

Index kvality ovzduší - IKO

RNDr. Bohumil Kotlík, Státní zdravotní ústav

Index kvality ovzduší slouží k hodnocení stavu ovzduší na základě výsledků měření hmotnostních koncentrací látek v ovzduší. Hodnocení zohledňuje možný vliv na zdravotní stav obyvatelstva. Index kvality ovzduší používá, jak přímé numerické vyjádření, tak slovní popis (key words). Lze říci, že se jedná jeden z možných postupů jak kvantifikovat míru zátěže všemi škodlivinami.

Je koncipován jako otevřený systém lineárních nespojitých závislostí, jehož hodnotící škála je nezávislá na počtu a druhu zahrnutých látek, je možno ho využít k hodnocení delších časových řad. Naměřené a odvozené hodnoty (IZ a IO) jsou převáděny do bezrozměrného čísla charakterizujícího stav ovzduší, na základě velikosti spočtené výsledné hodnoty IKO lze stav ovzduší vyjádřit šesti úrovněmi, které jsou charakterizovány pomocí popisných kategorií.

1. Postup výpočtu IKO

Index kvality ovzduší IKO se stanoví z ročních (k_r), 24-hodinových (k_d) nebo krátkodobých koncentrací (k_{max}).

I. Látky zahrnuté do výpočtu

Do výpočtu IKO lze zahrnout všechny sledované látky u nichž je stanoven vztah zohledňující možný dopad na zdravotní stav obyvatel vyjádřený formou

přípustné 24 hod. koncentrace nebo imisního limitu - IH_d

přípustné krátkodobé 30 min. koncentrace nebo imisního limitu - IH_{max}

přípustné roční koncentrace nebo imisního limitu - IH_r

II. Při souběžném hodnocení poletavého prachu a oxidu siřičitého nutno zahrnout jako další látky člen SYNERGIE - (SNG_{p+s}) obou látek vyjádřený jako součet naměřených koncentrací obou látek lomený přípustnou koncentrací jedné z nich (při rozdílných imisních limitech se bere imisní limit o nižší hodnotě).

Od roku 1997 je do výpočtu zahrnuto rozdělení frakcí poletavého prachu - tj. PM_{10} a TSP. Potom platí pro výpočet synergie následující vzorec:

a) Pokud v oblasti není měřena frakce PM₁₀

$$SNG_{p+s} = \frac{IZ_{\max(d,r)\text{-SO}_2} + IZ_{\max(d,r)\text{TSP}}}{IH_{\max(d,r)}} \quad (\text{vzorec 1a})$$

b) Pokud v oblasti není měřena frakce TSP

$$SNG_{p+s} = \frac{IZ_{\max(d,r)\text{-SO}_2} + IZ_{\max(d,r)\text{PM}_{10}}}{IH_{\max(d,r)}} \quad (\text{vzorec 1b})$$

c) Pokud jsou v oblasti měřeny obě frakce :

$$\frac{IZ_{\text{SO}_2} + IZ_{\text{TSP}}}{IH \text{ menší}} + \frac{IZ_{\text{SO}_2} + IZ_{\text{PM}_{10}}}{IH \text{ menší}}$$

$$SNG(p+s) = \frac{\dots}{\dots}$$

III. Výpočet odhadu množství sekundárních oxidantů

Kalkulační odhad množství sekundárních oxidantů v ovzduší spočtený na základě znalosti koncentrace sumy oxidů dusíku a znalosti intenzity slunečního svitu. Pokud tyto údaje nejsou k dispozici, výpočet neprovádíme.

Pokud předpokládáme molární podíly spolureagujících složek (NO_x a uhlovodíků) v reakci tvorby sekundárních oxidantů za sobě rovné v poměru 1/1, pokud předpokládáme průměrný koeficient konverze K_{kon} (charakterizující rychlost

chemických reakcí) o průměrné hodnotě 0.0006 a známe hodnotu intenzity slunečního záření SZ [v cal/cm².den] pak lze použít vzorec :

$$S_{ox} = (K_{kon}) * (SZ) * (k_{d-NOx}) \quad (\text{vzorec 2})^*$$

*A combined pollution index for measured total air pollution, L.R.Babcock, Jr., J.A.P.C.A. 20(10),PP. 653-659, (1970)

Určujícím faktorem při tvorbě sekundárních oxidantů je množství oxidů dusíku (relace NO /NO₂ se zanedbává) a hodnota intenzity slunečního záření.

Pro výpočet koncentrace sekundárních oxidantů lze používat buď průměrnou hodnotu slunečního záření pro území České republiky nebo přímo naměřenou hodnotu.

IV. Postup výpočtu indexu kvality ovzduší

(platí pro všechny definované eventuality)

a). Nejprve podle vzorce :

$$Y = \frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{k_n}{K_n} \right)}{N} \quad (\text{vzorec 3})$$

(kde k_n je naměřená nebo odvozená hodnota koncentrace n-té látky zahrnuté do výpočtu, kde K_n je hodnota přípustné koncentrace (imisičního limitu) n-té zahrnuté látky (I_{H_D} , $I_{H_{max}}$, I_{H_r}), kde se bere suma od 1 do N, kde N je počet zahrnutých látek)

Výše uvedeným postupem spočteme hodnotu Y.

b). Výsledná hodnota indexu je definována nespojitě, pro určení definovaných úrovní IKO se používají následující lineární nespojitě funkce :

