



Ministerstvo životního prostředí

# VĚSTNÍK

MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
www.mzp.cz

ROČNÍK XIII, SRPEN 2013, ČÁSTKA 8

## OBSAH

### RESORTNÍ PŘEDPISY

Metodický pokyn MŽP, odboru ochrany ovzduší, k definici nízkoemisního spalovacího zdroje	2	Sdělení MŽP, odboru ochrany ovzduší, jímž se stanovují emisní faktory podle § 12 odst. 1 písm. b) vyhlášky č. 415/2012Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší	75
Metodický pokyn MŽP, Odboru ochrany ovzduší, ke způsobu stanovení specifických emisních limitů pro stacionární zdroje tepelně zpracovávající odpad společně s palivem jiné než spalovny odpadu a cementářské rotační pece	6	Metodické doporučení MŽP, odboru ochrany přírody a krajiny MŽP k aplikaci některých ustanovení vyhlášky MŽP č. 189/2013Sb., o ochraně dřevin a povolování jejich kácení	80
Metodický pokyn MŽP, odboru ochrany ovzduší, pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 o ochraně ovzduší	11	Dodatek č. 2 ke směrnici MŽP č. 12/2012 pro předkládání žádostí a o poskytování finančních prostředků pro projekty z Operačního programu Životní prostředí včetně spolufinancování ze Státního fondu životního prostředí České republiky a státního rozpočtu České republiky – kapitoly 315 (životní prostředí)	84
Metodický pokyn MŽP, odboru ochrany ovzduší, ke zpracování rozptylových studií. Příloha 1: Metodická příručka modelu SYMOS '97 – aktualizace 2013. Příloha 2: Metodika výpočtu podílu frakcí částic PM10 a PM2,5 v emisích tuhých znečišťujících látek a výpočtu podílu emisí NO2 v NOx. Příloha 3: Metodika výpočtu resuspendovaných částic tuhých znečišťujících látek z povrchu zpevněných komunikací.	18	Sdělení odboru MŽP, druhové ochrany a implementace mezinárodních závazků MŽP o zajištění zpracování Souhrnu doporučených opatření pro Ptačí oblast Jaroslavické rybníky	85

## METODICKÝ POKYN

Ministerstva životního prostředí odboru ochrany ovzduší  
k definici nízkoemisního spalovacího zdroje

Metodický pokyn upřesňuje požadavky na „nízkoemisní“ spalovací zdroje co do přípustných emisí vybraných znečišťujících látek a také minimální energetické efektivnosti a stanovuje některé další požadavky na spalovací zdroje, způsobilé k udělení finanční podpory v rámci OPŽP a národních programů SFŽP, nad rámec vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

Emisní parametry jsou stanoveny diferencovaně podle jmenovitého tepelného příkonu spalovacího zdroje a druhu spalovaného paliva. Vyjádřeny jsou jako nejvyšší přípustné koncentrace dané znečišťující látky ve spalínách za normálních stavových podmínek v suchém plynu a při daném referenčním obsahu kyslíku.

Požadavky na minimální energetickou efektivnost zdroje jsou definovány buď mírou účinnosti výroby tepla<sup>1</sup> nebo prostřednictvím mezní úrovně komínové ztráty<sup>2</sup> – vždy vyjádřených procentuelně k tepelnému příkonu<sup>3</sup> zdroje.

Hodnoty sledovaných emisních parametrů a energetické účinnosti budou ověřovány oprávněnou osobou (akreditovaná zkušebna, autorizovaná osoba) při provozu spalovacího zdroje v celém výkonovém rozsahu, tj. minimálně při jmenovitém a nejmenším částečném tepelném výkonu definovaném výrobcem nebo tímto metodickým pokynem.

Splnění předepsaných mezních úrovní emisí a minimální účinnosti žadatelé prokáží po realizaci projektu repektive po uvedení zdroje do provozu. Uznatelným dokladem o splnění požadavků bude protokol prokazující ověření definovaných parametrů dle standardizovaných postupů provedených k tomu oprávněnou osobou (akceptován bude buď protokol o počáteční zkoušce typu výrobku provedený akreditovanou zkušebnou v rámci certifikace výrobku<sup>4</sup> nebo protokol o měření provedený osobou autorizovanou k měření emisí<sup>5</sup>).

Ověřování splnění parametrů měření na spalovacím zdroji po uvedení do provozu je prováděno v rámci garančních zkoušek a při použití garančního paliva.

Nedovoluje-li tepelná soustava, do níž je spalovací zdroj připojen, dosáhnout požadovaných hodnot účinnosti výroby tepla (při částečném výkonu), je v rámci projektu doporučena (současná) úprava této soustavy tak, aby zdroj takovéto účinnosti mohl dosáhnout.

**Tab. I. Spalovací zdroje spalující plynná paliva**

Sledovaný parametr	Jmenovitý tepelný příkon zdroje			
	≤ 0,3 MW	> 0,3 - 1 MW	> 1 - 5 MW	> 5 MW <sup>1</sup>
CO [mg.m <sup>-3</sup> ]	50	50	50	50
NO <sub>x</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	70	80	100	100
Minimální garantovaná účinnost [%]	93	94	94	95
Přípustná komínová ztráta [%]	6	5	5	4

1) za nízkoemisní spalovací zdroj o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším je považován spalovací zdroj splňující BAT

1) Mírou účinnosti výroby tepla se rozumí poměr množství tepla předaného spalovacím zdrojem teplonosné látce za jednotku času k příkonu zdroje.

2) Komínovou ztrátou se rozumí ztráta citelným teplem spalínami.

3) Tepelným příkonem zdroje se rozumí množství tepla přivedeného do spalovací komory zdroje palivem o dané výhřevnosti za jednotku času.

4) Podle zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, v platném znění

5) Podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

Tab. II. Spalovací zdroje spalující kapalná paliva

Sledovaný parametr	Jmenovitý tepelný příkon zdroje			
	≤ 0,3 MW	> 0,3 - 1 MW	> 1 - 5 MW	> 5 MW <sup>1</sup>
CO [mg.m <sup>-3</sup> ]	80	80	80	80
NO <sub>x</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	130	130	130	130
TZL [mg.m <sup>-3</sup> ]	-	-	50	30
SO <sub>2</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	-	-	-	1500
Minimální garantovaná účinnost [%]	90	91	91	95
Přípustná komínová ztráta [%]	6	5	5	4

1) za nízkoemisní spalovací zdroj o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším je považován spalovací zdroj splňující BAT

#### Doplňující informace k Tabulce I a II:

- Emisní parametry vyjádřeny v podobě nejvyšší přípustné koncentrace dané znečišťující látky ve spalinách za normálních stavových podmínek, v suchém plynu a při referenčním obsahu kyslíku 3 %.
- Minimální účinnost: Preferováno ověření přímou metodou, v případě použití nepřímé metody je pak minimální účinnost vyjádřena nejvyšší přípustnou komínovou ztrátou.
- Splnění požadavků nejvyšších přípustných emisí a minimální účinnosti bude ověřeno v celém výkonovém rozsahu daného zdroje, tj. minimálně při jmenovitém a nejmenším částečném tepelném výkonu zdroje (požadován nejvýše na úrovni 30 % jmenovitého). V případě emisí CO u zdrojů nad 5 MW se při nejmenším částečném výkonu připouští překročení uvedeného parametru nejvýše o 50 %.
- V případě spalovacích zdrojů na kapalná paliva se předpokládá využití pouze paliv s obsahem síry, podle platné legislativy (Podle přílohy č. 4 vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování ovzduší a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší).
- U spalovacích zdrojů typu parního kotle je přípustné překročení uvedeného emisního parametru pro koncentraci NO<sub>x</sub> až do obsahu 150 mg.m<sup>-3</sup>.

Tab. III. Spalovací zdroje na tuhá paliva

Jmenovitý tepelný příkon zdroje	Mezní hodnoty emisí <sup>1)</sup>			
	≤ 0,05 MW		> 0,05 - 0,3 MW	
	Ruční	Samočinná	Ruční	Samočinná
Dodávka paliva				
CO [mg.m <sup>-3</sup> ]	1200	1000	1200	1000
TOC <sup>2,3</sup> [mg.m <sup>-3</sup> ]	50	30	50	30
TZL [mg.m <sup>-3</sup> ]	75	60	75	60
Minimální garantovaná účinnost [%]	82		85	
Přípustná komínová ztráta [%]	14		12	

1) Vztahuje se k suchým spalinám, teplotě 273,15 K, tlaku 101,325 kPa a k referenčnímu obsahu kyslíku 10 %, pro sálavé stacionární zdroje určené pro připojení na teplovodní soustavu ústředního vytápění a k instalaci v obytné místnosti, se hodnoty vztahují k referenčnímu obsahu kyslíku 13 %

2) celkový organický uhlík (TOC) - Úhrnná koncentrace všech organických látek s výjimkou methanu vyjádřená jako celkový uhlík

3) Nevztahuje se na sálavé spalovací stacionární zdroje, určené pro připojení na teplovodní soustavu ústředního vytápění a k instalaci v obytné místnosti





Tab. IV. Spalovací zdroje na tuhá paliva

Sledovaný parametr	Referenční obsah kyslíku [%] <sup>1</sup>	Jmenovitý tepelný příkon zdroje		
		> 0,3 do 1 MW	> 1 do 5 MW	> 5 MW <sup>2</sup>
CO [mg.m <sup>-3</sup> ]	6	400	300	300
	11	400	500	450
NO <sub>x</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	6	600	500	400
	11	600	500	350
TOC <sup>3</sup> [mg.m <sup>-3</sup> ]	6	50	50	50
	11	75	75	75
TZL [mg.m <sup>-3</sup> ]	6	100	50	30
	11	100	50	30
SO <sub>2</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	6	-	-	1500 <sup>4</sup>
	11	-	-	1500
Minimální garantovaná účinnost [%]		85	85	87
Přípustná komínová ztráta [%]		12	12	10

1) Referenční obsah kyslíku 11 % se použije pro spalování biomasy a referenční obsah kyslíku 6 % pro spalování ostatních tuhých paliv.

2) Za nízkoemisní spalovací zdroj o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším je považován spalovací zdroj splňující BAT.

3) Celkový organický uhlík (TOC) - Úhrnná koncentrace všech organických látek s výjimkou methanu vyjádřená jako celkový uhlík.

4) Pro fluidní kotle je maximální přípustná koncentrace SO<sub>2</sub> 800 mg.m<sup>-3</sup>.

#### Doplňující informace k Tab. III a IV:

- Limitní hodnoty jsou uvedeny za normálních stavových podmínek v suchém plynu.
- V případě spalování tuhých paliv z nedřevní biomasy u zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu vyšším než 0,3 MW nesmí být překročena koncentrace HCl ve spalinách 30 mg.m<sup>-3</sup> (při referenčním obsahu kyslíku ve spalinách 11 %).
- Minimální účinnost: Preferováno ověření přímou metodou, v případě použití nepřímé metody je pak minimální účinnost vyjádřena nejvyšší přípustnou komínovou ztrátou.
- Splnění požadavků nejvyšších přípustných emisí a minimální účinnosti bude ověřeno v celém výkonovém rozsahu daného zdroje, tj. minimálně při jmenovitém a nejmenším částečném tepelném výkonu zdroje (nejmenší částečný výkon dle prohlášení výrobce/dodavatele zdroje, ne však více než 50 % jmenovitého tepelného výkonu). V případě emisí CO při nejmenším částečném výkonu se připouští překročení uvedeného parametru nejdříve o 50 %.
- U spalovacích zdrojů s ručním přikládáním je splnění podmínky dosažení minimální účinnosti a emisních parametrů při nejmenším částečném výkonu možno nahradit současnou instalací akumulární nádobou odpovídající velikosti (55 litrů vodního objemu na instalovaný kilowatt tepelného výkonu zdroje).

**Tab. V. Spalovací zdroje typu pístového spalovacího motoru na kapalná či plynná paliva**

Sledovaný parametr	Plynná paliva	Kapalná paliva
CO [mg.m <sup>-3</sup> ]	650	450
NO <sub>x</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	500	400
TZL [mg.m <sup>-3</sup> ]	-	50 <sup>1)</sup> 20 <sup>2)</sup>

1) Pro zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 1 – 5 MW.

2) Pro zdroje o jmenovitém tepelném příkonu větším než 5 MW.

**Doplňující informace k Tab. V:**

- Emisní parametry jsou vyjádřeny v podobě nejvyšší přípustné koncentrace dané znečišťující látky ve spalínách za normálních stavových podmínek v suchém plynu a při referenčním obsahu kyslíku 5 %.
- V případě zdrojů spalujících dřevoplyn je maximální koncentrace emisí CO navýšena na hodnotu 1500 mg.m<sup>-3</sup>.
- Požadavky nejvyšších přípustných emisí jsou předepsány a ověřovány jen při provozu zdroje na jmenovitý tepelný příkon.

**Tab. VI. Spalovací zdroje typu spalovací turbíny na plynná či kapalná paliva**

Sledovaný parametr	Paliva	Jmenovitý tepelný příkon zdroje		
		> 0,3 do 1 MW	> 1 do 5 MW	> 5 MW
CO [mg.m <sup>-3</sup> ]	Kapalná	100	100	100
	Plynná	100	100	100
NO <sub>x</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	Kapalná	300	300	300
	Plynná	250	50	50

**Doplňující informace k Tab. VI:**

- Emisní parametry jsou vyjádřeny v podobě nejvyšší přípustné koncentrace dané znečišťující látky ve spalínách za normálních stavových podmínek v suchém plynu a při referenčním obsahu kyslíku 15 %.
- Splnění požadavků nejvyšších přípustných emisí bude ověřeno ve výkonovém rozsahu daného zdroje vymezeného 50 % a 100 % jmenovitého tepelného příkonu.
- Emisní parametry jsou předepsány jako společné bez diferenciací dle jmenovitého tepelného příkonu zdroje.

Ing. Jan Kužel, v.r.  
ředitel odboru ochrany ovzduší



## METODICKÝ POKYN

**Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší,  
ke způsobu stanovení specifických emisních limitů pro stacionární zdroje tepelně zpracovávající  
odpad společně s palivem jiné než spalovny odpadu a cementářské rotační pece**

**1. Komu je metodický pokyn určen**

Metodický pokyn je určen krajským úřadům, České inspekci životního prostředí a autorizovaným osobám a jako doporučení také provozovatelům stacionárních zdrojů.

**2. Předmět a účel metodického pokynu**

Předmětem tohoto metodického pokynu je aplikace ustanovení bodu 2.2. části I přílohy č. 4 vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší (dále jen vyhláška), která stanovuje specifické emisní limity pro stacionární zdroje tepelně zpracovávající odpad nebo paliva vyrobená z odpadu (odpovídající ČSN EN 15357 *Tuhá alternativní paliva*) společně s palivem jiné než spalovny odpadu a cementářské pece.

**3. Zákonná ustanovení a vazba na předpisy EU**

Způsob výpočtu emisních limitů vzorcem jakožto průměru mezi emisními limity stanovenými pro spalovny odpadu a hodnotami  $C_{proc}$  váženého podle objemu spalin vznikajících spalování odpadu a paliva je transpozicí části 4 přílohy VI směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (dále jen směrnice).

**4. Způsob výpočtu emisních limitů**

Hodnoty emisních limitů se vypočtou podle vzorce [1] níže uvedeným postupem a jsou uvedeny v povolení provozu podle § 11 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (dále jen zákon).

Emisní limity pro spalovací stacionární zdroje tepelně zpracovávající odpad jsou stanoveny jako denní průměry.

Postup výpočtem podle vzorce [1] se uplatní při stanovení emisního limitu na úrovni denního průměru pro tyto znečišťující látky: TZL,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , CO, HCl, HF, TOC.

Dále se uplatní emisní limity minimálně na úrovni hodnot obsažených v bodě 1.2. části 1 přílohy č. 4 vyhlášky.

Základem výpočtu hodnot emisních limitů je vážený průměr:

$$C = \frac{(V_{odpad} \cdot C_{odpad}) + (V_{proc} \cdot C_{proc})}{V_{odpad} + V_{proc}} \quad (1)$$

Význam jednotlivých členů je popsán v části 2.2 přílohy č. 4 vyhlášky. Tam uvedený výklad členu  $V_{odpad}$  lze doplnit v tom smyslu, že příslušnými podmínkami stanovenými v této vyhlášce jsou myšleny: normální stavové podmínky, suchý plyn a referenční obsah kyslíku 6 % v případě spalování pevných paliv a 3 % v případě spalování kapalných paliv.

Jelikož hodnoty  $C_{proc}$  jsou stanoveny na úrovni denních emisních limitů, také hodnoty  $C_{odpad}$  jsou hodnotami emisních limitů na úrovni denních průměrů stanovenými v části 1.1 přílohy č. 4 vyhlášky.

Pro výpočet teoretického objemu suchých spalin vznikajících spalováním hmotnostní jednotky paliva a odpadu na základě jejich elementárního složení se použije vzorec:

$$V_d = V_m \left[ \frac{(1 - w_o)}{w_o} + \sum_{i=1}^x \frac{w_i}{n_i A_{ii}} + \sum_{i=1}^y \frac{w_i}{m_i A_{ii}} \right] \quad (2)$$

Vysvětlivky:

$V_d$  – teoretický objem suchých spalin vztažený na jednotku hmotnosti paliva či odpadu ( $dm^3 \cdot g^{-1}$ , resp.  $m^3 \cdot kg^{-1}$ )

$V_m$  – molární objem ideálního plynu ( $22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ )  
 $w_{O_2}$  – objemový zlomek kyslíku ve vzduchu (0,21) / lze adekvátně upravit v případě spalování v prostředí obohaceném kyslíkem/  
 $w_i$  – hmotnostní zlomek i-tého prvku v palivu nebo odpadu  
 $A_i$  – relativní atomová hmotnost i-tého prvku  
 $n_i$  – faktor vycházející ze stechiometrie spalovací rovnice, odpovídá počtu atomů i-tého prvku reagujících s molekulou kyslíku (pro konkrétní prvky nabývá hodnot  $C = 1$ ,  $H = 4$ ,  $N = 2$ ,  $S = 1$ ,  $O = -2$ )  
 $m_i$  – faktor vycházející ze stechiometrie spalovací rovnice, odpovídá počtu atomů i-tého prvku v plynné molekule produktu spalování (pro konkrétní prvky nabývá hodnot:  $C = 1$ ,  $N = 1$ ,  $S = 1$ ), pro suché spaliny tedy vždy nabývá hodnoty 1, vodík není uvažován.

První suma ve vzorci odpovídá teoretické spotřebě kyslíku při spalování uhlíku, vodíku, dusíku a síry, záporné znaménko u kyslíku vyjadřuje náhradu spotřeby vzdušného kyslíku. Druhá suma pak odpovídá objemu odpadních plynů vznikajících spalováním uhlíku, dusíku a síry.

Uvažuje se spalování dusíku na oxid dusnatý. Vznik případných dalších plynných produktů (např. HCl, HF, CO apod.) je zanedbán pro jejich malý význam. Zanedbán zůstává také nedopal spalitelných látek a spotřeba kyslíku pro spalování látek, ze kterých nevznikají plynné produkty. V případech, kdy je prokázáno, že vliv těchto faktorů je významný, je možné je do výpočtu zahrnout.

Po dosažení všech konstant můžeme vzorec následně zkrátit:

$$V_d = 8,89 w_C + 21,1 w_H + 4,61 w_N + 3,59 w_S - 2,63 w_O \quad (3)$$

Výsledkem je teoretický objem spalin vztažený na jednotku hmotnosti paliva, tedy v jednotkách  $\text{dm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$  nebo  $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Pokud je množství spalovaného odpadu stanoveno nikoli jako hmotnostní podíl, ale jako podíl tepelného příkonu, je nutné provést přepočty podle výhřevnosti odpadu a paliva. Jak je uvedeno ve vyhlášce, uvažují se vždy minimální hodnoty výhřevnosti daného odpadu a jim odpovídající prvkové složení.

Teoretický objem suchých spalin se před dosažením do vzorce (1) přepočte na referenční obsah kyslíku relevantní pro daný odpad či palivo (11 % pro tuhý odpad, 6 % pro pevná paliva vč. biomasy, pokud se využijí hodnoty  $C_{\text{proc}}$  uvedené v části 2.2 přílohy č. 4 vyhlášky, 3 % pro kapalná paliva a odpady) s použitím vzorce (4):

$$V_y = \frac{21 - x}{21 - y} \cdot V_x \quad (4)$$

ve kterém  $V_x$  a  $V_y$  jsou hodnoty objemu spalin při referenčním obsahu kyslíku  $x$  % a  $y$  % (v tomto případě je tedy  $x$  rovno 0 a za  $V_x$  se dosadí hodnota teoretického objemu spalin  $V_d$  vypočtená dříve).

Do vzorce [1] tedy vstupují hodnoty stanovené na základě rozdílných referenčních obsahů kyslíku a stejně tak výsledkem je hodnota  $C$  vztažená na referenční obsah kyslíku, který je průměrem těchto koncentrací váženým podle objemu odpadních plynů vzniklých ze spalování odpadu a paliva. Identicky se tedy vypočte referenční obsah kyslíku podle vzorce (1), kam se za  $C_{\text{proc}}$  a  $C_{\text{odpad}}$  dosadí příslušné referenční hodnoty obsahu kyslíku (v procentech) pro palivo a odpad. Následně je vhodné provést přepočty výsledné hodnoty  $C$  na referenční obsah kyslíku, který bude stanoven v povolení, a který doporučujeme stanovit shodně s referenčním obsahem kyslíku použitým při spalování paliva, a to s využitím vzorce:

$$c_y = \frac{21 - y}{21 - x} \cdot c_x \quad (5)$$

## 5. Závěrečné poznámky

Ze směrnice i z vyhlášky vyplývá, že by měla být uložena pouze jedna sada emisních limitů stanovených na základě vlastností odpadu s nejnižší výhřevností.

Pokud je při spalování paliva naměřena emisní koncentrace znečišťujících látek, u které není stanovena hodnota  $C_{\text{proc}}$ , po přepočtu na referenční obsah kyslíku 11 % nižší než hodnota emisního limitu stanoveného pro tuto znečišťující látku pro spalovny odpadu, stanoví se jako hodnota emisního limitu pro tepelné zpraco-





vání odpadu hodnota emisního limitu určená pro spalovny odpadu po přepočtu na příslušný referenční obsah kyslíku pro spalování paliva. Nepoužije se tedy výpočet, který by vedl k přísnějším emisním limitům než v případě spaloven odpadu.

*Ing. Jan Kužel, v. r.  
ředitel odboru ochrany ovzduší*



### Praktický příklad stanovení specifických emisních limitů pro tepelné zpracování odpadu ve spalovacím stacionárním zdroji

Ve spalovacím stacionárním zdroji o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 150 MW spalujícím práškové hnědé uhlí bude spalována tuhá směs odpadů o minimální výhřevnosti  $17,5 \text{ MJkg}^{-1}$  a to v množství nahrazujícím 8 % tepelného příkonu spalovacího stacionárního zdroje.

Pro účely zjištění reprezentativního elementárního složení tohoto odpadu, byly z celkového počtu provedených analýz vybrány ty, které odpovídají nejnižší výhřevnosti například  $17,5 - 18 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , ale tak, aby jejich počet zajišťoval reprezentativnost údajů. Z těchto vzorků byly stanoveny průměrné hodnoty prvkového složení směsi. Prvkové složení a výhřevnost uhlí odpovídá dlouhodobému průměru a jsou stanoveny v původním stavu.

Zjištěné elementární složení odpovídající výhřevnosti na spodní hranici:

	$A_x$	Jednotka	Odpad	Uhlí
C	12	% hm.	39,39	36,6
		hmotnostní zlomek w	0,3939	0,366
H	1	% hm.	5,55	3,23
		hmotnostní zlomek w	0,0555	0,0324
N	14	% hm.	1,47	0,57
		hmotnostní zlomek w	0,0147	0,0057
S	32,1	% hm.	0,06	1,17
		hmotnostní zlomek w	0,0006	0,017
O	16	% hm.	41,46	11,85
		hmotnostní zlomek w	0,4146	0,1185
Výhřevnost		$\text{MJkg}^{-1}$	> 17,5	14,5

Následuje dosazení uvedených hmotnostních zlomků do vzorce (2) nebo (3).

Objem suchých spalín (bez přebytku vzduchu) na jednotku hmotnosti je

pro spalování odpadu  $V_{d\text{-odpad}} = 3,65 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$

a pro spalování uhlí  $V_{d\text{-proc}} = 3,69 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ .

Po přepočtu na referenční obsah kyslíku 6 % v případě spalování uhlí a 11 % pro spalování odpadu s využitím vzorce (4), kde

$x = 0$  a  $A_x$  je hodnota  $V_d$  je

pro odpad  $V_{d\text{-odpad-ref}} = 7,67 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$

pro uhlí  $V_{d\text{-proc-ref}} = 5,17 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ .

Pokud bude zadáno množství spalovaného paliva v hmotnostním poměru k uhlí, je možné tyto objemy násobit poměrem jednotlivých paliv (např. 0,9 a 0,1, pokud bude spalováno 90 % uhlí a 10 % paliva), jelikož v tomto případě je poměr spalovaného odpadu 8 % tepelného příkonu, je nutné provést další přepočet se zahrnutím výhřevnosti. Vzhledem k tomu, že je nutné vycházet z nejméně výhřevného odpadu, měla by být použita minimální hodnota výhřevnosti odpadu garantovaná jeho dodavatelem.

$$V_{\text{odpad}} = \frac{Q_{\text{proc}}}{Q_{\text{odpad}}} \cdot V_{d\text{-odpad-ref}} \cdot 0,08$$

$$V_{\text{proc}} = V_{d\text{-proc-ref}} \cdot 0,92$$

$$V_{\text{proc}} = 4,76 \text{ m}^3 \text{ a } V_{\text{odpad}} = 0,508 \text{ m}^3.$$

Takto získané hodnoty  $V_{\text{proc}}$  a  $V_{\text{odpad}}$  lze použít ve vzorci (1).

Pro uvažovaný spalovací stacionární zdroj se použijí hodnoty  $C_{\text{proc}}$  a  $C_{\text{odpad}}$  z přílohy č. 4 a 2 vyhlášky. Hodnoty pro  $C_{\text{proc}}$  pro TOC a HF vycházejí z měření prováděného při spalování uhlí, v tomto případě, kdy tyto zjištěné koncentrace leží po přepočtu na referenční obsah kyslíku 11 % pod hodnotou emisního limitu stanoveného pro spalovny odpadu, hodnota C se nevypočte, ale za emisní limit se zvolí hodnota emisního limitu stanoveného pro spalovny odpadu, která se však přepočte na referenční obsah kyslíku 6 %.

Současně se provede výpočet podle vzorce (1), do kterého místo  $C_{\text{proc}}$  a  $C_{\text{odpad}}$  vstoupí referenční hodnoty koncentrace  $O_2$ , výsledkem je referenční obsah kyslíku, který odpovídá vypočteným hodnotám C, které se s využitím vzorce (4) přepočtou na hodnoty  $C_{\text{ref}}$  a to 6 %.

Výsledky doporučujeme zaokrouhlit směrem nahoru na celé jednotky, v případě HF na desetiny. Uvedený





příklad z důvodu vysokého podílu kyslíku v odpadu a nízkého procentuálního zastoupení odpadu ve spalované směsi nevede k výrazné změně emisních limitů.

Hodnoty  $C_{\text{proc}}$ ,  $C_{\text{odpad}}$ , hodnoty výsledných emisních limitů  $C$  při ref. obsahu  $O_2$  6,48 %, hodnoty  $C$  po přepočtu na 6 %  $O_2$  a hodnoty emisních limitů jsou uvedeny v tabulce:

	$C_{\text{proc}}$	$C_{\text{odpad}}$	$C$ (ref. $O_2$ 6,48%)	$C$ (ref. $O_2$ 6 %)	Emisní limit
TZL	30	10	28,07	29	29
$NO_x$	200	200	200	207	207
$SO_2$	200	50	185,5	192	192
TOC	4	10		15	15
CO	250	50	230,7	238	238
HCl	50	10	46,14	47,7	48
HF	0,4	1		1,5	1,5

## METODICKÝ POKYN

### Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší, pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

#### Úvod

Tento metodický pokyn slouží zpracovatelům rozptylových studií, orgánům ochrany ovzduší, které se budou zabývat povolováním zdrojů, kontrolou zpracovaných rozptylových studií a vydáváním závazných stanovisek podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (dále jen „zákon o ochraně ovzduší“).

Rozptylová studie je dokument, který na základě vypočtených modelových hodnot znečištění hodnotí vliv stávajících nebo plánovaných zdrojů znečištění ovzduší na stávající úroveň znečištění v lokalitě.

Rozptylová studie je povinným podkladem pro vydání závazného stanoviska krajským úřadem nebo Ministerstvem životního prostředí (dále jen „MŽP“), ke změně povolení provozu zdroje a k řízením uvedeným v § 11 odst. 9 zákona o ochraně ovzduší. Povinnost předložení rozptylové studie tedy platí pro:

- umístění stacionárních zdrojů podle § 11 odst. 2 písm. b), které jsou výslovně označené ve sloupci A přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší,
- umístění stavby pozemní komunikace nebo parkoviště podle § 11 odst. 1 písm. b) zákona o ochraně ovzduší, vedené v zastavěném území obce s dopravní intenzitou 15000 a více vozidel za den v návrhovém období nejméně 10 let a pro parkoviště s kapacitou nad 500 parkovacích míst,
- řízení o změně povolení provozu, při které dochází k navýšení projektovaného výkonu nebo kapacity anebo ke zvýšení emisí,
- stacionární zdroj využívající technologii, která doposud nebyla na území České republiky provozována, pokud je tak výslovně stanoveno ve výroku rozhodnutí MŽP podle § 11 odst. 1 písm. c) zákona o ochraně ovzduší.

Rozptylová studie se podle § 11 odst. 9 zákona o ochraně ovzduší nezpracovává pro:

- spalovací stacionární zdroje v kategorii energetika – spalování paliv označené kódy 1.1. až 1.4. v příloze č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší spalující výlučně zemní plyn o celkovém jmenovitém tepelném příkonu do 5 MW,
- stacionární zdroje v kategorii energetika – ostatní označené kódem 3.1. v příloze č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší spalující výlučně zemní plyn o celkovém jmenovitém tepelném příkonu do 1 MW,
- případy, kdy dochází k navýšení projektovaného výkonu nebo kapacity, ale nepochybně nedochází ke zvýšení příspěvku stacionárního zdroje k úrovni znečištění.

V případě, že ze zákona o ochraně ovzduší vyplývá povinnost zpracovat rozptylovou studii pro zdroj, který prokazatelně nebude emitovat znečišťující látky, které mají stanoven imisní limit v příloze č. 1 zákona o ochraně ovzduší, je na zvážení orgánu ochrany ovzduší, který vede řízení uvedená v § 11 odst. 9 zákona o ochraně ovzduší, zda bude rozptylovou studii vyžadovat, resp. zda je její zpracování účelné.

Obsahové náležitosti rozptylové studie jsou uvedeny v příloze č. 15 vyhlášky č. 415/2012 Sb. Při zpracování rozptylové studie doporučujeme dodržovat strukturu, která z této přílohy vyplývá. Následující text tohoto metodického pokynu z této struktury vychází.





## 1. Zadání rozptylové studie

V úvodu zpracovatel uvede, z jakého důvodu je studie pořizována a o jaký záměr se jedná, zejména, zda se jedná o umístění nového zdroje znečišťování ovzduší nebo se jedná o úpravu či náhradu již existujícího zdroje.

Pokud je zvažováno více variant, je uveden jejich přehled.

## 2. Použitá metodika výpočtu

V této části zpracovatel uvede typ a verzi modelu, který byl pro rozptylovou studii použit. U referenčních metod pro modelování stačí jejich krátká charakteristika bez vzorců.

Následuje přehled referenčních metod pro modelování dle přílohy č. 6 vyhlášky č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích, a popis případů jejich použití.

### SYMOS'97 a ATEM

- pro venkovské a městské oblasti (pro všechny zdroje znečišťování)
- do vzdálenosti 100 km od zdroje
- při použití těchto modelů uvnitř městské zástavby pod úrovní střech není zohledněno obtékání budov a jiných překážek proudění. Pokud mohou mít budovy významný vliv na šíření znečištění je třeba tuto skutečnost zohlednit při interpretaci výsledků modelování.
- hodnocenými znečišťujícími látkami jsou  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ , CO, benzen, částice (vč. frakcí  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$ ), látky vázané na částice vč. kovů (Pb, As, Ni, Cd) a benzo(a)pyren.

### AEOLIUS

- pro městské oblasti v uličních kaňonech (silniční motorová vozidla)
- jednotlivé ulice
- hodnocenými znečišťujícími látkami jsou látky vypouštěné mobilními zdroji.

Výše uvedené metody pro modelování nejsou vhodné pro znečišťující látky s krátkou dobou setrvání v atmosféře, sekundární nebo rychle reagující znečišťující látky (např. troposférický ozon), ani pro zjištění stávajících úrovní znečištění způsobených vzdálenějšími zdroji znečišťování. Mezi tyto sekundární znečišťující látky patří i  $\text{NO}_2$ , který nejčastěji vzniká v atmosféře oxidací NO. Pro tuto látku však modely SYMOS i ATEM obsahují speciální modul pro výpočet.

Podrobné modelování je provedeno pro vybrané relevantní látky, které mohou být vypouštěny do ovzduší v rámci realizace, provozu nebo během případné rekultivace hodnoceného záměru a mohou mít vliv na kvalitu ovzduší v dotčeném území a pro něž jsou stanoveny imisní limity.

Do výpočtu lze zahrnout znovuzvířené (resuspendované) částice, pokud se do modelů zadají příslušné vstupní údaje o emisích prachových částic. Znovuzvířené (resuspendované) částice  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$  je nezbytné zhodnotit zejména u staveb pozemních komunikací nebo u záměrů způsobujících navýšení související dopravy. Naopak hodnotit se nemusí zpravidla u stacionárního zdroje.

Modely musí být používány v souladu s manuálem dané verze programu.

Metodická příručka modelu SYMOS'97 je uvedena v příloze č. 1 tohoto metodického pokynu.

