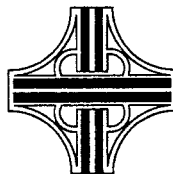



# AKTUALIZACE DUR 2004

Objednatel:

<p><b>ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR</b>                  NA PANKRÁCI 56, 145 05 PRAHA 4</p> <hr style="width: 60%; margin: auto;"/> <p><b>SILNIČNÍ OKRUH KOLEM PRAHY                  STAVBA 518 RUZYŇĚ-SUCHDOL</b></p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Ateliér Silnice a dálnice - K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4 - Tel. 226066111, Fax 226066118, e-mail: mailbox@pragoprojekt.cz			
Navrhl/vypracoval: <b>RNDr. Jan MAŇÁK (EKOAIR)</b> podpis:	Zodpovědný projektant: <b>RNDr. Jan MAŇÁK (EKOAIR)</b> podpis:	Generální ředitel: <b>Ing. Marek SVOBODA</b>	Zhotovitel:  <b>PRAGOPROJEKT</b> PRAGOPROJEKT, a.s., K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4
Technická kontrola: <b>Ing. Richard GNÁN</b>	Hlavní inženýr projektu: <b>Ing. Jiří HERÁF</b>	Ředitel atelieru SD: <b>Ing. Libor BROŽEK</b>	

Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv

Kraj: <b>PRAHA, STŘEDOČESKÝ</b>	Čís. zakázky: <b>04 406 1 000</b>	
Katastr.úz.: <b>D.LIBOČ,RUZYŇĚ,P.KOPANINA,NEBUŠICE,HOROMĚŘICE,LYSOLAJE,SUCHDOL</b>	Čís. akce: <b>98 109</b>	
Objednatel: <b>ŘSD ČR, NA PANKRÁCI 56, 145 00 PRAHA 4</b>	Datum: <b>X. 2004</b>	
<p><b>SILNIČNÍ OKRUH KOLEM PRAHY                  STAVBA 518 RUZYŇĚ-SUCHDOL</b></p>	Měřítko:	
	Formát:	
	Stupeň:	<p><b>DUR</b></p>
	Čís. přílohy:	<p><b>6</b></p>
Příloha:	<p><b>C.3</b></p>	
<p><b>EXHALAČNÍ STUDIE</b></p>		

RNDr Jan Maňák, EKOAIR – Služby čistotě ovzduší

SILNIČNÍ OKRUH KOLEM PRAHY,  
STAVBA 518 RUZYNĚ - SUCHDOL

Rozptylová studie pro emise NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, benzenu a prachu z dopravy

Zpracoval: RNDr Jan Maňák

Grafická spolupráce: Jan Maňák jr.

č.z. 368/04

Praha, březen 2004

RNDr Jan Maňák, EKOAIR – Služby čistotě ovzduší

SILNIČNÍ OKRUH KOLEM PRAHY,  
STAVBA 518 RUZYNĚ - SUCHDOL

Rozptylová studie pro emise NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, benzenu a prachu z dopravy

Zpracoval: RNDr Jan Maňák

Grafická spolupráce: Jan Maňák jr.

č.z. 368/04

Praha, březen 2004

## SILNIČNÍ OKRUH KOLEM PRAHY, STAVBA 518 RUZYŇ - SUCHDOL

### Rozptylová studie pro emise NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, benzenu a prachu z dopravy

#### 1. Úvod

Tato studie byla zpracována v souvislosti s plánovanou výstavbou části silničního okruhu kolem Prahy mezi letištěm Ruzyně a Suchdolem. Od předchozích studií pro tuto stavbu se liší jednak jinou předpokládanou intenzitou dopravy na okruhu i na navazujících komunikacích, jinou polohou ventilačních komínů tunelů a jiným řešením mostu přes Vltavu východně od Suchdola.

Studie obsahuje výpočet maximálních krátkodobých (nebo denních) a průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, benzenu a prachu (PM10) způsobených v okolí nového úseku okruhu automobilovým provozem po tomto okruhu a nejdůležitějších komunikacích ve sledovaném území. Výpočet byl proveden pro předpokládaný stav v r. 2010 bez zprovoznění severní a východní části městského okruhu Malovanka - Pelc Tyrolka - Rybníčky.