- pro hodnotu $Y < 1$ je funkce definována vzorcem

$$Y_1 = (\text{vzorec 3}) * 3 \quad (\text{vzorec 4})$$

- pro hodnotu $Y < 2$ a $Y \geq 1$

$$Y_2 = (\text{vzorec 3}) + 2 \quad (\text{vzorec 5})$$

- pro hodnotu $Y < 5$ a $Y \geq 2$

$$Y_3 = ((\text{vzorec 3}) + 10) / 3 \quad (\text{vzorec 6})$$

- pro hodnotu $Y \geq 5$

$$Y_4 = ((\text{vzorec 3}) + 20) / 5 \quad (\text{vzorec 7})$$

V. Převod spočtené hodnoty IKO do slovního vyjádření.

(přiřazení jednotlivých hladin IKO a definice barevné škály pro barevné znázornění)

1. Pokud hodnota Y_n leží v intervalu $<0 ; 1)$, pak těmto hodnotám IKO přidělíme hodnotu **JEDNA** - tj. první úroveň IKO se slovním popisem **ČISTÉ OVZDUŠÍ** - variabilní název **ZDRAVÍ PŘÍZNIVÉ OVZDUŠÍ**.

V barevné škále přísluší této úrovni z definice svěží zelená barva (v ideálním případě trávni zeleň).

2. Pokud hodnota Y_n leží v intervalu $<1 ; 2)$, pak těmto hodnotám IKO přidělíme hodnotu **DVA** - tj. druhá úroveň IKO se slovním popisem **VYHOVUJÍCÍ OVZDUŠÍ** - **ZDRAVÉ OVZDUŠÍ**.

V barevné škále přísluší této úrovni z definice matná zelená barva se žlutým nádechem.

3. Pokud hodnota Y_n leží v intervalu $<2 ; 3)$, pak těmto hodnotám IKO přidělíme hodnotu **TŘI** - tj. třetí úroveň IKO se slovním popisem **MÍRNĚ ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ** - **ZDRAVOTNĚ PŘIJATELNÉ OVZDUŠÍ**.

V barevné škále přísluší této úrovni z definice matně žlutá barva.

4. Pokud hodnota Y_n leží v intervalu $<3 ; 4)$, pak těmto hodnotám IKO přidělíme hodnotu ČTYŘI - tj. čtvrtá úroveň IKO se slovním popisem **ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ - OVZDUŠÍ OHROŽUJÍCÍ CITLIVÉ OSOBY**.

V barevné škále přísluší této úrovni z definice matná okrová barva.

5. Pokud hodnota Y_n leží v intervalu $<4 ; 5)$ pak těmto hodnotám IKO přidělíme hodnotu PĚT - tj. pátá úroveň IKO se slovním popisem **SILNĚ ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ - OVZDUŠÍ OHROŽUJÍCÍ CELOU POPULACI**.

V barevné škále přísluší této úrovni z definice matně červená barva.

6. Pokud hodnota Y_n leží v intervalu $<5 ; 6)$ pak těmto hodnotám IKO přidělíme hodnotu ŠEST - tj. šestá úroveň IKO se slovním popisem **OVZDUŠÍ ZDRAVÍ ŠKODLIVÉ - VELMI SILNĚ ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ**

V barevné škále přísluší této úrovni z definice jasná karmínová barva.

VI. Zásady při uvádění hodnot IKO, při jejich srovnávání a při hodnocení dlouhodobých sledů kalkulovaných hodnot IKO.

1. Při uvádění kalkulované hodnoty IKO je nutno vždy uvést :

z jakých časových intervalů je počítán

jaké jsou zahrnuté látky

IKO uvádět vždy na 4 platné číslice (na tři desetinná místa)

2. Doporučuje se uvádět jmenovitě látku s nejvyšší hodnotou parametru (IZ nebo IO / IH), kde IZ nebo IO je naměřená či odvozená koncentrace n-té látky a IH je její imisní limit.

3. Pokud hodnoty IKO nejsou součástí většího celku (kde by bylo vše náležitě vysvětleno) doporučený způsob prezentace IKO například zní :

$$\text{IKO} = 2.452 (T_{\max}; \text{SO}_2\text{-NO}_x\text{-CO-O}_3\text{-PM-10}; \text{SO}_2 = 5.23)$$

(kde 2.452 je spočtená hodnota IKO, T_{\max} udává hodnocený interval, následují zahrnuté látky (kde není zapotřebí uvádět synergii poletavého prachu a oxidu siřičitého, tu je nutno zahrnout vždy pokud jsou obě látky sledovány) a látka s nejvyšší hodnotou vztahu (IZ nebo IO/ IH), kde IZ nebo IO je naměřená či odvozená koncentrace n-té látky a IH je její imisní limit.)

VII. Základními údaji IKO při hodnocení časových závislostí jsou hodnoty :

- IKO_{max} - spočtený z IZ_{max} a IH_{max} (norma a naměřená koncentrace podle definic v příslušné vyhlášce či zákonu)
- IKO_d - spočtený z IZ_d a IH_d (norma a naměřená koncentrace podle definic v příslušné vyhlášce či zákonu)
- IKO_r - spočtený z IZ_r a IH_r (norma a naměřená koncentrace podle definic v příslušné vyhlášce či zákonu)
- Vypočtené hodnoty $IKO_{(d,r,max)}$ NELZE používat běžnými matematickými způsoby pro výpočet průměrných měsíčních, týdenních či jiných hodnot charakterizujících časová období.

Jednotlivé indexy hodnotící různé časové intervaly jsou vzájemně nepřevoditelné a nelze počítat hodnoty indexu delších časových intervalů z hodnot indexu nižšího časového intervalu.

Tj. nelze :

počítat roční a denní index jako průměr 30ti minutových IKO

počítat roční index jako průměr 30ti minutových IKO či 24 hodinového IKO