Pokud chce zpracovatel rozptylové studie používat jinou než referenční metodu pro modelování, je nezbytné dle § 32 odst. 6 zákona o ochraně ovzduší, získat vyjádření MŽP, zda je používaná metoda pro zpracování rozptylové studie srovnatelná s referenčními metodami, a to na základě doložení testu ekvivalence.

### 3. Vstupní údaje

Následuje podrobný popis vstupních údajů, které je nutné do rozptylové studie uvést v souladu s přílohou č. 15 vyhlášky č. 415/2012 Sb.

#### 3.1. Umístění záměru

V této části uvede zpracovatel popis řešeného území, který zahrnuje popis a mapu umístění zdroje ve vztahu k obytné a jiné zástavbě a popis reliéfu (terénních poměrů) území.

Mapové podklady je třeba označit legendou, měřítkem, identifikací souřadného systému a výškopisnými údaji, ze kterých bude patrný reliéf v okolí hodnoceného záměru. Uvedena je také informace o použitém digitálním výškopisu.

#### 3.2. Údaje o zdrojích

Údaje o zdrojích obsahují následující informace:

##### a) Popis technologického vybavení zdroje a souvisejících technologií

- popis používané technologie, technický popis všech technologických zařízení, název jeho výrobce, typ a výkon topeniště, údaje o vzduchotechnice (samostatný či společný odvod odpadních plynů do ovzduší, množství, stavové podmínky, výška komína), systém řízení, regulace a měření procesů (manuální/kontinuální/automatické),
- veškeré charakteristiky týkající se uvažovaného paliva potřebné pro modelový výpočet (např. množství paliva, kvalita, obsah popelovin, obsah síry, výhřevnost, skupenství),
- podrobný popis technologického zařízení ke snížení emisí (odlučovače),
- popis výrobního programu, jmenovité (projektované) výrobní kapacity,
- údaj o době provozu a časovém využití stacionárního zdroje.

**b) Podkladové údaje o emisích a výduších**, a to jak z posuzovaného zdroje, tak i emise, které jsou vypouštěny z technologicky propojených či navazujících záměrů (i jiných provozovatelů), pokud jsou situovány v bezprostředním sousedství posuzovaného záměru. Jedná se např. o provoz/zdroje, kde konečný produkt jednoho stacionárního zdroje (palivo, polotovary, surovina, apod.) je vstupem druhého nebo o emise z dopravy výrobků, odpadů, surovin.

Konkrétně se jedná o:

- emisní koncentrace znečišťujících látek s uvedením podmínek, pro něž je emisní koncentrace uváděna (tj. teplota spalin a atmosférický tlak) a použitých jednotek,
- průtoky odpadních plynů a znečištěné vzdušiny, jejich teplota a rychlost ve vyústění,
- celkové roční emisní bilance látek:
  - o Pro výpočet **výchozího stavu**:
    - se použijí emise vykázané v souhrnné provozní evidenci v průměru vykázaných dat za posledních pět let. Nejsou-li data za posledních pět let k dispozici, použije se co nejdelší dostupné období v rámci posledních pěti let.
  - o Pro výpočet emisí **nového zdroje**:
    - se použije příslušný emisní limit nebo emisní faktor platný pro konkrétní typ zdroje, který bude v souladu s povolením provozu zdroje,





- lze použít také nižší emisní koncentraci, pokud bude zajištěno plnění této emisní koncentrace technickými podmínkami provozu stacionárního zdroje uloženými v povolení provozu zdroje,
- specifikace výduchů (souřadnice, nadmořská výška terénu v místě zdroje, konstrukce, výška výduchu nad terénem, průměr/průřez, apod.); nadmořskou výšku terénu v místě výduchu je třeba odečíst z výškopisu, který je používán pro výpočet,
- specifikace způsobu vypouštění spalin/odpadních vzdušín (teplota, rychlost ve vyústění, apod.),

Množství spalin nebo odpadních vzdušín je doloženo technickou dokumentací zdroje nebo příloženým výpočtem včetně vysvětlení postupu výpočtu.

Pokud je rozptylová studie počítána pro částice  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  a  $NO_2$  a jsou známy pouze emise tuhých znečišťujících látek, resp.  $NO_x$ , použije se metodika výpočtu podílu velikostních frakcí částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v emisích tuhých znečišťujících látek a výpočtu podílu emisí  $NO_2$  v  $NO_x$ , která je uvedena v příloze č. 2 k tomuto metodickému pokynu.

c) U **mobilních zdrojů** jsou uvedeny, kromě relevantních údajů požadovaných v bodech a) a b), rovněž **údaje o intenzitě dopravy** (projektované průměrné denní a maximální hodinové počty vozidel a počet pojezdů), **složení dle kategorií a charakteristik vozidel** (osobní automobily, lehké a těžké nákladní automobily, autobusy, podíl aut používajících vznětové nebo zážehové motory, případně emisní třídy EURO) a **informace o plynulosti dopravy**.

Nezbytné je také zohlednit rozložení intenzit dopravy v čase (dopravní špičky), proto se u pozemních komunikací a parkovišť uvede, z jakých denních počtů vozidel a z jakých délek pojezdů vozidel jsou emisní bilance počítány.

Pokud se jedná o veřejné komunikace, lze k získání těchto údajů využít data ze studií jako je např. Celostátní sčítání automobilové dopravy, publikované Ředitelstvím silnic a dálnic ČR. Koeficienty pro přepočet 24hodinové intenzity na denní maximum hodinové intenzity, odvozené z výsledků sčítání dopravy ŘSD 2010, jsou pro jednotlivé typy vozidel a komunikací uvedeny v metodické příručce SYMOS'97 (viz kapitola 2.1.3).

Při stanovení množství emisí tuhých znečišťujících látek, včetně frakcí  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  z provozu pozemních komunikací, je nezbytné zohlednit i emise částic resuspendovaných z povrchu těchto komunikací jak je již uvedeno výše.

Pro výpočet emisí u motorových vozidel je určen program MEFA, který umožňuje výpočet pro všechny základní kategorie vozidel. Za tímto účelem je vhodné používat vždy aktuální verzi programu. V současné době je k dispozici nejaktuálnější verze MEFA 13, která zahrnuje výpočet emisí benzo(a)pyrenu, emisí ze studených startů při odjezdech zaparkovaných vozidel, zohledňuje otěry z brzd a pneumatik i resuspenzi podle úpravy metodiky US EPA AP-42.

Pro samotné stanovení množství resuspendovaných emisí tuhých znečišťujících látek, případně frakcí  $PM_{10}$  nebo  $PM_{2,5}$  do ovzduší dopravou vlivem zvíření z povrchu komunikací, lze použít metodiku, která vychází z metodiky US EPA AP-42 a je uvedena v příloze č. 3 k tomuto metodickému pokynu.

### 3.3. Meteorologické podklady

V rozptylové studii je uvedena větrná růžice odpovídající dané lokalitě, a to jak graficky, tak tabelárně s četností výskytu jednotlivých tříd stability a tříd rychlosti větru vzhledem k rozptylovým podmínkám v atmosféře. U větrné růžice je třeba také uvést její souřadnice, období, pro které byla zpracována, autora růžice a popis, jak byla počítána, případně verzi modelu, jímž byla počítána. V souladu s ostatními podklady, s kterými rozptylová studie pracuje, doporučujeme použití růžice, vytvořené z dat průměrovaných za posledních 5 let, pro vyloučení velkých výkyvů meteorologických změn. V případě volby větrné růžice jiné než posuzované lokality je nutno uvést důvody a popsat případný vliv na přesnost výsledků.

### 3.4. Popis referenčních bodů

Pokrytí modelovaného území referenčními body je voleno tak, aby byly vyhodnoceny maximální úrovně znečištění v místě dotyku kouřové vlečky (resp. vlečky odpadních plynů) s terénem resp. v místě dosažení výpočtové (respirační) výšky. Volba velikosti modelovaného území zohledňuje i umístění zdroje a výškový profil území (např. při umístění zdroje v údolí modelované území zahrnuje i vrcholy ohraničujících kopců).

Modelem rozptylu lze posoudit i vliv zdroje na vícepatrové obytné domy ve výškách odpovídajících nejvyšším patřům těchto budov (posouzení možného zachycení kouřové vlečky na návětrné straně budov). Tato posouzení se provádí ve specifických výpočtových bodech. Jejich volba je popsána a zdůvodněna, zvláště ve větších obcích, kde se výběr provádí z velkého počtu těchto budov.

Dále je potřeba v zájmovém území volit specifické výpočtové body tak, aby byly vyhodnoceny největší dopady zdroje na obyvatele nebo dopady zdroje na místa s nejvyšší koncentrací obyvatel v zájmovém území a citlivé skupiny obyvatel (nejbližší obytná zástavba, vzdělávací a zdravotní zařízení atd.). Volbu specifických výpočtových bodů lze uplatnit i z jiných důvodů a pro jiné typy vyhodnocení vlivu zdroje.

Volba referenčních bodů je znázorněna na obrázku (v mapě), aby bylo jasné jejich rozložení s ohledem na obytnou zástavbu v okolí zdroje.

V odůvodněných případech je součástí rozptylové studie citlivostní analýza vlivu změny výšky komína zdroje na úroveň znečištění ve specifických výpočtových bodech území. Výsledkem je návrh výšky komína tak, aby příspěvky zdroje měly co možná nejmenší dopad. Pokud je zdroj v blízkosti obytné zástavby, je třeba zohlednit korigovanou výšku komína. Postup stanovení korigované výšky komína je podrobněji popsán v metodické příručce modelu SYMOS'97.

### 3.5. Znečišťující látky a příslušné imisní limity

Rozptylová studie je zpracována pro všechny znečišťující látky emitované zdrojem, které mají stanoven imisní limit v bodech 1 až 3 přílohy č. 1 k zákonu o ochraně ovzduší. V této části rozptylové studie je uveden seznam relevantních znečišťujících látek, včetně typu počítaných koncentrací (hodinové, denní koncentrace, roční průměrná koncentrace, denní maximum klouzavého 8hodinového průměru, atd.), a příslušných imisních limitů látek uvedených v bodech 1 až 3 přílohy č. 1 k zákonu o ochraně ovzduší.

Krátkodobé koncentrace jsou hodnoceny na základě maximálních dosažených hodnot a počtu překročení příslušného limitu.

### 3.6. Hodnocení úrovní znečištění v předmětné lokalitě

Při hodnocení stávající úrovně znečištění v předmětné lokalitě se vychází z aktuálních map úrovní znečištění konstruovaných v síti 1×1 km, ve formátu shapefile (.shp ESRI). Tyto mapy obsahují v každém čtverci hodnotu klouzavého pětiletého průměru koncentrací pro jednotlivé znečišťující látky. Každoročně je zveřejňuje MŽP prostřednictvím Českého hydrometeorologického ústavu na internetových stránkách. Jako doplňující údaje nejen v městských lokalitách uvede a přihlédne zpracovatel rozptylové studie k dostupným reprezentativním měřením ze stanic státní sítě imisního monitoringu v zájmovém území.

V rozptylové studii je uveden přehledný a srozumitelný komentář plnění imisních limitů v současné době.

## 4. Výsledky rozptylové studie

Kapitola hodnotící výsledky rozptylové studie obsahuje:

a) **popis a vyhodnocení** budoucí úrovně znečištění ovzduší a předpoklad plnění imisních limitů s ohledem na stávající úroveň znečištění v předmětné lokalitě (dle hodnot pětiletých průměrů imisních koncentrací a reprezentativních měření v zájmovém území).

Textová interpretace výsledků obsahuje celkové slovní posouzení vlivů daného zdroje na kvalitu ovzduší v místě realizace záměru z pohledu změn stávajících úrovní znečištění. V rozsahu území ovlivněného nárůstem koncentrací znečišťujících látek, zejména pak v místě nejbližší obytné zástavby a dalších objektů zasluhujících ochranu (např. školy, zdravotnická zařízení), bude změna úrovní znečištění komentována.

Pokud se jedná o změnu stávajícího záměru jako je např. rozšíření výroby, změna technologie apod., je současný stav srovnán s výhledovým stavem, aby z výsledků jednoznačně vyplynula změna úrovně znečištění v území, pokud bude záměr realizován.

Pokud se jedná například o výstavbu nové komunikace, na kterou se přenesou část automobilové dopravy z komunikací stávajících, je nutné porovnat úroveň znečištění ovzduší z automobilové dopravy na současné komunikační síti (resp. na komunikační síti bez realizace posuzovaného záměru) a z dopravy na komunikacích po realizaci záměru.





Pokud bude posuzován záměr, k němuž bude vydáváno závazné stanovisko, musí být z rozptylové studie patrné, jaký vliv má tento samotný záměr, ke kterému se bude vyjadřovat příslušný orgán ochrany ovzduší.

K výsledku musí být uveden komentář, který zohlední všechny faktory, které ho mohly ovlivnit.

#### b) tabulku výsledků

V textu je uvedena tabulka obsahující čísla referenčních bodů, jejich souřadnice a vypočtené koncentrace relevantních znečišťujících látek.

Pokud je výpočet prováděn v pravidelné síti s velkým počtem referenčních bodů, stačí do tištěné rozptylové studie uvést ty referenční body, ve kterých byly vypočteny maximální koncentrace a dále vybrané specifické výpočtové body v místech s nejvyšší koncentrací obyvatel a citlivými skupinami obyvatel (nejbližší obytná zástavba, vzdělávací a zdravotnická zařízení atd.)

Úplné výsledky budou přiloženy ve formě textového souboru na CD nebo jiném nosiči dat.

#### c) kartografické znázornění výsledků

Výsledky jsou znázorněny také v podobě mapy. Mapové podklady znázorňující imisní příspěvky by měly obsahovat polohopis a zobrazovat rozsah zastavěného území v okolí záměru. Zároveň je nutné dodržet základní kartografické zásady, to znamená uvést legendu, souřadný systém, odpovídající měřítko, srozumitelné a čitelné popisky a severku.

#### d) kompenzační opatření

Rozptylová studie obsahuje rovněž vyhodnocení nutnosti uložení kompenzačního opatření, pokud se jedná o případy uvedené v § 11 odst. 5 zákona o ochraně ovzduší. Vyhodnocení obsahuje minimálně tyto skutečnosti:

- zda je záměr umístěn v oblasti s překročením imisních limitů, a pro které znečišťující látky, nebo zda provozem zdroje dojde v oblasti jeho vlivu k překročení některého z imisních limitů s dobou průměrování 1 kalendářní rok,
- zda imisní příspěvky zdroje překračují 1 % stanovených imisních limitů s dobou průměrování 1 kalendářní rok a pro které znečišťující látky,
- pro které znečišťující látky má daný zdroj stanoveny specifické emisní limity ve vyhlášce č. 415/2012 Sb.

Výstupem tohoto vyhodnocení je závěr, zda je nutno uložit kompenzační opatření.

### 5. Návrh kompenzačních opatření

Pokud z výsledků rozptylové studie vyplyne, že žadatel o vydání závazného stanoviska je povinen kompenzovat negativní dopad nového zdroje na kvalitu ovzduší realizací kompenzačních opatření dle § 11 zákona o ochraně ovzduší, bude rozptylová studie obsahovat následující:

- konkretizaci, pro které znečišťující látky jsou kompenzační opatření navržena,
- přesnou identifikaci zdrojů emisí, na kterých budou prováděna kompenzační opatření,
- podrobný popis samotných kompenzačních opatření, která žadatel o vydání závazného stanoviska (investor) navrhne s termínem jejich realizace. V případě opakovaně uplatňovaných opatření (např. čištění komunikací) také s jejich časovým plánem,
- rozbor s výpočtem, dokládající dostatečnost navržených kompenzačních opatření.



Za dostatečné kompenzační opatření je podle § 27 odst. 3 a 4 vyhlášky č. 415/2012 Sb., považováno takové opatření, kdy úbytek emise ze zdroje, na němž je kompenzace prováděna, vynásobený koeficientem významnosti tohoto zdroje je roven nebo větší, než přírůstek emise posuzovaného zdroje, vynásobený koeficientem jeho významnosti. Koeficienty významnosti bodových zdrojů jsou uvedeny v příloze č. 16 vyhlášky č. 415/2012 Sb.

Podrobnější informace týkající se uplatňování i hodnocení kompenzačních opatření jsou uvedeny v samostatném metodickém pokynu ke kompenzačním opatřením. Pokud bude kompenzační opatření uplatňováno, bude se rozptylová studie také tímto metodickým pokynem ke kompenzačním opatřením řídit.

## 6. Závěrečné hodnocení

V závěru jsou popsány vypočítané příspěvky k úrovni znečištění a je zhodnoceno plnění imisních limitů při zohlednění stávající úrovně znečištění dle map pětiletých průměrů a také při zohlednění údajů o kvalitě ovzduší vyplývajících z měření na reprezentativních stanicích státní sítě imisního monitoringu za poslední roky.

V případě uplatnění kompenzačních opatření, budou stručně shrnuta navržená kompenzační opatření a jejich přínos ke kvalitě ovzduší v dané oblasti.

## 7. Seznam použitých podkladů

V závěru rozptylové studie je uveden přehled všech podkladů, s jejichž pomocí byla rozptylová studie zpracována (např. podkladové materiály, z nichž byly získány informace o hodnoceném zdroji včetně množství emisí tohoto zdroje, o dotčeném území apod.).

Přílohy:

1. Metodická příručka modelu SYMOS'97.
2. Metodika výpočtu podílu velikostních frakcí částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v emisích tuhých znečišťujících látek a výpočtu podílu emisí  $NO_2$  v  $NO_x$ .
3. Metodika výpočtu resuspendovaných částic tuhých znečišťujících látek ze zpevněných komunikací.

*Ing. Jan Kužel v. r.  
ředitel odboru ochrany ovzduší*





**METODICKÝ POKYN MŽP, ODBORU OCHRANY OVZDUŠÍ,  
KE ZPRACOVÁNÍ ROZPTYLOVÝCH STUDIÍ.**

**Příloha 1: Metodická příručka modelu SYMOS'97 – aktualizace 2013.**

Autoři:

**ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV PRAHA**

RNDr. Jiří Bubník

RNDr. Josef Keder, CSc.

RNDr. Jan Macoun, Ph.D.

**EKOAIR PRAHA**

RNDr. Jan Maňák

**ATEM (kap. 4.6.3)**

Mgr. Radek Jareš

Mgr. Jan Karel

Bc. Eva Smolová

**Úprava metodiky SYMOS'97 (r. 2013):**

**ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV PRAHA**

Ing. Marek Hladík

Ing. Lenka Janatová

Bc. Hana Škáchová

Mgr. Ondřej Vlček

© Jiří Bubník, Josef Keder, Jan Macoun, Jan Maňák

OBSAH	
Seznam tabulek	20
1. ÚVOD	21
1.1 Interpretace výsledků výpočtu hlavních charakteristik znečištění ovzduší	21
1.2 Úpravy metodiky	22
2. VSTUPNÍ ÚDAJE	22
2.1 Vstupní údaje o zdrojích	22
2.1.1 Bodové zdroje	22
2.1.2 Plošné zdroje	26
2.1.3 Liniové zdroje	27
2.1.4 Výpočet znečištění ovzduší při klidu a inverzích	27
2.1.5 Chladicí věže tepelných elektráren	27
2.1.6 Podrobný výpočet doby trvání znečištění pro jeden zdroj	28
2.1.7 Procentuální zastoupení PM10 a PM2,5 v emisích tuhých znečišťujících látek	28
2.2 Meteorologické a klimatické vstupní údaje	28
2.2.1 Klimatické údaje pro běžné výpočty znečištění ovzduší	29
2.2.2 Údaje pro výpočet imisních koncentrací za inverzí a bezvětří	30
2.2.3 Klimatické údaje pro výpočet znečištění ovzduší od chladicích věží	30
2.3 Údaje o referenčních bodech, terénu a budovách	31
2.3.1 Údaje o referenčních bodech	31
2.3.2 Údaje o topografii terénu	31
2.3.3 Údaje pro výpočet znečištění v zástavbě	31
2.3.4 Údaje pro výpočet znečištění při bezvětří a inverzích	32
2.4 Údaje o imisních limitech a přípustných imisních koncentracích znečišťujících látek	32
3. METODIKA VÝPOČTU ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ	32
3.1 Základní rovnice pro výpočet znečištění ovzduší pro zvlněný terén	32
3.1.1 Plynné znečišťující látky	33
3.1.1.1 Výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky z bodového zdroje	34
3.1.1.2 Výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky z plošného zdroje	34
3.1.1.3 Výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky z liniového zdroje	35
3.1.2 Pevné znečišťující látky	35
3.1.2.1 Výpočet přízemní imisní koncentrace pevné znečišťující látky z bodového zdroje	36
3.1.2.2 Výpočet přízemní imisní koncentrace pevné znečišťující látky z plošného zdroje	36
3.1.2.3 Výpočet přízemní imisní koncentrace pevné znečišťující látky z liniového zdroje	36
3.2 Definice jednotlivých proměnných a parametrů	36
3.2.1 Souřadná soustava souřadnic	36
3.2.1.1 Horizontální souřadnice	36
3.2.1.2 Vertikální souřadnice	37
3.2.2 Koefficient vlivu terénu	37
3.2.3 Efektivní výška zdroje	37
3.2.3.1 Základní výpočet pro jednotlivý zdroj	37
3.2.3.2 Převýšení vlečky v případě více blízkých zdrojů	39
3.2.4 Rychlost a směr větru	40
3.2.4.1 Vertikální profil větru	40
3.2.4.2 Změna směru větru s výškou	40
3.2.5 Rozptylové parametry	41
3.2.5.1 Rozptylové parametry pro bodové zdroje	41
3.2.5.2 Rozptylové parametry pro plošné zdroje	41
3.2.5.3 Rozptylové parametry pro liniové zdroje	42
3.2.6 Zahnutí depozice a transformace znečišťujících látek	43
3.2.7 Zeslabení vlivu nízkých zdrojů na znečištění ovzduší na horách	44
3.2.8 Pádová rychlost prašných částic	45
3.3 Výpočet hlavních charakteristik znečištění ovzduší	45
3.3.1 Výpočet maximálních krátkodobých imisních koncentrací	45
3.3.2 Výpočet průměrných ročních imisních koncentrací	47
3.3.3 Výpočet doby překročení zvolených imisních koncentrací	48
4. DALŠÍ APLIKACE VÝPOČTU ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ	48
4.1 Stanovení výšky komína nebo výduchu (dále jen komína)	48
4.1.1 Stanovení výšky komína v terénu	48
4.1.2 Korekce vypočtené výšky komína na okolní zástavbu	49





4.1.3	Obecná pravidla	49
4.2	Výpočet spadu prachu	49
4.2.1	Spad prachu pro bodový zdroj	50
4.2.2	Spad prachu pro plošný zdroj	50
4.2.3	Spad prachu pro liniový zdroj	50
4.2.4	Roční spad znečišťující látky	50
4.2.5	Měsíční spad znečišťující látky	50
4.3	Výpočet podílů jednotlivých zdrojů na znečištění ovzduší	51
4.4	Výpočet doby překročení zvolených imisních koncentrací pro zdroj se sezónně proměnnou emisí	51
4.5	Výpočet imisních koncentrací NO <sub>2</sub>	52
4.6	Výpočet denních imisních koncentrací částic PM <sub>10</sub> a SO <sub>2</sub> .	53
4.6.1	Výpočet maximálních denních imisních koncentrací	53
4.6.2	Výpočet počtu případů překročení stanovených hodnot za rok	53
4.6.3	Překročení 24hodinového imisního limitu pro suspendované částice PM <sub>10</sub>	54
5.	SPECIÁLNÍ POSTUPY VÝPOČTU ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ	54
5.1	Výpočet extrémního znečištění ovzduší při inverzích a bezvětrí	54
5.2	Rozptyl exhalací z chladicích věží tepelných elektráren	56
6.	ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY DLE STABILITNÍ KLASIFIKACE BUBNÍKA A KOLDOVSKÉHO	60
	SEZNAM SYMBOLŮ	61
	LITERATURA	66
	<b>Seznam tabulek</b>	
tabulka 2.1	Množství spalin K <sub>3</sub> v m <sup>3</sup> na jeden kg nebo jeden m <sup>3</sup> spáleného paliva	23
tabulka 2.2	Konstanty pro výpočet tepelné vydatnosti podle empirického vzorce (2.11).	25
tabulka 2.3a	Průměrné výhřevnosti paliv q dle [10]	25
tabulka 2.3b	Průměrné výhřevnosti paliv q (dle [11], průměr za roky 1996 – 2011)	26
tabulka 2.4	Koeficient K <sub>j</sub> pro přepočet 24hodinové intenzity dopravy na denní maximum 1hodinové intenzity. Údaje vychází ze sčítání dopravy ŘSD 2010.	27
tabulka 2.5	Definice tříd rychlosti větru.	29
tabulka 2.6	Stabilitní klasifikace podle Bubníka a Koldovského.	29
tabulka 2.7	Rozmezí rychlostí větru a výskyt jednotlivých tříd rychlosti větru pro jednotlivé třídy stability ovzduší.	30
tabulka 2.8	Matice hodnot g <sub>π</sub> .	13
tabulka 3.1	Hodnoty konstant K <sub>s</sub> , K <sub>m</sub> a ε pro výpočet efektivní výšky.	38
tabulka 3.2	Hodnoty konstant A a B pro výpočet efektivních výšek zdrojů.	38
tabulka 3.3	Hodnota exponentu p z mocninového profilu větru.	40
tabulka 3.4a	Hodnoty konstant pro výpočet rozptylových parametrů pro hodinové hodnoty imisních koncentrací.	41
tabulka 3.4b	Hodnoty konstant pro výpočet rozptylových parametrů pro osmihodinové hodnoty imisních koncentrací.	41
tabulka 3.5	Maximální délka strany plošného elementu y <sub>0</sub> .	42
tabulka 3.6	Maximální délka strany délkového elementu y <sub>0</sub> .	43
tabulka 3.7	Hodnoty koeficientu odstraňování k <sub>u</sub>	44
tabulka 3.8	Kumulativní četnosti výskytu inverzí mezi zemí a výškovou hladinou 850 hPa.	44
tabulka 3.9	Rozmezí rychlostí větru pro výpočet maximálních krátkodobých imisních koncentrací	46
tabulka 4.1	Hodnoty koeficientu přírůstku NO <sub>2</sub>	53
tabulka 5.1	Hodnoty vertikálního teplotního gradientu v I., II, a III. třídě stability používané ve výpočtech imisních koncentrací z exhalací z chladicích věží.	57

## 1. Úvod

SYMOS'97 – Metodická příručka (dále jen „metodika“) je příručkou uživatele metodiky výpočtu znečištění ovzduší a obsahuje návody pro praktický postup při modelových výpočtech imisních koncentrací znečišťujících látek, šířících se z bodových, liniových nebo plošných zdrojů. Obsahuje stručný popis potřebných vstupních údajů, základní rovnice výpočtu, přehled vztahů použitých pro stanovení potřebných parametrů, postup výpočtu hlavních charakteristik znečištění ovzduší a některé další speciální aplikace.

Metodika výpočtu znečištění ovzduší vychází z nejnovějších dostupných poznatků získaných domácím i zahraničním výzkumem, navazuje na dříve vydanou publikaci „Metodika výpočtu znečištění ovzduší pro stanovení a kontrolu technických parametrů zdrojů“, kterou v roce 1979 vydalo tehdejší Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR [1], a podstatným způsobem ji rozšiřuje.

Metodika výpočtu znečištění ovzduší umožňuje:

- výpočet znečištění ovzduší plynnými látkami a prachem z bodových, liniových a plošných zdrojů
- výpočet znečištění od většího počtu zdrojů
- stanovit charakteristiky znečištění v husté geometrické síti referenčních bodů a připravit tímto způsobem podklady pro názorné kartografické zpracování výsledků výpočtů
- brát v úvahu statistické rozložení směru a rychlosti větru vztažené ke třídám stability mezní vrstvy ovzduší podle klasifikace Bubníka a Koldovského
- odhad imisní koncentrace znečišťujících látek při bezvětří a pod inverzní vrstvou ve složitém terénu.

Pro každý referenční bod umožňuje metodika výpočet těchto základních charakteristik znečištění ovzduší:

- maximální možné krátkodobé (hodinové) hodnoty imisních koncentrací znečišťujících látek, které se mohou vyskytnout ve všech třídách rychlosti větru a stability ovzduší
- maximální možné krátkodobé (hodinové) hodnoty imisních koncentrací znečišťujících látek bez ohledu na třídu stability a rychlost větru
- roční průměrné imisní koncentrace
- dobu trvání imisních koncentrací převyšujících určité předem zadané hodnoty (např. imisní limity).

Jako doplňkové charakteristiky je podle metodiky možno

- stanovit výšku komína s ohledem na splnění imisních limitů
- stanovit podíl zdrojů znečištění ovzduší na celkovém znečištění do vzdálenosti 100 km od zdrojů
- stanovit doby překročení zvolených imisních koncentrací pro zdroj se sezónně proměnnou emisí
- vypočítat spad prachu
- vyhodnotit rozptyl exhalací vypouštěných chladičemi věžemi.

### 1.1 Interpretace výsledků výpočtu hlavních charakteristik znečištění ovzduší

Metodika je určena především pro vypracování rozptylových studií jakožto podkladů pro hodnocení kvality ovzduší.

Přestože byli autoři metodiky vedeni snahou o maximální věrohodnost všech použitých postupů, je zřejmé, že základem metodiky je matematický model, který již svou podstatou znamená zjednodušení a nemožnost popsat všechny děje v atmosféře, které ovlivňují rozptyl znečišťujících látek. Proto jsou i vypočtené výsledky nutně zatíženy nějakou chybou a nedají se interpretovat zcela striktně.

Klimatické vstupní údaje znamenají zprůměrované hodnoty jednotlivých veličin za delší časové období. Skutečný průběh meteorologických charakteristik v daném určitém roce se může od průměru značně lišit (např. větrná růžice nebo výskyt inverzí). Obecným výpočtem podle metodiky není možné do výsledků zahrnout vliv kumulace znečišťujících látek pod inverzemi. Základních rovnic modelu nelze použít pro výpočet znečištění pod inverzní vrstvou a při bezvětří. Pro tento účel je nutno použít postupů uvedených v kapitole 5.1.

Výpočetní rovnice byly stanovené za předpokladu maximální vzdálenosti referenčního bodu od zdroje 100 km a tedy ani výpočet podle této metodiky nelze použít pro vzdálenosti větší než 100 km od zdroje. Při výběru referenčních bodů nelze většinou postihnout podrobně všechny nerovnosti terénu. Protože program vyhodnocující terénní profily pracuje pouze s nadmořskými výškami v místech referenčních bodů a zdrojů, může se stát, že se nějaký terénní útvar (např. úzké údolí) „ztratí“. Metodika tedy není použitelná pro výpočet znečištění ovzduší ve velmi členitém terénu a uvnitř městské zástavby pod úrovní střech budov (např. na křižovatkách nebo v kaňonech ulic).





V metodice se nepočítá s pozadovým znečištěním ovzduší. Vypočtené imisní koncentrace jsou pouze příspěvky imisních koncentrací způsobené emisními zdroji zahrnutými do výpočtu. Stejně tak metodika nezohledňuje sekundární prašnost, která může tvořit velkou část prachu v ovzduší.

## 1.2 Úpravy metodiky

První úpravy metodiky vydané v roce 1998 proběhly v roce 2003 v souvislosti se schválením zákona č. 86/2002 Sb. a vládního nařízení č. 350/2002 Sb. a byly uvedeny v doplňku k metodické příručce. Doplňěk reagoval mj. na nové imisní limity pro  $PM_{10}$ , poskytl návod pro výpočet průměrných denních koncentrací  $PM_{10}$  a  $SO_2$  z maximálních hodinových koncentrací těchto látek a umožnil hodnocení imisního příspěvku  $NO_2$  (dříve pouze  $NO_x$ ).

V úpravě 2013 byl pro přehlednost sloučen doplňěk s původní metodikou a byl brán zřetel na aktuální legislativu (např. aktualizované imisní limity) a nové poznatky v oblasti ochrany čistoty ovzduší. Byly upraveny tabulky průměrných výhřevností paliv, odstraněny tabulky poměrů  $NO_2$  a  $PM_{10}$ , aktualizovány koeficienty pro liniové zdroje, aktualizovány vzorce pro výpočet maximálních denních imisních koncentrací  $PM_{10}$  a  $SO_2$  a upraven vztah pro výpočet přeměny NO na  $NO_2$ . Byl doplněn postup pro výpočet počtu dní překračujících 24hodinový limit suspendovaných částic  $PM_{10}$  emitovaných z liniových zdrojů (pozemních komunikací).

## 2. Vstupní údaje

Vstupní údaje potřebné k výpočtu znečištění ovzduší lze rozdělit na tyto kategorie:

- Údaje o zdrojích.
- Meteorologické a klimatické podklady.
- Údaje o topografickém rozložení referenčních bodů, ve kterých se bude výpočet provádět, informace o výšce a rozmístění budov v zájmovém území.
- Údaje o imisních limitech a přípustných imisních koncentracích znečišťujících látek

Potřebné vstupní údaje se dále liší podle typu zdroje (bodové, plošné, chladičí věže atd.) a podmínek v atmosféře modelovaných výpočtem (výpočet za běžných podmínek nebo za bezvětří).

Nejčastěji používaným souřadným systémem, používaným při popisu umístění zdrojů a referenčních nebo uzlových bodů, je pravoúhlý systém, kdy osa X míří k východu, osa Y míří k severu a osa Z míří k zenitu a představuje nadmořské výšky nebo výšky budov.