Výpočet je proveden metodikou SYMOS upravenou podle nových postupů zohledňujících požadavky nové legislativy týkající se ochrany ovzduší. Vypočtené znečištění ovzduší z dopravy se týká pouze dopravy po níže uvedených úsecích komunikací, nikoliv dopravy na ostatních silnicích ani jiných zdrojů znečištění.

Ke zjištění, jakým způsobem budou emise ze vzduchotechnického komína tunelu Rybářka ovlivňovat okolí, byl navíc proveden výpočet koncentrací NO<sub>x</sub> způsobených tímto komínem na východním okraji Suchdola.

Znečištění ovzduší během výstavby okruhu nebylo hodnocené, protože pro tuto fázi zatím nejsou k dispozici vstupní údaje (zařízení staveniště apod.). Investor stavby však uvádí, že většina stavební dopravy a přesun zeminy budou realizovány převážně v trase nové komunikace a nebudou tedy působit znečištění ovzduší uvnitř zástavby v obcích poblíž trasy okruhu.

Studie je doplněna údaji o pozadovém znečištění ovzduší ve sledovaném území.

## 2. Vstupní údaje

### 2.1. Komunikace zahrnuté do výpočtu a intenzity dopravy

Úsek okruhu kolem Prahy, pro který se provádí výpočet, začíná v úrovni starého letiště v Ruzyni, odkud vede v trase silnice I/7 k severu. U osady Na Padesátníku se od trasy I/7 odklání k severovýchodu a severně od této osady se na MÚK Ruzyně od okruhu bude odpojovat silnice I/7 na Slaný. Dále vede trasa okruhu k VSV mezi obcemi Nebušice a Horoměřice, JV od Horoměřic na MÚK Horoměřice okruh kříží silnici II/240 a stáčí se k SV. Ve stálém klesání se západně od Suchdola otáčí na východ a za MÚK Výhledy se silnicí II/241 se na západním okraji Suchdola zanořuje do tunelu (tunel Suchdol). Tunelem pokračuje k východu až do Nového Suchdola, kde na terénní hraně nad údolím Vltavy tunel opouští za MÚK Rybářka a najíždí na most přes údolí Vltavy. Zde sledovaný úsek o délce 9550 m končí.

Do výpočtu byl zahrnutý ještě most přes Vltavu až do km 9,9 v původní kilometráži, aby bylo možné lépe postihnout koncentrace znečišťujících látek v okolí MÚK Rybářka. Most přes Vltavu je navržen jako patrový, v jeho spodním patře pojedou vozidla dolů k východu směrem od Suchdola, v horním patře pojedou vzhůru k západu směrem k Suchdolu. Podle toho je také navržena MÚK Rybářka a východní vyústění tunelu Suchdol (klesací tunel směrem k východu je delší a úsek mostu přes Vltavu kratší než v opačném směru).

Dále byly do výpočtu zahrnuté tyto úseky navazujících silnic:

- 1) Silnice I/7 od MÚK Ruzyně po odbočku na Přední Kopaninu
- 2) Silnice II/240 od místa 800 m JV od MÚK Horoměřice po severní okraj Horoměřic
- 3) Silnice II/241 od Sedlece přes Suchdol po údolí Horoměřického potoka
- 4) Přivaděč Rybářka od silnice II/241 po MÚK Rybářka včetně tunelu Rybářka na východním okraji Suchdola

Údaje o intenzitách provozu na všech těchto komunikacích v r.2010 byly převzaty z práce [1], konkrétně z varianty 1, ve které se předpokládá rozsah sítě základních komunikací podle územního plánu hl.města Prahy k r.2010 doplněný o úsek 512 Pražského okruhu (Jesenice - D1) ale bez severní a východní části Městského okruhu (Malovanka - Pelc Tyrolka - Rybníčky). V uvedené publikaci jsou údaje uvedené ve formě Celkem / Pomalá / Těžká vozidla. Intenzity byly přepočtené na osobní, lehké nákladní a těžké nákladní automobily podle klíče

osobní auta = celkem - pomalá

lehká nákladní auta = pomalá - těžká

těžká nákladní auta = těžká

Vypočtené intenzity provozu jednotlivých druhů vozidel jsou obsažené v následující tabulce v jednotkách počet vozů za 24 hodin. Jde o součet intenzit dopravy v obou směrech (s výjimkou tunelu Suchdol a mostu přes Vltavu)

