oblast zahrnutou projektem Air Silesia v období od 01. 04. 2012 do současnosti.

V druhém případě IMGW-PIB (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodne-Państwowy Instytut Badawczy) denně v ranních hodinách elektronicky zasílá prognózu kvality ovzduší



do ČHMÚ pro případnou distribuci nebo pro použití ve výstražném systému obou institucí. Nezávisle na tom byly prognózované hodnoty podrobeny statistické analýze spolehlivosti. Denní prognóza hodnot koncentrací znečištění a indexu kvality ovzduší zkoumané oblasti se nachází na internetové straně projektu Air Silesia. Historické prognózy kvality ovzduší budou archivované u partnera vedoucího zadání č. 7 (IMGW-PIB)



Obr. č. 1 Porovnání naměřených hodnot (šedý sloupec) s prognózou (bílý sloupec) průměrné denní koncentrace  $PM_{10}$  ze dne 24. 2. 2012 v místě měřicích stanic pro přeshraniční oblast polsko-českou v regionu Slezska a Moravy.

### Spolehlivost prognózy hodnot znečištění ovzduší $PM_{10}$

Spolehlivost prognózy kvality ovzduší byla testována dvěma útvary. ČHMÚ analyzoval spolehlivost prognóz pro období 1. 1. 2011 – 31. 3. 2012 a 1. 10. 2012 – 31. 3. 2013 pro monitorovací stanice kvality ovzduší Moravskoslezského kraje. IMGW-PIB testoval spolehlivost za období 1. 4. 2011 – 31. 3. 2013 u všech automatických monitorovacích stanic kvality ovzduší v oblasti polsko-českého pohraničí. Niže jsou uvedeny výsledky spolehlivosti prognózy znečištění ovzduší vypracované jak ČHMÚ, tak IMGW-PIB.

## Metoda a výsledky spolehlivosti krátkodobé prognózy kvality ovzduší

### Spolehlivost 24 hodinových prognóz koncentrace znečišťujících látek v ovzduší PM<sub>10</sub> vypočítaných IMGW v porovnání s naměřenými hodnotami.

#### Metoda

Analýze byla podrobena 24 hodinová naměřená i předpovězená data PM<sub>10</sub> z období 1. 4. 2011 – 31. 3. 2013.

Pro hodnocení spolehlivosti prognózy se používaly následující statistické charakteristiky:

- systematická nebo střední odchylka (mean error)  $ME = \sum_{i=1}^n \frac{pr_i - pom_i}{n}$ , indikuje průměrné zatížení prognózy, hodnota ME musí být 0 nebo blízka 0;

- směrodatná odchylka (standard deviation)  $STD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$ , kde  $x$  o hodnotě  $pr$  nebo  $pom$  a  $\bar{x}$  je jejich aritmetickým průměrem.

- Za předpokladu, že průměrná prognóza se liší od aktuální hodnoty, je průměrná absolutní chyba (mean absolute error)  $MAE = \sum_{i=1}^n \frac{|pr_i - pom_i|}{n}$  uvedena v absolutních jednotkách;

- druhá odmocnina střední kvadratické chyby (root mean squared error)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (pr_i - pom_i)^2}{n}}$$

se interpretuje podobně jako chyba MAE, ale je citlivější na extrémní hodnoty;

kde:  $pr$  znamená hodnotu prognózy daného znečištění a  $pom$  naměřená hodnota tohoto znečištění.

Pro každý měřicí bod jsou připraveny kontingenční tabulky, kde:

	$pr \geq x$	$pr < x$
$pom \leq x$	a	b
$pom > x$	c	d

kde:  $pr$  – prognóza ( $P$  – předpověď),  $pom$  ( $M$  – měření) – pomiar,  $x$  – ustálená prahová hodnota, a (Hit - zásah), b (Miss - minuty), c (False alarm - planý poplach), d (Correct

rejection - správné zamítnutí) - počet jednotlivých případů. Databáze zahrnovala období od 01. 04. 2011 do 31. 03. 2013, v úvahu přicházely pouze dny, kdy byla k dispozici prognóza i-naměřená data. V důsledku eliminace dat se získaly řady o střední délce  $n=665$ . Předpokládaná prahová hodnota  $x=50$ ,  $x=100$ ,  $x=150$ .

