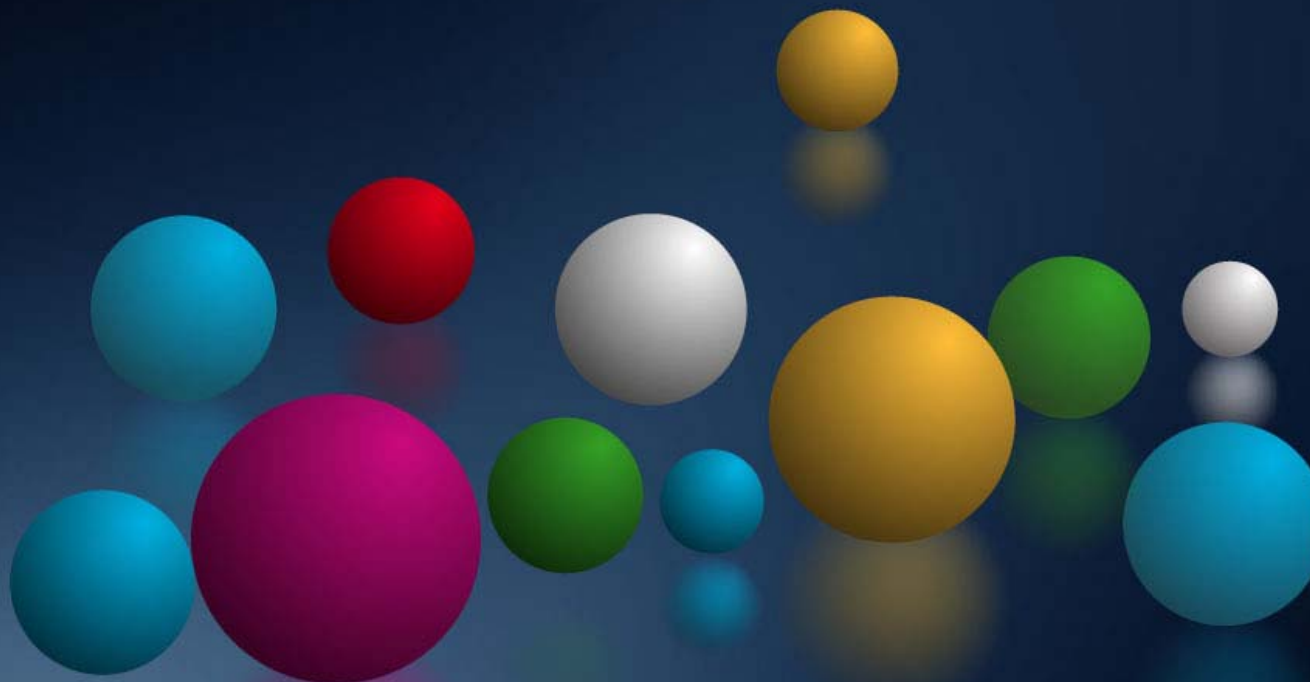


INDEXACE SPÁSA NEBO PROBLÉM

B. Kotlík¹, V. Novák², H. Kazmarová¹, J. Schovánková a V. Bäumelt

1) Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, Praha 10, 10042, bohupil.kotlik@szu.cz

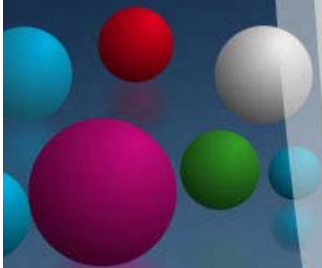
2. Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, Praha 412, 143 06



INDEX = cílem je naplnění poptávky po jasné informaci

Podle slovníku cizích slov:

- seznam, soupis, rejstřík
- symbol užívaný k rozlišování objektů
- výkaz o studiu na vysokých školách
- **hodnotový ukazatel charakterizující stav nějakého systému/jevu**

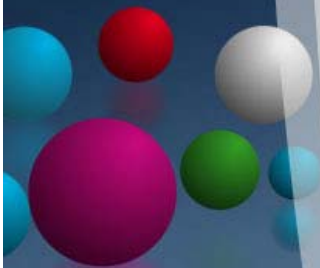


V našem případě

Požadavek jednoduše a srozumitelně informovat širokou veřejnost o kvalitě ovzduší

=

shrnout stav znečištění ovzduší do jednoho symbolu, čísla, barvy, které bude jednoduše interpretovatelné v intencích kvality (dobrý - špatný) jeho významu pro zdraví a provázené radou, jak se mají lidé za dané situace ve vlastním zájmu chovat.