Intenzity provozu v r.2010

Komunikace úsek	Délka (m)	Počet vozů za 24 hod.		
		osobní	leh.nákl.	těž. nákl.
Okruh	9900			
začátek úseku - MÚK Ruzyně	1510	70490	4790	4420
MÚK Ruzyně - MÚK Horoměřice	3980	54960	4150	3890
MÚK Horoměřice - MÚK Výhledy	1610	56590	4170	3940
MÚK Výhledy - Z portál tunelu Suchdol	235	55130	4090	3780
Tunel Suchdol: směr východ (dolů)	1980	28480	2120	1900
Tunel Suchdol: směr západ (nahoru)	1770	26650	1970	1880
Most přes Vltavu: směr východ	585	36670	2410	2220
Most přes Vltavu : směr západ	795	34310	2300	2190
Silnice I/7				
MÚK Ruzyně - odb. Přední Kopanina	1290	55390	3040	3070
Silnice II/240	2800			
úsek JV od MÚK Horoměřice	800	6300	260	140
MÚK Horoměřice - S okraj Horoměřic	2000	7020	410	170
Silnice II/241	3230			
Sedlec - odbočka přivaděče Rybářka	720	26620	810	670
Přivaděč Rybářka - MÚK Výhledy	1710	4040	220	240
MÚK Výhledy - Horoměřický potok	800	8510	350	240
Přivaděč Rybářka	1800			
Silnice II/241 - dolní portál tunelu	260	24430	840	730
Tunel Rybářka	855	24430	840	730
Horní portál tunelu - MÚK Rybářka	685	24430	840	730
Celkem	19020			

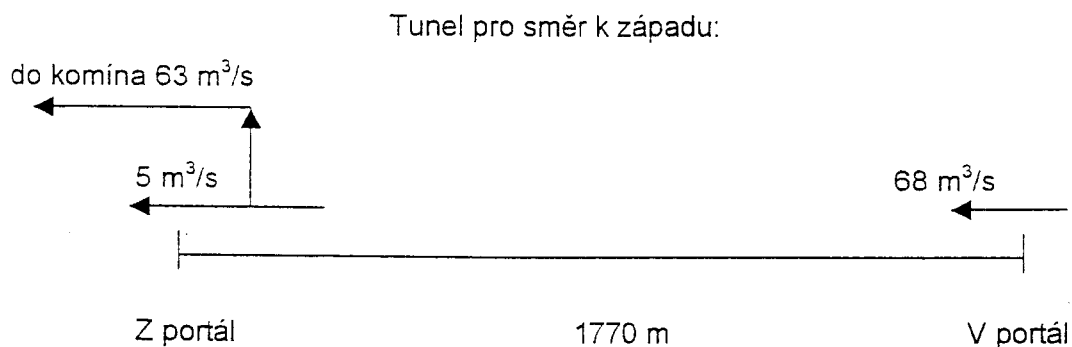
Maximální krátkodobé koncentrace znečišťujících látek byly počítané ze špičkové intenzity dopravy. V dopravní špičce se předpokládá, že za hodinu projede komunikací 10 % celkového denního množství aut, což je 2,4-krát více než hodinový průměr počítaný z denního množství. Roční průměrné koncentrace byly počítané z průměrné intenzity dopravy.

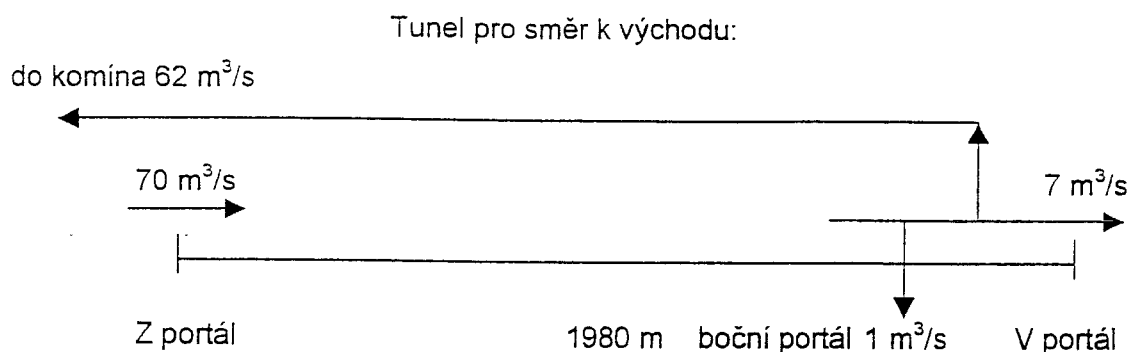
## 2.2. Tunely na okruhu a přivaděči a jejich větrání