Pro jednotlivé prahy lze z tabulek vypočítat další ukazatele:

- střední systematická chyba (mean bias error - MBE) která je mírou počtu správných prognóz epizod (koncentrace  $PM_{10}$  je vyšší než daná prahová hodnota  $> x$ ) do počtu všech pozorování výskytu epizody  $MBE = (a + c) / (a + b)$ . Pro ideální prognózy  $MBE=1$ , kde je stejný počet prognóz i výskytu překročení dané prahové hodnoty  $x$ .  $MBE < 1$  a  $MBE > 1$  znamená příslušně nedoceněný neb přeceněný počet překročení zadané prahové hodnoty v prognózách.
- pravděpodobnost detekce POD (probability of detection), čili poměr počtu správných prognóz k počtu výskytu překročení prahové hodnoty  $POD = a / (a+b)$ . Rozsah variability měření je od 0 do 1. Pro ideální prognózu je  $POD=1$ .
- Ukazatel planého poplachu FAR (false alarm ratio), tj. odhad počtu planých poplachů čili prognóza překročení prahové hodnoty v době, kdy k překročení nedošlo, popisuje vzorec  $F = c / (c + a)$ . Hodnoty FAR se pohybují v rozsahu od 0 do 1, optimální hodnota je 0.
- podíl správných předpovědí (proportion correct) PC - celkový podíl správných prognóz, a to jak v předpovědích výskytu překročení prahové hodnoty, tak s předpovědí jejího nedosažení  $PC = (a + d) / (a + b + c + d)$ .

Volba prahové hodnoty  $x$  má značný vliv na střední směrodatnou odchylku i na pravděpodobnost správné prognózy. Zároveň se vzrůstem prahové hodnoty dochází k výraznému zmenšení MBE a POD. Děje se tak proto, že posouvání prahové hodnoty nahoru způsobí nerovnoměrný podíl zkoumaného souboru dat.

Jako ukazatel spolehlivosti prognózy se používá relativní chyba v následujících kategoriích:

- velmi dobrá spolehlivost – relativní chyba  $< 10\%$  normy parametru,
- dobrá spolehlivost –  $10\%$  normy parametru  $<$  relativní chyba  $< 40\%$  normy parametru,
- uspokojivá spolehlivost –  $40\%$  normy parametru  $<$  relativní chyba  $< 60\%$  normy parametru,
- špatná spolehlivost –  $60\%$  normy parametru  $<$  relativní chyba  $< 60\%$  normy parametru,

## Výsledky

Tab. 14: Vybrané parametry předpokládaných hodnot průměrných denních koncentrací  $PM_{10}$  polských stanic

Parametr	Bielsko-Biala	Cieszyn	Dąbrowa Górnicza	Gliwice	Katowice	Rybnik	Tychy	Wodzisław Śląski	Zabrze	Żywiec
průměrný rozdíl	36	36	45	43	46	51	39	57	49	46
směrodatná odchylka	20	17	22	23	19	30	21	29	27	37
minimální hodnota	9	9	19	13	16	18	12	18	12	8
maximální hodnota	166	136	185	208	151	226	199	180	178	324

Tab. 15: Vybrané parametry předpokládaných hodnot průměrných denních koncentrací  $PM_{10}$  českých stanic

Parametr	Bohumín	Český Těšín	Frydek-Místek	Havířov	Karviná	Opava	Orlová	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Přivoz	Ostrava-Radvanice (ZÚ)	Ostrava-Zábřeh	Studénka	Třinec-Kosmos	Věřňovice
průměrný rozdíl	52	50	40	47	47	37	48	43	48	53	41	38	39	51
směrodatná odchylka	27	26	23	24	23	20	24	20	23	21	21	19	21	27
minimální hodnota	18	14	14	17	17	13	18	15	19	24	12	13	13	18
maximální hodnota	233	185	195	224	189	187	241	183	195	167	179	195	200	176

Tab. 16: Vybrané parametry naměřených hodnot denních koncentrací  $PM_{10}$  polských stanic

Parametr	Bielsko-Biala	Cieszyn	Dąbrowa Górnicza	Gliwice	Katowice	Rybnik	Tychy	Wodzisław Śląski	Zabrze	Żywiec
průměrný rozdíl	45	37	49	48	49	61	44	72	57	59
směrodatná odchylka	44	32	38	40	40	69	38	74	55	61
minimální hodnota	3	7	8	7	7	8	7	10	3	6
maximální hodnota	328	273	310	298	411	663	278	779	672	423