### 2.1 Vstupní údaje o zdrojích

#### 2.1.1 Bodové zdroje

Za bodové zdroje se považují zejména komíny a výduchy, jejichž rozměr je zanedbatelný oproti vzdálenostem, ve kterých se počítá znečištění ovzduší. U bodových zdrojů je nutné znát tyto údaje:

- Polohu zdroje**, tj. souřadnice  $x_z$ ,  $y_z$  [m] ve zvolené souřadné síti
- Nadmořskou výšku**  $z_z$  [m] terénu v místě zdroje
- Výšku H [m] koruny komína nebo konce výduchu nad terénem** („výška komína“). Tato veličina však může být teprve požadovaným výsledkem výpočtu u projektovaných zdrojů emisí.
- U spalovacích procesů **informace o palivu a jeho spotřebě**:
  - Množství spáleného paliva za hodinu  $S_h$  [ $kg \cdot h^{-1}$ ,  $m^3 \cdot h^{-1}$ ] při instalovaném tepelném výkonu spalovacího zařízení
  - Roční množství spáleného paliva  $S_r$  [ $kg \cdot r^{-1}$ ,  $m^3 \cdot r^{-1}$ ]
  - Kvalita paliva (výhřevnost, chemické složení apod.)
- U technologií **roční provozní dobu**  $P_r$  [hod $\cdot r^{-1}$ ]
- Objemový tok spalin** (u spalovacích procesů) nebo vzdušiny (u technologií)  $V_s$  [ $Nm^3 \cdot s^{-1}$ ]<sup>1</sup> z komína nebo výduchu přepočtený na normální podmínky (teplotu 0 °C (273,15 K) a tlak

<sup>1</sup> Normální metr krychlový [ $Nm^3$ ] označuje objem vztažený k normálním podmínkám, tzn. teplotě 0 °C a tlaku 101325 Pa

101325 Pa). Přepočet na normální podmínky se provádí podle vztahu:

$$V_s = V \cdot \frac{273,15}{273,15 + t_s} \cdot \frac{p}{101325} \quad (2.1)$$

kde  $t_s$  je teplota odcházejících exhalací v koruně komína nebo výduchu [ °C],

$p$  je tlak vzduchu [Pa],

$V$  je objemový tok spalin nebo vzdušiny z komína nebo výduchu za skutečných podmínek (při teplotě  $t_s$  a tlaku  $p$ ).

Objemový tok spalin za normálních provozních podmínek lze u spalovacích procesů vypočítat ze spotřeby paliva podle následujícího vzorce:

$$V_s = \frac{K_3 \cdot S_h}{3600} \quad (2.2)$$

kde  $S_h$  je spotřeba paliva v kg nebo m<sup>3</sup> za hodinu

$K_3$  je konstanta, která nabývá hodnot podle tabulky 2.1

Objemový tok spalin lze ve výpočtu zanedbat, pokud se výpočty neprovádějí blízkosti komínu (výduchu).

**tabulka 2.1** Množství spalin  $K_3$  v m<sup>3</sup> na jeden kg nebo jeden m<sup>3</sup> spáleného paliva

Palivo		$K_3$	jednotky
zemní plyn		12,28	m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup>
hnědé uhlí	Tříděné	7,55	m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>
	Prach	5,89	m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>
černé uhlí	Tříděné	10,77	m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>
	Prach	8,93	m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>
topný olej		10,87	m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>
Dřevo		5,20	m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>

7. Množství znečišťující látky  $M$  [g·s<sup>-1</sup>] odcházející komínem (výduchem) za normálního tlaku a teploty.

a) Pokud je známa koncentrace  $K_E$  [mg·Nm<sup>-3</sup>] znečišťující látky ve spalinách za normálních podmínek, stanoví se  $M$  jako

$$M = 10^{-3} \cdot K_E \cdot V_s \quad (2.3)$$

Koncentrace znečišťujících látek ve spalinách (vzdušině) se často udává přepočtená na referenční spaliny, tj. suché a s referenčním obsahem kyslíku  $O_r$  [%]. V takovém případě se za  $V_s$  do vztahu (2.3) dosazuje hodnota  $V_{sR}$ , která udává objemový tok spalin přepočtený na suchý plyn a referenční obsah kyslíku. Pro její výpočet je nutné znát navíc obsah vodní páry ve skutečných spalinách (vzdušině)  $W$  [%] a obsah kyslíku ve skutečných spalinách  $O_s$  [%].





Pokud je  $O_s$  udán vzhledem k vlhkým skutečným spalinám, spočte se  $V_{sR}$  jako

$$V_{sR} = V_s \frac{\left(1 - \frac{W}{100}\right) \cdot 21 - O_s}{21 - O_r} \quad (2.4)$$

Pokud je  $O_s$  udán vzhledem k suchým skutečným spalinám, spočte se  $V_{sR}$  jako

$$V_{sR} = V_s \cdot \left(1 - \frac{W}{100}\right) \cdot \frac{21 - O_s}{21 - O_r} \quad (2.5)$$

- b) V ostatních případech se  $M$  stanoví z hodinového množství spáleného paliva  $S_h$  [ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ] při jmenovitém výkonu spalovacího zařízení a z emisního faktoru  $f_E$  [ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ]:

$$M = \frac{S_h \cdot f_E}{3600} \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (2.6)$$

kde  $\eta$  [%] je účinnost opatření omezujících únik znečišťující látky (tj. odsiřovacího zařízení, odlučovačů popílku, filtrů aj.).

V případě emisí  $\text{SO}_2$  a prachu ze spalovacích procesů závisí emisní faktory na jakostních znacích paliva, konkrétně na procentuálním hmotnostním obsahu popelovin  $A_p$  a síry  $S_p$  v původním vzorku pevného paliva nebo na obsahu síry v kapalném palivu. U pevných paliv se hodnoty  $A_p$ ,  $S_p$  vypočtou z obsahu popelovin  $A_s$  a síry  $S_s$  v sušině a z obsahu vody  $W_p$  [%] podle vztahů

$$A_p = \left(1 - \frac{W_p}{100}\right) \cdot A_s \quad (2.7)$$

$$S_p = \left(1 - \frac{W_p}{100}\right) \cdot S_s \quad (2.8)$$

Pokud se emisní faktor vztahuje k jiným jednotkám než k množství spáleného paliva, pak

$$M = A \cdot P \cdot f_E \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (2.9)$$

kde  $P$  je počet jednotek, na které je emisní faktor vztažený  
 $A$  je převodní rozměrový koeficient určený tak, aby  $M$  bylo udáno v  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$ .

8. **Teplotu  $t_s$  [°C] spalin nebo vzdušiny** v koruně komína (výduchu).
9. Pokud je  $t_s < 80$  °C, je navíc nutno znát **vnitřní průměr komína** (výduchu)  $D_v$  [m].



10. Tepelnou vydatnost  $Q$  [MW], která se stanovuje

a) Na základě předchozích vstupních dat podle vzorce

$$Q = 10^{-3} \cdot V_s \cdot c_s \cdot (t_s - t_0) \quad (2.10)$$

kde  $V_s$  je objemový tok spalin nebo vzdušiny z komína nebo výduchu za normálních podmínek [ $\text{Nm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ],  
 $c_s$  je měrné teplo exhalací o hodnotě  $1,371 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ ,  
 $t_s$  je teplota odcházejících exhalací v koruně komína nebo výduchu ve stupních Celsia,  
 $t_0$  je teplota okolních vzduchu. Obvykle předpokládáme, že teplota okolí je  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

b) V případě, že není k dispozici údaj o  $V_s$ , počítá se podle vzorce:

$$Q = K_1 \cdot S \cdot (q + K_2) \quad (2.11)$$

kde  $q$  je výhřevnost paliva; u pevného a kapalného paliva v  $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , u plyných paliv v  $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  
 $S$  je maximální průměrná hodinová spotřeba paliva v tunách za hodinu pro pevná a kapalná paliva v  $10^3 \text{ m}^3$  za hodinu pro plyná paliva,  
 $K_1, K_2$  jsou konstanty závislé na typu a výkonu topeniště a na skupenství paliva. Hodnoty konstant jsou uvedeny v tabulce 2.2.

tabulka 2.2 Konstanty pro výpočet tepelné vydatnosti podle empirického vzorce (2.11).

druh topeniště	výkon [MW]	$10^3 \cdot K_1$	$K_2$
rošťová	$\leq 3,8$	3,830	3870
	$> 3,8$	2,940	4054
granulační	bez omezení	1,927	4305
tavící pec	bez omezení	1,740	4443
kapalná paliva	$\leq 3,8$	3,560	2411
	$> 3,8$	2,880	1830
plynná paliva	$\leq 3,8$	1,979	882
	$> 3,8$	1,456	1204

Pokud nejsou známy přesné hodnoty výhřevnosti paliv, lze s určitým přiblížením použít orientační hodnoty uvedené v tabulkách 2.3a a 2.3b.

tabulka 2.3a Průměrné výhřevnosti paliv  $q$  dle [10]

Palivo	$q$	Jednotky
Zemní plyn	33480	$\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$
Zemní plyn karbonský - důlní	30110	$\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$
Propan	46400	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Generátorový plyn	5860	$\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$
Koksárenský plyn	15620	$\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$
Vysokopecní plyn	3810	$\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$
Svítiplyn	14500	$\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$
Lehký topný olej	42300	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Těžký topný olej	40610	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Motorová nafta	42610	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Benzín automobilový	43590	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Dřevo palivové	14620	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Dřevěné brikety	16210	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Hnědé uhlí prachové – Most	11720	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Hnědé uhlí tříděné – Most	17180	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$





Hnědé uhlí prachové - Sokolov	10490	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Hnědé uhlí tříděné – Sokolov	14170	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Černé uhlí prachové - Ostrava	22780	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Černé uhlí energetické - Ostrava	29210	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Černé uhlí prachové – Kladno	15570	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Černé uhlí energetické - Kladno	22610	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
UVKP – Ostrava	27510	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Kaly – Ostrava	16710	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Proplástek – Ostrava	14790	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Koks otopový	27490	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Lignit	8790	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Brikety	23050	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Sláma obilná	15500	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Komunální odpad	9120	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Papír	14110	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Pryžový odpad	34920	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

tabulka 2.3b Průměrné výhřevnosti paliv  $q$  (dle [11], průměr za roky 1996 – 2011)

Palivo	$q$	jednotky
HU tříděné	17894	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
HU energetické	12255	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Brikety	23541	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Lignit	8694	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
ČU tříděné	28271	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
ČU energetické	24007	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Proplástek	18318	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
ČU kaly	19188	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Koks	27053	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

11. V případě výpočtu znečištění ovzduší prachovými částicemi se vyjde z poměru zastoupení požadovaných frakcí PM uvedených v příloze č. 2 metodického pokynu ke zpracování rozptylových studií.

Vstupní údaje 6), 7) a 8) se v případě spalovacích procesů udávají při jmenovitém výkonu spalovacího zařízení.

### 2.1.2 Plošné zdroje

Výpočet znečištění ovzduší z plošných zdrojů se provádí tak, že se plošný zdroj rozdělí na dostatečný počet čtvercových elementů plochy a výsledné znečištění se vypočítá jako součet příspěvků od všech elementů. Pro každý element je proto třeba znát následující údaje:

1. **Polohu jeho středu**, tj. souřadnice  $x_z$ ,  $y_z$  [m] středu ve zvolené souřadné síti.
2. **Nadmořskou výšku**  $z_z$  [m].
3. Rozměr elementu, tj. **délku strany čtverce**  $y_0$  [m]. Pokud jsou elementy stejně veliké, znamená  $y_0$  zároveň vzdálenost středů sousedních elementů.
4. **Emisi**  $M_E$  [ $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$ ] znečišťující látky z elementu. Pokud je zadána plošná intenzita emise  $M_p$  [ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ] pro dané místo, vypočítá se  $M_E$ :

$$M_E = M_p \cdot y_0^2 \quad (2.12)$$

5. Pokud se emitující plocha nenachází na povrchu země, je nutné znát **výšku**  $h_p$  [m] **nad zemí**, ve které emitující plocha je. Pokud se za plošný zdroj považuje část obce se zástavbou s lokálními topeništi, odpovídá  $h_p$  průměrné efektivní výšce, do které se exhalace z lokálních topenišť dostanou a stanoví se jako střední výška budov v plošném elementu zvýšená o 10 m.

### 2.1.3 Liniové zdroje

Za liniové zdroje se považují převážně pozemní komunikace s automobilovým provozem. Podobně jako u plošných zdrojů se rozdělí na dostatečný počet délkových elementů a výsledné znečištění se vypočítá jako součet příspěvků od všech elementů. Pro každý element je nutné znát tyto údaje:

1. Souřadnice počátku a konce elementu, tj. souřadnice  $x_{z_1}, y_{z_1}$  [m] a  $x_{z_2}, y_{z_2}$  [m] ve zvolené souřadné síti.
2. Nadmořskou výšku počátku a konce elementu  $z_{z_1}$  a  $z_{z_2}$  [m].
3. Šířku pozemní komunikace  $x_0$  [m].
4. Emisi  $M_E$  [g·s<sup>-1</sup>] znečišťující látky z elementu. Pokud je zadána délková intenzita emise pro dané místo  $M_L$  [g·m<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>], vypočítá se  $M_E$ :

$$M_E = M_L \cdot y_0 \quad (2.13)$$

Délka elementu  $y_0$  se vypočte ze souřadnic  $x_{z_1}, x_{z_2}, y_{z_1}, y_{z_2}$ . Délková intenzita emisí znečišťujících látek z automobilového provozu se určí na základě emisních faktorů pro různé typy vozidel. Pro daný úsek pozemní komunikace je tedy třeba znát hustotu provozu jednotlivých typů vozidel.

Intenzita provozu jednotlivých skupin motorových vozidel na daném úseku pozemní komunikace se většinou uvádí v počtu vozidel za den (24 hodin). Pro účely výpočtu emisní intenzity provozu rozeznáváme 4 typy motorových vozidel:

1. osobní automobily
2. dodávkové a lehké nákladní automobily
3. těžké nákladní automobily
4. autobusy

Označíme-li počet projíždějících vozidel z j-té skupiny za den  $N_j$  a emisní faktor pro j-tou skupinu vozidel  $E_{Fj}$ , pak pro délkovou intenzitu emise dané znečišťující látky platí

$$\bar{M}_L = \frac{1}{86,4 \cdot 10^6} \cdot \sum_j N_j \cdot E_{Fj} \quad [\text{g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (2.14)$$

Tato hodnota znamená průměrnou denní intenzitu emise. Pokud nejsou k dispozici podrobnější informace o denním chodu frekvence aut, použije se pro výpočet maximálního znečištění vzorec

$$N_{lmax_j} = K_j \cdot N_j \quad (2.14a)$$

kde  $N_{lmax_j}$  je denní maximum 1hodinové intenzity dopravy pro daný typ vozidel a  $K_j$  je hodnota z tabulky 2.4 (pro daný typ pozemní komunikace a daný typ vozidel).

**tabulka 2.4** Koeficient  $K_j$  pro přepočítání 24hodinové intenzity dopravy na denní maximum 1hodinové intenzity. Údaje vychází ze sčítání dopravy ŘSD 2010.

	Dálnice	Komunikace 1. a 2. třídy
Osobní automobily	0,16	0,14
Lehké nákladní automobily	0,11	0,10
Těžké nákladní automobily	0,14	0,20
Autobusy	0,17	0,14

### 2.1.4 Výpočet znečištění ovzduší při klidu a inverzích

Při výpočtu znečištění ovzduší při klidu a inverzích je, podle kapitoly 5.1, třeba znát standardní vstupní data o zdrojích stejné jako v částech 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 a 2.1.5.

### 2.1.5 Chladicí věže tepelných elektráren

Pokud se používá u některé tepelné elektrárny vypouštění spalin pomocí chladicích věží, pak jsou nutné následující vstupní údaje:





1. **Počet chladicích věží  $N$ .**
2. Jejich **polohu**, tj. souřadnice  $x_z, y_z$  [m] ve zvolené souřadné síti.
3. **Nadmořskou výšku terénu  $z_e$**  [m] v místě chladicích věží.
4. **Výšku chladicí věže  $H$**  [m].
5. Doby v roce, po které jsou v činnosti:
 

	1. chladicí věž .....	$P_{r1}$	[hod za rok]
	2. chladicí věž .....	$P_{r2}$	[hod za rok]
N-tá chladicí věž	$P_{rN}$ .....		[hod za rok]
6. **Objemový tok spalin  $V_s$**  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>] vypouštěných do každé chladicí věže.  $V_s$  se udává **při teplotě  $t_s$** , tedy nepřepočtený na normální podmínky.
7. **Teplota  $t_s$**  [°C] spalin vypouštěných do chladicí věže.
8. **Množství znečišťující látky  $M$**  [g·s<sup>-1</sup>] odcházející každou chladicí věží. Pokud hodnoty  $M$  neuvede zadavatel, určí se stejným způsobem jako v případě komínů bodových zdrojů.
9. **Průměr chladicí věže  $D_v$**  [m] v koruně.
10. Při výpočtu znečištění ovzduší prachovými částicemi podíl částic PM<sub>10</sub> resp. PM<sub>2,5</sub> v emisích tuhých znečišťujících látek.
11. **Závislost teploty  $t_{ch}'$**  [°C] **vlhkého vzduchu** opouštějícího chladicí věž (bez zavedení spalin do věže) **na vnější teplotě  $t_e$  a relativní vlhkosti  $r$ .**
12. **Závislost objemového toku  $V_{ch}'$**  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>] **vlhkého vzduchu** opouštějícího chladicí věž (bez zavedení spalin do věže) na vnější teplotě  $t_e$  a relativní vlhkosti  $r$ .

Pokud závislosti 11) a 12) nejsou k dispozici, pak postačí 4 hodnoty  $t_{ch}'$  a  $V_{ch}'$ :

- pro nízkou  $t_e$  a nízkou  $r$
- pro nízkou  $t_e$  a vysokou  $r$
- pro vysokou  $t_e$  a nízkou  $r$
- pro vysokou  $t_e$  a vysokou  $r$ .

### 2.1.6 Podrobný výpočet doby trvání znečištění pro jeden zdroj

V případě podrobného výpočtu doby trvání znečištění ovzduší pro 1 zdroj znečištění (komín nebo výdech) jsou třeba stejné vstupní údaje jako pro bodový zdroj (část 2.1.1), avšak údaje v bodech 4), 6), 7) a 8) je nutné znát při všech provozních režimech zdroje. Jednotlivé provozní režimy se určí z časové křivky výkonu (vytížení) dané provozní jednotky během roku.

### 2.1.7 Procentuální zastoupení PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v emisích tuhých znečišťujících látek

Pokud je známa přímo hodnota emise PM<sub>10</sub>, resp. PM<sub>2,5</sub>, z daného zdroje, použije se pro výpočet. Obvykle však tyto informace nejsou k dispozici a jako vstupní hodnota je udávána pouze celková hodnota emisí prachu (např. v REZZO). V takovém případě je nutné použít údaje o procentuálním zastoupení jednotlivých frakcí v celkových emisích tuhých znečišťujících látek uvedené v příloze č. 2 metodického pokynu ke zpracování rozptylových studií.

## 2.2 Meteorologické a klimatické vstupní údaje

Meteorologické a klimatické údaje potřebné pro výpočty znečištění ovzduší se obvykle týkají období několika let. Pouze při některých speciálních aplikacích této metodiky je možné použít údaje pro jednotlivé sezóny nebo jiný konkrétní časový úsek. V takových případech je však nutné před vlastním výpočtem připravit i tyto

klimatické údaje, protože nebyvají běžně k dispozici, na rozdíl od standardních týkajících se ročního období. Pozornost je třeba věnovat rovněž tomu, zda jsou údaje z té které meteorologické nebo klimatické stanice reprezentativní pro dané místo výpočtu. Posouzení této reprezentativnosti je však záležitost značně komplikovaná, závisí nejen na topografii terénu a vzdálenosti stanice od místa výpočtu, ale i na typu klimatických údajů a spadá spíše do oboru „odborných odhadů v klimatologii“, takže nemůže být součástí metodiky.

### 2.2.1 Klimatické údaje pro běžné výpočty znečištění ovzduší

Běžnými výpočty znečištění ovzduší rozumíme výpočty od zdrojů, jejichž charakteristiky nejsou přímo ovlivňované meteorologickými podmínkami (tedy od bodových, plošných a liniových zdrojů, nikoliv však od chladicích věží). Pro takové výpočty je nejdůležitějším klimatickým vstupním údajem větrná růžice rozlišená podle tříd rychlosti větru a teplotní stability atmosféry.

Výběr větrné růžice provádíme přednostně podle umístění zdroje, v případě mnoha zdrojů a větší oblasti je třeba zvolit větrnou růžici konstruovanou speciálně pro tuto oblast.

Rychlost rozptylu znečišťujících látek v atmosféře závisí zejména na dvou veličinách: rychlosti větru a intenzitě termické turbulence. Protože intenzita termické turbulence je přímo závislá na teplotní stabilitě atmosféry, je nejdůležitějším klimatickým vstupním údajem větrná růžice rozlišená podle rychlosti větru a teplotní stability atmosféry.

Rychlost větru se v metodice popisuje pomocí 3 tříd rychlosti:

**tabulka 2.5** Definice tříd rychlosti větru.

třída rychlosti větru	rozmezí rychlosti [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	třídní rychlost [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
1. slabý vítr	od 0 do 2,5 včetně	1,7
2. mírný vítr	od 2,5 do 7,5 včetně	5,0
3. silný vítr	nad 7,5	11,0

Rychlostí větru se přitom rozumí rychlost zjišťovaná ve standardní meteorologické výšce 10 m nad zemí. Intenzita termické turbulence závisí velmi silně na termické stabilitě atmosféry, tj. na jejím teplotním zvrstvení. Tato stabilita se v metodice popisuje pomocí stabilitní klasifikace Bubník-Koldovský odvozené v ČHMÚ. Stabilitní klasifikace obsahuje 5 tříd stability ovzduší.

**tabulka 2.6** Stabilitní klasifikace podle Bubníka a Koldovského.

třída stability	vertikální teplotní gradient [ $^{\circ}\text{C}$ na 100 m]	popis
I. superstabilní	$\gamma < -1,6$	silné inverze, velmi špatné rozptylové podmínky
II. stabilní	$-1,6 \leq \gamma < -0,7$	běžné inverze, špatné rozptylové podmínky
III. izotermní	$-0,7 \leq \gamma < 0,6$	slabé inverze, izotermie nebo malý kladný teplotní gradient, často se vyskytující mírně zhoršené rozptylové podmínky
IV. normální	$0,6 \leq \gamma \leq 0,8$	indiferentní teplotní zvrstvení, běžný případ dobrých rozptylových podmínek
V. konvektivní	$\gamma > 0,8$	labilní teplotní zvrstvení, rychlý rozptyl znečišťujících látek

Vertikální teplotní gradient je přitom definován:

$$\gamma = - \frac{\partial T(z)}{\partial z} \quad (2.15)$$

kde  $T(z)$  je teplota vzduchu závisící na výšce.

Ne všechny třídy stability atmosféry se vyskytují za všech rychlostí větru. Následující tabulka obsahuje rozmezí rychlostí větru a výskyt jednotlivých tříd rychlosti větru při jednotlivých třídách stability ovzduší:





**tabulka 2.7** Rozmezí rychlostí větru a výskyt jednotlivých tříd rychlosti větru pro jednotlivé třídy stability ovzduší.

třída stability	rozmezí vyskytujících se rychlostí větru [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	výskyt tříd rychlostí větru
I	0 – 2,5	1
II	0 – 5,0	1, 2
III	rychlost není omezena	1, 2, 3
IV	rychlost není omezena	1, 2, 3
V	0 – 5,0	1, 2

V praxi se tedy může vyskytnout 11 kombinací tříd stability a tříd rychlosti větru. Větrná růžice, která je vstupem pro výpočet znečištění ovzduší, musí tedy obsahovat relativní četnosti směru větru z 8 základních směrů pro těchto 11 různých typů rozptylových podmínek a kromě toho četnost bezvětří pro každou třídu stability atmosféry. Četnosti se udávají v % s přesností na 2 desetinná místa.

Směry větru se v meteorologii určují podle toho, odkud vítr vane. Označování směrů větru ve stupních začíná od severu a zvětšuje se postupně ve směru hodinových ručiček. Vítr, který vane od východu, vane ze směru  $90^\circ$ , od jihu z  $180^\circ$ , od západu z  $270^\circ$  a ze severu z  $360^\circ$ . To znamená, že větrnou růžici lze jednoduše vyjádřit v pravoúhlé souřadné soustavě, ve které osa X míří k východu a osa Y k severu. Uvádějí-li se souřadnice zdrojů a referenčních bodů, resp. uzlových bodů pravidelné sítě v jiných souřadných systémech, kdy osa Y nemíří k severu, (např. v Křovákových souřadnicích) pak je nutno sjednotit všechny používané souřadné systémy v jeden.

### 2.2.2 Údaje pro výpočet imisních koncentrací za inverzí a bezvětří

Pro výpočet extrémního znečištění za inverzí a bezvětří je třeba znát:

1. výšku  $L$  [m] horní hranice inverze nad dnem údolí, pro které se výpočet provádí
2. dobu  $T$  [h] nepřetržitého trvání podmínek inverze a současného bezvětří.

### 2.2.3 Klimatické údaje pro výpočet znečištění ovzduší od chladicích věží

Pro tento výpočet je nutné mít k dispozici stejnou větrnou růžici rozdělenou podle tříd stability atmosféry a rychlosti větru jako u běžných výpočtů znečištění. Protože však charakteristiky zdroje (objem a teplota vzduchu odcházejícího z chladicích věží) závisí na vnějších podmínkách (teplotě a relativní vlhkosti okolního vzduchu), je nutné znát navíc tyto údaje:

1. **Matice hodnot  $g_{rt}$**  pro každou třídu stability ovzduší

Hodnoty  $g_{rt}$  představují relativní četnosti výskytu situace s teplotou  $t$  v dané třídě teploty a s relativní vlhkostí  $r$  v dané třídě relativní vlhkosti a to pro danou třídu stability ovzduší. Třídy teploty a relativní vlhkosti jsou stanoveny v následující tabulce.

**tabulka 2.8** Matice hodnot  $g_{rt}$ .

Teplota vzduchu $t_e$ [ $^\circ\text{C}$ ]		relativní vlhkost vzduchu $r$ [%]							
interval	třídní teplota	interval	< 50	50 – 70	70 – 80	80 – 85	85 – 90	90 – 95	95 – 100
		třídní vlhkost	40	60	75	83	88	93	98
< -10	-12								
-10 – -5	-7								
-5 – 0	-2								
0 – 5	3								
5 – 10	8								
10 – 15	13								
15 – 20	18								
20 – 25	23								
25 – 30	28								
> 30	33								

Pro hodnoty  $g_{rt}$  v tabulce (matici) bude pro každou třídu stability platit:

$$\sum_r \sum_t g_{rt} = I \quad (2.16)$$

Vzhledem k tomu, že stabilitní klasifikace rozeznává 5 tříd stability ovzduší, je třeba mít k dispozici 5 takových matic hodnot  $g_{rt}$ . Hodnoty  $g_{rt}$  se získají statistickým zpracováním pozorování z meteorologické stanice, která je pro sledované místo reprezentativní.

## 2. Matice hodnot $f_{rt}$

Hodnoty  $f_{rt}$  vyjadřují průměrné relativní množství zkondenzované vodní páry ve vzduchu při dané kombinaci teploty a vlhkosti vzduchu. V praxi se při výpočtu průměrných hodnot dají nahradit poměrem

$$f_{rt} = \frac{D_{m,rt}}{D_{rt}} \quad (2.17)$$

kde  $D_{m,rt}$  je trvání situací s výskytem mlhy při teplotě  $t$  a relativní vlhkosti  $r$  za dané období a  $D_{rt}$  je celková doba trvání situací s teplotou  $t$  a relativní vlhkostí  $r$ .

Pro hodnoty  $f_{rt}$  se volí stejné třídy teploty  $t_e$  a relativní vlhkosti  $r$  jako pro hodnoty  $g_{rt}$  (tab. 2.8). Vyčíslení matice  $f_{rt}$  se provede stejně jako u  $g_{rt}$  statistickým zpracováním meteorologických pozorování.

## 2.3 Údaje o referenčních bodech, terénu a budovách

### 2.3.1 Údaje o referenčních bodech

Pro každý referenční bod, pro který se počítá znečištění ovzduší, je nutné znát tyto údaje:

1. **Název referenčního bodu** (není povinné, ale u specifických výpočtových bodů užitečné).
2. **Polohu referenčního bodu**, tj. souřadnice  $x_r, y_r$  [m] ve zvolené souřadné síti.
3. **Nadmořskou výška terénu**  $z_r$  [m] v místě referenčního bodu.
4. Pokud je referenční bod umístěn jinde než v úrovni terénu, (např. na budově), pak jeho **výšku**  $l$  [m] **nad terénem** (výšku budovy).

### 2.3.2 Údaje o topografii terénu

Hodnoty vypočtených imisních koncentrací v referenčním bodě závisí mimo jiné na tvaru terénu mezi zdrojem a referenčním bodem. V případě, že terén mezi zdrojem a referenčním bodem není rovinný, je třeba mít informace o jeho tvaru.

V praxi se výpočty provádějí obvykle v pravidelné nebo nepravidelné síti referenčních bodů. Z údajů o jejich poloze a nadmořských výškách terénu v jejich místě se vyhodnocuje tvar a charakteristiky terénu ve sledované oblasti. Přesnost výpočtu profilu terénu mezi zdrojem a referenčním bodem závisí na dostatečné hustotě referenčních bodů v síti. Hustotu sítě referenčních bodů je proto nutné volit takovou, aby postihla všechny podstatné terénní útvary v daném území.

Mezi zdrojem a nejbližším referenčním bodem se předpokládá rovinný terén bez jakýchkoliv významných terénních útvarů. Naopak, pokud chceme podrobněji popsat terén mezi zdrojem a nějakým referenčním bodem, je nutné zvolit mezi nimi několik dalších referenčních bodů. I v tomto případě je výhodné znát nadmořské výšky nikoliv jen na spojnici mezi zdrojem  $z$  a referenčním bodem, ale v síti bodů rozložených kolem této spojnice.

### 2.3.3 Údaje pro výpočet znečištění v zástavbě

Při výpočtu znečištění ovzduší v terénu zastavěném budovami se referenční body umísťují na budovách, tj. na horních hranách jejich fasád. Je vhodné umístit některé referenční body na nejvyšší budovy v okolí zdroje (zdrojů).

U podrobných výpočtů v malých vzdálenostech a při stanovování potřebných výšek komínů nebo výduchů je nutné kromě výšek budov ležících v okolí zdroje znát rovněž jejich rozmístění a půdorysné rozměry. Tyto údaje lze odečíst z podrobných map.





### 2.3.4 Údaje pro výpočet znečištění při bezvětří a inverzích

Při výpočtu znečištění ovzduší při bezvětří a inverzi se předpokládá, že zdroje exhalují do objemu vzduchu uzavřeného z boků svahy údolí a seshora horní hranicí inverze. K výpočtu objemu takto uzavřeného vzduchu je proto nutné z map odečíst plochy  $P(z)$  údolí v různých výškách z nad dnem údolí.

### 2.4 Údaje o imisních limitech a přípustných imisních koncentracích znečišťujících látek

Vypočtené imisní příspěvky zdrojů zahrnutých do výpočtu (dále jen vypočítané imisní koncentrace) znečišťujících látek v referenčních bodech je možné pro orientaci porovnat s jejich limitními hodnotami, aby bylo zřejmé, zda znečištění ovzduší v daných místech nepřekračuje přípustné hranice. Tyto limitní hodnoty jsou určeny pomocí imisních limitů nebo pomocí nejvyšších přípustných imisních koncentrací.

Imisní limity pro vybrané znečišťující látky jsou vydané v platné legislativě. Pro ostatní znečišťující látky v ovzduší je úkolem Ministerstva zdravotnictví (MZ) dle § 27, odst. 6 b zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší zpracovávat a vést seznam referenčních imisních koncentrací pro účely hodnocení těchto látek a řízení zdravotních rizik. Tuto povinnost delegovalo MZ na Státní zdravotní ústav (SZÚ), který seznam imisních referenčních koncentrací uvádí na <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/ovzdusi-a-zdravi>. Pro látku, zde neuvedenou je možno požádat SZÚ o stanovení imisní referenční koncentrace. Je třeba poznamenat, že imisní limity mají vyšší právní sílu než nejvýše přípustné imisní koncentrace.

## 3. Metodika výpočtu znečištění ovzduší

### 3.1 Základní rovnice pro výpočet znečištění ovzduší pro zvlněný terén

V rovnicích, uváděných v odstavci 3.1, mají jednotlivé symboly následující významy:

$\alpha_{pi}$	[%]	procentuální zastoupení v jednotlivých třídách velikosti prašných částic
$c$	[ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	krátkodobá koncentrace znečišťující látky
$d$	[m]	průměr prašné částice
$h$	[m]	efektivní výška zdroje bez korekce na vliv terénu (viz kap. 3.2.3)
$h_l$	[m]	efektivní výška zdroje po provedení všech korekcí (viz kap. 3.2.3)
$h_{gi}$	[m]	pokles efektivní výšky zdroje vlivem pádové rychlosti prašných částic pro velikost částic o průměru $d_i$ (viz kap. 3.1.2)
$\vartheta$	[-]	koeficient pro zvlněný terén (viz kap. 3.2.2)
$K_h$	[-]	koeficient zeslabení vlivu nízkých zdrojů na referenční body ve větších nadmořských výškách (viz kap. 3.2.7)
$k_u$	[ $\text{s}^{-1}$ ]	koeficient odstraňování, zahrnující suchou a mokrou depozici a chemické transformace (viz kap. 3.2.6)
$M$	[ $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	množství znečišťující látky odcházející komínem, resp. výduchem (viz kap. 2.1.1, bod 7)
$M_E$	[ $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	emise znečišťující látky z elementu plochy (viz kap. 2.1.2, bod 4)
$M_L$	[ $\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	délková intenzita emise znečišťující látky (viz kap. 2.1.3, bod 5)
$M_z$	[m]	obecná emise znečišťující látky
$P_d$	[h]	počet hodin za den, kdy je zdroj v činnosti



$\sigma_y(x_L)$	[m]	příčný horizontální rozptylový parametr (viz kap. 3.2.5.1)
$\sigma_{y0}(x_L)$	[m]	počáteční příčný horizontální rozptylový parametr pro plošné a liniové zdroje (viz kap. 3.2.5.2 a 3.2.5.3)
$\sigma_z(x_L)$	[m]	příčný vertikální rozptylový parametr (viz kap. 3.2.5.1)
$\sigma_{z0}(x_L)$	[m]	počáteční příčný vertikální rozptylový parametr pro plošné a liniové zdroje (viz kap. 3.2.5.2 a 3.2.5.3)
$u_h$	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost větru ve výšce h (viz kap. 3.2.4.1)
$u_{h1}$	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost větru ve výšce h <sub>1</sub> (viz kap. 3.2.4.1)
$v_{gi}$	[m·s <sup>-1</sup> ]	pádová rychlost částic o průměru d <sub>i</sub> (viz kap. 3.2.8)
$V_s$	[Nm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	objemový tok spalin nebo vzdušiny z komína přepočtený na normální podmínky (0 °C, 101325 Pa) (viz kap. 2.1.1, bod 6). Normální metr krychlový [Nm <sup>3</sup> ] označuje objem vztažený k normálním podmínkám.
$x_L$	[m]	vzdálenost referenčního (uzlového) bodu od zdroje ve směru větru (viz kap. 3.2.1.1)
$y_L$	[m]	vzdálenost referenčního (uzlového) bodu od zdroje ve směru kolmém na směr větru (viz kap. 3.2.1.1)
$y_0$	[m]	délka čtverce elementu plošného zdroje nebo elementu liniového zdroje
$z$	[m]	převýšení referenčního bodu nad patou komína (výduchu) (viz kap. 3.2.1.2)
$z'$	[m]	korigovaná vertikální souřadnice referenčního bodu v členu pro přímý rozptyl (viz kap. 3.2.1.2)
$z''$	[m]	korigovaná vertikální souřadnice referenčního bodu v členu popisujícím odraz v dolním odhadu (viz kap. 3.2.1.2)
$z'''$	[m]	korigovaná vertikální souřadnice referenčního bodu v členu popisujícím odraz v horním odhadu (viz kap. 3.2.1.2)

### 3.1.1 Plynné znečišťující látky

Obecná základní rovnice pro výpočet imisní koncentrace plynné znečišťující látky exhalované ze stacionárního zdroje ve zvlněném terénu za předpokladu Gaussova rozložení koncentrace ve vlečce má tvar

$$c = \frac{10^6 \cdot M_z}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{h1} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{h1}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - \mathcal{G}) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + \mathcal{G} \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (3.1)$$

kde  $M_z$  je emise znečišťující látky.