Tunel Suchdol, kterým okruh podchází obec Suchdol, bude mít pro oba směry samostatný tubus. Tunel pro směr k západu (stoupací) bude mít délku 1770 m, východní portál bude v nadmořské výšce 263,8 m, západní v nadmořské výšce 270,7 m a západní portál bude mít šířku 16,6 m a výšku 6,2 m. Tunel pro směr k východu bude mít délku 1980 m, západní portál bude v nadmořské výšce 270,7 m, východní v nadmořské výšce 250,1 m a východní portál bude mít šířku 18 m a výšku 6,2 m. Západní portály obou tubusů budou ležet vedle sebe, východní portály budou nad sebou postupně ústít na patrový most přes Vltavu.

Asi 250 m před vyústěním do MÚK Rybářka se z tunelového tubusu pro směr k východu bude odpojovat krátký boční tunel, který se napojí na přivaděč Rybářka. Portál tohoto tunelu před napojením na přivaděč bude ležet v nadmořské výšce 270 m.

Větrání tunelu Suchol bude zajišťovat vzduchotechnika tak, že téměř všechnen vzduch z obou tubusů bude odváděn ventilačními kanály přes strojovnu u západního portálu do vzduchotechnického komína, který bude stát vedle okruhu zhruba 700 m západně od MÚK Výhledy, tj. 850 m od okraje zástavby obce Suchdol. Množství odvětrávaného vzduchu vyplývá z následujícího schématu:





Vzduchotechnický komín Suchdol tedy bude vypouštět 125 m<sup>3</sup>/s vzduchu, výstupní rychlost se předpokládá 20 m/s. Komín by měl být otevřený vzhůru, aby bylo možné využít pohybové energie vystupujícího vzduchu k tomu, aby se vzduch z komína dostal do větší výšky nad zemí a nepůsobil u země vyšší koncentrace znečišťujících látek. Předpokládaná výška komína je 26,5 m.

Tunel Rybářka na přivaděči Rybářka bude v délce 855 m podcházet východní okraj Suchdola. Jeho jižní portál bude ležet v nadmořské výšce 260 m, severní v nadmořské výšce 259 m. Tunel bude obousměrný o šířce 10,2 m a výšce 6,2 m.

Větrací vzduch bude do tunelu proudit oběma portály a bude odváděný vzduchotechnikou do komína. Z portálů tunelu tedy nebude odcházet žádný znečištěný vzduch. Vzduchotechnický komín bude stát 200 m JV od současné nejbližší zástavby v Suchdole - Budovci na okraji prudšího terénního svahu v nadmořské výšce 272 m. Komín bude vysoký 15 m a bude vypouštět 20 m<sup>3</sup>/s vzduchu, výstupní rychlost se předpokládá 15 m/s.

### 2.3. Emisní faktory z provozu motorových vozidel

Imisní koncentrace byly vypočtené pro znečišťující látky NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, benzen a prach (PM<sub>10</sub>), samotné emise z dopravy navíc rovněž pro SO<sub>2</sub>. PM<sub>10</sub> je frakce prašného aerosolu s velikostí částic do 10 μm. Prach z výfuků motorových vozidel tuto podmínku splňuje, protože je tvořený velmi drobnými částicemi, a proto se dá považovat za frakci PM<sub>10</sub>.

Prachem (PM<sub>10</sub>) rozumíme v této studii pouze tuhé emise z výfuků motorových vozidel, nikoli sekundární prašnost. Protože ale benzinové motory produkují jen minimální množství prachu, závisí prašné emise ze silnic hlavně na intenzitě nákladní dopravy s naftovými motory. Sekundární prašnost (tj. koncentrace prachu zviřeného ze silnice větrem nebo průjezdem aut) není možné vypočítat, protože závisí na tak těžko stanovitelných veličinách jako je množství prachu na silnici a jeho zrnitost.