Tab. 17: Vybrané parametry změřených hodnot průměrných denních koncentrací

*PM<sub>10</sub> českých stanic*

Parametr	Bohumín	Český Těšín	Frydek-Místek	Havířov	Karviná	Opava	Orlová	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Prívov	Ostrava-Radvanice (ZÚ)	Ostrava-Zábřeh	Studénka	Třinec-Kosmos	Věřňovice
průměrný rozdíl	54	47	39	45	45	35	46	42	45	50	42	37	40	53
směrodatná odchylka	50	40	39	40	40	33	41	37	39	37	40	33	40	56
minimální hodnota	8	5	4	6	6	4	6	5	5	12	4	6	4	8
maximální hodnota	428	317	313	360	361	221	398	238	248	281	269	237	305	549

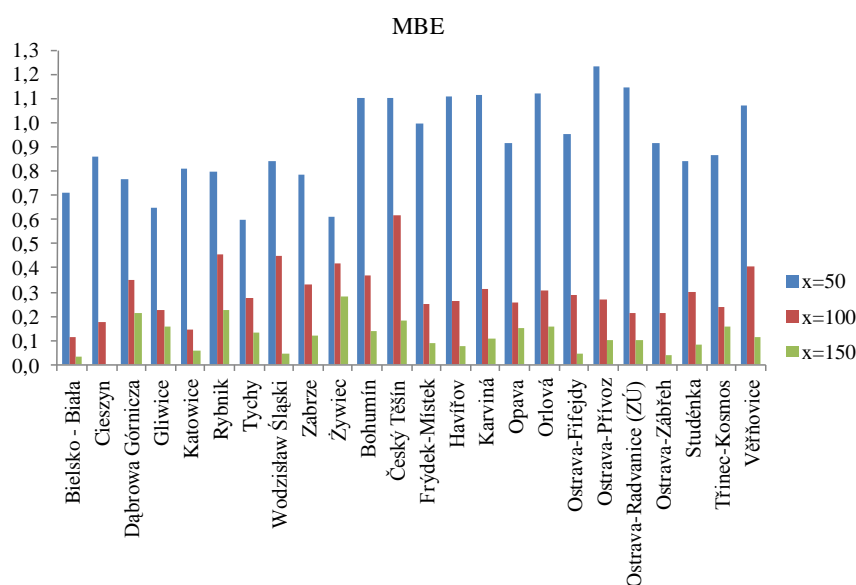
*Tab. 18: Rozdíl mezi hodnotou předpovídanou a naměřenou u polských stanic*

Parametr	Bielsko-Biala	Cieszyn	Dąbrowa Górnicza	Gliwice	Katowice	Rybnik	Tychy	Wodzisław Śląski	Zabrze	Żywiec
průměrný rozdíl	-10,4	-2,5	-6,2	-8,2	-5,5	-12,2	-7,6	-18,9	-10,9	-17,9
směrodatná odchylka	34,4	24,4	28,6	30,8	31,9	54,6	29,5	59,8	43,2	44,9
minimální hodnota	-222	-201	-221	-180	-295	-439	-178	-654	-560	-264
maximální hodnota	65	82	86	135	108	79	96	87	110	159
absolutní odchylka	20,0	14,5	16,5	18,5	17,9	26	16,9	28,7	20,8	25,8
kvadratická odchylka	1,4	1,0	1,2	1,2	1,3	2,2	1,2	2,4	1,7	1,8