Klíčové otázky

Existuje spousta metod, ale žádná není univerzální. Liší se v řešení základních otázek:

- Které látky a za jaké intervaly;
- prostorová platnost;
- bude výsledný index počítán komplexně ze všech látek, nebo se stanoví podle znečišťující látky s nejvyšším dílčím indexem;
- budou kritéria hodnocení vycházet z limitů nebo ze zdravotních účinků;
- do kolika tříd bude index rozdělen a jaké jsou zlomové body škály vzhledem k míře znečištění;
- jak budou třídy slovně charakterizovány a jak budou řešena doprovodná zdravotní doporučení?

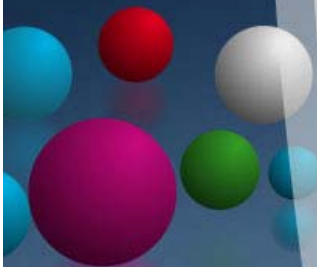
Komplexní x nejvyšší z hodnocených

Nejvyšší z hodnocených

- Nejstarší, jednodušší a srozumitelný systém (AQI US EPA, IKO ČHMÚ...)
- Pomíjí existenci spolupůsobení látek
- Stejný výsledek při rozdílném znečištění (100-99-98/100-10-8)

Komplexní index

- Snaha o současné hodnocení všech látek, sumace, průměrování, různé agregační funkce a váhové faktory



Limity nebo zdravotní účinky

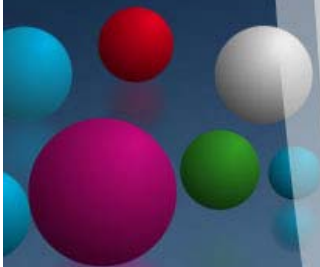
Limity

- Ano, ale jejich vazba na skutečný vliv na zdraví je různá

Zdravotní účinky

- Využít zdravotně podložená doporučení WHO (a interim goals) nebo
- využít vztahy koncentrace a účinku a odstupňovat riziko.

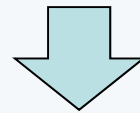
Indexy zahrnují různá rizika (nejčastěji úmrtnost, ale i další dopady). Index selhává při rozpoznání možných zdravotních účinků spojených s méně závažnými dopady na zdraví, u dopadu chronické expozice a při kvantifikaci individuálního rizika.



Jak stanovit zlomové body

Směrné hodnoty doporučených úrovní znečištění není možné považovat za prahové koncentrace.

Inter-individuální rozdíly jsou tak velké, že téměř nejde říct, že je nějaká úroveň znečištění absolutně neškodná.



Proto označení tříd/pásem indexu a jejich hranice jsou v podstatě arbitrární záležitosti.

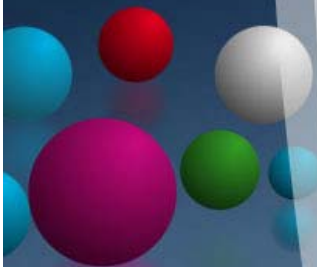
Používají se podíly/násobky směrných hodnot a limitů, varovných limitů.

Např. ve Francii odpovídá $400 \text{ ug/m}^3 \text{ NO}_2$ nejhoršímu konci škály indexu (velmi špatné ovzduší), ve Velké Británii dolní hranici pásma "střední znečištění" a ve Spojených státech je tato koncentrace příliš nízká pro započítání do indexu.

Jak nastavit počet tříd/pásem

Obvyklý počet tříd u indexů je 6 - 10, častý je tzv. „semafor“.

- Malý počet tříd vede k neměnné informaci a lidé ji přestanou sledovat.
- Změny v indexu musí mít dynamiku, měly by být kalibrovány na místní situaci, aby byla pokryta variabilita a rozpětí vyskytujících se koncentrací.
- Více pásem umožňuje „individuální kalibraci“, kdy konkrétní jedinec opakovaným pozorováním zjistí, při jaké třídě indexu se u něj začínají objevovat obtíže.