Emise NO<sub>x</sub>, CO a prachu z automobilového provozu byly určeny na základě emisních faktorů odvozených ze studie [2], ve které se předpokládá pokles emisních faktorů do r.2010 oproti současnému stavu v důsledku toho, že v provozu zcela převládají auta vybavená účinnými katalyzátory.

Emisní faktory pro benzen z osobních aut byly získané z práce [3]. Emisní faktory benzenu pro nákladní auta byly vypočtené na základě měření z práce [4], kde se uvádí, že koncentrace benzenu a ostatních aromatických uhlovodíků ve výfukových plynech z naftových motorů byla nižší než mez detekce těchto látek při měření.

Emisní faktory pro SO<sub>2</sub> byly získané z programu MEFA02 (viz dále) pro následující podmínky (OA - osobní auta, LNA - lehká nákladní auta, TNA - těžká nákladní auta, BUS - autobusy):

rok 2010

emisní úroveň EURO4

palivo: OA - benzín, LNA, TNA a BUS - nafta

rychlost: OA a LNA ve městě 40 km/h, mimo město 80 km/h, TNA a BUS všude 60 km/h

sklon silnice: 0 %

Emisní faktor pro těžká nákladní auta a autobusy byl vypočítán jako průměr faktorů pro TNA a BUS.

Vypočtené a použité emisní faktory jsou uvedené v následující tabulce. Jsou vyjádřeny v g/km a jedno vozidlo.

automobily	Emisní faktory (g/km) pro 1 vozidlo a pro rok 2010				
	osobní		lehké nákladní (do 3,5 t)		těžké nákladní (nad 3,5 t)
	město	mimo město	město	mimo město	
zneč. látka					
NO <sub>x</sub>	0,56	0,92	0,73	1,04	6,57
CO	5,02	1,95	4,47	2,21	5,93
Benzen	0,0010	0,0030	0,0020	0,0013	0,0032
Prach	0,013	0,019	0,032	0,063	1,92
SO <sub>2</sub>	0,0044	0,0033	0,0052	0,0048	0,0146

Pro silnici II/241 od Sedlece po MÚK Výhledy (uvnitř obce Suchdol) a pro silnici II/240 uvnitř Horoměřic byly použité emisní faktory pro provoz ve městě, protože uvnitř těchto obcí je třeba počítat s častějším zastavováním, rozjížděním a s jízdou nevysokou rychlostí. Na ostatních sledovaných komunikacích, kde se předpokládá rychlejší a plynulejší provoz, byly použité emisní faktory pro mimoměstský typ provozu.

Uvedené emisní faktory však platí pouze pro rovinu. Při nenulovém podélném sklonu silnice je potřeba je vynásobit koeficientem stoupání. Tyto koeficienty byly stanovené na základě studie [5], jejímž výsledkem je program MEFA02 umožňující výpočet emisního faktoru v závislosti na typu vozidla, rychlosti jízdy, sklonu silnice a roku výpočtu, přičemž se zohledňuje platný emisní limit EURO pro daný rok. Bohužel, program MEFA02 prozatím nezahrnuje dynamickou skladbu vozidel v provozu (tj. jaké procento aut dodržuje limit EURO pro daný rok, a jak se tato auta podílí na celkových ujetých km), takže takto vypočtené emisní faktory zatím nelze přímo použít. Lze ale použít vypočtenou závislost emisních faktorů na sklonu komunikace. Pro průměrnou skladbu provozu na uvažovaných komunikacích mají pro jednosměrnou komunikaci koeficienty sklonu následující hodnoty:

Sklon (%) + stoupání, - klesání	Koef. sklonu pro NO <sub>x</sub>	Koef. sklonu pro CO	Koef. sklonu pro benzen	Koef. sklonu pro prach
-8	0,245	0,289	1,000	0,960
-6	0,347	0,398	1,000	0,960
-5	0,419	0,466	1,000	0,961
-4	0,503	0,546	1,000	0,961
-3	0,601	0,639	1,000	0,963
-2	0,714	0,740	1,000	0,968
-1	0,847	0,851	1,000	0,977
0	1,000	1,000	1,000	1,000
1	1,177	1,191	1,044	1,030
2	1,382	1,423	1,088	1,069
3	1,617	1,707	1,216	1,118
4	1,883	2,058	1,411	1,177
5	2,184	2,498	1,649	1,245
6	2,521	3,059	1,916	1,323
8	3,353	4,763	2,566	1,507