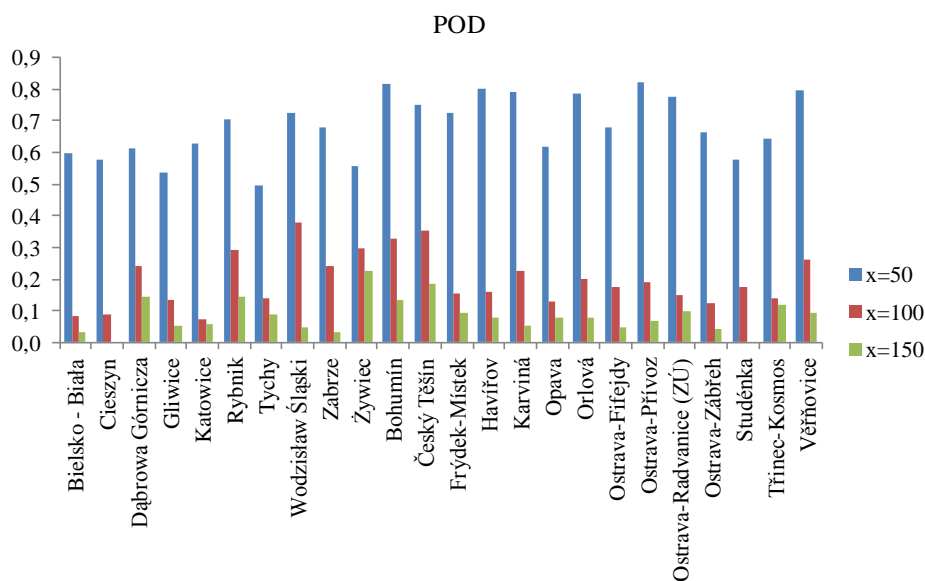
*Tab. 19: Rozdíl mezi hodnotou předpovídanou a naměřenou u českých stanic*

Parametr	Bohumín	Český Těšín	Frydek-Místek	Havířov	Karviná	Opava	Orlová	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Prívov	Ostrava-Radvanice (ZÚ)	Ostrava-Zábřeh	Studénka	Třinec-Kosmos	Věřňovice
průměrný rozdíl	-4,1	0,3	-1,0	-1,1	0	0,4	-1,2	-1,2	0,4	0	-3,0	-0,9	-2,8	-6,0
směrodatná odchylka	36,9	27,4	29,0	29,3	29,8	25,5	30,9	27,8	28,4	27,8	29,5	24,3	29,6	43,0
minimální hodnota	-270	-184	-214	-272	-265	-146	-306	-167	-148	-198	-186	-155	-216	-378
maximální hodnota	65,5	83,3	91,5	58,7	74,8	122	89,3	63,3	76,2	59,7	66,9	66,6	102	84,9

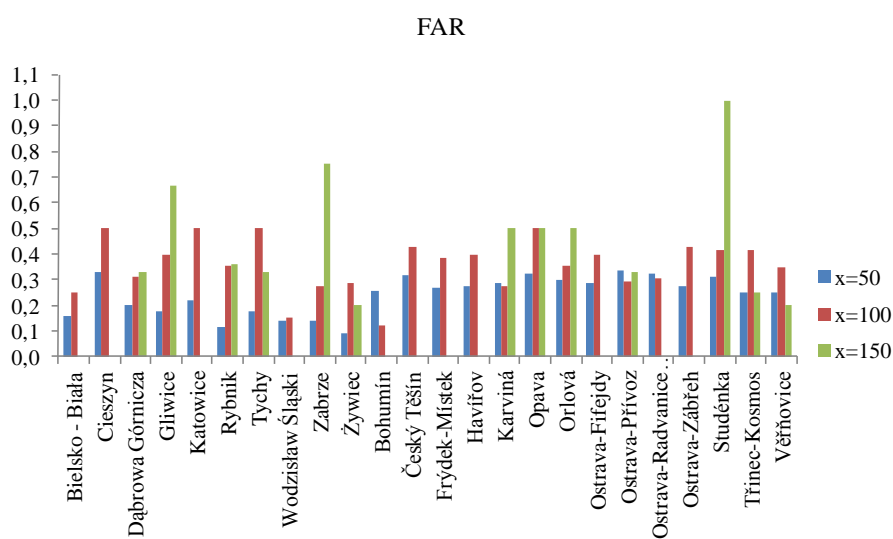
Parametr	Bohumín	Český Těšín	Frydek-Místek	Haviřov	Karviná	Opava	Orlová	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Přivoz	Ostrava-Radvanice (ZÚ)	Ostrava-Zábřeh	Studénka	Třinec-Kosmos	Věřňovice
absolutní chyba	20,6	17,4	16,7	17,1	17,5	15,4	17,4	17,1	18,0	17,7	17,5	14,9	16,3	22,4
kvadratická chyba	1,4	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	1,1	1,7