Zadání pro nový index

- Vytvořit srozumitelný a jednoduchý IKO, který bude vyjadřovat komplexně aktuální stav znečištění ovzduší a doporučení k omezení možných dopadů na zdravotní stav obyvatel.
- IKO musí být použitelný pro území celé České republiky.
- IKO by měl být trojstupňový s tím, že každý stupeň může obsahovat další podstupně (zelená - aktivity bez omezení, oranžová - omezené aktivity, červené - aktivity nežádoucí).
- Do výpočtu budou zahrnuty koncentrace SO_2 , NO_2 , PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ a přízemního ozonu (O_3).
- IKO musí obsahovat konkrétní doporučení pro chování různých skupin obyvatelstva.
- Návrh IKO musí být otestován na historicky naměřených datech z vybraných lokalit na území celé ČR.
- Návrh IKO musí být odborně oponován a na jeho zavedení do celorepublikové praxe se musí shodnout resorty zdravotnictví a životního prostředí.

Návrh nového indexu

- Jako základní vztažné hodnoty budou použita zdravotně podložená doporučení WHO i s vědomím, že nejde o prahové hodnoty, pod kterými by šlo zaručit nulové nepříznivé účinky:
 - 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$ pro NO_2
 - 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$ pro SO_2
 - 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$ pro O_3 (**sezónnost**)
- předpokládáme linearitu vztahu
- pro hodinové koncentrace PM není žádné doporučení a zatím ani není dostatek evidence based podkladů. Řešením je postup, který využívá stávající index ČHMÚ - přepočítání z 24 hodinových hodnot
 - 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$ pro frakci PM_{10}
 - 67,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$ pro frakci $\text{PM}_{2,5}$ (*váha podílu ve frakci PM_{10} , nakonec nepoužito*)
- výpočet vychází z 3 hodinového klouzavého průměru (**predikce**)
- IKO je koncipován tak, že **překročení** vztažné hodnoty představuje **rozdíl** mezi znečištěným a „vyhovujícím“ ovzduším

Algoritmus výpočtu

$$IKO = \frac{\sum^i \frac{n_i}{l_i}}{i} + \frac{\sum^j \frac{n_j}{l_j}}{j}$$

Kde:

- i je počet látek, jejichž hodnota 3hod. klouzavého průměru
> **vztažná hodnota**
- j je počet látek, jejichž hodnota 3hod. klouzavého průměru
< **vztažná hodnota**
- n_i - látka jejíž hodnota 3hodinového klouzavého průměru
> **vztažná hodnota** (l_i - vztažná hodnota látky n_i)
- n_j - látka jejíž hodnota 3hodinového klouzavého průměru
< **vztažná hodnota** (l_j - vztažná hodnota látky n_j)

Poznámka: Navržený algoritmus výpočtu zajišťuje, že překročení vztažné hodnoty minimálně u jedné zahrnuté látky, vždy znamená klasifikaci kvality ovzduší v úrovni znečištěné ovzduší a při tom neopomíjí ostatní látky.

Navržená škála hodnot IKO

Stupeň	rozpětí podúrovní	rozmezí IKO
I.	A (→ první až druhá úroveň)	0,00 - 0,33
	B (→ druhá úroveň - až II. stupeň)	0,34 - 0,66
II.	A (→ první až druhá úroveň)	0,67 - 0,99
	B (→ druhá úroveň - až III. stupeň)	1,00 - 1,49
III.	A (→ první až druhá úroveň)	1,50 - 1,99
	B (→ druhá úroveň)	2,00 a více

*Testovány byly pouze hranice pásem 0 – 0,99 a 1 a dále.
A abych předešel dotazům, na příslušných textech a
doporučeních se dále a stále průběžně pracuje.*