- Pro bodové zdroje je  $M_z$  rovna hmotnostnímu toku znečišťující látky za časovou jednotku [g·s<sup>-1</sup>]. Značíme jej  $M$ .
- Pro plošné zdroje  $M_z$  představuje hmotnostní tok znečišťující látky za časovou jednotku z jednoho plošného elementu plochy, [g·s<sup>-1</sup>]. Značíme jej  $M_E$ .
- Pro liniové zdroje  $M_z$  představuje délkovou intenzitu hmotnostního toku znečišťující látky [g·s<sup>-1</sup>·m<sup>-1</sup>] násobenou délkou elementu liniového zdroje. Značíme jej  $M_L$ .



$\sigma_y, \sigma_z$  jsou počáteční rozptylové parametry (pro  $x = 0$ ), které souvisí s rozměry elementů zdroje. Pro bodové zdroje jsou rovny nule.

Rovnice pro výpočet imisní koncentrace plynné znečišťující látky exhalované ze stacionárního zdroje ve vlněném terénu za předpokladu Gaussova rozložení koncentrace ve vleče má tvar

a) pro bodový zdroj

$$c = \frac{10^6 \cdot M}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u_{hl} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - h_1)^2}{2\sigma_z^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1)^2}{2\sigma_z^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - h_1)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (3.2)$$

b) pro plošný zdroj

$$c = \frac{10^6 \cdot M_E}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (3.3)$$

c) pro liniový zdroj

$$c = \frac{10^6 \cdot M_L \cdot y_0}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (3.4)$$

### 3.1.1.1 Výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky z bodového zdroje

Základní rovnice pro výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky exhalované z bodového stacionárního zdroje má tvar

$$c = \frac{10^6 \cdot M}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u_{hl} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ (1 + g) \cdot \exp\left(-\frac{(z - h_1)^2}{2\sigma_z^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(|z| + h_1)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (3.5)$$

### 3.1.1.2 Výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky z plošného zdroje

Při výpočtu imisních koncentrací znečišťujících látek šířících se z plošného zdroje postupujeme tak, že plošný zdroj rozdělíme na dostatečný počet čtvercových plošných elementů o délce strany  $y_0$ . Imisní koncentraci vypočítáme od každého z nich a pak sečteme.

Základní rovnice pro výpočet příspěvku jednoho elementu k přízemní imisní koncentraci plynné znečišťující látky exhalované z plošného stacionárního zdroje má tvar

$$c_E = \frac{10^6 \cdot M_E}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ (1+g) \cdot \exp\left(-\frac{(z-h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1-g) \cdot \exp\left(-\frac{(|z|+h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (3.6)$$

### 3.1.1.3 Výpočet přízemní imisní koncentrace plynné znečišťující látky z liniového zdroje

Při výpočtu imisních koncentrací znečišťujících látek šířících se z liniového zdroje postupujeme tak, že liniový zdroj rozdělíme na dostatečný počet délkových elementů o délce strany  $y_0$ . Imisní koncentraci vypočítáme od každého z nich a pak sečteme.

Základní rovnice pro výpočet příspěvku jednoho elementu přízemní imisní koncentraci plynné znečišťující látky exhalované z liniového stacionárního zdroje má tvar

$$c_E = \frac{10^6 \cdot M_L \cdot y_0}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \cdot K_h \cdot \left[ (1+g) \cdot \exp\left(-\frac{(z-h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1-g) \cdot \exp\left(-\frac{(|z|+h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (3.7)$$

### 3.1.2 Pevné znečišťující látky

Výpočet rozptylu částic  $PM_{10}$  a menších se v důsledku zanedbatelné sedimentační rychlosti (viz též [12], tab. 13) provádí stejným způsobem, jako pro plynné látky s průměrnou dobou setrvání v ovzduší 6 dní.

U větších částic započítáváme pokles osy prašné vlečky v důsledku pádové rychlosti prašných částic  $v_{gi}$ , dosazením výrazu

$$h_{gi} = \frac{x_L \cdot v_{gi}}{u_{hl}} \quad (3.8)$$

kde index  $i$  představuje příslušnost k  $i$ -té třídě velikostí prašných částic. Pádovou rychlost  $v_{gi}$  vypočteme postupem stanoveným v kapitole 3.2.8.

Obecné rovnice pro výpočet imisní koncentrace prachových částic exhalovaných z bodového stacionárního zdroje ve zvlněném terénu za předpokladu Gaussova rozložení koncentrace ve vlečce má tvar

a) pro bodový zdroj

$$c = \frac{10^6 \cdot M}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u_{hl} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot K_h \cdot \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \left[ \exp\left(-\frac{(z' - (h_1 - h_{gi}))^2}{2\sigma_z^2}\right) + (1-g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1 + h_{gi})^2}{2\sigma_z^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - (h_1 + h_{gi}))^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (3.9)$$

b) pro plošný zdroj

$$c = \frac{10^6 \cdot M_E}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot K_h \cdot \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \left[ \exp\left(-\frac{(z' - (h_1 - h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1-g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1 + h_{gi})^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - (h_1 + h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (3.10)$$





c) pro liniový zdroj

$$c = \frac{10^6 \cdot M_L \cdot y_0}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - (h_1 - h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1 + h_{gi})^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - (h_1 + h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \right] \quad (3.11)$$

### 3.1.2.1 Výpočet přízemní imisní koncentrace pevné znečišťující látky z bodového zdroje

Základní rovnice pro výpočet přízemní imisní koncentrace prachu exhalovaného z bodového stacionárního zdroje má tvar

$$c = \frac{10^6 \cdot M}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u_{hl} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z - (h_1 - h_{gi}))^2}{2\sigma_z^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z - (h_1 + h_{gi}))^2}{2\sigma_z^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(|z| + h_1 + h_{gi})^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \right] \quad (3.12)$$

### 3.1.2.2 Výpočet přízemní imisní koncentrace pevné znečišťující látky z plošného zdroje

Základní rovnice pro výpočet příspěvku jednoho elementu přízemní imisní koncentraci prachu exhalovaného z plošného stacionárního zdroje má tvar

$$c = \frac{10^6 \cdot M_E}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z - (h_1 - h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z - (h_1 + h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(|z| + h_1 + h_{gi})^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \right] \quad (3.13)$$

### 3.1.2.3 Výpočet přízemní imisní koncentrace pevné znečišťující látky z liniového zdroje

Základní rovnice pro výpočet příspěvku jednoho elementu přízemní imisní koncentraci prachu exhalovaného z liniového stacionárního zdroje má tvar

$$c = \frac{10^6 \cdot M_L \cdot y_0}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot K_h \cdot \left[ \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z - (h_1 - h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z - (h_1 + h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(|z| + h_1 + h_{gi})^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \right] \quad (3.14)$$

## 3.2 Definice jednotlivých proměnných a parametrů

### 3.2.1 Souřadná soustava souřadnic

#### 3.2.1.1 Horizontální souřadnice

Pro vzdálenosti  $x_L, y_L$  platí

$$\begin{aligned} x_L &= x \cdot \cos \lambda \\ y_L &= x \cdot \sin \lambda \end{aligned} \quad (3.15)$$

přičemž  $x = \sqrt{(x_z - x_r)^2 + (y_z - y_r)^2}$  (3.16)

kde  $x_z, y_z$  jsou souřadnice zdroje v základním souřadném systému,  
 $x_r, y_r$  jsou souřadnice referenčního bodu v základním souřadném systému,  
 $\lambda$  je úhel mezi směrem větru a spojnicí zdroj - referenční bod a počítá se podle postupu uvedeného v kapitole 3.3.1.

Uvedené vztahy platí pro  $-90^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$

### 3.2.1.2 Vertikální souřadnice

Vertikální proměnné  $z'$ ,  $z''$ ,  $z'''$  se stanovují následovně:

$$\begin{aligned} z' &= z + l && \text{pro } z + l \leq h_1 \\ z' &= h_1 && \text{pro } z + l > h_1 \\ z'' &= |z| + l && \text{pro } z + l \leq h_1 \\ z'' &= |z| + h_1 - z && \text{pro } z + l > h_1 \\ z''' &= z - l && \text{pro } z + l \leq h_1 \\ z''' &= 2 \cdot z - h_1 && \text{pro } z + l > h_1 \end{aligned} \quad (3.17)$$

Vertikální vzdálenost  $z$  značí převýšení terénu v místě referenčního bodu nad úrovní terénu v místě komína. Platí

$$z = z_r - z_z \quad (3.18)$$

kde  $z_r$  je nadmořská výška terénu v místě referenčního bodu [m],  
 $z_z$  je nadmořská výška terénu v místě zdroje [m],  
 $l$  je výška referenčního bodu nad úrovní terénu, resp. výška budovy a pod. [m],  
 $h_1$  je efektivní výška zdroje (viz kapitola 3.2.3.1) [m].

### 3.2.2 Koefficient vlivu terénu

Koefficient vlivu terénu  $\vartheta$ , který byl navržen Maňákem [2, 3] pro postihu vlivu zvlněného terénu, se pro každou dvojici zdroj - referenční bod určí z profilu nadmořské výšky terénu  $z(x')$  mezi zdrojem a referenčním bodem takto:

$$\begin{aligned} \vartheta &= \max \left( 0, \frac{1}{x \cdot (z_r - z_z)} \cdot \int_0^x (z_1(x') - 2 \cdot z_2(x')) \cdot dx' \right) && \text{pro } z_r > z_z \\ \vartheta &= 0 && \text{pro } z_r \leq z_z \end{aligned} \quad (3.19)$$

kde  $x$  je vzdálenost referenčního bodu od zdroje [m],  
 $z(x')$  se spočte následovně:

$$\begin{aligned} z_1(x') &= z(x') - z_z && \text{pro } z(x') > z_z \\ z_1(x') &= 0 && \text{pro } z(x') \leq z_z \\ z_2(x') &= z(x') - z_r && \text{pro } z(x') > z_r \\ z_2(x') &= 0 && \text{pro } z(x') \leq z_r \end{aligned} \quad (3.20)$$

Při výpočtu koeficientu  $\vartheta$  se proloží sítí referenčních bodů a zdrojů spojitá plocha, mezi každou dvojicí zdroj - referenční bod provede vertikální řez této plochy a z takto vzniklého profilu vypočte integrál  $\vartheta$ . Výsledkem je matice  $\vartheta_{ik}$  ( $i$  - číslo zdroje,  $k$  - číslo referenčního bodu), která slouží jako vstupní údaj pro vlastní výpočet imisních koncentrací.

### 3.2.3 Efektivní výška zdroje

#### 3.2.3.1 Základní výpočet pro jednotlivý zdroj

Efektivní výška zdroje  $h_1$  se rovná stavební výšce zdroje  $H$  zvětšené o převýšení vlečky  $\Delta h$ . Výpočet efektivní výšky  $h_1$  v sobě zahrnuje korekci na teplotní stabilitu atmosféry  $K_s$ , vliv terénu  $\varepsilon$  a postupný vznos vlečky





v blízkosti zdroje (parametrizovaný pomocí  $K_m$ ):

$$\begin{aligned} h_l &= z_m + \varepsilon \cdot h && \text{pro } z_m > (1 - \varepsilon) \cdot h \\ h_l &= h && \text{pro } z_m \leq (1 - \varepsilon) \cdot h \end{aligned} \quad (3.21)$$

kde  $z_m$  je maximální výška terénu nad úrovní komína mezi zdrojem a referenčním bodem,  
 $\varepsilon$  je uvedeno v tabulce 3.1,  
 $h = H + \Delta h$  je efektivní výška bez korekce na vliv terénu.

Převýšení vlečky  $\Delta h$  se spočte následovně:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \left( (1 - \beta) \frac{1,5 \cdot w_o \cdot d}{u_H} + \beta \frac{K_s \cdot A \cdot Q^B}{u_H} \right) \cdot \left( \frac{x}{K_m \cdot \sqrt{Q}} \right)^{2/3} && \text{pro } x < K_m \cdot \sqrt{Q} \\ \Delta h &= \left( (1 - \beta) \frac{1,5 \cdot w_o \cdot d}{u_H} + \beta \frac{K_s \cdot A \cdot Q^B}{u_H} \right) && \text{pro } x \geq K_m \cdot \sqrt{Q} \end{aligned} \quad (3.22)$$

kde  $w_o$  je výstupní rychlost exhalací [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],  
 $d$  je vnitřní průměr koruny komína, resp. výduchu [m],  
 $Q$  je tepelná vydatnost [MW] (viz kapitola 2.1.1, bod 10)  
 $u_H$  je rychlost větru ve výšce koruny komína, resp. výduchu [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ] (viz kapitola 3.2.4.1).  
 $K_s$  je korekční koeficient a je definován vztahem  $K_s = 1 + 0,2 \cdot \gamma$ , kde  $\gamma$  je vertikální teplotní gradient (viz rovnice 2.15)  
 $K_m$  je uvedeno v tabulce 3.1  
 $\beta$  se spočte následovně:

$$\begin{aligned} \beta &= 1 && \text{pro } t_s \geq 80 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \beta &= \frac{t_s - 30}{50} && \text{pro } 30 < t_s < 80 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \beta &= 0 && \text{pro } t_s \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (3.23)$$

kde  $t_s$  je teplota spalin nebo vzdušiny v koruně komína nebo výduchu [ $^\circ\text{C}$ ].  
 $A, B$  závisí na tepelné vydatnosti zdroje. Jejich hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3.2.

**tabulka 3.1** Hodnoty konstant  $K_s$ ,  $K_m$  a  $\varepsilon$  pro výpočet efektivní výšky.

třída stability	název třídy	třídní vertikální teplotní gradient [ $^\circ\text{C}$ na 100 m]	$K_s$	$K_m$	$\varepsilon$
I	superstabilní	-2,0	0,60	184	0,05
II	stabilní	-1,1	0,78	200	0,10
III	izotermní	0,0	1,00	236	0,20
IV	normální	0,7	1,14	300	0,30
V	konvektivní	1,2	1,24	411	0,50

**tabulka 3.2** Hodnoty konstant  $A$  a  $B$  pro výpočet efektivních výšek zdrojů.

konstanta	tepelná vydatnost zdroje v MW	
	$\geq 20$	$< 20$
A	30	90
B	0,7	1/3

Při výpočtech pro plošné zdroje platí zásada, že pokud plošný zdroj nebo jeho část (element) je tvořen částí obce se zástavbou a lokálními topeništi, za efektivní výšku  $h$  dosazujeme střední výšku budov v daném elementu zvýšenou o 10 m.

### 3.2.3.2 Převýšení vlečky v případě více blízkých zdrojů

Vyskytují-li se vedle sebe dva nebo více komínů blízko sebe tak, že jejich kouřové vlečky se mohou navzájem ovlivňovat, celkové převýšení vleček vzrůstá.

Nechť  $x_s, y_s$  a  $x_t, y_t$  jsou souřadnice dvou nejvzdálenějších komínů ve skupině. Pak pro průměrný rozestup jednotlivých  $N$  komínů stojících v řadě platí

$$\Delta x = \frac{1}{N-1} \sqrt{(x_s - x_t)^2 + (y_s - y_t)^2} \quad (3.24)$$

nebo pro shluk  $N$  zdrojů je maximální rozměr shluku

$$L_g = \sqrt{(x_s - x_t)^2 + (y_s - y_t)^2} \quad (3.25)$$

Nechť dále  $\bar{H}$  je vážený průměr výšek komínů  $H_i$  ve skupině (vahou je tepelná vydatnost zdroje  $Q_i$ ):

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^N H_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i} \quad (3.26)$$

Vlečky z komínů se budou navzájem ovlivňovat za předpokladu současného splnění následujících dvou podmínek:

$$1. \quad \Delta x \leq 1,5 \cdot \bar{H} \quad \text{nebo} \quad L_g \leq 1,5 \cdot \bar{H} \quad (3.27)$$

$$2. \quad 0,5 \cdot \bar{H} \leq H_i \leq 1,5 \cdot \bar{H} \quad (3.28)$$

Výsledná převýšení  $\Delta h'_i$  vleček z jednotlivých zdrojů pak lze vyjádřit pomocí faktoru vzrůstu  $E_{Ni}$

$$\Delta h'_i = \Delta h_i \cdot E_N \quad (3.29)$$

kde

$\Delta h_i$  je převýšení vlečky  $i$ -tého zdroje (viz kapitola 3.2.3.1).

Efektivní výška zdroje bez korekce na terén je pak

$$h_i = H_i + \Delta h'_i \quad (3.30)$$

Faktor vzrůstu má tvar

$$E_{Ni} = \left( \frac{N + P_{Ni}}{1 + P_{Ni}} \right)^{1/3} \quad (3.31)$$

Parametr  $P_{Ni}$  má pro  $N$  zdrojů stojících v řadě za sebou s rozestupy  $\Delta x$  [m] vyjádření

$$P_{Ni} = \frac{6}{\sqrt{N}} \cdot \left( \frac{(N-1) \cdot \Delta x}{\Delta h_i} \right)^{3/2} \quad (3.32)$$



a pro shluk  $N$  zdrojů s maximálním rozměrem shluku  $L_g$  [m]:

$$P_{Ni} = \frac{6}{\sqrt{N}} \left( \frac{L_g}{\Delta h_i} \right)^{3/2} \quad (3.33)$$

### 3.2.4 Rychlost a směr větru

#### 3.2.4.1 Vertikální profil větru

Při výpočtu imisních koncentrací potřebujeme znát rychlosti větru ve výškách korun komínů (výduchů) a v jejich efektivních výškách. Ty obdržíme pomocí mocninového profilu větru.

Rychlost větru  $u_H$  ve výšce  $H$  koruny komína (výduchu) se vypočte podle vzorce

$$\begin{aligned} u_H &= u_{10} && \text{pro } H \leq 10 \text{ m} \\ u_H &= u_{10} \cdot \left( \frac{H}{10} \right)^p && \text{pro } 10 < H < 200 \text{ m} \\ u_H &= u_{10} \cdot 20^p && \text{pro } H \geq 200 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.34)$$

kde  $u_{10}$  je rychlost větru ve výšce 10 m nad povrchem země. Takto vypočtenou rychlost dosazujeme do vzorce pro výpočet efektivní výšky zdroje.

Rychlost větru  $u_h$  v efektivní výšce komína (výduchu) se vypočte podle vzorce

$$\begin{aligned} u_h &= u_{10} && \text{pro } h_1 \leq 10 \text{ m} \\ u_h &= u_{10} \cdot \left( \frac{h_1}{10} \right)^p && \text{pro } 10 < h_1 < 200 \text{ m} \\ u_h &= u_{10} \cdot 20^p && \text{pro } h_1 \geq 200 \text{ m} . \end{aligned} \quad (3.35)$$

Takto vypočtenou rychlost dosazujeme do hlavního výpočtového vzorce.

**tabulka 3.3** Hodnota exponentu  $p$  z mocninového profilu větru.

třída stability	$p$
I	0,33
II	0,25
III	0,18
IV	0,14
V	0,10

Pokud za  $u_{10}$  dosazujeme jiné rychlosti, než třídní rychlosti, ve kterých jsou uváděny větrné růžice, pokládáme za minimální rychlost větru hodnotu  $u_{10} = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Při nízkých rychlostech se v atmosféře začínají uplatňovat jiné procesy rozptylu znečišťujících látek, které nejsou popsány v této metodice a v případě dosazování nižších rychlostí za  $u_{10}$  by vypočtené imisní koncentrace rostly nade všechny meze, což odporuje realitě.

#### 3.2.4.2 Změna směru větru s výškou

Předpokládá se stáčení směru větru o  $4^\circ$  na 100 m výšky ve směru hodinových ručiček bez ohledu na stabilitu ovzduší a jiné meteorologické parametry.

Pro azimut směru větru  $\varphi_h$  [°] v efektivní výšce  $h$  (bez korekce na vliv terénu) platí:



$$\varphi_h = \varphi_{10} + \frac{h-10}{25} \quad \text{pro } h > 10 \text{ m} \quad (3.36)$$

$$\varphi_h = \varphi_{10} \quad \text{pro } h \leq 10 \text{ m}$$

kde  $\varphi_{10}$  je směr větru ve výšce 10 m nad povrchem země. Jestliže je vypočtený směr  $\varphi_h > 360^\circ$ , pak  $\varphi_h = \varphi_h - 360$ .

### 3.2.5 Rozptylové parametry

#### 3.2.5.1 Rozptylové parametry pro bodové zdroje

Rozptylové parametry  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  popisují rychlost rozšiřování vlečky od zdroje v závislosti na vzdálenosti  $x_L$  od zdroje ve směru větru. Platí

$$\sigma_y = a_y x_L^{b_y}$$

$$\sigma_z = a_z x_L^{b_z} \quad (3.37)$$

kde koeficienty  $a_y$ ,  $b_y$ ,  $a_z$ ,  $b_z$  závisí na třídě stability atmosféry podle následujících tabulek.

**tabulka 3.4a** Hodnoty konstant pro výpočet rozptylových parametrů pro hodinové hodnoty imisních koncentrací.

třída stability	$a_y$	$b_y$	$a_z$	$b_z$
I	0,1197	0,8844	0,6273	0,5076
II	0,1373	0,8930	0,5721	0,5797
III	0,1608	0,8986	0,4849	0,6563
IV	0,1934	0,9018	0,3628	0,7549
V	0,3329	0,8831	0,1999	0,9729

**tabulka 3. 4b** Hodnoty konstant pro výpočet rozptylových parametrů pro osmihodinové hodnoty imisních koncentrací.

třída stability	$a_y$	$b_y$	$a_z$	$b_z$
I	0,1814	0,8844	0,9508	0,5076
II	0,2081	0,8930	0,8671	0,5797
III	0,2438	0,8986	0,7349	0,6563
IV	0,2932	0,9018	0,5498	0,7549
V	0,5046	0,8831	0,3030	0,9729

#### 3.2.5.2 Rozptylové parametry pro plošné zdroje

Počáteční rozptylové parametry  $\sigma_{y0}$ ,  $\sigma_{z0}$  (pro  $x = 0$ ) souvisí s rozměry plošného zdroje. Platí:

$$\sigma_{y0} = \frac{y_0}{\sqrt{2 \cdot \pi}}$$

$$\sigma_{z0} = a_z \cdot \left( \frac{y_0}{2} \right)^{b_z} \quad (3.38)$$





Velikost délky strany čtverce plošného elementu  $y_0$  musí z důvodu stability výpočtu splňovat podmínku: nesmí být větší než nejvyšší možná hodnota  $y_0$  uvedená v následující tabulce.

**tabulka 3.5** Maximální délka strany plošného elementu  $y_0$ .

vzdálenost $x_0$ [m] nejbližšího referenčního bodu	nejvyšší možná hodnota $y_0$ [m]
do 100 m	$x_0/3$
100 – 300 m	$x_0/4$
300 – 900 m	$x_0/5$
nad 900 m	$x_0/6$

Velikosti konstant  $a_z$  a  $b_z$  jsou stejné jako pro výpočet základních rozptylových parametrů pro bodové zdroje.

### 3.2.5.3 Rozptylové parametry pro liniové zdroje

Počáteční rozptylové parametry  $\sigma_{y0}$ ,  $\sigma_{z0}$  (pro  $x = 0$ ) souvisí s rozměry liniového zdroje. Platí:

$$\sigma_{y0} = \frac{y_\zeta}{\sqrt{2 \cdot \pi}}, \quad (3.39)$$

$$\sigma_{z0} = \frac{z_\zeta}{\sqrt{\pi/2}}$$

kde  $y_\zeta$  je průmět délky elementu liniového zdroje ve směru větru,  
 $z_\zeta$  je výška, do které sahá přibližně rovnoměrná koncentrace znečišťující látky nad pozemní komunikací.

Veličiny  $y_\zeta$  a  $z_\zeta$  získáme výpočtem z následujícího vztahu:

$$y_\zeta = y_0 \cdot \sin\zeta + x_0 \cdot \cos\zeta$$

$$z_\zeta = z_0 + \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot a_z \cdot \left(\frac{x_\zeta}{2}\right)^{b_z} \quad (3.40)$$

kde  $x_\zeta$  je vzdálenost, po kterou proudění prochází nad elementem pozemní komunikace:

$$x_\zeta = \min\left(\frac{x_0}{\sin\zeta}, \frac{y_0}{\cos\zeta}\right) \quad (3.41)$$

$x_0$  je šířka pozemní komunikace [m],

$y_0$  je délka elementu [m],

$z_0$  je výška, do které se přízemní exhalace dostanou vlivem turbulence způsobené průjezdem automobilů.

Pro úhel  $\zeta$  platí:

$$\zeta = |\varphi - \psi| \quad \text{pro } 0^\circ \leq |\varphi - \psi| < 90^\circ$$

$$\zeta = 180 - |\varphi - \psi| \quad \text{pro } 90^\circ \leq |\varphi - \psi| < 180^\circ$$

$$\zeta = |\varphi - \psi| - 180 \quad \text{pro } 180^\circ \leq |\varphi - \psi| < 270^\circ$$

$$\zeta = 360 - |\varphi - \psi| \quad \text{pro } 270^\circ \leq |\varphi - \psi| < 360^\circ \quad (3.42)$$

kde  $\phi$  je azimut směru větru,  
 $\psi$  je azimut směru elementu pozemní komunikace. Vypočítáme jej ze souřadnic  $x_{z1}, y_{z1}$  a  $x_{z2}, y_{z2}$  koncových bodů elementu podle vztahu:

$$\begin{aligned} \psi &= \arctg\left(\frac{x'}{y'}\right) + 90 \cdot (2 - \operatorname{sgn}(x') \cdot (1 + \operatorname{sgn}(y'))) && \text{pro } x_i \neq 0, y_i \neq 0 \\ \psi &= 180 - 90 \cdot \operatorname{sgn}(x') && \text{pro } y' = 0 \\ \psi &= 90 - 90 \cdot \operatorname{sgn}(y') && \text{pro } x' = 0 \end{aligned} \quad (3.43)$$

kde

$$\begin{aligned} x' &= x_{z2} - x_{z1} \\ y' &= y_{z2} - y_{z1} \end{aligned} \quad (3.44)$$

Jako souřadnice elementu se však do výpočetních rovnic dosazují souřadnice jeho středu určené podle vztahů

$$x_z = \frac{x_{z1} + x_{z2}}{2}, y_z = \frac{y_{z1} + y_{z2}}{2} \quad (3.45)$$

Velikost elementu  $y_0$  se určí podle vztahu

$$y_0 = \sqrt{x'^2 + y'^2} \quad (3.46)$$

Funkce  $\operatorname{sgn}(x)$  je definována v kapitole 3.3.1.

Velikost elementu  $y_0$  musí z důvodu stability výpočtu splňovat podmínku: nesmí být větší než nejvyšší možná hodnota  $y_0$  uvedená v následující tabulce.

**tabulka 3.6** Maximální délka strany délkového elementu  $y_0$ .

vzdálenost $x_0$ [m] nejbližšího referenčního bodu	nejvyšší možná hodnota $y_0$ [m]
do 100 m	$x_0/3$
100 - 300 m	$x_0/4$
300 - 900 m	$x_0/5$
nad 900 m	$x_0/6$

### 3.2.6 Zahnutí depozice a transformace znečišťujících látek

Znečišťující látky v atmosféře se podrobují různým procesům, jejichž přičiněním jsou z atmosféry odstraňovány. Jedná se buď o chemické procesy, při nichž se látka, často katalytickou reakcí, mění na jinou, čímž dochází k úbytku původní příměsi, nebo o fyzikální procesy. Ty se dále dělí podle způsobu, jakým jsou příměsi odstraňovány na suchou a mokrou depozici. Suchá depozice je zachytávání plynné nebo pevné látky na zemském povrchu, mokrá depozice je vymývání těchto látek padajícími srážkami.

V modelu je možné počítat jen s prvním přiblížením k reálnému stavu a uvažovat jen roční průměrné hodnoty výše zmíněných rychlostí jednotlivých procesů odstraňování příměsí z atmosféry. Podle průměrné délky setrvání znečišťujících látek v ovzduší rozdělujeme jednotlivé látky do tří kategorií. V následující tabulce jsou uvedeny koeficienty odstraňování pro jednotlivé kategorie znečišťujících látek.



tabulka 3.7 Hodnoty koeficientu odstraňování  $k_u$ 

třída	příklad vybraných znečišťujících látek	průměrná doba setrvání v ovzduší	koeficient odstraňování $k_u$ [ $s^{-1}$ ]
I	sirovodík chlorovodík peroxid vodíku dimetyl sulfid	20 hodin	$1,39 \cdot 10^{-5}$
II	oxid siřičitý oxid dusnatý oxid dusičitý amoniak sirouhlík formaldehyd PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	6 dní	$1,93 \cdot 10^{-6}$
III	oxid dusný oxid uhelnatý oxid uhličitý metan vyšší uhlovodíky metyl chlorid karbonyl sulfid	2 roky	$1,59 \cdot 10^{-8}$

Ve výpočtu imisních koncentrací prašných částic je člen s koeficientem odstraňování  $k_u$ , zahrnující suchou a mokrou depozici a chemické transformace, nahrazen členem s pádovou rychlostí  $v_g$ , popisující pokles osy prašné vlečky.

### 3.2.7 Zeslabení vlivu nízkých zdrojů na znečištění ovzduší na horách

K zeslabení vlivu nízkých zdrojů ve vyšších nadmořských výškách zavádíme korekční koeficient  $K_h$ . Ten závisí na rozdílu nadmořských výšek referenčního bodu a efektivní výšky zdroje  $h$  (bez korekce na vliv terénu) a na statistické četnosti výskytu horních hranic inverzí mezi těmito dvěma výškami.

Pravděpodobnost, že se horní hranice inverze vyskytne mezi nějakou nadmořskou výškou  $z$  a výškou hladiny 850 hPa, udává relativní kumulativní četnost  $F(z)$ .

tabulka 3.8 Kumulativní četnosti výskytu inverzí mezi zemí a výškovou hladinou 850 hPa.

$z$ (m n. m.)	$F(z)$	$z$ (m n. m.)	$F(z)$
≤350	0,445	1000	0,140
400	0,444	1050	0,125
450	0,432	1100	0,111
500	0,401	1150	0,092
550	0,360	1200	0,078
600	0,325	1250	0,061
650	0,292	1300	0,049
700	0,261	1350	0,034
750	0,233	1400	0,025
800	0,213	1450	0,015
850	0,189	1500	0,007
900	0,177	1550	0,001
950	0,157	1600	0,000

Korekční koeficient  $K_h$  se vypočte podle vztahu:

$$K_h = 1 - (F'(z_z + h_1) - F'(z_r)) \quad \text{pro } z_r > z_z + h_1 \quad (3.47)$$

$$K_h = 1 \quad \text{pro } z_r \leq z_z + h_1$$

kde pro  $F'(z)$  platí:

v I. a II. třídě stability:

$$F'(z) = 2,247 \cdot F(z)$$

ve III. třídě stability:

$$\begin{aligned} F'(z) &= 1,170 \cdot F(z) && \text{pro } u_{10} \leq 2,5 \text{ m.s}^{-1} \\ F'(z) &= 1,170 \cdot F(z) \cdot \left(1 - \frac{u_{10} - 2,5}{5}\right) && \text{pro } 2,5 < u_{10} < 7,5 \text{ m.s}^{-1} \\ F'(z) &= 0 && \text{pro } u_{10} \geq 7,5 \text{ m.s}^{-1} \end{aligned} \quad (3.48)$$

ve IV. a V. třídě stability:

$$F'(z) = 0$$

### 3.2.8 Pádová rychlost prašných částic

Pádová rychlost prašných částic se vypočte podle následujícího vzorce:

$$v_{gi} = -\frac{3 \cdot \pi \cdot \nu}{2 \cdot C_3 \cdot d_i} + \sqrt{\left(\frac{3 \cdot \pi \cdot \nu}{2 \cdot C_3 \cdot d_i}\right)^2 + \frac{C_2 \cdot \rho_c \cdot g \cdot d_i}{C_3 \cdot \rho}} \quad (3.49)$$

$d_i$	je průměr prašné částice [m]
$\rho_c$	je hustota prašných částic [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$\rho = 1,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	je hustota vzduchu
$\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$	je kinematická viskozita vzduchu
$g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	je tíhové zrychlení
$C_2 = 0,8$	je konstanta určující poměr mezi objemem částice a jejím charakteristickým rozměrem
$C_3 = 0,6$	je součinitel odporu tření

### 3.3 Výpočet hlavních charakteristik znečištění ovzduší

Hlavními charakteristikami znečištění ovzduší způsobeného danými zdroji jsou:

1. Maximální krátkodobé imisní koncentrace znečišťující látky pro každou vyskytující se kombinaci třídy stability ovzduší a třídy rychlosti větru.
2. Maximální krátkodobá imisní koncentrace bez ohledu na třídu stability a rychlost větru.
3. Průměrná roční imisní koncentrace.
4. Doby během roku, po kterou jsou v daném referenčním bodě překročeny nějaké zvolené hodnoty imisní koncentrace (např. imisní limit atd.).