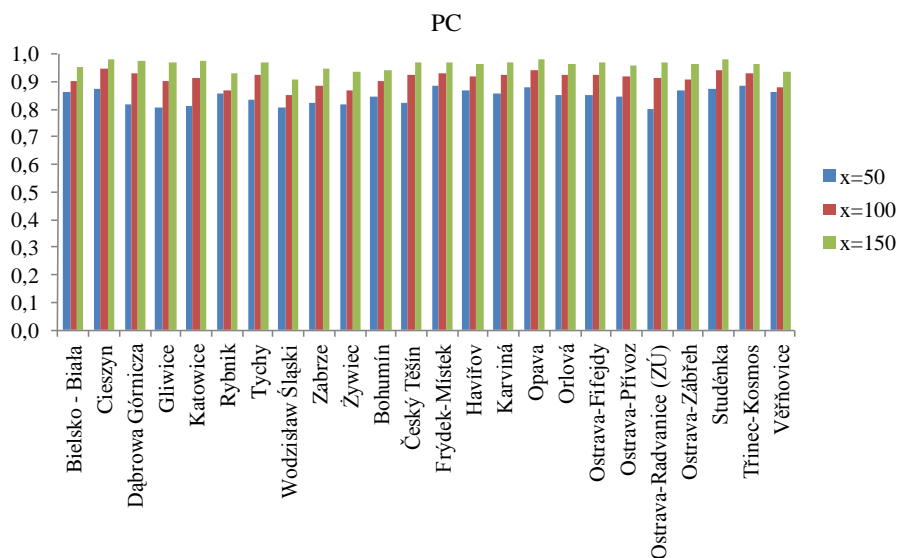
Obr. č. 20 Střední systematická chyba



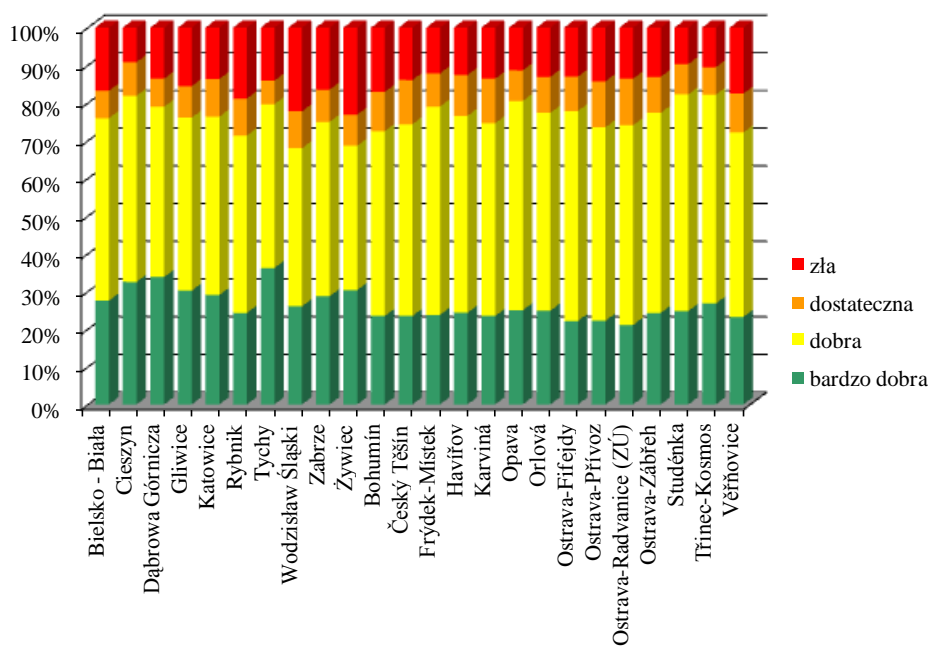
Obr. č. 21 Pravděpodobnost detekce



Obr. č. 22 Index planého poplachu



Obr. č. 23 Podíl správných prognóz



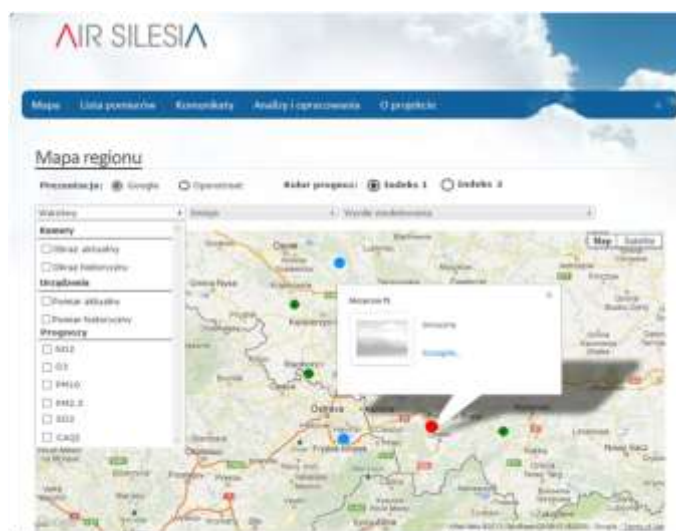
Obr. č. 24 Relativní chyba prognózy

### Vizualizace krátkodobé prognózy hodnot znečištění ovzduší

Krátkodobá prognóza hodnot znečištění ovzduší v souladu se zadáním projektu bude prezentovaná na webové stránce projektu Air Silesia ([www.air-silesia.eu](http://www.air-silesia.eu)). Metodické předpoklady prognózy jsou uvedeny v dřívější studii s názvem „Popis koncepce výzkumné



prognózy znečištění ovzduší“ Zpracovatelem prognózy bude IMGW-PIB. Předmětem prognózy budou následující hodnoty znečištění: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO. Prognóza bude prováděna v místech monitorovacích stanic kvality ovzduší na přeshraničním polsko-českém území regionu Slezska a Moravy (tabulka 2)- Předmětem prognózy bude hodinový a denní (24 hodinový) index kvality ovzduší (tabulka 1). Prognóza bude aktualizována jednou za 24 hod. Níže jsou uvedeny ukázky internetových oken prognózy kvality ovzduší.



Obr. č. 25 Vizualizace 24 hodinového indexu kvality ovzduší pro dané měřicí místo



Obr. č. 26 Vizualizace průběhu 24 hodinových koncentrací znečišťujících látek v ovzduší s krokem 1 hod. pro dané měřicí místo.