Testování - optimalizace

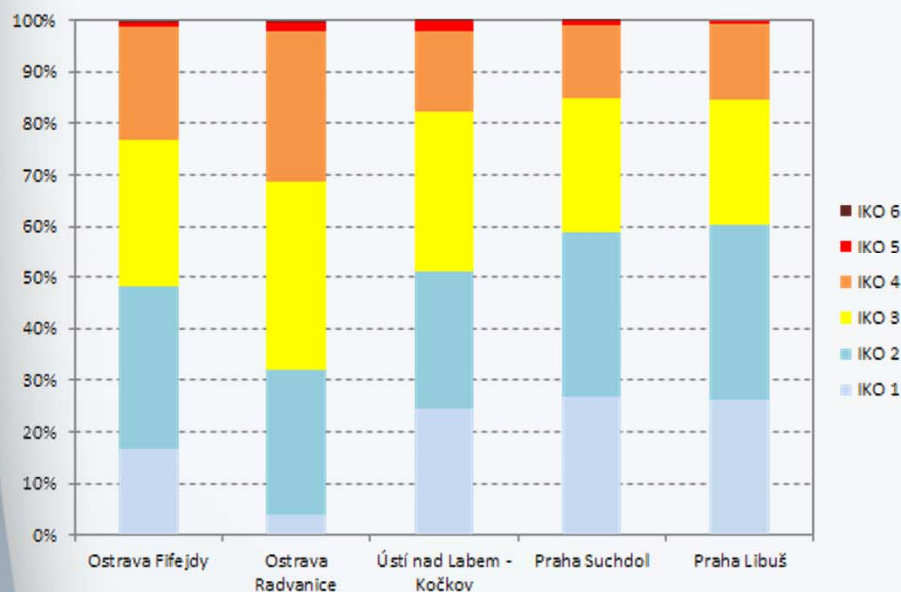
Charakteristiky návrhu nového IKO byly testovány na 5 stanicích (Ostrava - Fifejdy, Ostrava - Radvanice, Ústí nad Labem - Kočkov, Praha 6 - Suchdol, Praha 4 - Libuš) s daty (1h) za celý rok 2015.

- Testována byla variabilita stupňů IKO
- Ve dvou případech byl průběh hodnot navrženého nového IKO hodnocen v rámci smogových situací resp. regulací dle SVRS

Variabilita - flexibilita nového IKO

U všech stanic je patrná plynulost v celém rozsahu škály IKO.

		Ostrava Fifejdy	Ostrava Radvanice	Ústí nad Labem - Kočkov	Praha Suchdol	Praha Libuš
1	IKO 1	16,5%	4,0%	24,4%	26,8%	26,1%
2	IKO 2	31,6%	28,1%	26,6%	32,1%	34,3%
3	IKO 3	28,7%	36,8%	31,2%	25,9%	24,2%
4	IKO 4	21,8%	28,9%	15,9%	14,2%	14,6%
5	IKO 5	1,1%	2,0%	1,8%	1,1%	0,8%
6	IKO 6	0,3%	0,3%	0,2%	0,0%	0,0%



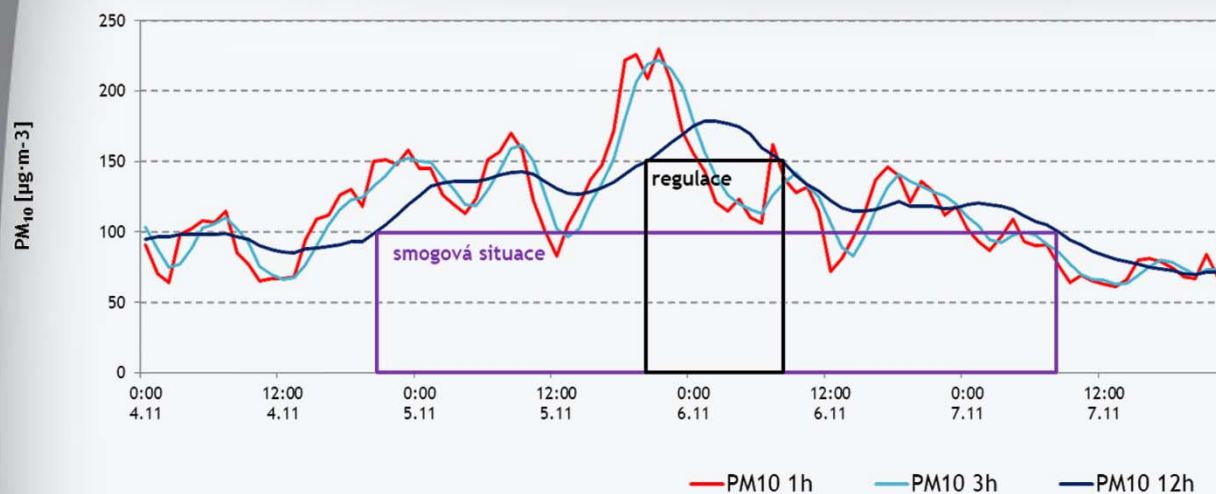
1410	313	2077	2299	2155
2699	2208	2268	2750	2833
2451	2892	2655	2219	2002
1860	2277	1352	1215	1209
90	155	156	92	63
26	21	15	4	0
8536	7866	8523	8579	8262