#### 3.3.1 Výpočet maximálních krátkodobých imisních koncentrací

Před vlastním výpočtem krátkodobých imisních koncentrací je třeba vypočítat data dvojího typu:

1. Máme-li  $N$  referenčních bodů ( $k = 1, \dots, N$ ) a  $P$  zdrojů ( $i = 1, \dots, P$ ), pak pro každou dvojici zdroj - referenční bod se vypočtou pomocí zvláštního programu hodnoty koeficientu  $\vartheta_{ik}$  a hodnoty maximální výšky terénu na profilu zdroj - referenční bod nad úrovní úpatí komína  $z_{m,ik}$ . Získají se tak matice hodnot  $\vartheta_{ik}$  a  $z_{m,ik}$ .
2. Pro každou dvojici zdroj - referenční bod se určí azimut  $\delta_{ik}$  (ve stupních), ve kterém se nachází  $i$ -tý zdroj při pohledu z  $k$ -tého referenčního bodu. Vztah pro výpočet  $\delta_{ik}$  má tvar:





$$\delta_{ik} = \arctg\left(\frac{x_d}{y_d}\right) + 90 \cdot (2 - \operatorname{sgn}(x_d) \cdot (1 + \operatorname{sgn}(y_d))) \quad \text{pro } x_d \neq 0 \text{ a } y_d \neq 0 \quad (3.50)$$

$$\delta_{ik} = 180 - 90 \cdot \operatorname{sgn}(x_d) \quad \text{pro } y_d = 0$$

$$\delta_{ik} = 90 - 90 \cdot \operatorname{sgn}(y_d) \quad \text{pro } x_d = 0$$

kde  $x_d = x_{zi} - x_{rk}$  (rozdíl x-souřadnic i-tého zdroje a k-tého referenčního bodu)  
 $y_d = y_{zi} - y_{rk}$  (rozdíl y-souřadnic i-tého zdroje a k-tého referenčního bodu)

a funkce  $\operatorname{sgn}(x)$  je definována:

$$\begin{aligned} \operatorname{sgn}(x) &= 1 && \text{pro } x > 0 \\ \operatorname{sgn}(x) &= 0 && \text{pro } x = 0 \\ \operatorname{sgn}(x) &= -1 && \text{pro } x < 0 \end{aligned} \quad (3.51)$$

Jsou-li tyto údaje připravené, může začít výpočet krátkodobých imisních koncentrací postupně ve všech referenčních bodech. Výpočet se provádí v jednotlivých třídách stability ovzduší pro rychlosti větru podle následující tabulky.

**tabulka 3.9** Rozmezí rychlostí větru pro výpočet maximálních krátkodobých imisních koncentrací

třída stability	rozmezí $u_{10}$ [m·s <sup>-1</sup> ]
I	1,5 - 2
II	1,5 - 5
III	1,5 - 15
IV	1,5 - 15
V	1,5 - 5

Přitom v rozmezí  $u_{10}$  1,5 – 3 m·s<sup>-1</sup> se výpočet provádí po 0,1 m·s<sup>-1</sup>,  
v rozmezí  $u_{10}$  3 – 7 m·s<sup>-1</sup> se výpočet provádí po 0,2 m·s<sup>-1</sup> a  
v rozmezí  $u_{10}$  7 – 15 m·s<sup>-1</sup> se výpočet provádí po 0,5 m·s<sup>-1</sup>.

Azimut směru větru  $\varphi$  se volí postupně od 0° do 359° s krokem 1° (při větším úhlovém kroku by mohlo dojít k tomu, že ve vzdálených referenčních bodech při inverzích bude kouřová vlečka výpočtem zachycena jen z malé části). Po vyčíslení efektivní výšky  $h$  každého zdroje je nutné poopravit azimut  $\delta_{ik}$  o hodnotu stočení směru větru s výškou:

$$\delta'_{ik} = \delta_{ik} - \frac{h_i - 10}{25} \quad (3.52)$$

Pro každý azimut směru větru  $\varphi$  se sčítají imisní koncentrace vypočtené podle vybrané základní rovnice od těch bodových zdrojů, pro které platí

$$\lambda \leq 20 \text{ nebo } \lambda \geq 340^\circ \quad (3.53)$$

nebo od těch plošných a liniových zdrojů, pro které platí

$$\lambda \leq 40 \text{ nebo } \lambda \geq 320^\circ \quad (3.54)$$

kde

$$\lambda = |\varphi - \delta'_{ik}|. \quad (3.55)$$

Tímto způsobem se získají hodnoty imisních koncentrací  $c_{\phi j}$  pro každý směr větru, třídu stability a rychlost větru. Z těchto hodnot se jako charakteristiky znečištění ovzduší vyberou:

1. Maximální  $c_{\phi j}$  pro I. třídu stability a rychlost větru 1,7 m·s<sup>-1</sup>

- II. třídu stability a rychlosti větru 1,7 a 5 m·s<sup>-1</sup>
- III. třídu stability a rychlosti větru 1,7, 5 a 11 m·s<sup>-1</sup>
- IV. třídu stability a rychlosti větru 1,7, 5 a 11 m·s<sup>-1</sup>
- V. třídu stability a rychlosti větru 1,7 a 5 m·s<sup>-1</sup>

Těchto 11 hodnot budeme nazývat maximální krátkodobé imisní koncentrace pro dané rozptylové podmínky (ozn.  $c_j$ ).

2. Maximální  $c_{\varphi j}$  bez ohledu na třídy stability ovzduší a rychlost větru. Tuto hodnotu nazveme maximální možná krátkodobá imisní koncentrace a označíme  $c_{max}$ . Zároveň bude uvedeno, při jaké třídě stability ovzduší, jaké rychlosti větru a při jakém směru větru se bude vyskytovat.

### 3.3.2 Výpočet průměrných ročních imisních koncentrací

K výpočtu průměrných ročních imisních koncentrací je nejprve nutné zkonstruovat podrobnou větrnou růžici, tj. stanovit četnosti výskytu směru větru pro každý azimut od 0° do 359° (s krokem 1°) při všech třídách stability a třídách rychlosti větru.

Větrná růžice dělená podle tříd stability a rychlosti větru, která je vstupním údajem, obsahuje relativní četnosti v procentech pro 8 základních směrů větru a četnosti bezvětří ve všech třídách stability. V každé třídě stability nejprve rozpočítáme četnosti bezvětří do všech 8 směrů větru v 1. třídě rychlosti větru podle poměru četností v jednotlivých směrech a získáme tak pro 8 směrů větru přepočtené relativní četnosti  $f(\varphi)$ . Četnosti  $f_\varphi$  v podrobné větrné růžici pak vypočteme:

$$f_\varphi = \frac{1}{4500} \cdot \left[ f(\varphi_1) + \frac{\varphi - \varphi_1}{45} (f(\varphi_2) - f(\varphi_1)) \right] \quad (3.56)$$

kde  $\varphi_1$  a  $\varphi_2$  jsou sousední směry větru v 8dílné větrné růžici.

Hodnoty  $f_\varphi$  jsou udané jako skutečné relativní četnosti, nikoliv tedy v %. Proto bude platit

$$\sum_j \sum_\varphi f_{\varphi j} = 1 \quad (3.57)$$

kde součet přes  $j$  probíhá přes všechny třídy stability a v nich se vyskytující třídy rychlosti větru (celkem 11 různých rozptylových podmínek) a  $\varphi$  probíhá všechny azimuty od 0 do 359°.

Dále je k výpočtu ročních průměrů potřeba pro každý zdroj určit tzv. relativní roční využití maximálního výkonu  $\alpha$ . Tato hodnota se získá u zdrojů s přibližně stálou emisí znečišťující látky (většinou u technologií) z roční provozní doby  $P_r$  [hod.]:

$$\alpha = \frac{P_r}{8760} \quad (3.58)$$

U zdrojů se sezónními výkyvy výkonu (většinou u spalovacích procesů) se  $\alpha$  z množství spáleného paliva  $S_h$  [kg·h<sup>-1</sup>, m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>] za hodinu při jmenovitém výkonu spalovacího zařízení a z ročního množství  $S_r$  [kg·r<sup>-1</sup>, m<sup>3</sup>·r<sup>-1</sup>] spáleného paliva:

$$\alpha = \frac{S_r}{8760 \cdot S_h} \quad (3.59)$$

U liniových zdrojů se pro jednotlivé typy dopravy za  $\alpha$  považuje podíl průměrné a maximální intenzity provozu. Jedná se tedy o převrácenou hodnotu z tab. 2.4 vydělenou 24.

Označíme-li tedy  $\alpha_i$  relativní roční využití max. výkonu  $i$ -tého zdroje a  $c_{i\varphi j}$  hodinovou imisní koncentraci způsobenou  $i$ -tým zdrojem při směru větru  $\varphi$  a rozptylových podmínkách  $j$ , bude pro průměrnou roční imisní koncentraci v daném referenčním bodě platit:

$$\bar{c} = \sum_j \sum_\varphi (f_{\varphi j} \cdot \sum_i \alpha_i \cdot c_{i\varphi j}) \quad (3.60)$$





### 3.3.3 Výpočet doby překročení zvolených imisních koncentrací

Před výpočtem doby překročení určité hodnoty imisní koncentrace během roku je nutné:

1. zvolit tuto imisní koncentraci (označíme ji  $c_R$ ),
2. seřadit všechny zdroje podle klesajícího  $\alpha$ . Jako první se bude počítat imisní koncentrace od zdroje s nejvyšším  $\alpha$ , jako poslední imisní koncentrace od zdroje s nejmenším  $\alpha$ .

Během výpočtu hodnoty  $c_{\varphi j}$  (imisní koncentrace od všech zdrojů v daném místě při směru větru  $\varphi$  a rozptylových podmínkách  $j$ ) postupným načítáním hodnot  $c_{i\varphi j}$  (imisních koncentrací od jednotlivých zdrojů) se po každém načtení testuje, zda součet již překročil nebo ještě nepřekročil hodnotu  $c_R$ . Jestliže dojde k překročení  $c_R$  po načtení imisní koncentrace od  $r$ -tého zdroje z řady zdrojů uspořádaných podle jejich  $\alpha$ , pak označíme

$$t_{R\varphi j} = \alpha_r \quad (3.61)$$

Při různých směrech větru  $\varphi$  a rozptylových podmínkách  $j$  bude k překročení  $c_R$  docházet obecně při různých pořadových číslech zdrojů  $r$ . Celková doba překročení zvolené imisní koncentrace  $c_R$  v daném referenčním bodě se pak dá vypočítat podle vztahu

$$T_R = 8760 \cdot \sum_j \sum_{\varphi} t_{R\varphi j} \cdot f_{\varphi j} \quad (3.62)$$

a udává se v hodinách za rok.

Čím vyšší je v rozmezí počítaných imisních koncentrací  $c_j$  hodnota zvolené imisní koncentrace  $c_R$ , tím více znamená  $T_R$  horní odhad doby jejího překročení a to ze dvou důvodů:

1. Předpokládáme, že po dobu vyjádřenou nejmenším  $\alpha_i$  jsou v provozu všechny zdroje najednou. To je sice pravděpodobné (při nízkých teplotách v zimě bývají všechny kotelny v provozu), ale ne vždy to beze zbytku platí.
2. Předpokládáme provoz všech zdrojů na jejich jmenovitý výkon, což rovněž nemusí být vždy splněno.

Bez těchto dvou předpokladů by však výpočet  $T_R$  nebylo možné pro více zdrojů provést, pokud bychom neznali mnoho dalších vstupních údajů.

V praxi je výhodné počítat doby překročení několika zvolených hodnot  $c_R$  současně, výsledky pak dávají lepší přehled o úrovni znečištění ovzduší daného místa. Hodnoty  $c_R$  se pak obvykle volí jako imisní limit a jeho díly nebo násobky.

## 4. Další aplikace výpočtu znečištění ovzduší

### 4.1 Stanovení výšky komína nebo výduchu (dále jen komína)

#### 4.1.1 Stanovení výšky komína v terénu

Obecný postup stanovení potřebné výšky komína:

1. Stanovit podmínky pro hodnocení polí imisních koncentrací s přihlédnutím ke stávající úrovni znečištění dané oblasti.
2. Vhodným způsobem zvolit referenční body v okolí komína.

Referenční body by se měly nacházet na nejexponovanějších místech z hlediska znečištění ovzduší daným zdrojem, tj. na vyvýšených místech, na svazích přivrácených ke zdroji a v případě zdroje poblíž zástavby na horních hranách fasád nejvyšších budov. V případě zdroje v rovinném nebo jen málo zvlněném terénu je nutno umístit referenční body do různých vzdáleností od zdroje a do směru, kam bude převládající vítr unášet vlečku.

3. Zvolit určitou výšku komína  $H$  a pro ni v referenčních bodech vypočítat charakteristiky znečištění ovzduší podle dříve popsanych pravidel.



4. Srovnat výsledné hodnoty s podmínkami pro hodnocení pole imisních koncentrací předem stanovené v bodě 1.
5. Opakovat výpočty pro novou výšku komína  $H$ , až budou podmínky pro hodnocení polí imisních koncentrací předem stanovené podle bodu 1 splněny.

Zdroj, u kterého je třeba stanovit výšku jeho komína, se posuzuje buď samostatně nebo společně s ostatními zdroji v daném závodu nebo provozu. Není přípustné určovat výšku komína s ohledem na znečištění ovzduší, které působí zdroje jiných závodů a provozů.

#### 4.1.2 Korekce vypočtené výšky komína na okolní zástavbu

Nachází-li se zdroj v zástavbě nebo v její blízkosti, je navíc třeba provádět korekci vypočtené výšky komína  $H$ , abychom eliminovali ovlivnění proudění vzduchu budovami v nejnižší vrstvě atmosféry.

Za zdroj blízký budově považujeme takový, který je umístěn ve vzdálenosti menší, než je čtyřnásobek výšky budovy. Platí:

$$\begin{aligned} \text{je-li } x_l &\leq 4 \cdot l_m, \text{ považujeme zdroj za umístěný v blízkosti zástavby,} \\ \text{je-li } x_l &> 4 \cdot l_m, \text{ nepovažujeme zdroj za umístěný v blízkosti zástavby,} \end{aligned} \quad (4.1)$$

kde  $x_l$  je vzdálenost zdroje od budovy [m],  
 $l_m$  je výška této budovy [m]

Korigovaná výška komína  $H'$  se vypočte podle vztahu:

$$H' = \frac{H + 1,5 \cdot l_B}{1,6} \quad \text{pro } H < 2,5 \cdot l_m, \quad (4.2)$$

$$H' = H \quad \text{pro } H \geq 2,5 \cdot l_m,$$

kde  $l_B = \min(l_m, \max(W, L))$

$l_m$  je výška budovy [m],

$W$  je šířka budovy v m (kolmo na spojnici zdroj - budova),

$L$  je délka budovy v m (ve směru spojnice zdroj - budova).

#### 4.1.3 Obecná pravidla

- Pokud korigovaná výška komína  $H'$  vychází nižší než 10 m, je vhodné požadovat výšku rovnou 10 m. Je to z důvodu, že v nejnižší vrstvě atmosféry se často vyskytují značně nepříznivé podmínky pro rozptyl znečišťujících látek, které metodika nepostihuje a které by v případě nízkých komínů mohly vést k vysokým hodnotám znečištění.
- Pokud výška komína vychází vyšší než 200 m, je třeba omezit koncentrace znečišťujících látek prostřednictvím snížení emisí z daného zdroje a nikoliv stavbou velmi vysokých komínů.

#### 4.2 Výpočet spadu prachu

Depozici (spadem) se rozumí součin imisní koncentrace a pádové rychlosti.

U prachu je postup výpočtu komplikovanější z důvodu, že prašné emise obsahují prašné částice o různých velikostech, tedy částice s různou pádovou rychlostí  $v_g$  (viz vzorec 3.49). Proto musíme pádovou rychlostí vynásobit imisní koncentrace pro každou velikost částic samostatně.

Pádová rychlost prašných částic menších než 10  $\mu\text{m}$  je však velmi malá. Depozice takto malých částic je více závislá na vymývání atmosféry srážkami a na dalších procesech, takže použití pádové rychlosti  $v_g$  podhodnocuje spad částic  $\text{PM}_{10}$ . Proto v případě částic menších než 10  $\mu\text{m}$  použijeme místo pádové rychlosti  $v_g$  depoziční rychlost  $v_d$ , jejíž hodnota pro tyto částice byla převzata z TA Luft [12] a činí 0,01  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Pro částice menší než 2,5  $\mu\text{m}$  činí hodnota depoziční rychlosti  $v_d$  0,001  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  [12].

Se zvyšováním velikosti prašných částic nad 10  $\mu\text{m}$  pádová rychlost částic rychle vzrůstá a stává se hlavní příčinou sedimentace prachu, takže pro větší částice ji lze i nadále ve výpočtu prašného spadu použít.





#### 4.2.1 Spad prachu pro bodový zdroj

Hodnotu prašného spadu v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  pro bodový zdroj při směru větru  $\phi$  a třídě stability  $j$  vypočteme podle následujícího vzorce:

$$W = \frac{10^6 \cdot M}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u_{hl} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot K_h \cdot \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot v_{gi} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - (h_1 - h_{gi}))^2}{2\sigma_z^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1 + h_{gi})^2}{2\sigma_z^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - (h_1 + h_{gi}))^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (4.3)$$

#### 4.2.2 Spad prachu pro plošný zdroj

Hodnotu prašného spadu v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  pro element plošného zdroje při směru větru  $\phi$  a třídě stability  $j$  vypočteme podle následujícího vzorce:

$$W = \frac{10^6 \cdot M_E}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot K_h \cdot \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot v_{gi} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - (h_1 - h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1 + h_{gi})^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - (h_1 + h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (4.4)$$

#### 4.2.3 Spad prachu pro liniový zdroj

Hodnotu prašného spadu v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  pro element liniového zdroje při směru větru  $\phi$  a třídě stability  $j$  vypočteme podle následujícího vzorce:

$$W = \frac{10^6 \cdot M_L \cdot y_0}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{hl}} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot K_h \cdot \sum_{i=1}^{r_c} \frac{\alpha_{pi}}{100} \cdot v_{gi} \cdot \left[ \exp\left(-\frac{(z' - (h_1 - h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - g) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1 + h_{gi})^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + g \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - (h_1 + h_{gi}))^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right] \quad (4.5)$$

#### 4.2.4 Roční spad znečišťující látky

Roční spad se vypočte podle vzorce

$$\bar{W} = 31,536 \cdot \sum_j \sum_{\phi} \left( f_{\phi j} \cdot \sum_k \alpha_k \cdot W_{k\phi j} \right) \quad (4.6)$$

kde  $\bar{W}$  je roční spad prachu [ $\text{t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ],

$W_{kji}$  je krátkodobý spad prachu při směru větru  $\phi$  a třídě stability  $j$ ,

$f_{\phi j}$  je četnost výskytu větru o směru  $\phi$  v  $j$ -té třídě stability [-] a

$\alpha_k$  je relativní roční využití maximálního výkonu  $k$ -tého zdroje podle kapitoly 3.3.2.

#### 4.2.5 Měsíční spad znečišťující látky

Pro výpočet měsíční hodnoty spadu prachu  $W_m$  z krátkodobých hodnot  $W$  je možné užít vztah (4.6) z kapitoly 4.2.4. pro výpočet ročního spadu s tím, že konstantu 31,536 nahradíme konstantou 12krát menší, tj. 2,628.

Platí

$$\bar{W}_m = 2,628 \cdot \sum_j \sum_{\varphi} \left( f_{\varphi j} \cdot \sum_k \alpha_k \cdot W_{k\varphi j} \right) \quad (4.6a)$$

kde  $\bar{W}_m$  je měsíční spad prachu [ $t \cdot km^{-2} \cdot měsíc^{-1}$ ],

$W_{kj}$  je krátkodobý spad prachu při směru větru  $\varphi$  a třídě stability  $j$ ,

$f_{\varphi j}$  je četnost výskytu větru o směru  $\varphi$  v  $j$ -té třídě stability [-] a

$\alpha_k$  je relativní roční využití maximálního výkonu  $k$ -tého zdroje podle kapitoly 3.3.2.

### 4.3 Výpočet podílů jednotlivých zdrojů na znečištění ovzduší

Při zjišťování podílů zdrojů na znečištění ovzduší má smysl počítat pouze podíl jednotlivých uvažovaných zdrojů na vypočtené průměrné roční imisní koncentraci dané znečišťující látky v daném místě. Podíly zdrojů na vypočtených maximálních krátkodobých imisních koncentracích vypovídají o vlivu zdrojů na znečištění ovzduší podstatně méně, proto jejich výpočet zde ani neuvádíme.

Označíme-li  $\alpha_i$  relativní roční využití maximálního výkonu  $i$ -tého zdroje a  $c_{i\varphi j}$  imisní koncentraci způsobenou v referenčním bodě  $i$ -tým zdrojem při směru větru  $\varphi$  a rozptylových podmínkách  $j$  ( $j$ -tá třída stability), pak pro podíl  $i$ -tého zdroje na průměrné roční imisní koncentraci v daném bodě bude platit

$$p_i = \frac{100 \cdot \alpha_i}{\bar{c}} \cdot \sum_j \sum_{\varphi} f_{\varphi j} \cdot c_{i\varphi j} \quad [\%] \quad (4.7)$$

kde  $f_{\varphi j}$  jsou relativní četnosti směrů větru  $\varphi$  při rozptylových podmínkách  $j$  v podrobné větrné růžici a

$\bar{c}$  je průměrná roční imisní koncentrace podle 3.3.2.

Takto vypočtený podíl určitého zdroje na průměrné roční imisní koncentraci znečišťující látky v daném bodě však znamená pouze podíl vzhledem k ostatním uvažovaným zdrojům. Protože platnost metodiky je omezena vzdáleností referenčního bodu od zdroje 100 km, nelze mezi uvažované zdroje nikdy zahrnout všechny zdroje, které ve skutečnosti znečištění ovzduší v daném bodě ovlivňují. **Proto podíly vypočtené podle této kapitoly nemohou nahradit podíly zdrojů počítané podle jiných modelů, které zahrnují transport znečišťujících látek na střední a větší vzdálenosti (např. modely trajektoriové), a vyjadřované vzhledem k celkovému (např. změřenému) znečištění daného místa znečišťující látkou.**

### 4.4 Výpočet doby překročení zvolených imisních koncentrací pro zdroj se sezónně proměnnou emisí

Tento postup se týká zdrojů znečištění ovzduší, jejichž emise dosahují maximálních hodnot pouze po velmi krátkou dobu v roce a po podstatnou část své roční provozní doby emitují jen menší množství znečišťující látky nebo žádnou. Je to typický případ výtopen a tepláren, jejichž plný výkon je využíván pouze v krátkých obdobích silných mrazů, dále pak cukrovarů apod.

Pokud u takových zdrojů počítáme dobu  $T_R$  překročení předem zvolených imisních koncentrací postupem uvedeným dříve, pak u vysokých předem zvolených imisních koncentrací  $c_R$  dostáváme vyšší hodnoty  $T_R$  a u nízkých  $c_R$  menší hodnoty  $T_R$  než odpovídá skutečnosti. Chceme-li tento nedostatek odstranit, musíme zvolit následující postup:

Z křivky výkonu zdroje během roku odečteme, po jakou dobu v roce  $P_{ri}$  [h] je zdroj provozován na kolik procent ( $n_i$ ) plného výkonu. Získáme tak  $p$  provozních režimů daného zdroje, kde  $i = 1, \dots, p$ . Je-li  $M$  [ $g \cdot s^{-1}$ ] emise znečišťující látky při plném výkonu a  $V_s$  [ $Nm^3 \cdot s^{-1}$ ] objemový tok spalin z komína za normálních podmínek, pak pro jednotlivé provozní režimy bude platit:





$$M_i = M \cdot \frac{n_i}{100} \quad (4.8)$$

$$V_{si} = V_s \cdot \frac{n_i}{100} \quad (4.9)$$

a poměrná doba trvání provozního režimu v roce bude

$$\alpha_i = \frac{P_{ri}}{8760} \quad (4.10)$$

S těmito vstupními parametry provedeme výpočet imisních koncentrací podle základních postupů. Označíme-li  $c_{i\varphi j}$  imisní koncentraci v referenčním bodě při  $i$ -tém provozním režimu, při směru větru  $\varphi$  a při rozptylových podmínkách  $j$ , pak dobu trvání překročení zvolené imisní koncentrace  $c_R$  můžeme vyjádřit

$$T_R(c_R) = 8760 \cdot \sum_j \sum_\varphi \left( f_{\varphi j} \cdot \sum_i \alpha_i \right) \quad (4.11)$$

kde součet probíhá jen přes takové provozní režimy  $i$ , pro které platí  $c_{i\varphi j} > c_R$ .

Hodnoty  $c_{max}$ ,  $c_i$  a roční průměry imisních koncentrací počítáme podle základního postupu. Výpočet maximálních krátkodobých imisních koncentrací je totiž potřeba provádět z hodnot  $M$  a  $V_s$  při jmenovitém výkonu zdroje a vypočtenou hodnotu ročních průměrů imisních koncentrací by nový postup stejně neovlivnil.

Celý postup popsáný v této kapitole je však možné použít jen pro jediný zdroj znečištění ovzduší. Při více proměnných zdrojích bychom se dostali do velkých komplikací při určování vzájemných kombinací jednotlivých provozních režimů zdrojů.

#### 4.5 Výpočet imisních koncentrací NO<sub>2</sub>

Zdroje (zejména při spalovacích procesech) emitují převážně NO, který teprve pod vlivem slunečního záření a ozónu oxiduje na NO<sub>2</sub>, přičemž rychlost této reakce značně závisí na okolních podmínkách v atmosféře. Pro popis konverze NO na NO<sub>2</sub> využijeme obdobného postupu, jaký se používá pro modelování úbytku znečišťující látky v ovzduší, kdy se zavádí průměrná doba jejího setrvání v atmosféře.

Pro výpočet imisní koncentrace NO a NO<sub>2</sub> v ovzduší platí

$$c_{NO_2} = c'_{NO_2} + c'_{NO} \cdot \left[ 1 - \exp\left(-k_p \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \right] \cdot 0,9 \quad (4.12a)$$

$$c_{NO} = c'_{NO} \cdot \left[ 0,1 + 0,9 \cdot \exp\left(-k_p \cdot \frac{x_L}{u_{hl}}\right) \right] \quad (4.12b)$$

kde  $c'_{NO_2}$  resp.  $c'_{NO}$  je imisní koncentrace NO<sub>2</sub> resp. NO vypočtená v daném bodě z množství emisí NO<sub>2</sub> resp. NO podle původní metodiky ŠYMOS'97.

$x_L$  je vzdálenost referenčního bodu od zdroje ve směru větru,

$u_{hl}$  je rychlost větru v efektivní výšce zdroje korigované na tvar terénu  $h_l$  a

$k_p$  je koeficient přírůstku NO<sub>2</sub>. Jeho hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

**tabulka 4.1** Hodnoty koeficientu přírůstku NO<sub>2</sub>

třída stability	koeficient $k_p$ [ s <sup>-1</sup> ]
I	0,96·10 <sup>-4</sup>
II	1,11·10 <sup>-4</sup>
III	1,46·10 <sup>-4</sup>
IV	2,31·10 <sup>-4</sup>
V	5,56·10 <sup>-4</sup>

Poměr zastoupení NO a NO<sub>2</sub> v emisích NO<sub>x</sub> je pro jednotlivé typy zdrojů uveden v příloze č. 2 metodického pokynu ke zpracování rozptylových studií.

#### 4.6 Výpočet denních imisních koncentrací částic PM<sub>10</sub> a SO<sub>2</sub>

##### 4.6.1 Výpočet maximálních denních imisních koncentrací

Postup výpočtu je stejný jako v odst. 3.3.1. při výpočtu maximálních krátkodobých imisních koncentrací až po načítání hodinových hodnot imisních koncentrací od jednotlivých zdrojů pro daný směr větru, třídu stability a rychlost větru. Při tomto načítání se v každém kroku celková získaná hodinová imisní koncentrace přepočte na denní imisní koncentraci podle následujících vztahů [9].

Pro SO<sub>2</sub>:

$$C_d = [ -0,0003 \cdot (C_h)^2 + 0,7792 \cdot C_h + 3,6461 ] \cdot P_d/24 \quad \text{pro } C_h \leq 445 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \quad (4.13)$$

$$C_d = (0,0342 \cdot C_h + 275,5) \cdot P_d/24 \quad \text{pro } C_h > 445 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$$

Pro PM<sub>10</sub>:

$$C_d = 0,8364 \cdot C_h \cdot P_d/24 \quad \text{pro } C_h \leq 360 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \quad (4.14)$$

$$C_d = [ 0,03482 \cdot (\ln C_h)^{5,1144} ] \cdot P_d/24 \quad \text{pro } C_h > 360 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3},$$

kde  $C_d$  je maximální možná průměrná denní imisní koncentrace v průběhu roku,  
 $C_h$  je maximální možná hodinová imisní koncentrace v průběhu roku, stanovená modelem SYMOS,  
 $P_d$  je počet hodin za den, kdy je zdroj v činnosti.

Přepočtením výsledné hodinové hodnoty (po načtení imisních koncentrací od všech zdrojů připadajících pro daný azimut větru v úvahu) získáme pro každý směr větru, třídu stability a rychlost větru výslednou „denní“ imisní koncentraci  $C_{d_{dj}}$ , se kterou dále zacházíme stejně jako v případě hodinových hodnot. To znamená, že se z těchto hodnot vybere jednak maximální imisní koncentrace  $C_{dj}$  pro každou přípustnou kombinaci třídy stability a třídy rychlosti větru (celkem 11 hodnot) a jednak nejvyšší imisní koncentrace  $C_{dmax}$  bez ohledu na třídu stability a rychlost větru. Tyto hodnoty budou mít význam maximálních průměrných denních imisních koncentrací, pokud by podmínky, za kterých mohou nastat, trvaly celý den.

##### 4.6.2 Výpočet počtu případů překročení stanovených hodnot za rok

Postup je obdobný jako v odst. 3.3.3. při výpočtu doby překročení zvolených imisních koncentrací. Během načítání hodinových hodnot imisních koncentrací od jednotlivých zdrojů pro daný směr větru, třídu stability a rychlost větru se v každém kroku celková získaná hodinová imisní koncentrace přepočte na denní imisní koncentraci podle rovnic uvedených v odst. 4.6.1. Po každém načtení a přepočtu se testuje, zda vypočtená „denní“ hodnota již překročila nebo ještě nepřekročila zvolenou hodnotu  $c_R$ . Další postup je zcela shodný s výpočtem doby překročení u hodinových hodnot (odst. 3.3.3), pouze s tím rozdílem, že se použijí „denní“ hodnoty. Výsledná doba překročení stanovených imisních koncentrací (např. imisního limitu) bude i nadále vycházet v hodinách za rok. Je tedy nutné ji přepočíst na dny za rok, aby bylo možné výsledek srovnat s limitem pro





počet výskytů denní imisní koncentrace vyšší než imisní limit. Pokud vyjde doba překročení nižší než 24 hodin za rok, bude se předpokládat, že k výskytu nadlimitní hodnoty dojde v průměru jednou za více let, nepřímo úměrně vypočtenému počtu hodin.

#### 4.6.3 Překročení 24hodinového imisního limitu pro suspendované částice $PM_{10}$

Pro výpočet počtu případů překročení 24hodinového imisního limitu pro suspendované částice  $PM_{10}$  z pozemních komunikací ( $VoL$ ) je vhodné použít metodu popsanou v [7] a zde uváděnou. Výsledné hodnoty se zaokrouhlí na celé dny.

- a) Pro hodnoty průměrných ročních imisních koncentrací  $PM_{10} \leq 13,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ :

$$VoL = 0 \quad (4.15a)$$

- b) Pro hodnoty průměrných ročních imisních koncentrací  $PM_{10} > 13,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ :

$$VoL \cong a + b \times (1 - \exp(-(IHR - d \times \ln(1 - \sqrt{2}/2) - c) / d))^2 \quad (4.15b)$$

kde  $IHR$  je průměrná roční imisní koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] a konstanty  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  nabývají následujících hodnot:

$$\begin{aligned} a &= 0,5155 \\ b &= 348,8097 \\ c &= 63,8863 \\ d &= 41,1309 \end{aligned}$$

## 5. Speciální postupy výpočtu znečištění ovzduší

### 5.1 Výpočet extrémního znečištění ovzduší při inverzích a bezvětří

Použitá metoda Gaussovského rozptylu kouřové vlečky neumožňuje stanovení imisních koncentrací znečišťujících látek v ovzduší za extrémně nepříznivých podmínek, při bezvětří a inverzích. Přitom tyto podmínky nastávají často zejména v údolích, trvají řadu hodin nebo i dní a jsou příčinou kalamitních situací z hlediska znečištění ovzduší.

Pro odhad imisních koncentrací při těchto situacích použijeme metodu upraveného box-modelu. Předpokládáme uzavřené údolí nebo kotlinu, ve které jsou zdroje znečištění ovzduší, bezvětří, inverzní teplotní zvrstvení a kde ve výšce  $L$  nad dnem kotliny je horní hranice směšovací vrstvy.