Zprůměrujeme-li hodnoty koeficientů pro stoupání a klesání o stejném sklonu, získáme koeficienty stoupání pro obousměrnou komunikaci:

Sklon (%)	Koef. sklonu pro NO <sub>x</sub>	Koef. sklonu pro CO	Koef. sklonu pro benzen	Koef. sklonu pro prach
0	1,000	1,000	1,000	1,000
1	1,012	1,021	1,022	1,005
2	1,048	1,082	1,044	1,018
3	1,109	1,173	1,108	1,039
4	1,193	1,302	1,206	1,065
5	1,302	1,482	1,325	1,098
6	1,434	1,729	1,458	1,137
8	1,799	2,526	1,789	1,233

#### 2.4. Referenční body pro výpočet znečištění ovzduší

Maximální krátkodobé a průměrné roční koncentrace a doby překročení zvolených hraničních koncentrací znečišťujících látek z automobilového provozu byly počítané v síti 735 referenčních bodů, která pokrývá okolí nové části okruhu a přivaděče Rybářka včetně obcí Suchdol a Přední Kopanina a části obcí Sedlec, Lysolaje, Horoměřice, Nebušice a osady Na Padesátníku. Síť má základní délkový krok 200 m, na západním a východním okraji Suchdola je krok sítě poloviční, tj. 100 m.

Referenční body leží v úrovni terénu a jejich souřadnice X a Y byly odečtené v souřadném systému, kde osa X směřuje od západu k východu a tvoří ji jižní okraj základní mapy ČR v měřítku 1 : 25 000 č.12-241 a osa Y směřuje od jihu k severu a tvoří ji západní okraj téže mapy.

Kromě bodů sítě byly koncentrace počítané ještě ve 118 doplňujících referenčních bodech umístěných přímo na sledovaných komunikacích, aby mohla být zachycena maxima koncentrací znečišťujících látek z dopravy. Síť referenčních bodů včetně všech doplňujících bodů je znázorněná na obr.1 a 2.

Síť referenčních bodů pro výpočet imisí NO<sub>x</sub> způsobených vzduchotechnickým komínem tunelu Rybářka pokrývá východní okraj Suchdola, má rozměry 700 x 1000 m, délkový krok 50 m a obsahuje 315 bodů. Je znázorněná na obr.19.

## 2.5. Klimatické podklady

K výpočtu průměrných ročních koncentrací a četností překročení zvolených hraničních koncentrací byla použita větrná růžice pro Prahu - Ruzyni, která byla odvozena od přímých měření v prostoru letiště (nejedná se tedy o odborný odhad). Vzhledem k poměrně plochému terénu v místech, kudy prochází trasa okruhu, se dá tato růžice použít na celou délku trasy okruhu mezi Ruzyní a Suchdolem. Větrnou růžici dělenou podle tříd stability ovzduší a rychlostí větru vypracoval Český hydrometeorologický ústav. Je uvedena na str.27.

## 2.6. Imisní limity

Podle Nařízení vlády [6], kterým se stanovují mj. i imisní limity znečišťujících látek v ovzduší, nesmějí koncentrace znečišťujících látek ve volném ovzduší překročit v r.2010 tyto hodnoty:

Znečišťující látka	Průměrovací doba			
	1 hod.	8 hod.	1 den	1 rok
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	200	-	-	40
NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	30
CO (µg/m <sup>3</sup> )	-	10000	-	-
Benzen (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	5
Prach - PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	50	20

Pro rok 2010 Nařízení vlády [6] připouští překročení imisních limitů v těchto případech:  
 NO<sub>2</sub> - limit 200 µg/m<sup>3</sup> pro 1-hodinový průměr, přípustné překročení po 18 hodin za rok  
 PM10 - limit 50 µg/m<sup>3</sup> pro 1-denní průměr, přípustné překročení po 7 dní za rok

Imisní limity pro NO<sub>2</sub>, CO, benzen a PM10 jsou stanovené pro ochranu zdraví lidí, proto by měly být dodrženy zejména v obydlených místech. Imisní limit pro NO<sub>x</sub> je stanovený pro ochranu ekosystémů a měl by být proto dodrženy zejména v cenných přírodních lokalitách (lesy, CHKO apod.)