## Shrnutí

Cílem zadání mělo být zpracování prognózy koncentrace znečišťujících látek s využitím jednoduchého matematického modelu založeného na pokročilých metodách získávání dat. Smyslem této prognózy je podporovat příslušné orgány krátkodobých činností přijetím rozhodnutí o informování vlád a následně veřejnosti o stavu smogového ohrožení a také ulehčit veřejnosti přístup k těmto informacím. Získané výsledky ověřitelnosti prognóz, třebaže podle názoru prováděcího týmu splňují hlavní kritéria správnosti tohoto typu prognóz, vzbuzují ale pochybnosti o použití tohoto modelu v předvídání maximálních hodnot. Je tedy otevřenou věcí, jak se bude vypracovaný produkt využívat jako zdroj poznatků o předvídaném riziku překročení alarmových hodnot při rozhodování o výstraze před smogovými situacemi a do jaké míry bude tato informační platforma o předvídané třídě kvality ovzduší k dispozici veřejnosti.

### **Literatura**

ČR, 2012. Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší.

Sb.zákonů ze dne 18. 9.2012. RMŠ z 24. 8.2012 Poz. 1031 o úrovni některých substancí v ovzduší.

EC, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. OJ L 152, 11. 6. 2008, page 1–44.

Łachwa A.: Fuzzy svět sběru dat, čísel, relací faktů pravidel a rozhodování. AOW Exit, Warszawa, 2001.

Markiewicz M. T.: Základy modelování procesů šíření se znečišťujících látek v ovzduší. OWPW, Warszawa, 2004.

Osowski S.: Neuronové sítě WNT, Warszawa, 1997.

### **Příloha k závěrečné zprávě úkolu č. 7:**

Srovnání předpovědí 24hodinových průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> počítaných v IMGW s naměřenými údaji (ČHMÚ/Ostrava - Mgr. Petr Drobek, RNDr. Zdeněk Blažek, CSc., Mgr. Libor Černíkovský, Mgr. Blanka Krejčí, RNDr. Vladimíra Volná)