Podíly jednotlivých stupňů nového IKO podle nově definovaných intervalů odpovídají zastoupení stupňů starého IKO.

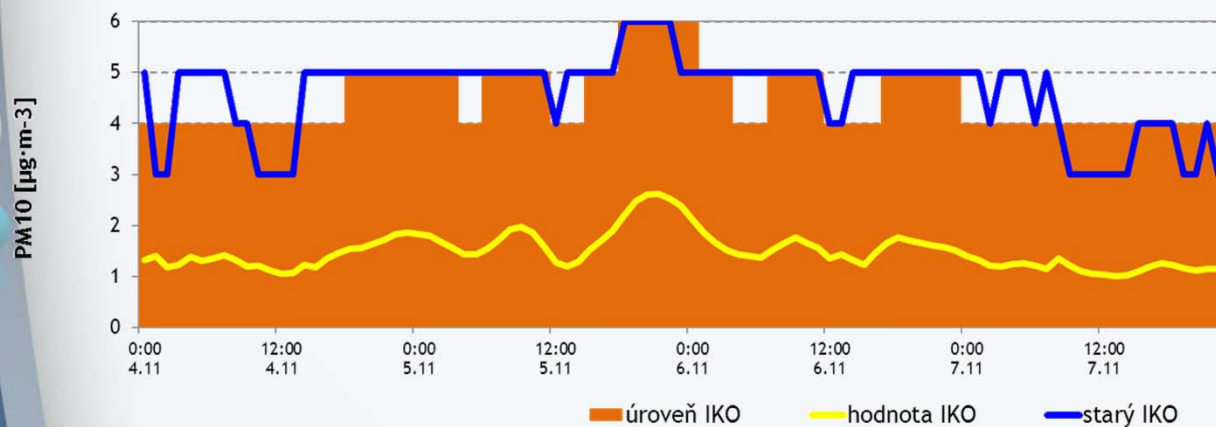
Porovnání se SVRS

Smogová událost PM₁₀ - Ostrava - Radvanice

Srpen 2015, Ostrava - Radvanice, epizoda PM₁₀



Srpen 2015, Ostrava - Radvanice, epizoda PM₁₀, IKO

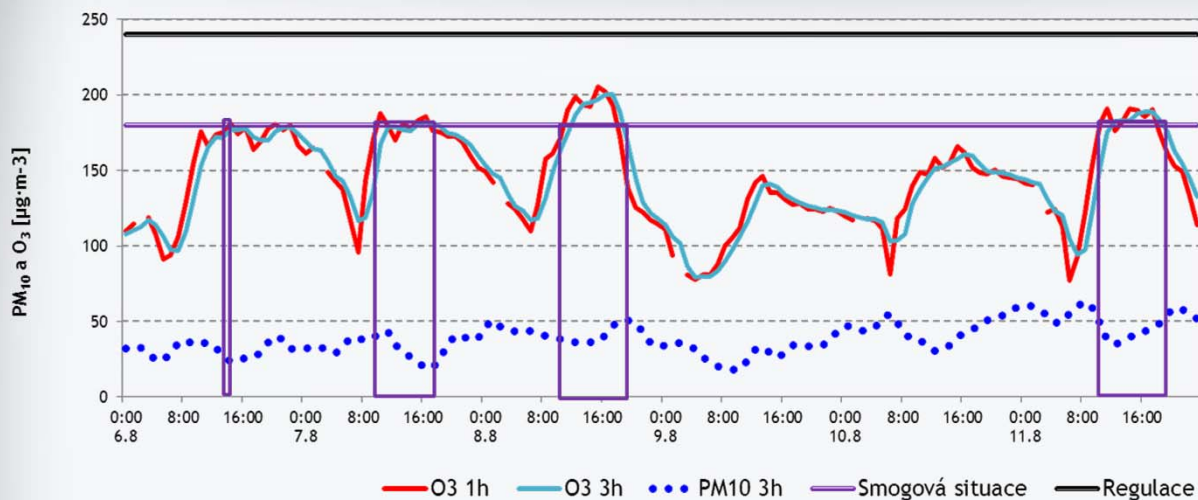


Za smogové situace dle SVRS nabývá nový IKO hodnot 4-6. 3h průměr zde lépe vystihuje smog. regulaci, zatímco 12 průměr má více opožděnou reakci

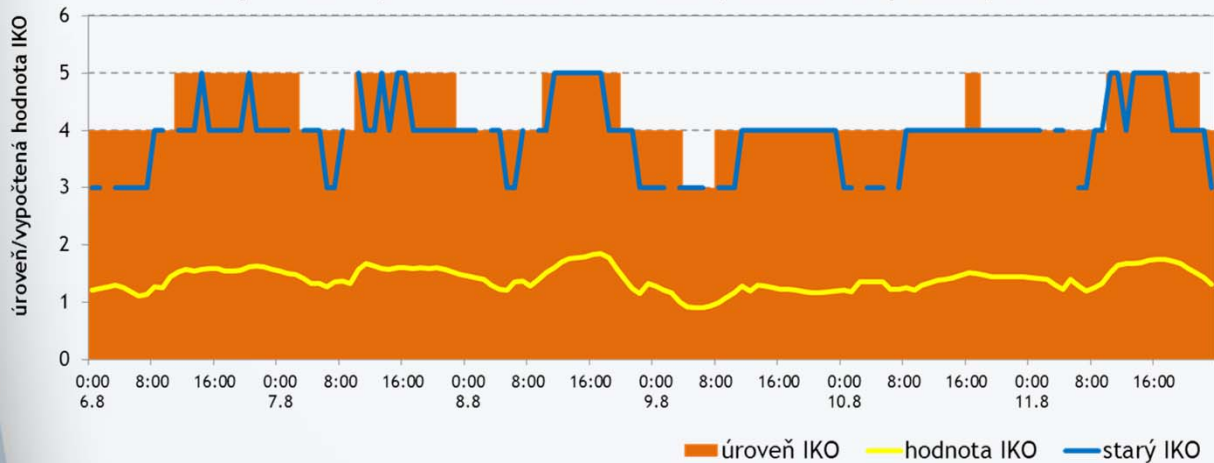
Porovnání se SVRS

Smogová událost O₃ - Ústí n/Labem - Kočkov

Srpen 2015, Ústí n/Labem - Kočkov, ozónová epizoda



Srpen 2015, Ústí n/Labem - Kočkov, ozónová epizoda, IKO



Během smogové situace dle SVRS nabývá nový IKO vždy úrovně 5. Projevuje se zde rozdíl v době průměrování obou metod (3h resp. 1h).

Shrnutí - nový IKO

- Díky 3h klouzavému průměru lépe eliminuje krátkodobá minima/maxima; proti 12hodinovému průměru (SVRS) rychleji reaguje na změny.
- Zpětný výpočet 3h klouzavého průměru zajišťuje jak vyšší rezistenci, tak „opoždění/posunutí“ změn; je to daň za aktuálnost a potřebu predikce.
- Kritické veličiny - v naprosté většině PM_{10} a O_3 .
- Bude zapotřebí „dootestovat“ možnost predikce.

na řešení spolupracovali:

SZÚ Praha

- návrh algoritmu výpočtu IKO
- stanovení vztažných hodnot IKO
- *slovní deskripce IKO*

ČHMÚ pracoviště Praha a Ostrava

- testování IKO na reálných datech
- optimalizace škály IKO



Děkujeme za pozornost