Horní hranice směšovací vrstvy se ztotožňuje s horní hranicí přízemní nebo dolní hranicí výškové inverze. Tato horní hranice směšovací vrstvy tvoří plochu, skrz kterou exhalace neprostupují (s výjimkou prorážení inverze kouřovou vlečkou těsně nad komínem) a chová se tedy stejně jako „odrazová“ plocha zemského povrchu.

Při použití box-modelu předpokládáme, že po začátku trvání podmínek bezvětří a inverze jsou imisní koncentrace v kotlině závislé pouze na době trvání inverze, výšce horní hranice směšovací vrstvy a na vertikální souřadnici  $z$ . Horizontálně jsou imisní koncentrace v celé kotlině v každém okamžiku stejné.

Vertikální rozptyl exhalací záleží na podmínkách rozptylu v inverzní vrstvě, předpokládáme přitom rozptylové podmínky ve II. třídě stability atmosféry.

Dále je třeba rozlišit, ze kterých zdrojů se exhalace dostanou nad horní hranici směšovací vrstvy a ze kterých nikoliv. Pokud koruna komína zasahuje nad hranici směšovací vrstvy ( $H > L$ ), je zřejmé, že kouřová vlečka se bude pohybovat nad touto hranicí. Pokud efektivní výška  $h = H + \Delta h_0$  počítaná pro rychlost větru  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  nedosáhne hranice směšovací vrstvy, je opět zřejmé, že tentokrát exhalace zůstanou pod touto hranicí. V ostatních případech přijmeme následující předpoklad:

$$\text{Je-li} \quad H + \frac{\Delta h_0}{2} > L \quad (5.1)$$

pak tepelný vznos kouřové vlečky prorazí hranici směšovací vrstvy, exhalace se dostanou nad ní a imisní koncentraci v kotlině neovlivní.

$$\text{Je-li} \quad H + \frac{\Delta h_0}{2} \leq L \quad (5.2)$$

pak tepelný vznos kouřové vlečky na proražení směšovací vrstvy nestačí a exhalace zůstanou pod touto hranicí. Efektivní výška vlečky je pak rovna výšce směšovací vrstvy  $L$ .

Převýšení vlečky získáme ze vztahu  $\Delta h_0 = A \cdot Q^B$  (viz kapitola 3.2.3.1).

Údolí, ve kterém se výpočet provádí, rozdělíme vertikálně na  $n$  vrstev o tloušťce  $\Delta z$ . Výšky horních hranic těchto vrstev označíme  $z_k$ ,  $k = 1, \dots, n$ , potom  $z_n = L$ .

Plochy údolí ve výškách  $z_k$  označíme  $P_k$ . Objemy vzduchu v jednotlivých vrstvách pak budou

$$V_k = \frac{\Delta z}{3} \cdot (P_{k-1} + \sqrt{P_{k-1} \cdot P_k} + P_k) \quad (5.3)$$

Ve výškách  $z_k$  zároveň vypočítáme fiktivní imisní koncentrace  $c_{fi}$  od všech zdrojů, jejichž exhalace zůstávají uvnitř inverze:

$$c_{fi}(z_k) = \frac{10^6 \cdot M_i}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{yi} \cdot \sigma_{zi} \cdot u} \cdot (E_{1i} + E_{2i} + E_{3i} + E_{4i} + E_{5i} + E_{6i}), \quad (5.4)$$

kde

$$\begin{aligned} E_{1i} &= \exp \left[ -\frac{(z_k - h_i)^2}{2 \sigma_z^2} \right] \\ E_{2i} &= \exp \left[ -\frac{(z_k + h_i)^2}{2 \sigma_z^2} \right] \\ E_{3i} &= \exp \left[ -\frac{(z_k - h_i - 2L)^2}{2 \sigma_z^2} \right] \\ E_{4i} &= \exp \left[ -\frac{(z_k + h_i - 2L)^2}{2 \sigma_z^2} \right] \\ E_{5i} &= \exp \left[ -\frac{(z_k - h_i + 2L)^2}{2 \sigma_z^2} \right] \\ E_{6i} &= \exp \left[ -\frac{(z_k + h_i + 2L)^2}{2 \sigma_z^2} \right] \end{aligned} \quad (5.5)$$

Výpočtová rovnice popisuje rozptyl exhalací pod hranicí směšovací vrstvy s vyloučením bočního horizontálního rozptylu. Za rychlost větru  $u$  se dosazuje hodnota  $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a za  $h_i$  hodnota  $H_i + \Delta h_{0i}$ . Dále předpokládáme, že za bezvětří exhalace nevystupují podél svahů vzhůru, takže neplatí vzájemné ovlivňování výšek  $h_i$  a  $z$ .

Rozptylové parametry  $\sigma_y$  a  $\sigma_z$  závisí na vzdálenosti od zdroje  $x$  [m]. V případě výpočtu za bezvětří za hodnotu  $x$  bereme vzdálenost, do které by se exhalace dostaly při rychlosti větru  $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  za dobu trvání inverze, tj.

$$x = 1800 \cdot T \quad (5.6)$$

kde  $T$  je doba trvání bezvětří a inverze v hodinách.

Fiktivní imisní koncentrace  $c_{fi}$  od všech zdrojů, jejichž exhalace zůstávají ve směšovací vrstvě, se pro každou výšku sečtou:

$$c_f(z_k) = \sum_i c_{fi}(z_k) \quad (5.7)$$

Označme  $M_f$  součet násobků celkových fiktivních imisních koncentrací a objemů vzduchu, ve kterých se vyskytují, přes všechny nadmořské výšky až do horní hranice směšovací vrstvy  $L$  (výška hranice nad dnem





kotliny). Jedná se vlastně o fiktivní obsah znečišťující látky ve směšovací vrstvě:

$$M_f = \sum_k c_f(z_k) \cdot V_k \quad (5.8)$$

Ve skutečnosti je však za dobu  $T$  hodin emitováno do ovzduší celkové množství  $M_c$  znečišťující látky:

$$M_c = 3600 \cdot T \cdot \sum_i M_i \quad (5.9)$$

kde  $M_i$  jsou emise jednotlivých zdrojů v  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$  a suma probíhá přes ty zdroje, jejichž exhalace zůstávají ve směšovací vrstvě.

Skutečný vertikální profil imisních koncentrací  $c(z)$  pod hranicí směšovací vrstvy pak bude

$$c(z_k) = c_f(z_k) \cdot \frac{M_c}{M_f} \quad \text{pro } M_f \neq 0 \quad (5.10)$$

$$c(z_k) = 0 \quad \text{pro } M_f = 0$$

Pro tento skutečný vertikální profil pak bude platit

$$M_c = \sum_k c(z_k) \cdot V_k \quad (5.11)$$

tj. množství znečišťující látky rozptýlené ve vzduchu v kotlině se rovná jejímu množství emitovanému do ovzduší v kotlině ze zdrojů exhalací za dobu trvání inverze.

Pro výpočet krátkodobé imisní koncentrace v referenčním bodě za podmínek bezvětří a inverze pak postačí z vypočtených hodnot vertikálního profilu imisních koncentrací vypočítat lineární interpolací správnou hodnotu pro danou nadmořskou výšku referenčního bodu.

Určitým nedostatkem této metody je fakt, že tímto způsobem je možné počítat extrémní znečištění pouze v údolích, kotlinách atd. (i když zde k němu dochází nejčastěji), protože v rovinném terénu nejsou zřejmé hranice uzavřeného objemu vzduchu, do kterého zdroje znečištění exhalují. Tento nedostatek se dá obejít v oblastech, kde již delší dobu probíhá měření znečištění ovzduší. V těchto oblastech se hranice uzavřeného objemu vzduchu dají zhruba stanovit v místech, kde podle průměrných ročních imisních koncentrací končí území s vysokým znečištěním ovzduší.

Vzhledem k tomu, že pro převážnou většinu míst v ČR nejsou k dispozici žádná meteorologická data o četnosti výskytu horních hranic inverzí při současném bezvětří ani o době trvání bezvětří při inverzích, je možné popsanou metodu využívat pouze k výpočtu extrémních krátkodobých imisních koncentrací za předem stanovených podmínek.

## 5.2 Rozptyl exhalací z chladicích věží tepelných elektráren

Metoda výpočtu rozptylu z chladicích věží elektráren předpokládá, že spaliny z elektrárny nejsou vypouštěné komínem, ale jsou zavedené do chladicích věží a spolu s vlhkým vzduchem z věže unikají do ovzduší.

Pro výpočet převýšení exhalační vlečky z chladicích věží platí:

a) pro stabilní teplotní zvrstvení (tj. pro I., II. a III. třídu stability):

$$\Delta h = \frac{1,6 \cdot F^{1/3} \cdot x_L^{2/3}}{u_H} \quad \text{pro } x_L < x_h' \quad (5.12)$$

$$\Delta h = 2,9 \cdot \left( \frac{F}{u_H \cdot s_g} \right)^{1/3} \quad \text{pro } x_L \geq x_h'$$



kde

$$x'_h = \frac{2,4 \cdot u_H}{\sqrt{s_g}} \quad (5.13)$$

$$s_g = \frac{g}{T_e} (\gamma_d - \gamma) \quad (5.14)$$

$F$ [m <sup>4</sup> ·s <sup>-3</sup> ]	je počáteční vztakový tok vzduchu opouštějícího chladicí věž
$x_L$ [m]	je vzdálenost referenčního bodu od chladicí věže ve směru větru
$u_H$ [m·s <sup>-1</sup> ]	je rychlost větru ve výšce $H$
$H$ [m]	je výška chladicí věže
$T_e$ [K]	je teplota vzduchu v okolí chladicí věže
$g = 9,81$ m·s <sup>-2</sup>	je tíhové zrychlení
$\gamma_d = 0,01$ °C·m <sup>-1</sup>	je adiabatický vertikální teplotní gradient
$\gamma$ [°C·m <sup>-1</sup> ]	je aktuální vertikální teplotní gradient v atmosféře podle tabulky 5.1.

**tabulka 5.1** Hodnoty vertikálního teplotního gradientu v I., II, a III. třídě stability používané ve výpočtech imisních koncentrací z exhalací z chladicích věží.

třída stability	$\gamma$ [°C·m <sup>-1</sup> ]
I	-0,020
II	-0,011
III	0,000

b) pro normální a konvektivní podmínky v atmosféře (IV. a V. třída stability):

$$\Delta h = \frac{1,6 \cdot F^{1/3} \cdot (3 \cdot x_L)^{2/3}}{u_H} \quad \text{pro } x_L < x_h'' \quad (5.15)$$

$$\Delta h = \frac{5,56 \cdot F^{3/5} \cdot H^{2/5}}{u_H} \quad \text{pro } x_L \geq x_h''$$

kde

$$x_h'' = 2,16 \cdot F^{2/5} \cdot H^{3/5} \quad (5.16)$$

Počáteční vztakový tok vzduchu opouštějícího chladicí věž  $F$  vypočítáme podle rovnice:

$$F = \frac{w \cdot g \cdot D_v^2}{4} \cdot \left[ 1 - \frac{T_e}{T_{ch}} + (q_{ch} - q_e) \cdot \left( 0,61 + \frac{f_{rt} \cdot L_v}{c_p \cdot T_{ch}} \right) \right] \quad (5.17)$$

kde $w$	[m·s <sup>-1</sup> ]	je výstupní rychlost vzduchu z chladicí věže
$D_v$	[m]	je průměr chladicí věže v koruně
$T_e$	[K]	je teplota okolního vzduchu, ( $T_e = t_e + 273,15$ )
$T_{ch}$	[K]	je teplota vzduchu vystupujícího z chladicí věže, ( $T_{ch} = t_{ch} + 273,15$ )
$q_e$	[-]	je směšovací poměr v okolním vzduchu
$q_{ch}$	[-]	je směšovací poměr ve vzduchu z chladicí věže
$L_v = 2,5 \cdot 10^6$	J·kg <sup>-1</sup>	je latentní teplo výparu vody
$c_p = 1004$	J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	je měrné teplo při stálém tlaku
$f_{rt}$	[-]	je korekční faktor na kondenzaci vodní páry





Směšovací poměr v okolním vzduchu  $q_e$  vypočteme:

$$q_e = \frac{r}{100} \cdot \frac{0,622}{p_0} \cdot E_T(T_e) \quad (5.18)$$

kde  $r$  [%] je relativní vlhkost vzduchu  
 $p_0 = 101325$  Pa je normální tlak vzduchu na zemi  
 $E_T(T_e)$  je tlak nasycených vodních par při teplotě  $T_e$ . Tento tlak při teplotě  $T$  vypočteme podle Clausius-Clapeyronovy rovnice:

$$E_T(T) = E_r \cdot \exp \left[ -\frac{L_v}{R_v} \cdot \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad (5.19)$$

kde  $E_r = 611$  Pa je tlak nasycených par při teplotě  $0^\circ\text{C}$   
 $T_r = 273,15$  K je normální teplota vzduchu  
 $R_v = 461$  J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup> je plynová konstanta pro vodní páru

Směšovací poměr  $q_{ch}$  ve vzduchu opouštějícím chladicí věž vypočítáme za předpokladu 100 % relativní vlhkost podle

$$q_{ch} = \frac{0,622}{p_0} \cdot E_T(T_{ch}) \quad (5.20)$$

Pro výstupní rychlost  $w$  platí:

$$w = \frac{4 \cdot V_{ch}}{\pi \cdot D_v^2} \quad (5.21)$$

kde  $V_{ch}$  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>] je objemový tok vzduchu opouštějícího chladicí věž (včetně zavedených spalin). Tento objem se skládá z objemového toku zavedených spalin  $V_s$  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>] a objemového toku vzduchu  $V_{ch}'$  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>], který prochází věží bez zavedených spalin, tj.

$$V_{ch} = V_s + V_{ch}' \quad (5.22)$$

Hodnota  $V_s$  i závislost  $V_{ch}'$  na vnější teplotě  $t_e$  a relativní vlhkosti  $r$  mají být obsažené ve vstupních údajích. Pokud závislost  $V_{ch}'$  na teplotě  $t_e$  a vlhkosti  $r$  počítáme pouze z několika změřených hodnot, předpokládáme o ní, že je lineární vzhledem k  $t_e$  a  $D$ , kde  $D$  je sytostní doplněk ve vzduchu:

$$D = \frac{100 - r}{100} \cdot \frac{E_T(T_e)}{R_v \cdot T_e} \quad (5.23)$$

protože podstatné je, kolik vlhkosti je vzduch ještě schopen pojmout.

Podobně teplota vzduchu  $T_{ch}$  odcházejícího z chladicí věže (včetně zavedených spalin) se dá vyjádřit pomocí teploty spalin  $T_s$  [K] a teploty  $T_{ch}'$  [K] vzduchu, který odchází z věže, pokud spaliny do ní nejsou zavedené:

$$T_{ch} = \frac{M_s \cdot T_s + M_{ch}' \cdot T_{ch}'}{M_s + M_{ch}'} \quad (5.24)$$

kde  $M_s$  je hmotnost spalin vypouštěných do chladicí věže za jednotku času

$$M_s = \frac{p_0 \cdot V_s}{R_s \cdot T_s} \quad (5.25)$$

$$R_s = R_d (1 + 0,61 \cdot s_m) \quad (5.26)$$

$$s_m = \frac{0,622 \cdot W}{100 - 0,378 \cdot W} \quad (5.27)$$

kde  $W$  je obsah vodní páry ve skutečných spalínách (vzdušnině) v %,  $M_{ch}'$  je hmotnost vzduchu, který prochází chladicí věží za jednotku času bez zavedených spalín:

$$M_{ch}' = \frac{p_0 \cdot V_{ch}'}{R_{ch}' \cdot T_{ch}'} \quad (5.28)$$

$$R_{ch}' = R_d (1 + 0,61 \cdot s_1(T_{ch}')) \quad (5.29)$$

Ve vzorci  $R_d = 287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  je plynová konstanta pro suchý vzduch a  $s_1(T_{ch}')$  značí měrnou vlhkost nasycených vodních par, která závisí na teplotě  $T_{ch}'$ :

$$s_1(T_{ch}') = \frac{0,622 \cdot E_T(T_{ch}')}{p_0 - 0,378 \cdot E_T(T_{ch}')} \quad (5.30)$$

Teplota  $T_{ch}'$  bude podobně jako objemový tok  $V_{ch}'$  záviset na vnější teplotě  $t_e$  a relativní vlhkosti  $r$ . Pokud tato závislost nebude známá a bude nutné ji počítat z několika změřených hodnot, budeme ji považovat rovněž za lineární vzhledem k  $t_e$  a  $D$ , kde  $D$  je sytostní doplněk.

Závislosti  $V_{ch}' = V_{ch}'(t_e, D)$  a  $T_{ch}' = T_{ch}'(t_e, D)$  jsou vnitřními parametry dané chladicí věže, obecně jsou pro každou věž jiné a měly by být obsahem vstupních údajů.

Bezrozměrný parametr  $f_{rt}$  vyjadřuje průměrné relativní množství zkondenzované vodní páry při dané kombinaci teploty  $t_e$  a relativní vlhkosti  $r$  okolního vzduchu. V praxi se dá nahradit poměrem

$$f_{rt} = \frac{D_{m,rt}}{D_{rt}} \quad (5.31)$$

kde  $D_{m,rt}$  je trvání situací s výskytem mlhy při relativní vlhkosti  $r$  a teplotě  $t_e$   
 $D_{rt}$  je celková doba trvání situací s relativní vlhkostí  $r$  a teplotou  $t_e$

Matice hodnot  $f_{rt}$  pro různé třídy  $t_e$  a  $r$  musí být obsahem klimatických vstupních údajů pro dané místo zdroje.

Popsaným způsobem se tedy pro danou třídu  $t_e$  a  $r$  a danou třídu stability ovzduší vypočte veličina  $F$  a z ní převýšení  $\Delta h$ . Jestliže stojí více chladicích věží vedle sebe, provede se dále korekce  $\Delta h$  na možné vzájemné ovlivnění vleček (jejich efektivních výšek). Získáme tak převýšení vlečky  $\Delta h_{jrt}'$  při třídě stability  $j$ , třídě okolní teploty  $t$  a třídě relativní vlhkosti  $r$ . Efektivní výška vlečky se pak vypočte:

$$h_{jrt} = H + Dh_{jrt}' \quad (5.32)$$

Protože tímto způsobem získáme velké množství hodnot efektivní výšky (při 10 třídách  $t_e$ , 7 třídách  $r$  a 5 třídách stability je to 350), což je pro další výpočty zcela nepraktické, zprůměrujeme hodnoty efektivních výšek pro každou třídu stability ovzduší pomocí váženého průměru. Vahou zde bude četnost výskytu dané kombinace třídy teploty  $t_e$  a třídy vlhkosti  $r$  v dané třídě stability  $j$ . Matice těchto relativních četností  $g_{rt}$  musí být pro každou třídu stability obsahem klimatických vstupních údajů. Pro efektivní výšku  $h_j$  vlečky při třídě stability  $j$  pak bude platit





$$h_j = \sum_r \sum_t h_{jrt} \cdot g_{jrt} \quad (5.33)$$

S takto získanými hodnotami efektivní výšky pro danou třídu stability (a danou rychlost větru) pak již počítáme stejně jako při výpočtu znečištění z bodových zdrojů.

U tepelných elektráren často nastává stav, kdy jeden nebo více bloků (a tedy jedna nebo více chladicích věží) není v provozu. Proto je vhodné přepočítat dobu překročení  $T_R$  zvolených imisních koncentrací  $c_R$  na základě jednotlivých provozních režimů (viz kapitola „4.4 Výpočet doby překročení zvolených imisních koncentrací pro zdroj se sezónně proměnou emisí“). Tento postup však lze provést pouze pro jediný zdroj a nikoliv pro více chladicích věží současně. Protože však výpočty znečištění ovzduší od elektráren se obvykle provádějí pro větší území (nikoliv na velmi krátké vzdálenosti), dopustíme se pouze zanedbatelné chyby, pokud chladicí věže elektrárny nahradíme věží jednou umístěnou v geometrickém středu nahrazovaných věží. Všechny ostatní vstupní údaje přitom zůstanou stejné, až na emise znečišťujících látek, která bude součtem emisí z jednotlivých věží, které budou v jednotlivých provozních režimech v provozu. Stejně tak při výpočtu převýšení vlečky při chladných exhalacích počítáme se skutečným počtem provozovaných chladicích věží při daném provozním režimu.

## 6. Rozptylové podmínky dle stabilitní klasifikace Bubníka a Koldovského

Stabilitní klasifikace podle Bubníka a Koldovského rozeznává pět tříd stability s rozdílnými rozptylovými podmínkami. Klasifikace zahrnuje tři třídy stabilní, jednu třídu normální a jednu třídu labilní:

**I. třída stability** – superstabilní: vertikální teplotní gradient je menší než  $-1,6 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ , rozptyl znečišťujících látek v ovzduší velmi malý nebo téměř žádný. Kouřové vlečky jsou viditelné do velké vzdálenosti od zdrojů. Imisní koncentrace při zemi jsou nízké a ve vlečce velmi vysoké. Proto ve značně vyvýšených polohách (vzhledem k efektivní výšce komína) jsou v této třídě stability počítány absolutní maxima imisních koncentrací. Pro prach toto tvrzení platí i v rovině (jako důsledek pádové rychlosti částic).

**II. třída stability** – stabilní: vertikální teplotní gradient je v rozmezí od  $-1,6$  do  $-0,7 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ . Rozptylové podmínky jsou stále nepříznivé, i když lepší než v I. třídě stability.

**III. třída stability** – izotermní: vertikální teplotní gradient je v rozmezí od  $-0,6$  do  $+0,5 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$  (vertikální teplotní gradient se pohybuje kolem nuly, teplota s výškou se mění jen málo), rozptylové podmínky se vylepšují. Jedná se o přechodovou třídu stability mezi stabilními třídami a třídou normální.

**IV. třída stability** – normální: vertikální teplotní gradient je v rozmezí od  $+0,6$  do  $+0,8 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ , rozptylové podmínky jsou dobré. Tato třída stability se v atmosféře vyskytuje nejčastěji (v rovině a málo nebo mírně zvlněné krajině). Proto se nazývá normální třída. Ve významně zvlněné krajině se však část její četnosti vyskytu přesouvá do III. třídy stability.

**V. třída stability** – konvektivní: rozptylové podmínky jsou sice nejlepší (vertikální teplotní gradient je větší než  $+0,8 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ ), ale v důsledku intenzivních vertikálních konvektivních pohybů se mohou vyskytnout v malých vzdálenostech od zdroje nárazově vysoké imisní koncentrace.

Tato typizace předpokládá, že v celé vrstvě, kde dochází k rozptylu znečišťujících látek, je konstantní vertikální teplotní gradient a to již od zemského povrchu. To znamená, že při výpočtu v I. a II. stabilitě předpokládáme, že zdroje exhalují do přízemní inverze (ve III. třídě do izotermie) a že celý rozptyl se děje uvnitř této inverze (ve III. třídě uvnitř izotermie).

Z definičních důvodů se mohou v I. třídě stability vyskytnout pouze rychlosti větru menší než  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ve II. a V. třídě stability menší než  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Ve III. a IV. třídě stability není rychlost větru omezena.

Četnost výskytu jednotlivých tříd stability je většinou následující. I. třída stability se vyskytuje s četností 5 až 10 %, II. třída s četností 10 až 25 %, III. třída s četností 25 až 35 %, IV. třída s četností 30 až 40 % a V. třída s četností 5 až 15 %. V rovinnatém terénu je největší četnost výskytu ve IV. třídě stability, v kopcovitém terénu vzrůstá četnost výskytu stabilních tříd (I., II.) a V. třída na úkor IV. třídy, ve velmi úzkých údolích i na úkor četnosti výskytu III. třídy. V konkrétních případech se četnost výskytu jednotlivých tříd stability může významně lišit.

## Seznam symbolů

$A$		2.1.1	převodní rozměrový koeficient, jehož rozměr závisí na rozměru počtu jednotek $P$ , na které je vztažený emisní faktor a stanovený tak, aby výsledná emise znečišťující látky měla rozměr $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$
$A$	[-]	3.2.3.1	konstanta pro výpočet převýšení vlečky
$A_p$	[%]	2.1.1	obsah popelovin v původním vzorku paliva
$A_s$	[%]	2.1.1	obsah popelovin v sušině paliva
$a_y$	[-]	3.2.5.1	koeficient pro výpočet příčného horizontálního rozptylového parametru $\sigma_y$
$a_z$	[-]	3.2.5.1	koeficient pro výpočet vertikálního rozptylového parametru $\sigma_z$
$B$	[-]	3.2.3.1	konstanta (exponent) pro výpočet převýšení vlečky
$b_y$	[-]	3.2.5.1	koeficient (exponent) pro výpočet příčného horizontálního rozptylového parametru $\sigma_y$
$b_z$	[-]	3.2.5.1	koeficient (exponent) pro výpočet vertikálního rozptylového parametru $\sigma_z$
$C_2$	[-]	3.2.8	konstanta ze vzorce pro výpočet pádové rychlosti částic určující poměr mezi objemem částice a jejím charakteristickým rozměrem (0,8)
$C_3$	[-]	3.2.8	součinitel odporu tření ze vzorce pro výpočet pádové rychlosti částic (0,6)
$C_p$	$[\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$	5.2	měrné teplo vzduchu při stálém tlaku ( $1004 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )
$c$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	3.1	krátkodobá imisní koncentrace znečišťující látky
$c_f$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	5.1	fiktivní imisní koncentrace znečišťujících látek od všech zdrojů, jejichž exhalace zůstávají uvnitř inverze
$c_{fi}$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	5.1	fiktivní imisní koncentrace znečišťujících látek od $i$ -tého zdroje, jejichž exhalace zůstávají uvnitř inverze
$c_{i\phi j}$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	3.3	imisní koncentrace znečišťující látky způsobená $i$ -tým zdrojem při směru větru $\phi$ a třídě stability $j$ .
$c_{\phi j}$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	3.3	imisní koncentrace od zdroje v daném referenčním bodě při směru větru $\phi$ a třídě stability $j$
$c_{max}$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	3.3.1	maximální imisní koncentrace stanovená ze všech hodnot $c_{\phi j}$ bez ohledu na třídy stability a rychlosti větru
$c_R$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	3.3.3	imisní koncentrace znečišťující látky pro výpočet doby jejího překročení, např. hodnota imisního limitu
$c_s$	$[\text{kJ}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}]$	2.1.1	měrné teplo exhalací
$D$	$[\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}]$	5.2	sytnostní doplněk
$d$	[m]	3.2.8	průměr prašné částice
$d$	[m]	2.1.1	vnitřní průměr koruny komína (výduchu)
$\Delta h$	[m]	3.2.3	převýšení vlečky nad ústím komína
$\Delta h_{jrt}$	[m]	5.2	převýšení vlečky z chladicí věže při třídě stability $j$ , třídě okolní teploty $t$ a třídě relativní vlhkosti $r$
$\Delta h_o$	[m]	5.1	efektivní výška zdroje při rychlosti větru $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
$D_{m,rt}$		5.2	dobu trvání situací s výskytem mlhy při teplotě $t$ a relativní vlhkosti $r$ za dané období (rozměr musí být shodný s rozměrem $D_{rt}$ )
$D_{rt}$		5.2	celková doba trvání situací s teplotou $t$ a relativní vlhkosti $r$ (rozměr musí být shodný s rozměrem $D_{m,rt}$ )
$D_v$	[m]	2.1.5	vnitřní průměr chladicí věže v koruně
$\Delta x$	[m]	3.2.3.2	vzdálenost dvou nejvzdálenějších zdrojů ve shluku
$\Delta z$	[m]	5.1	tloušťka jedné vrstvy vzduchu, na které je údolí rozděleno
$E_{Fj}$	$[\text{g}\cdot\text{km}^{-1}\cdot\text{auto}^{-1}]$	2.1.3	emisní faktor pro $j$ -tou skupinu vozidel
$E_{ni}$	[-]	3.2.3.2	faktor vzrůstu převýšení vlečky $i$ -tého zdroje
$E_r$	[Pa]	5.2	tlak nasycených vodních par při teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $E_r = 611 \text{ Pa}$ )
$E_T$	[Pa]	5.2	tlak nasycených vodních par
$F$	$[\text{m}^4\cdot\text{s}^{-3}]$	5.2	vztakový tok vzduchu opouštějícího chladicí věž
$F(z)$	[-]	3.2.7	relativní kumulativní četnost výskytu horní hranice inverze mezi stanovenou výškou a výškou hladiny 850 hPa
$f(\phi_i)$	[-]	3.3.2	relativní četnost větru proudícího ze směru $\phi_i$ v základní osmidílné větrné růžici
$f_E$	$[\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}]$	2.1.1	emisní faktor pro pevná a kapalná paliva
$f_E$	$[\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	2.1.1	emisní faktor pro plynná paliva
$f_\phi$	[-]	3.3.2	relativní četnost větru proudícího ze směru $\phi$ v podrobné větrné růžici
$f_{\phi j}$	[-]	3.3.2	relativní četnost větru proudícího ze směru $\phi$ a při výskytu třídy stability $j$ v podrobné větrné růžici
$f_{rt}$	[-]	2.2.3	matice průměrného relativního množství zkondenzované vodní páry ve vzduchu při teplotě $t$ a relativní vlhkosti vzduchu $r$ v dané třídě stability





$G$	[m·s <sup>-2</sup> ]		tíhové zrychlení (9,81 m·s <sup>-2</sup> )
$g_{rt}$	[-]	2.2.3	matice relativních četností výskytu situací s teplotou $t$ a relativní vlhkosti vzduchu $r$ v dané třídě stability
$H$	[m]	2.1.5	výška chladicí věže
$H$	[m]	2.1.1	výška koruny komína (konce výduchu) nad terénem
$H'$	[m]	4.1.2	výška komína korigovaná na vliv blízké budovy
$\bar{H}$	[m]	3.2.3.2	vážený průměr výšek komínů ve shluku
$H$	[m]	3.2.3	efektivní výška zdroje (bez korekce na vliv terénu)
$h_l$	[m]	3.2.3	efektivní výška zdroje po provedení všech korekcí
$h_{gi}$	[m]	3.1.2	pokles efektivní výšky zdroje vlivem pádové rychlosti prašných částic pro velikost částic o průměru $d_i$
$h_j$	[m]	5.2	vážený průměr efektivních výšek podle tříd stability $j$
$h_{jrt}$	[m]	5.2	efektivní výška chladicí věže při třídě stability $j$ , třídě okolní teploty $t$ a třídě relativní vlhkosti $r$
$h_p$	[m]	5.1	výška emitující plochy nad zemí
$K_1$	[-]	2.1.1	konstanta závisící na typu a výkonu topeniště a na skupenství paliva pro výpočet tepelné vydatnosti zdroje
$K_2$	[-]	2.1.1	konstanta závisící na typu a výkonu topeniště a na skupenství paliva pro výpočet tepelné vydatnosti zdroje
$K_3$	[m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> ]	2.1.1	množství spalin v m <sup>3</sup> vznikající při spálení jednoho kg pevného nebo kapalného paliva
$K_3$	[m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]	2.1.1	množství spalin v m <sup>3</sup> vznikající při spálení jednoho m <sup>3</sup> plynného paliva
$K_E$	[mg·Nm <sup>-3</sup> ]	2.1.1	koncentrace znečišťující látky ve spalinách za normálních podmínek
$K_{Er}$	[mg·m <sup>-3</sup> ]	2.1.1	koncentrace znečišťující látky v referenčních spalinách (vzdušnině)
$K_h$	[-]	3.2.7	koeficient zeslabení vlivu nízkých zdrojů na referenční body ve větších nadmořských výškách
$K_m$	[-]	3.2.3.1	korekční koeficient na postupný vznos vlečky v blízkosti zdroje
$K_s$	[-]	3.2.3.1	korekční koeficient převýšení vlečky na teplotní stabilitu ovzduší
$k_u$	[s <sup>-1</sup> ]	3.2.6	koeficient odstraňování, zahrnující suchou a mokrou depozici a chemické transformace
$L$	[m]	4.1.2	délka budovy (ve směru spojnice zdroj - budova)
$L$	[m]	2.2.2	výška horní hranice inverze nad dnem údolí
$L_g$	[m]	3.2.3.2	maximální rozměr shluku zdrojů
$L_v$	[J·kg <sup>-1</sup> ]	5.2	latentní teplo výparu vody (2,5·10 <sup>6</sup> J·kg <sup>-1</sup> )
$l$	[m]	3.2.1.2	výška referenčního bodu nad povrchem země (výška budovy apod.)
$l_B$	[m]	4.1.2	parametr pro výpočet korigované výšky zdroje na vliv budovy
$l_m$	[m]	4.1.2	výška budovy
$M$	[g·s <sup>-1</sup> ]	4.4	emise znečišťující látky při plném výkonu zdroje
$M$	[g·s <sup>-1</sup> ]	2.1.5	množství znečišťující látky odcházející komínem, výduchem nebo chladicí věží
$M_c$	[g]	5.1	celkové množství emisí znečišťující látky za dobu $T$
$M_E$	[g·s <sup>-1</sup> ]	2.1.2	emise znečišťující látky z elementu plochy
$M_f$	[g]	5.1	fiktivní obsah znečišťující látky ve směšovací vrstvě
$M_{ch}$	[kg·s <sup>-1</sup> ]	5.2	hmotnost vzduchu, který prochází chladicí věží za jednotku času bez zavedených spalin
$M_i$	[g·s <sup>-1</sup> ]	4.4	emise znečišťující látky při předem stanoveném výkonu zdroje
$M_L$	[g·m <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	2.1.3	délková intenzita emise znečišťující látky
$M_p$	[g·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	2.1.2	plošná intenzita emise
$M_s$	[kg·s <sup>-1</sup> ]	5.2	hmotnost spalin vypouštěných do chladicí věže za jednotku času
$M_z$		3.1	obecná emise znečišťující látky
$N$		2.1.5	počet chladicích věží
$A$	[-]	3.2.3.2	počet zdrojů ve shluku
$N_j$	[auto·den <sup>-1</sup> ]	2.1.3	frekvence vozidel $j$ -té skupiny za den
$n_j$	[%]	4.4	relativní doba provozu zdroje na předem stanovený výkon (index $j$ znamená pořadí stanoveného výkonu)
$O_r$	[%]	2.1.1	obsah kyslíku v referenčních spalinách (vzdušnině)
$O_s$	[%]	2.1.1	obsah kyslíku ve skutečných spalinách (vzdušnině)
$P$			počet jednotek, na které je vztažen emisní faktor
$P_d$	[hod]	4.6.1	počet hodin za den, kdy je zdroj v činnosti
$P_k$	[m <sup>2</sup> ]	5.1	velikost horizontální plochy údolí ve výšce $z_k$
$P_r$	[h·r <sup>-1</sup> ]	2.1.1	počet provozních hodin za rok

$P_{rj}$	[h·r <sup>-1</sup> ]	2.1.5	počet provozních hodin j-té chladicí věže za rok
$p$	[-]	3.2.4.1	exponent z mocninového profilu větru
$p$	[Pa]	2.1.1	tlak vzduchu
$p_i$	[%]	4.3	podíl i-tého zdroje na průměrné roční imisní koncentraci v daném bodě
$p_o$	[Pa]	5.2	normální tlak při zemi (101325 Pa)
$Q$	[MW]	2.1.1	tepelná vydatnost zdroje
$q$	[kJ·kg <sup>-1</sup> ]	2.1.1	výhřevnost pevného nebo kapalného paliva
$q$	[kJ·m <sup>-3</sup> ]	2.1.1	výhřevnost plynného paliva
$q_e$	[-]	5.2	směšovací poměr v okolním vzduchu
$q_{ch}$	[-]	5.2	směšovací poměr ve vzduchu z chladicí věže
$R_d$	[J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	5.2	měrná plynová konstanta pro suchý vzduch
$R_s$	[J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	5.2	měrná plynová konstanta pro vlhký vzduch
$R_v$	[J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	5.2	měrná plynová konstanta pro vodní páru (461 J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> )
$r$	[%]	5.2	relativní vlhkost okolního vzduchu
$r_c$	[-]	3.2.1	celkový počet tříd zastoupení prашných frakcí podle průměru částic
$S$	[10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ]	2.1.1	spotřeba plynného paliva
$S$	[t·h <sup>-1</sup> ]	2.1.1	spotřeba pevného nebo kapalného paliva
$S_h$	[kg·h <sup>-1</sup> ]	2.1.1	spotřeba pevného nebo kapalného paliva za hodinu při instalovaném výkonu spalovacího zařízení
$S_h$	[m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ]	2.1.1	spotřeba plynného paliva za hodinu při instalovaném výkonu spalovacího zařízení
$S_p$	[%]	2.1.1	obsah síry v původním vzorku paliva
$S_r$	[kg·r <sup>-1</sup> ]	2.1.1	roční spotřeba pevného nebo kapalného paliva
$S_r$	[m <sup>3</sup> ·r <sup>-1</sup> ]	2.1.1	roční spotřeba plynného paliva
$S_s$	[%]	2.1.1	obsah síry v sušině paliva
$s_j$		5.2	měrná vlhkost nasycených vodních par
$T$	[h]	2.2.2	doba nepřetržitého trvání podmínek inverze a bezvětrí
$T_e$	[K]	5.2	teplota vzduchu v okolí chladicí věže, $T_e = t_e + 273,15$
$T_{ch}$	[K]	5.2	teplota vzduchu vystupujícího z chladicí věže, $T_{ch} = t_{ch} + 273,15$
$T_{ch}'$	[K]	5.2	teplota vlhkého vzduchu opouštějící chladicí věž bez zavedení spalin do věže, $T_{ch}' = t_{ch}' + 273,15$
$T_R$	[h]	3.3.3	počet hodin s překročením imisní koncentrace $c_R$ za rok
$T_r$	[K]	5.2	normální teplota vzduchu (273,15 K = 0 °C)
$T_s$	[K]	5.2	teplota odcházejících exhalací v koruně komína, výduchu nebo chladicí věže, $T_s = t_s + 273,15$
$t_{ch}'$	[°C]	5.2	teplota vlhkého vzduchu opouštějící chladicí věž bez zavedení spalin do věže
$t_o$	[°C]	2.1.1	teplota venkovního vzduchu
$t_e$	[°C]	5.2	teplota venkovního vzduchu u chladicí věže
$t_{ch}$	[°C]	5.2	teplota vlhkého vzduchu opouštějící chladicí věž včetně zavedených spalin do věže
$t_s$	[°C]	2.1	teplota odcházejících exhalací v koruně komína, výduchu nebo chladicí věže
$u_{10}$	[m·s <sup>-1</sup> ]	3.2.4.1	rychlost větru ve výšce 10 m nad povrchem země
$u_h$	[m·s <sup>-1</sup> ]	3.2.4.1	rychlost větru ve výšce $h$
$u_H$	[m·s <sup>-1</sup> ]	3.2.4.1	rychlost větru ve výšce koruny komína
$u_{hl}$	[m·s <sup>-1</sup> ]	3.2.4.1	rychlost větru ve výšce $h_l$
$V_{ch}$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	5.2	objemový tok vlhkého vzduchu opouštějící chladicí věž včetně zavedených spalin do věže
$V_{ch}'$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	5.2	objemový tok vlhkého vzduchu opouštějící chladicí věž bez zavedení spalin do věže
$V$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	2.1	objemový tok spalin nebo vzdušiny z komína za skutečných podmínek za teploty $t_s$ a tlaku $p$
$V_s$	[Nm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	2.1.1, 4.4	objemový tok spalin nebo vzdušiny z komína přepočtený na normální podmínky (0 °C, 101325 Pa). Normální metr krychlový [Nm <sup>3</sup> ] označuje objem vztažený k normálním podmínkám.
$V_s$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	2.1.5., 5.2	objemový tok spalin vypouštěných do každé chladicí věže za skutečných podmínek při teplotě $t_s$ a tlaku $p$
$V_{si}$	[Nm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	4.4	objemový tok spalin nebo vzdušiny z komína přepočtený na normální podmínky (0 °C, 101325 Pa) při i-tém provozním režimu. Normální metr krychlový [Nm <sup>3</sup> ] označuje objem vztažený k normálním podmínkám.
$V_{sR}$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]		objemový tok spalin přepočtený na suchý plyn a referenční obsah kyslíku
$v_{gi}$	[m·s <sup>-1</sup> ]	3.2.8	pádová rychlost částic o průměru $d_i$
$W$	[%]	2.2.1	obsah vodní páry ve skutečných spalinách (vzdušnině)





$W$	[m]	4.1.2	šířka budovy (kolmo na spojnici zdroj - budova)
$W$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}]$	4.2	hodnota prašného spadu
$W_{k\phi i}$	$[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}]$	4.2.4	krátkodobý spad prachu při směru větru $\phi$ , třídě stability j a i-té třídě velikosti částic
$W_p$	[%]	2.1.1	obsah vody v palivu
$W$	$[\text{t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}]$	4.2.4	hodnota ročního spadu prachu
$W_m$	$[\text{t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{měsíc}^{-1}]$	4.2.5	hodnota měsíčního spadu prachu
$w$	$[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$	5.2	výstupní rychlost vzduchu z chladicí věže
$w_o$	$[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$	2.1.1	výstupní rychlost exhalací z komína (výduchu)
$x$	[m]	3.2.1.1	vzdálenost referenčního bodu od zdroje
$x_d$	[m]	3.3.1	rozdíl x-souřadnic i-tého zdroje a k-tého referenčního bodu
$x_L$	[m]	3.2.1.1	vzdálenost referenčního (uzlového) bodu od zdroje ve směru větru
$x_l$	[m]	4.1.2	vzdálenost zdroje od budovy
$x_0$	[m]	2.1.3	šířka liniového zdroje
$x_0'$	[m]	3.2.5	vzdálenost nejbližšího referenčního bodu od zdroje
$x_r$	[m]	2.3.1	souřadnice X (mířící k východu) referenčního bodu
$x_s$	[m]	3.2.3.2	souřadnice X komína ve skupině blízkých zdrojů (pro nejvzdálenější zdroj ke zdroji se souřadnicí $x_s$ )
$x_t$	[m]	3.2.3.2	souřadnice X komína ve skupině blízkých zdrojů (pro nejvzdálenější zdroj ke zdroji se souřadnicí $x_s$ )
$x_\zeta$	[m]	3.2.5.3	vzdálenost, po kterou proudění prochází nad elementem pozemní komunikace
$x_z$	[m]	2.1	souřadnice X (mířící k východu) paty komína bodového zdroje nebo chladicí věže, středu plošného zdroje nebo středu elementu liniového zdroje
$x_{z1}$	[m]	2.1.3	souřadnice X (mířící k východu) počátečního bodu liniového zdroje
$x_{z2}$	[m]	2.1.3	souřadnice X (mířící k východu) konečného bodu liniového zdroje
$y_d$	[m]	3.3.1	rozdíl y-souřadnic i-tého zdroje a k-tého referenčního bodu
$y_L$	[m]	3.2.1.1	vzdálenost referenčního (uzlového) bodu od zdroje ve směru kolmém na směr větru
$y_0$	[m]	2.1.3	délka elementu liniového zdroje
$y_0'$	[m]	2.1.2	délka strany elementu (čtverce) plošného zdroje
$y_r$	[m]	2.3.1	souřadnice Y (mířící k severu) referenčního bodu
$y_s$	[m]	3.2.3.2	souřadnice Y komína ve skupině blízkých zdrojů (pro nejvzdálenější zdroj ke zdroji se souřadnicí $y_s$ )
$y_t$	[m]	3.2.3.2	souřadnice Y komína ve skupině blízkých zdrojů (pro nejvzdálenější zdroj ke zdroji se souřadnicí $y_s$ )
$y_\zeta$	[m]	3.2.5.3	přímět délky elementu liniového zdroje ve směru větru
$y_z$	[m]	2.1	souřadnice Y (mířící k severu) paty komína bodového zdroje nebo chladicí věže, středu plošného zdroje nebo středu elementu liniového zdroje
$y_{z1}$	[m]	2.1.3	souřadnice Y (mířící k severu) počátečního bodu liniového zdroje
$y_{z2}$	[m]	2.1.3	souřadnice Y (mířící k severu) konečného bodu liniového zdroje
$z$	[m]	3.2.1.2	převýšení referenčního bodu nad patou komína (výduchu)
$z'$	[m]	3.2.1.2	korigovaná vertikální souřadnice referenčního bodu v členu pro přímý rozptyl
$z''$	[m]	3.2.1.2	korigovaná vertikální souřadnice referenčního bodu v členu popisujícím odraz v dolním odhadu
$z'''$	[m]	3.2.1.2	korigovaná vertikální souřadnice referenčního bodu v členu popisujícím odraz v horním odhadu
$z_f(x')$	[m]	3.2.2.	funkce převýšení terénu nad rovinou procházející patou komína mezi zdrojem a referenčním bodem
$z_2(x')$	[m]	3.2.2	funkce převýšení terénu nad rovinou procházející referenčním bodem mezi zdrojem a referenčním bodem
$z_k$	[m]	5.1	Výška horní hranice k-té vrstvy vzduchu, na které je údolí rozděleno
$z_0$	[m]	3.2.5.3	výška, do které se přízemní exhalace dostanou vlivem turbulence způsobené průjezdem automobilů
$z_r$	[m]	2.3.1	nadmořská výška terénu středu referenčního bodu
$z_\zeta$	[m]	3.2.5.3	výška, do které sahá přibližně rovnoměrná imisní koncentrace znečišťující látky nad pozemní komunikací
$z_z$	[m]	2.1	nadmořská výška terénu v místě paty komína bodového zdroje nebo chladicí věže, středu plošného zdroje nebo středu elementu liniového zdroje
$z_{z1}$	[m]	2.1.3	nadmořská výška terénu počátečního bodu liniového zdroje
$z_{z2}$	[m]	2.1.3	nadmořská výška terénu konečného bodu liniového zdroje
$\alpha$	[-]	3.3.3	relativní roční využití maximálního výkonu



$\alpha_i$	[-]	4.4	relativní doba trvání předem stanoveného provozního režimu za rok
$\alpha_k$	[-]	4.4	relativní roční využití maximálního výkonu k-tého zdroje
$\alpha_p$	[%]	2.1.1	zastoupení jednotlivých prašných frakcí v závislosti na průměru prašných částic $d$
$\alpha_{pi}$	[%]	3.1	procentuální zastoupení v jednotlivých třídách velikosti prašných částic
$\beta$	[-]	3.2.3.1	korekční koeficient převýšení vlečky na teplotu exhalací
$\gamma$	[ °C/(100 m)]	2.2.1	vertikální teplotní gradient
$\gamma_d$	[ °C/(100 m)]	5.2	adiabatický vertikální teplotní gradient (1 °C/(100 m))
$\delta_{ik}$	[deg]	3.3.1	azimut i-tého zdroje od k-tého referenčního bodu
$\delta_{ik}'$	[deg]	3.3.1	azimut i-tého zdroje od k-tého referenčního bodu, opravený na efektivní výšku zdroje vlivem stažení směru větru s výškou
$\varepsilon$	[-]	3.2.3.1	korekční koeficient převýšení vlečky na vliv terénu
$\zeta$	[deg]	3.2.5.3	úhel mezi směrem elementu pozemní komunikace a směrem větru
$\eta$	[%]	2.1.1	účinnost opatření omezujících únik znečišťující látky (odsiřovacího zařízení, odlučovačů popílku, různých filtrů apod.)
$\vartheta_{ik}$	[-]	3.2.2	matice hodnot $\vartheta$ (i je číslo zdroje a j je číslo referenčního bodu)
$\vartheta$	[-]	3.2.2	koeficient vlivu terénu
$\lambda$	[deg]	3.3.1	úhel mezi směrem větru a spojnicí zdroj - referenční bod
$\nu$	[m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ]		kinematická viskozita vzduchu (15.10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> )
$\rho$	[kg·m <sup>-3</sup> ]		hustota vzduchu (1,3 kg·m <sup>-3</sup> )
$\rho_c$	[kg·m <sup>-3</sup> ]	3.2.8	měrná hustota prašných částic
$\sigma_y(x_L)$	[m]	3.2.5.1	příčný horizontální rozptylový parametr
$\sigma_{y0}(x_L)$	[m]	3.2.5	počáteční příčný horizontální rozptylový parametr pro plošné a liniové zdroje
$\sigma_z(x_L)$	[m]	3.2.5.1	příčný vertikální rozptylový parametr
$\sigma_{z0}(x_L)$	[m]	3.2.5	počáteční příčný vertikální rozptylový parametr pro plošné a liniové zdroje
$\phi$	[deg]	3.3.2	azimut směru větru
$\phi_{10}$	[deg]	3.2.4.2	směr větru ve výšce 10 m nad povrchem země
$\phi_h$	[deg]	3.2.4.2	směr větru v efektivní výšce zdroje referenčního bodu)
$\psi$	[deg]	3.2.5.3	azimut směru elementu pozemní komunikace





## Literatura

- [1] Výpočet znečištění ovzduší pro stanovení a kontrolu technických parametrů zdrojů. Praha, MLVH ČSR 1979.
- [2] Bubník, J. - Keder, J. - Macoun, J. - Maňák, J.: Základní část metodiky výpočtu znečištění ovzduší ze stacionárních zdrojů. Rešerše literatury a konstrukce základních rovnic výpočetního modelu. Státní program péče o životní prostředí MŽP ČR, projekt GA/3224/93. [Závěrečná zpráva za úkoly plánované na rok 1993.] Praha, EKOAIR - Služby čistotě ovzduší, ČHMÚ 1993.
- [3] Bubník, J. - Maňák, J.: Metodika výpočtu znečištění ovzduší ze stacionárních zdrojů. Popis modelu a kontrolní výpočet. Státní program péče o životní prostředí MŽP ČR, projekt 49/6.2/1/95. [Závěrečná zpráva za úkoly plánované na rok 1995.] Praha, EKOAIR - Služby čistotě ovzduší, ČHMÚ 1995.
- [4] Bubník, J. - Koldovský, M.: Typizace počasí se zřetelem ke znečištění ovzduší. In: Böhm, B. a kol.: Znečištění ovzduší v Podkrušnohoří. Sborník prací HMÚ Praha, sv. 20, 1974, s. 101-106.
- [5] Bednář, J. - Zikmunda, O.: Fyzika mezní vrstvy atmosféry. Praha, Academia 1985.
- [6] Bubník, J.: Problémy interpretace výsledků modelových výpočtů znečištění ovzduší. Seminář Hradec Králové, červen 1994. In: Metody výpočtu a právní aspekty rozptylových studií v ochraně ovzduší. Pardubice, Vědeckotechnický informační servis FINISH v.o.s., s. 38-52.
- [7] Návrh postupu pro stanovení četnosti překročení 24hodinového imisního limitu pro suspendované částice  $PM_{10}$ . Zpráva projektu TA ČR č. TA02030664 „Souhrnná metodika pro hodnocení vlivů provozu silničních komunikací na obyvatele v jejich okolí.“, březen 2013
- [8] Výzkum, vývoj a implementace nových měřicích metod pro hodnocení znečištění ovzduší a využití v rámci legislativy ES. Závěrečná zpráva projektu VaV/740/2/02, prosinec 2003
- [9] Zdokonalení a zpřesnění modelování znečištění ovzduší a získání podkladů pro predikci zdravotního rizika. Závěrečná zpráva VaV/1a4/107/07, prosinec 2011.
- [10] <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>, cit [20. 5. 2013]
- [11] Tyle, P.: Přehled o dodávkách a jakosti tuhých paliv na území ČR v roce 2011 pro účely registrů emisních zdrojů. TEKO, Praha, 2012
- [12] Ta Luft02 - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30. 7. 2002 S. 511). On-line [10. 7. 2013]: [www.umweltbundesamt.de/luft/messeinrichtungen/TALuft\\_020724.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/luft/messeinrichtungen/TALuft_020724.pdf)

## PŘÍLOHA Č. 2

**Metodika výpočtu podílu velikostních frakcí částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v emisích tuhých znečišťujících látek a výpočtu podílu emisí NO<sub>2</sub> v NO<sub>x</sub>**

**A) Metodika výpočtu podílu velikostních frakcí částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v emisích tuhých znečišťujících látek**

Pokud je známa přímo emise částic PM<sub>10</sub> resp. PM<sub>2,5</sub> z daného zdroje, použije se pro výpočet. Pokud známa není, ale je známo rozložení aerodynamických průměrů částic v emisích tuhých znečišťujících látek daného zdroje, je uvažována pouze část těchto emisí odpovídající velikosti částic od 0 do 10 μm resp. od 0 do 2,5 μm. Obvykle však tyto informace k dispozici nejsou. V takovém případě je nutné použít data z následujících tabulek, které udávají procentuální zastoupení frakce částic PM<sub>10</sub> resp. PM<sub>2,5</sub> v celkových emisích tuhých znečišťujících látek z různých zdrojů. Tato data znamenají typické hodnoty.

Vychází se z předpokladu, že množství emisí jednotlivých frakcí částic PM<sub>10</sub> nebo PM<sub>2,5</sub> závisí na použitém odlučovacím zařízení (viz tab. 1). Pokud je typ jednotlivých druhů odlučovačů jiný než uvedený v tab. 1, použije se hodnota uvedená obecně pro jednotlivé druhy (filtry, elektrické odlučovače, mokré mechanické odlučovače).

Pouze v případě, že odlučovač není instalován nebo není znám a jedná se o technologický proces, budou použity hodnoty podílů z tab. 2.

Podíly pro spalování paliv v zařízeních bez odlučovače (v případě spalování tuhých paliv se jedná o zařízení s pevným roštem) jsou uvedeny v tab. 3.

**Tab. 1: Podíl PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v celkových emisích TZL za odlučovačem**

Druh odlučovače	Podíl emisí v TZL	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
FILTRY	85	60
F – textilní s regenerací	85	60
F – keramický	85	60
F – se zrnitou vrstvou	85	55
F – slinutý lamelový	100	99
ELEKTRICKÉ ODLUČOVAČE	85	55
E – suchý	85	55
E – mokrá	85	55
SUCHÉ MECHANICKÉ ODLUČOVAČE		
S – vírový jednočlánek (cyklon)	65	35
S – multicyklon	70	45
MOKRÉ MECHANICKÉ ODLUČOVAČE		
M – rozprašovací	90	60
M – pěnový	90	60
M – vírový	90	50
M – hladinový	90	50
M – proudový	95	75
M – rotační (desintegrátor)	95	75
M – kondenzační	85	55
ODSIŘOVÁNÍ		
mokré metody	80	60

polosuché metody	80	60
adsorpční metody	90	70
JINÉ PROCESY K OMEZOVÁNÍ EMISÍ		
absorpce plynů	95	75
termické spalování	95	85

**Tab. 2: Podíl PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v celkových emisích TZL za technologickým zařízením**

Typ technologie	Podíl emisí v TZL	
	PM <sub>10</sub> %	PM <sub>2,5</sub> %
1		
mechanický vznik manipulace s materiálem, mletí, prosívání a sušení materiálu (např. lomy, čištění uhlí)	51	15
2		
mechanický vznik jemné mletí, broušení, nanášení barev	85	30
3		
vypalování a jiné tepelné úpravy aglomerace rud, jílu apod.	53	18
4		
manipulace se zrnem sklizeň obilí, manipulace s obilím, zpracování dřeva	15	1
5		
zpracování zrnin mletí obilí, sušení, třídění	61	23
6		
tavení kovů (mimo hliníku) všechny primární i sekundární výrobní procesy probíhající za vysokých teplot, výroba minerální vlny	92	82
7		
kondenzace, hydratace, absorpce, destilace uzení masa, výroba dřevěného uhlí, kalení	94	78

**Tab. 3: Podíl PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v celkových emisích TZL za spalovacím stacionárním zdrojem**

Druh paliva	Podíl emisí v TZL	
	PM <sub>10</sub> %	PM <sub>2,5</sub> %
Tříděné druhy uhlí	40	25
Dřevo	95	90
Prachové druhy uhlí	35	10
Jiná biomasa	95	90
Lignit, proplástek	23	6
Topné oleje	83	67
Koks	40	20
Plynná paliva	100	100

**B) Metodika výpočtu poměru NO a NO<sub>2</sub> v NO<sub>x</sub>**

Výsledky měření emisí se vyjadřují v NO<sub>x</sub> (jako NO<sub>2</sub>). Emisní limity jsou stanoveny pro NO<sub>x</sub>. Emisní limity jsou naproti tomu v některých případech stanoveny přímo pro NO<sub>2</sub> a z toho důvodu je nutná znalost poměru NO a NO<sub>2</sub> v jakém je směs NO<sub>x</sub> vypouštěna do ovzduší.

Vstupem do výpočtu rozptylové studie jsou emise NO<sub>x</sub> i NO<sub>2</sub>. Pokud nejsou tyto emise známy z měření, použijí se u spalovacích zařízení hodnoty dle tab. 4 a pro vybrané průmyslové procesy hodnoty dle tab. 5 uvedené v hmotnostních procentech.

V případě, že nelze zdroj zařadit do uvedených kategorií, použije se pro výpočet pětiprocentní podíl emisí NO<sub>2</sub> a devadesátí pěti procentní podíl emisí NO v NO<sub>x</sub>.

**Tab. 4: Podíl emisí NO<sub>2</sub> v NO<sub>x</sub> u spalovacích stacionárních zdrojů**

Druh spalovacího zařízení	Podíl emisí v NO <sub>x</sub>	
	NO <sub>2</sub>	NO
	%	%
Kotle na tuhá paliva	5	95
Kotle v průmyslu a energetice na kapalná paliva	5	95
Kotle na zemní plyn	5	95
Stacionární pístové spalovací motory (všechna paliva)	15	85
Plynové turbíny (palivo zemní plyn)	10	90

**Tab. 5: Podíl emisí NO<sub>2</sub> v NO<sub>x</sub> u vybraných průmyslových procesů**

Druh výroby	Podíl emisí v NO <sub>x</sub>	
	NO <sub>2</sub>	NO
	%	%
Zařízení na povrchovou úpravu kovů a plastů za použití kyseliny dusičné při kontinuálně pracujícím zařízení	0	100
Výroba kyseliny dusičné a jejích solí	100	0
Výroba hnojiv	100	0
Chemická zařízení na výrobu výbušnin	100	0

## PŘÍLOHA Č. 3

**Metodika výpočtu resuspendovaných částic tuhých znečišťujících látek z povrchu zpevněných komunikací**

Pro vyčíslení resuspenze z vozovek lze využít první část metodiky, která byla publikována SFŽP ČR jako podklad pro zpracování studií proveditelnosti na projekty z prioritní oblasti 2, podoblast 2.1.3. Tato metodika vychází z respektované metodiky EPA „AP 42“<sup>1</sup>.

Výpočtové tabulky, které lze využít k metodice na výpočet resuspenze tuhých znečišťujících látek ve formátu .xls lze stáhnout pod tímto odkazem: [http://www.mzp.cz/cz/metodicke\\_pokyny](http://www.mzp.cz/cz/metodicke_pokyny)

**Níže uvedené vztahy byly odvozeny pro veřejné zpevněné komunikace a následující rozmezí veličin:  $sL = 0,03 - 400 \text{ g.m}^{-2}$ , průměrnou hmotnost vozidel  $W = 1,8 - 38 \text{ tun}$  a průměrnou rychlost vozidel  $1 - 88 \text{ km.h}^{-1}$ .**

Závazný postup metodiky výpočtu resuspenze tuhých znečišťujících látek do ovzduší vlivem provozu na komunikacích je následující:

1. Jednoznačně definovat lokalitu (komunikaci)

Důležité parametry jsou:

- a) délka řešených komunikací „d“
- b) intenzita dopravy na komunikaci

Pokud to řešená lokalita (komunikace) dovoluje, využít pro intenzitu dopravy data Ředitelství silnic a dálnic ČR [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) nebo výsledky jiného měření intenzity dopravy. Pokud data nejsou k dispozici, intenzitu dopravy odborně odhadnout na základě podobné lokality, pro kterou jsou data známá. V případě, že k definici vstupních hodnot návrhu kompenzačních opatření či rozptylové studie nevycházel zpracovatel z veřejně dostupných dat, která bude moci příslušný úřad jednoznačně ověřit, je nutné, aby tato data byla uvedena v předložené rozptylové studii.

- c) průměrná hmotnost vozidla

Průměrná hmotnost vozidla „W“ se zjistí aritmetickým průměrem např. na základě sčítání vozidel, odborným odhadem apod. Jedná se o průměr za všechna vozidla na komunikaci. Nesprávné je počítat emise pro každý segment (např. osobní/nákladní) zvlášť.

- d) počet srážkových dnů

Pro řešenou lokalitu je nutno definovat počet srážkových dnů „P“, kdy předpokládáme, že vlivem vlhka je emise nízká, případně je rychle smyta zpět. Využít: TOLASZ, Radim (2007): Atlas podnebí Česka. Praha: Český hydrometeorologický ústav; Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Výpočet množství emisí resuspendovaných prachových částic se určuje následovně:

**a) Využit empirický vzorec  $E = [k (sL)^{0,91} \times (W \times 1,1)^{1,02}] (1 - P/4N)$** 

Kde:

- E* emisní faktor (g/km ujetý vozidlem)
- k* násobitel závislý na velikosti řešené frakce (g/km ujetý vozidlem), viz tabulka 6
- sL* zátěž povrchu silnice prachovými částicemi (g/m<sup>2</sup>), viz graf 1 a 2
- W* průměrná hmotnost vozidla (t) viz bod 1
- P* počet dnů s úrovní srážek  $\geq 1 \text{ mm}$  z celkového počtu dnů *N*, pokud je hodnocena průměrná roční emise, pak je *N* = 365

<sup>1</sup> AP 42. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. 5th Edition. Kapitola 13.2.1 Paved Roads (Final Section). January 2011. On-line verze platná k 2. 9. 2013: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html#toc>*

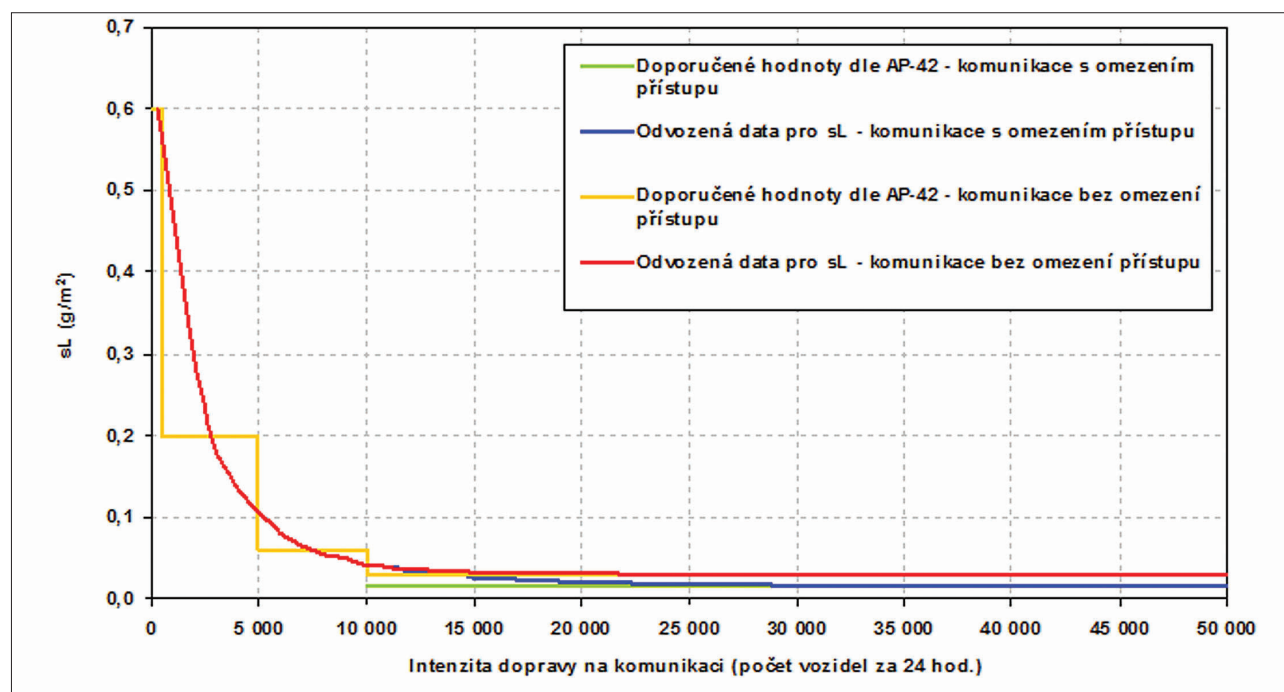
Tab. 6 - Hodnoty násobitele „k“ pro jednotlivé frakce

PM <sub>2,5</sub>	0,15
PM <sub>10</sub>	0,62
PM <sub>15</sub>	0,77
PM <sub>30</sub>	3,23

Pozn.: Pro stanovení emisního faktoru (vyčíslení emisí celkových částic) využít hodnotu pro PM<sub>30</sub>.

Výsledný emisní faktor silně závisí na postupu stanovení hodnoty  $sL$ . Metodiky AP-42 a SFŽP ČR obsahují tabelární doporučené hodnoty, které se mění podle intervalů intenzity dopravy na komunikaci. Jejich nevýhodou jsou však skokové změny na hranicích těchto intervalů. Aby hodnoty  $sL$  v závislosti na intenzitě dopravy neklesaly skokově (jak navrhuje metodika AP-42), nýbrž pozvolně, doporučuje se použití modifikovaného postupu<sup>2</sup>, u něhož byly zadané hodnoty proloženy regresními křivkami. Křivka doporučených hodnot  $sL$  byla zpracována pro letní období s tím, že pro zimní část roku se použije křivka navržená na základě multiplikátorů (viz graf 2). Hodnoty  $sL$  jsou odlišné pro komunikace s omezením a bez omezení přístupu. Regresní křivky, které doporučujeme používat při výpočtu, nabývají hodnot jednotlivých  $sL$  v závislosti na intenzitě dopravy a ukazuje je graf 1.

### Určení hodnoty $sL$ pro letní období

Graf 1 – Hodnoty „ $sL$ “ pro letní období v závislosti na intenzitě dopravy

Výsledný návrh funkcí ke stanovení hodnoty  $sL$  v letním období na komunikacích s omezením a bez omezení přístupu je uveden v předcházejícím grafu 1 a je dán následujícími rovnicemi:

Pro komunikace bez omezení přístupu

$$sL = a + b \times \exp(-c \times ADT) + d \times \exp(-e \times ADT)$$

kde:

$sL$  = množství prachových částic o velikosti menší než 75  $\mu\text{m}$  usazených na povrchu vozovky ( $\text{g}/\text{m}^2$ )  
 $ADT$  = průměrný denní počet vozidel na komunikaci (average daily traffic)

<sup>2</sup> Projekt TA ČR č. TA02030664 „Souhrnná metodika pro hodnocení vlivů provozu silničních komunikací na obyvatele v jejich okolí“

konstanty:

$$\begin{aligned} a &= 2,98836366438775 \times 10^{-2} \\ b &= 0,291164802583441 \\ c &= 9,43038520274373 \times 10^{-4} \\ d &= 0,369564444341721 \\ e &= 3,32212994363627 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

**Pro komunikace s omezením přístupu**

a) intenzita dopravy (ADT) < 39 500 voz / den

$$sL = a + b / (1 + ((ADT - c) / d)^2)$$

kde:

konstanty:

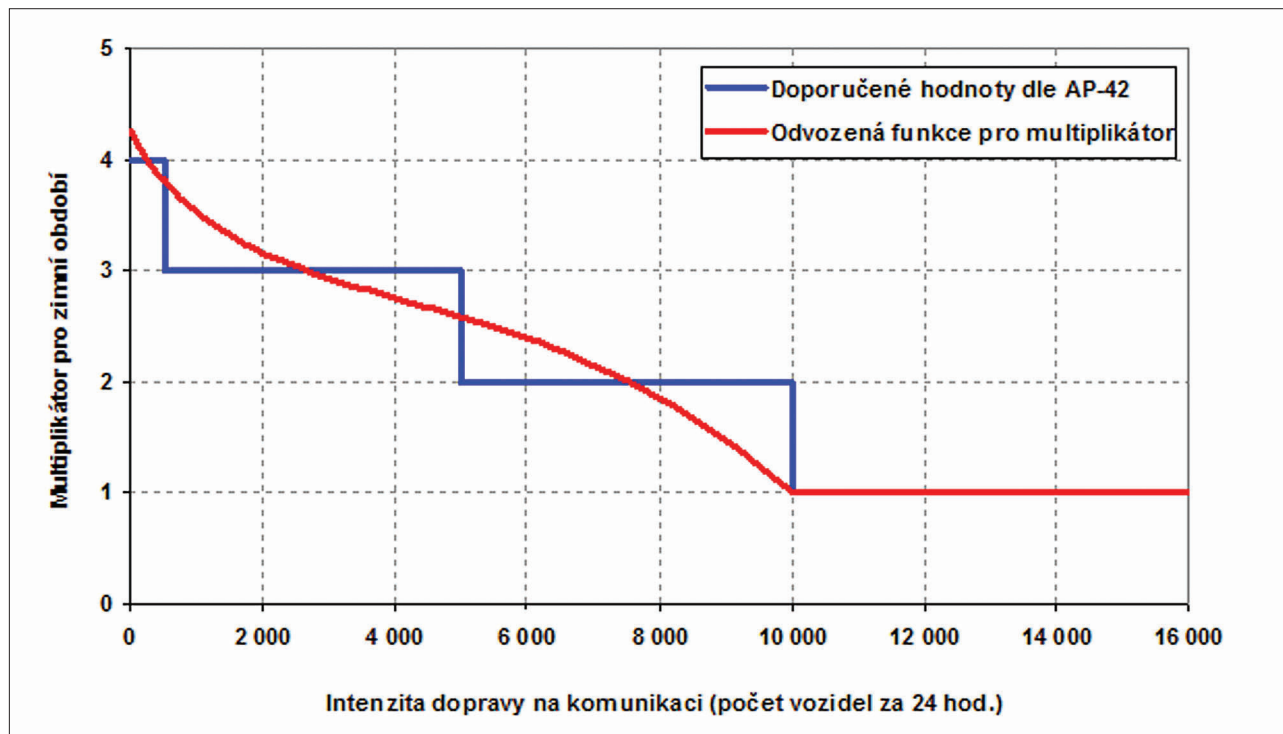
$$\begin{aligned} a &= 1,25660990932695 \times 10^{-2} \\ b &= 1,02795749358738 \\ c &= -1478,62015445707 \\ d &= 1996,17800619622 \end{aligned}$$

b) intenzita dopravy (ADT) ≥ 39 500 voz / den

$$sL = 0,015 \text{ g/m}^2$$

V zimním období je pak tato hodnota sL vynásobena hodnotou multiplikátoru m.

*Graf 2 – Hodnoty multiplikátoru v závislosti na intenzitě dopravy ke stanovení hodnoty „sL“ pro zimní období*



Určení hodnoty multiplikátoru pro zimní období

Výsledný návrh funkce ke stanovení hodnoty multiplikátoru v zimním období v závislosti na intenzitě dopravy je uveden v předcházejícím grafu 2 a je dán následující rovnicí:



$$m = a + b \times ADT + c \times ADT^{1,5} + d \times ADT^2$$

kde:

$m$  multiplikátor pro zimní období  
 $ADT$  průměrný denní počet vozidel na komunikaci (average daily traffic)

konstanty:

$$\begin{aligned} a &= 4,24999961947965 \\ b &= -1,3496511516288 \times 10^{-3} \\ c &= 2,43572801163424 \times 10^{-5} \\ d &= -1,41107682685768 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

Výpočet průměrné roční hodnoty emisního faktoru  $E$  je proveden na základě váženého průměru emisních faktorů pro letní a zimní období. Rozdílné hodnoty  $E$  pro letní a zimní období jsou dány odlišným stanovením hodnoty  $sL$ , která je v zimním období vynásobena hodnotou multiplikátoru (viz výše). Pro stanovení počtu zimních měsíců s tuhými srážkami dle dané oblasti lze použít např. Atlas podnebí České republiky, který byl vydán v roce 2007 Českým hydrometeorologickým ústavem.

Rovnice pro výpočet průměrné hodnoty emisního faktoru  $E$  je pak následující:

$$E = (sL^{0,91} \times L + sL^{0,91} \times Z \times m) / 12 \times k \times (W \times 1,1)^{1,02} \times (1 - P/4N)$$

kde:

$E$  průměrný emisní faktor (g/km ujetý vozidlem)  
 $sL$  množství prachových částic o velikosti menší než 75  $\mu\text{m}$  usazených na povrchu vozovky v letním období ( $\text{g}/\text{m}^2$ )  
 $Z$  počet měsíců s tuhými srážkami  
 $L$  12 –  $Z$   
 $m$  multiplikátor pro zimní období  
 $k$  koeficient pro danou velikostní skupinu částic (g/km ujetý vozidlem)  
 $W$  průměrná hmotnost vozidel (t)  
 $P$  počet dnů s měřitelnými srážkami (dle Atlasu podnebí České republiky)  
 $N$  celkový počet dnů

b) Pro **finální výpočet produkce emisí** z daného úseku komunikace je přirozeně nutno emisní faktor vynásobit počtem vozidel za daný časový úsek (obvykle za průměrný den), délkou komunikace a průměrovacím časem. Výpočet produkce celkových emisí z konkrétního silničního úseku v gramech za sekundu je tedy pak následující:

$$E_{kom} = E \times d \times ADT / (24 \times 3600)$$

kde:

$E$  emisní faktor (g/km ujetý vozidlem)  
 $E_{kom}$  emise z dané komunikace ( $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $d$  délka komunikace (km)

*Záměrně ponecháno prázdné*

## SDĚLENÍ

**Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší,  
jímž se stanovují emisní faktory podle § 12 odst. 1 písm. b) vyhlášky  
č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších  
ustanovení zákona o ochraně ovzduší**

Na základě § 4 odst. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, a § 3 odst. 5 vyhlášky č. 415/2012 Sb., se namísto měření provádí zjišťování úrovně znečišťování výpočtem. Podle § 12 odst. 1 písm. b) se pak k výpočtu použijí emisní faktory obsažené v tomto sdělení, zveřejněném ve Věstníku Ministerstva životního prostředí. Výpočet se provede jako součin emisního faktoru a počtu jednotek příslušné vztažné veličiny na stacionárním zdroji v požadovaném časovém úseku.

Emisní faktory se použijí také pro účely vypracování rozptylové studie podle bodu 3.2 iii přílohy č. 15 vyhlášky č. 415/2012 Sb.

Stanovení množství vypuštěné znečišťující látky ( $E_z$ ) se provede výpočtem podle vztahu:

$$E_z = E_f \cdot M$$

kde  $E_f$  je emisní faktor a  $M$  je množství jednotek, na které je emisní faktor vztažen (vztažná veličina emisního faktoru - například hmotnost spáleného paliva, hmotnost vstupní suroviny, hmotnost produkce, počet jednotek produkce, apod.).

### 1. Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování paliv

Druh paliva	Druh topeniště	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Jednotka
všechna pevná paliva mimo černé uhlí, koks a dřevo	pevný rošt	1,0 x Ap	19,0 x Sp	2,0	45,0	kg/t spáleného paliva
	pásový rošt s pohazováním	5,0 x Ap	19,0 x Sp	3,0	1,0	
	pohyblivý rošt (přesuvný, vratný, aj.) a kombinace rošt + olej, rošt + plyn	3,5 x Ap	19,0 x Sp	3,0	1,0	
	granulační a kombinace rošt + prášek, prášek + plyn	5,5 x Ap	19,0 x Sp	6,0	0,5	
	výtavné	5,5 x Ap	19,0 x Sp	15,0	0,5	
	cyklónové	1,5 x Ap	19,0 x Sp	27,5	0,5	
černé uhlí a koks	pevný rošt	1,0 x Ap	19,0 x Sp	2,0	45,0	
	pásový rošt s pohazováním	5,0 x Ap	19,0 x Sp	7,5	1,0	
	pohyblivý rošt (přesuvný, vratný, aj.) a kombinace rošt + olej, rošt + plyn	3,5 x Ap	19,0 x Sp	7,5	1,0	
	granulační a kombinace rošt + prášek, prášek + plyn	8,5 x Ap	19,0 x Sp	9,0	0,5	
	tavicí	5,5 x Ap	19,0 x Sp	15,0	0,5	
	cyklónové	1,5 x Ap	19,0 x Sp	27,5	0,5	





Druh paliva	Druh topeniště	TZL	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Jednotka
hnědé uhlí, proplástek, lignit, hnědo-uhelné brikety	pásový rošt	1,9 x Ap	19,0 x Sp	3,0	5,0	kg/t spáleného paliva
černé uhlí tříděné a prachové, jiná pevná paliva	pásový rošt	1,7 x Ap	19,0 x Sp	3,0	5,0	
dřevo	jakékoliv	5,2 <sup>1)</sup>	1,0	0,7	1,0	
topné oleje vysokosírné (> 1 % S) a nízkosírné (0,1 – 1 % S)	jakékoliv	2,91	20 x S	10,0	0,53	
plynové oleje pro topení	jakékoliv	2,13	20 x S	2,0	0,59	
topná nafta	jakékoliv	1,42	20 x S	2,0	0,71	
propan a butan	jakékoliv	0,45	0,02 x S	1,8	0,46	kg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> spáleného plynu
koksárenský plyn	jakékoliv	302	2,0 x S	1920	320	
generátorový plyn	jakékoliv	302	2,0 x S	1920	320	
vysokopevní plyn	jakékoliv	302	2,0 x S	1920	320	
zemní plyn	jakékoliv	20	2,0 x S	1300	320	

Poznámky:

Ap – obsah popela v původním vzorku pevných paliv (% hm.)

Sp – obsah síry v původním vzorku pevných paliv (% hm.)

S – obsah síry v původním vzorku paliva pro kapalná paliva (% hm.), propan-butan (g/kg), plynná paliva (mg/m<sup>3</sup>)

<sup>1)</sup> pro spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu vyšším než 50 kW: 4,5

**2. Emisní faktory pro použití plyných paliv v plynových turbínách a pístových spalovacích motorech (kg/10<sup>3</sup> · m<sup>3</sup>)**

Specifikace	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	TZL	CO
Plynové turbíny	11	0,002 x S	-	3,7
Plynové turbíny odvozené z leteckých motorů	25	0,002 x S	-	7
Pístové motory zážehové	60	0,002 x S	0,05	15
Pístové motory dvojpališové	40	0,002 x S	0,1	15

Poznámka: S = obsah síry v palivu v mg/m<sup>3</sup>

**3. Emisní faktory pro použití kapalných paliv v plynových turbínách a pístových spalovacích motorech (kg/t)**

Specifikace	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	TZL	CO
Plynové turbíny	15	20 x S	-	5
Plynové turbíny odvozené z leteckých motorů	32	20 x S	-	9
Pístové motory zážehové	75	20 x S	0,1	250
Pístové motory vznětové	50	20 x S	1,0	15

Poznámka: S = obsah síry v palivu v % hmotnosti

#### 4. Emisní faktory pro koksování uhlí

Znečišťující látka	$E_r$ (g/t koksu)
NO <sub>x</sub>	260
SO <sub>2</sub>	1100 <sup>1)</sup> /320 <sup>2)</sup>
CO	1200

Poznámky:

1) Platí při otopu odsířeným koksárenským plynem.

2) Platí při otopu směsným plynem.

#### 5. Emisní faktory pro čerpací stanice pohonných hmot

Pohonná hmota	$E_r$ (g VOC/m <sup>3</sup> )
Benzin	1400

#### 6. Emisní faktory pro skladování pohonných hmot a petrochemických výrobků

Pohonná hmota	Typ zásobníku	$E_r$ (g VOC/t prosazení)
Benzin	s plovoucí střežou	2000
Nafta		39,3
Petrolej		45,1
Ropa		380
Benzin automobilový	s pevnou střežou	730
Nafta		200

#### 7. Emisní faktory pro kamenolomy a zpracování kamene

Technologický proces – zařízení	$E_r$ v g TZL/t zpracovaného kameniva					
	Suchý materiál			Vlhký materiál <sup>1)</sup> (1,5 - 4% hm.)		
	bez odluč. <sup>2)</sup>	cyklony, ml-žení <sup>3)</sup>	text. filtry <sup>4)</sup>	bez odluč. <sup>2)</sup>	cyklony, ml-žení <sup>3)</sup>	text. filtry <sup>4)</sup>
Vrtací práce	10	10	0,4	10	10	0,3
Nakládka a vykládka rubaniny a kameniva	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
<b>Linka pro úpravu kameniva:</b>						
1) primární drcení (PD)	150	34	4	10	4	2,5
2) primární třídění	140	13	3	8	3	2
3) přesypy dopravníků za PD	100	10	3	5	3	2
4) sekundární drcení	222	97	8	13	5	5
5) sekundární třídění a třídění za každým dalším stupněm drcení	210	35	4	12	4	2,5
6) přesypy dopravníků za každým dalším stupněm drcení	150	15	3	8	3	2
7) terciární a případný 4. stupeň drcení	930	205	15	56	28	10

Poznámky:

1) Při stanovení emisního faktoru v závislosti na vlhkosti je vlhkost stanovena vysušením materiálu při 105 °C





- 2) Lom bez jakéhokoliv odlučování, bez zakrytí technologických celků a dopravních cest
- 3) Lom s cyklony nebo mlžením (resp. jiným rovnocenným zařízením) na zakrytých technologických celcích
- 4) Lom se zakrytými technologickými celky a tkaninovými nebo jinými rovnocennými filtry

### 8. Emisní faktory pro recyklační linky stavebních hmot

Technologický proces – zařízení	E <sub>p</sub> v g TZL/t zpracovaných stavebních hmot		
	bez odluč. <sup>1)</sup>	Cyklony, mlžení <sup>2)</sup>	text. filtry <sup>3)</sup>
primární drcení (PD)	150	34	4
primární třídění	140	13	3
přesypy dopravníků za PD	100	10	3
sekundární drcení	222	97	8
sekundární třídění a třídění za každým dalším stupněm drcení	210	35	4
přesypy dopravníků za každým dalším stupněm drcení	150	15	3
terciární a případný 4. stupeň drcení	930	205	15

Poznámky:

- 1) Bez jakéhokoliv odlučování, bez zakrytí technologických celků a dopravních cest
- 2) Použití cyklonů nebo mlžení (resp. jiné rovnocenné zařízení) na zakrytých technologických celcích
- 3) Zakryté technologické celky a tkaninové nebo jiné rovnocenné filtry

*Ing Jan Kužel, v.r.  
ředitel odboru ochrany ovzduší*

*Záměrně ponecháno prázdné*



## METODICKÉ DOPORUČENÍ

**Ministerstva životního prostředí, odboru druhové ochrany a implementace mezinárodních závazků, o zajištění některých ustanovení vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 189/2013 Sb., o ochraně dřevin a povolování jejich kácení**

**Metodické doporučení je určeno** orgánům ochrany přírody (dále jen „OOP“) a k využití subjektům, které zabezpečují péči o dřeviny rostoucí mimo les, a subjektům, které zamýšlejí dřeviny rostoucí mimo les kácet, nebo do nich jinak zasahovat.

Dnem 15. července 2013 nabyla účinnosti vyhláška č. 189/2013 Sb., o ochraně dřevin a povolování jejich kácení (dále jen „vyhláška“). Tato vyhláška je vydána na základě zmocnění obsaženého v § 8 odst. 3 a 5 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění zákona č. 349/2009 Sb. (dále jen „zákon“), a nahrazuje dosavadní právní úpravu obsaženou v § 8 vyhlášky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Nová vyhláška zvyšuje ochranu souvislých zapojených porostů dřevin přesahujících 40 m<sup>2</sup>. Nově požívají ochrany nejen keřové porosty (jako dosud), ale také zapojené porosty dřevin tvořené stromy s obvodem kmene nedosahujícího hranice 80 cm obvodu měřeného ve výšce 130 cm nad zemí (které často tvoří významný podíl zeleně, resp. přírodě blízkých prvků ve volné krajině i v sídlech).

Vyhláška dále posiluje ochranu stromořadí. V případě, kdy stromořadí nebylo registrováno jako významný krajinný prvek, nebylo podle dosavadní právní úpravy ke kácení jednotlivých stromů s obvodem kmene měřeným ve výšce 130 cm nad zemí menším než 80 cm tvořících toto stromořadí nezbytné povolení orgánu ochrany přírody. Takový přístup se ukázal jako nedostatečný především u nově zakládaných stromořadí a u stromořadí tvořených druhy dřevin, které obvodu kmene 80 cm ve výčetní výšce zpravidla nedosahují.

Ke zmírnění ochrany dochází v případě dřevin pěstovaných na pozemcích se způsobem využití plantáž dřevin (část 2. přílohy k vyhlášce č. 26/2007 Sb., katastrální vyhláška), neboť plantáže dřevin jsou zakládány s cílem jejich raného smýcení, např. za účelem produkce vánočních stromků, energetické biomasy, lignikultury či produkce semen (semenná plantáž).

Ke zmírnění ochranného režimu dochází také u dřevin rostoucích na veřejnosti nepřístupných a stavebně oplocených pozemcích v zastavěném území obcí u rodinných a bytových domů. Tento přístup je tak cíleně omezen na dřeviny, které nejsou součástí veřejně přístupné zeleně. Snahou je snížení administrativní zátěže vlastníků nemovitostí, na kterých se předmětné dřeviny vyskytují, i OOP příslušných k povolování kácení dřevin. Zároveň se posiluje odpovědnost vlastníků za stav jejich majetku. Zájem na ochraně dřevin se přesunuje na vlastníky dotčených nemovitostí, přičemž se opírá o přirozený respekt ke stromům a dřevinám obecně a povědomí o pozitivním vlivu stromů na prostředí domů, využívaných převážně pro trvalé bydlení.

**I. Postup OOP při povolování kácení zapojených porostů dřevin [§ 3 písm. b) a § 1 písm. a) vyhlášky]:**

- a) OOP v řízení o povolení kácení posuzuje, zda se nadzemní části jednoho patra vzájemně dotýkají, prorůstají nebo se překrývají. Tuto charakteristiku splňují především porosty tvořené dřevinami, které mají přibližně obdobnou výšku nebo se alespoň nacházejí v obdobných růstových fázích (v obdobném fyziologickém stádiu). Do definované výměry zapojeného porostu dřevin je, bez ohledu na to, zda porost má případně vyvinuto více pater (např. stromové i keřové), započtena vždy pouze plocha jednoho z těchto pater.
- b) OOP posuzuje žádost o povolení kácení zapojených porostů dřevin v širším kontextu jejich funkčního významu. Za tím účelem bere v úvahu např. četnost výskytu funkčních krajinných prvků (krajinných struktur) tvořených dřevinami v předmětné lokalitě.
- c) OOP v rámci správní úvahy dále posuzuje funkční potenciál zapojeného porostu přímo na konkrétním stanovišti. Bere v úvahu míru uplatnění společenských funkcí porostu a jejich význam přiměřeně pro okolní volnou krajinu a pro zastavěné území sídel (např. protierozní funkci zapojeného porostu, zdravotně-hygienickou funkci v urbanizovaném prostoru obce).
- d) Ochrana zapojených porostů dřevin vyskytujících se na pozemcích, které jsou součástí zemědělského půdního fondu (druh pozemku orná půda a trvalý travní porost), nemůže být překážkou pro návrat k jejich zemědělskému využívání a v těchto případech není účelné ukládat náhradní výsadbu. V případě, že je to z pohledu zlepšování stavu a ochrany krajinných struktur v dané lokalitě nezbytné (snaha o snížení výměry honů, protierozní ochrana půdy), měl by OOP případně zvážit, zda nelze povolení ke kácení zapojeného porostu dřevin vydat v rozsahu, který by skloubil zájem na zemědělském využívání pozemku náležejícího do zemědělského půdního fondu a zájem na ochraně a posílení ekologické stability krajiny (např. ponecháním částí těchto porostů popř. jednotlivých stromů tvořících tyto porosty při okrajích pozemků, podél cestní sítě a linií rozdělujících jednotlivé pozemky).



- e) Za součást zapojeného porostu dřevin se nepovažují jednotlivé stromy, přesahuje-li obvod jejich kmene měřeného ve výšce 130 cm nad zemí 80 cm; ke kácení takových stromů je třeba povolení OOP.
- f) Za součást zapojeného porostu dřevin se nepovažují dřeviny, které jsou součástí stromořadí.

## II. Postup OOP při povolování kácení stromořadí [§ 3 uvozovací věta a § 1 písm. d) vyhlášky]

- a) Ke kácení stromořadí i ke kácení jednotlivých stromů, které jsou součástí stromořadí, je třeba povolení OOP, a to bez ohledu na obvod kmene ve výčetní výšce.
- b) Za stromořadí se považuje liniové uspořádání stromů, a to nejen jako doprovod liniových staveb nebo vodních toků, ale i veškeré další liniové struktury v krajině tvořené stromy s pravidelnými vzdálenostmi (rozestupy) mezi jedinci, např. stromořadí podél polních cest a pěšin, linie stromů tvořící hranice pozemků, větrolamy. Stromořadí nemusí tvořit linii ve tvaru přímky, ale může se jednat i o linii s lomovými body nebo oblouky.
- c) Za stromořadí se nepovažují liniové keřové porosty, resp. výsadby, stříhané živé ploty, nebo upravované stěny, i když jsou vysazeny ze dřevin, které mohou být i stromového vzrůstu (např. habr, buk, javor, smrk, zerav, cypřišek).
- d) Za stromořadí lze považovat liniové uspořádání stromů i v případě, že v jeho funkčních částech chybí některé stromy. Žádoucí je, aby v takovém případě zůstal zachován charakter stromořadí jako funkčního celku.
- e) OOP v rámci správní úvahy posuzuje žádost o povolení kácení stromů tvořících stromořadí také s ohledem na jejich zvýšenou společenskou funkci oproti jednotlivým stromům.
- f) OOP bere v této souvislosti v úvahu původ a funkční význam stromořadí. Ten je zjiřitelný zejména u mladých stromořadí tvořených stromy, na které se na základě původní právní úpravy dosud nevztahovala žádná právní ochrana.
- g) Zvýšený společenský význam stromořadí lze předpokládat např. v případě, kdy jeho výsadba byla uložena jako náhradní výsadba ke kompenzaci ekologické újmy vzniklé pokácením dřevin podle § 9 odst. 1 zákona, nebo kdy bylo založeno jako součást plánu společných zařízení pozemkových úprav, s dotační podporou.

## III. Postup OOP při posuzování nedovolených zásahů do dřevin (§ 2 vyhlášky)

Za účelem posouzení, zda konkrétní poškození nadzemní části (např. při provádění řezu dřevin v rámci aktivní péče), nebo podzemní části dřeviny (např. při stavebních pracích v okolí stromu) má charakter nedovoleného zásahu do dřeviny, zjišťuje OOP jeho způsobení aktivním zásahem člověka (bez ohledu na to, zda k poškození došlo úmyslně či neúmyslně).

- a) Aby OOP mohl zásah kvalifikovat jako nedovolený, prokazuje, že zásah způsobil poškození nebo ničení dřevin, projevující se podstatným nebo trvalým snížením ekologických nebo společenských funkcí nebo způsobí jejich odumření.
- b) Společenské funkce představují soubor veškerých funkcí, které dřeviny poskytují. Společenské funkce, jež jsou ve vyhlášce definovány [§ 1 písm. b)] jako soubor funkcí dřeviny ovlivňujících životní prostředí člověka, zahrnují veškeré funkce, jejichž pozitivní vliv člověk využívá. V definici jsou uvedeny pouze příklady těchto funkcí, jejich spektrum zahrnuje i skupiny funkcí hydricko-vodohospodářských, edaficko-půdoochranných, sociálně-rekreačních nebo zdravotně-hygienických.
- c) K úvaze o tom, zda se jedná o poškození podstatné, může OOP využít např. Standardy péče o přírodu a krajinu, řadu A - arboristické standardy vydávané Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR (viz <http://www.standardy.nature.cz>), v nichž jsou definovány základní principy přístupu k péči o dřeviny (např. technika a technologie řezu stromů) nebo ČSN 83 9061 Technologie vegetačních úprav v krajině – ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích.
- d) Trvalost poškození lze charakterizovat jako stav dřeviny, který je vyvolán zásahem, jehož negativní vliv na další vývoj jedince a jeho ekologické a společenské funkce se projeví v následujícím vegetačním období.
- e) OOP bere v úvahu, že většina ekologických a společenských funkcí působí synergicky a jejich optimální plnění souvisí s dobrým zdravotním stavem a vitalitou dřeviny. O nedovolený zásah může jít, pokud tento zásah zdravotní stav a vitalitu dřeviny negativně ovlivní.
- f) Zejména v případě ekologických a estetických funkcí je však nezbytné ověřit (a mělo by se stát součástí správní úvahy OOP), zda funkce, v jejíž prospěch byl zásah údajně proveden, je v dané lokalitě prioritní a zda tento zásah byl proveden odpovídajícím a maximálně šetrným způsobem. Tato





možnost je upravena v § 2 odst. 2 vyhlášky, který umožňuje provádět zásahy, které jsou klasifikovány jako dovolené. Konkrétně se jedná o tři skupiny zásahů:

### 1. Zásahy prováděné za účelem zachování nebo zlepšení některé z funkcí dřeviny

Toto ustanovení umožňuje v odůvodněných případech provedení zásahu, který sice svým charakterem může odporovat zásadám ochrany dřevin, ale v konkrétní lokalitě výrazně a prokazatelně upřednostňuje společenský zájem některé funkce dřeviny před ostatními. Může jít např. o zásah z důvodů posílení estetické funkce prováděním řezu stromů v okrasném zahradnictví. Zvláštním důvodem k provedení takového zásahu může být opodstatněný společenský zájem na zachování existence dřeviny na lokalitě, který nelze jiným způsobem zajistit a dřevina by jinak musela být pokácena. Tento zájem by měl být vždy jednoznačně doložen.

### 2. Zásahy prováděné v rámci péče o zvláště chráněný druh rostliny či živočicha

Zvláště chráněné druhy jsou definovány v příloze II. a III. vyhlášky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů. V tomto případě je zřejmé nadřazení ekologické funkce stromu jako biotopu zvláště chráněného druhu. V takovém případě by se mělo jednat o zásah prováděný v souladu se záchraným programem dle § 52 ZOPK nebo na základě vyjádření příslušného OOP či odborného posudku nebo studie. Pokud by zásah představoval porušení zákazů stanovených u zvláště chráněných druhů, je nezbytné předchozí povolení výjimky dle § 56 zákona.

### 3. Zásahy prováděné v souladu s plánem péče o zvláště chráněné území

Pokud jsou ve schváleném plánu péče o zvláště chráněné území definovány určité zásahy do dřevin, které by jinak byly klasifikovány jako nedovolené, lze je v těchto případech provádět. Funkcím dřeviny je v rámci preference ekologické funkce nadřazen zájem péče o zvláště chráněné území, resp. předmět jeho ochrany, který může být v určitých případech v rozporu se zájmem na (obecnou) ochranu dřevin (např. odstraňování invazních, nepůvodních či nežádoucích druhů dřevin, péče o stanoviště nebo druhy apod.).

- g) Ustanovení § 2 odst. 2 vyhlášky umožňuje při naplnění některého z typů zásahů uvedených v bodě f) provést ořez dřeviny na torzo.

## IV. Postup OOP při posuzování režimu kácení v zahradách [§ 3 písm. d) a § 1 písm. c) vyhlášky]

- OOP posuzuje, zda v případě prováděného nebo provedeného kácení stromů splnil dotčený pozemek všechny atributy uvedené v definici zahrady.
- Především musí jít o pozemek související se stavebním pozemkem, na kterém je umístěn bytový nebo rodinný dům definovaný v § 2 písm. a) vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, tj. více než polovina podlahové plochy tohoto objektu musí odpovídat požadavkům na trvalé resp. trvalé rodinné bydlení a musí být k tomuto účelu určena. Tuto podmínku nespĺňují např. pozemky u staveb pro rodinnou rekreaci a v zahrádkářských osadách, přestože v nich trvalý pobyt osob není vyloučen.
- Další podmínkou naplnění definice „zahrada“ je umístění dotčeného pozemku v zastavěném území obce [§ 2 odst. 1 písm. d) zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)], které je vymezeno územním plánem, případně postupem podle tohoto zákona. Pokud obec nemá takto vymezené zastavěné území, považuje se za zastavěné území zastavěná část obce vymezená k 1. září 1966 a vyznačená v mapách evidence nemovitostí.
- Aby předmětný pozemek splnil podmínku stavebně oploceného pozemku, je nezbytné, aby toto oplocení (plot, popř. zeď) mělo charakter stavby ve smyslu § 2 odst. 3 stavebního zákona. OOP sleduje, aby samotný plot měl zpravidla sloupky a výplně nebo byl složen z dílců, případně šlo o souvislý samonosný pás. Toto kritérium nespĺňují živé ploty a přenosné mobilní oplocení dočasněho charakteru.
- Podmínku, aby byl dotčený pozemek nepřístupný veřejnosti, lze považovat za splněnou, pokud je

pozemek stavebně oplocený (viz předchozí bod) a toto oplocení je souvislé a zároveň na něj není umožněn vstup veřejnosti. Za souvislé lze považovat i oplocení, které je v určitých úsecích přerušeno vlastní stavbou rodinného nebo bytového domu nebo stavbami vedlejšími.

**V. Postup OOP při stanovování podmínek povolení ke kácení ve vztahu k období, ve kterém se kácení dřevin zpravidla provádí (§ 5 vyhlášky)**

- a) Povinnost dodržení doby vegetačního klidu pro kácení dřevin neplyne striktně z obecně závazného právního předpisu a vzhledem k vazbě vegetačního klidu na aktuální klimatické podmínky není období vegetačního klidu ani kalendářně závazně vymezeno. Doporučení kácet dřeviny v době vegetačního klidu je třeba respektovat zejména s ohledem na další zájmy chráněné zákonem. V geografických podmínkách České republiky lze za období vegetačního klidu obvykle považovat období mezi 1. listopadem až 31. březnem kalendářního roku.
- b) V případech, kdy by kácení dřeviny mohlo vést (bez ohledu na konkrétní období kácení) k porušení jiných ustanovení ŽOPK (zejména zákazy dle § 5a, § 49 či § 50) je nejprve nezbytné řešit tyto otázky jako předběžnou otázku podle zák. č. 500/2004 Sb., správní řád a řízení o kácení přerušit do doby jejího vyřešení.
- c) Při posuzování žádosti o povolení ke kácení dřevin OOP přihlíží ke konkrétním podmínkám ovlivňujícím fenologické fáze druhu dřeviny (např. klimatickému vývoji v daném roce a nadmořské výšce lokality, na níž se dřevina nachází) a zpravidla podmíní výkon povolení ke kácení dodržením určitého období nebo může časově omezit platnost povolení ke kácení (např. na dobu určitého počtu let od vydání rozhodnutí).
- d) V odůvodnění příslušného rozhodnutí by měl být žadatel upozorněn i na ostatní zájmy chráněné zákonem o ochraně přírody a krajiny, které by mohly být zamýšleným kácením v konkrétním období dotčeny, nebyla-li tato otázka řešena v rámci samostatného řízení (viz bod b). Jde např. o prioritní zájem na ochranu ptáků v době hnízdění, ale i např. zájmy obecné ochrany rostlin a živočichů.

*Ing. Jiří Klápště*  
*ředitel odboru obecné ochrany přírody a krajiny*



## DODATEK Č. 2

**ke směrnici Ministerstva životního prostředí č. 12/2012 pro předkládání žádostí  
a o poskytování finančních prostředků pro projekty z Operačního programu Životní prostředí včetně  
spolufinancování ze Státního fondu životního prostředí České republiky a státního rozpočtu  
České republiky — kapitoly 315 (životní prostředí)**



Směrnice MŽP č. 12/2012 pro předkládání žádostí a o poskytování finančních prostředků pro projekty z Operačního programu Životní prostředí včetně spolufinancování ze Státního fondu životního prostředí České republiky a státního rozpočtu České republiky – kapitoly 315 (životní prostředí) ze dne 6. září 2012, č.j.: 4469/M/12, 72511/ENV/12 se mění takto:

I. V článku 3 odst. 1 druhá věta zní:

„V případě, že je žadatelem rezortní organizační složka státu, vydá sekce fondů EU, politiky a ekonomiky životního prostředí ministerstva v souladu s pokynem Ministerstva financí<sup>11</sup> formulář „Stanovení výdajů na financování akce organizační složky státu“ (dále jen „Stanovení výdajů“), v němž stanoví podmínky pro čerpání finančních prostředků.“,

II. Článek 7, odst. 2 zní:

„2. Zahájení procesu zadávacího řízení na stavební práce a dodávky musí být uskutečněno až po akceptaci žádosti Fondem, pokud není v textu konkrétní výzvy uvedeno jinak. Toto ustanovení se netýká veřejných zakázek malého rozsahu a o tomto zahájení žadatel informuje písemně Fond.“,

III. Článek 7, odst. 3 zní:

„3. Ve výjimečných a odůvodněných případech může žadatel Řídicí orgán požádat o udělení výjimky z podmínky uvedené v odst. 2 článku 7.“.

Odborný gestor: odbor fondů EU  
Zpracovatel: Martin Popelka

*Mgr. Tomáš Chalupa*  
*ministr*

## SDĚLENÍ

**Ministerstva životního prostředí, odboru druhové ochrany a implementace mezinárodních závazků,  
o zajištění zpracování Souhrnu doporučených opatření pro Ptačí oblast Jaroslavické rybníky**

V souladu s ustanovením § 45e odst. 6 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, zajistilo MŽP zpracování Souhrnu doporučených opatření pro Ptačí oblast Jaroslavické rybníky (zřízena nařízením vlády č. 603 ze dne 27. října 2004). Souhrn doporučených opatření byl zpracován za účelem zachování populace druhu, který je předmětem ochrany této ptačí oblasti, v příznivém stavu z hlediska ochrany. Uvedený dokument včetně příloh bude uveřejněn na Portálu veřejné správy a internetových stránkách Ústředního seznamu ochrany přírody (<http://drusop.nature.cz/>).

*Mgr. Veronika Vilímková, v. r.  
ředitelka odboru druhové ochrany a implementace mezinárodních závazků*