Pro benzen byla hygienickými předpisy [7] stanovena nejvýše přípustná denní koncentrace 15 µg/m<sup>3</sup>. Krátkodobá přípustná koncentrace stanovena nebyla, u jiných látek bývá však obvykle vyšší než přípustná koncentrace pro denní průměr.

### 3. Metoda výpočtu a prezentace výsledků

#### 3.1. Metodika výpočtu

Krátkodobé i roční emise znečišťujících látek byly vypočtené z předpokládaných intenzit dopravy na sledovaných úsecích komunikací, jejich délky a známých emisních faktorů.

Výpočet krátkodobých i průměrných ročních koncentrací znečišťujících látek a doby překročení zvolených hraničních koncentrací byl proveden podle nové verze metodiky „SYMOS 97“, která byla vydána MŽP ČR v r.2003.

Metodika SYMOS 97 je založena na předpokladu Gaussovského profilu koncentrací na průřezu kouřové vlečky. Umožňuje počítat krátkodobé i roční průměrné koncentrace znečišťujících látek v síti referenčních bodů, dále doby překročení zvolených hraničních koncentrací (např. imisních limitů a jejich násobků) za rok, podíly jednotlivých zdrojů nebo skupin zdrojů na roční průměrné koncentraci v daném místě a maximální dosažitelné koncentrace a podmínky (třída stability ovzduší, směr a rychlost větru), za kterých se mohou vyskytovat. Metodika zahrnuje korekce na vertikální členitost terénu, počítá se stáčením a zvyšováním rychlosti větru s výškou a při výpočtu průměrných koncentrací a doby překročení hraničních koncentrací bere v úvahu rozložení četností směru a rychlosti větru. Výpočty se provádějí pro 5 tříd stability atmosféry (tj. 5 tříd schopnosti atmosféry rozptylovat příměsi) a 3 třídy rychlosti větru. Charakteristika tříd stability a výskyt tříd rychlosti větru vyplývají z následující tabulky:

třída stability	rozptylové podmínky	výskyt tříd rychlosti větru (m/s)		
I	silné inverze, velmi špatný rozptyl	1,7		
II	inverze, špatný rozptyl	1,7	5	
III	slabé inverze nebo malý vertikální gradient teploty, mírně zhoršené rozptylové podmínky	1,7	5	11
IV	normální stav atmosféry, dobrý rozptyl	1,7	5	11
V	labilní teplotní zvrstvení, rychlý rozptyl	1,7	5	

Termická stabilita ovzduší souvisí se změnami teploty vzduchu s výškou nad zemí. Vzrůstá-li teplota s výškou, těžší studený vzduch zůstává v nižších vrstvách atmosféry a tento fakt vede k útlumu vertikálních pohybů v ovzduší a tím i k nedostatečnému rozptylu

znečišťujících látek. To je právě případ inverzí, při kterých jsou rozptylové podmínky popsané pomocí tříd stability I a II.

Inverze se vyskytují převážně v zimní polovině roku, kdy se zemský povrch intenzivně vychlazuje a ochlazuje přízemní vrstvu ovzduší. V důsledku nedostatečného slunečního záření mohou trvat i nepřetržitě mnoho dní za sebou. V letní polovině roku, kdy je příkon slunečního záření vysoký, se inverze obvykle vyskytují pouze v ranních hodinách před východem slunce.

Výskyt inverzí je dále omezen pouze na dobu s menší rychlostí větru. Silný vítr vede k velké mechanické turbulenci v ovzduší, která má za následek normální pokles teploty s výškou a tedy rozrušení inverzí. Silné inverze (třída stability I) se vyskytují jen do rychlosti větru 2 m/s, běžné inverze (třída stability II) do rychlosti větru 5 m/s.

Běžně se vyskytující rozptylové podmínky představují třídy stability III a IV, kdy dochází buď k nulovému (III. třída) nebo mírnému (IV. třída) poklesu teploty s výškou. Mohou se vyskytovat za jakékoli rychlosti větru, při silném větru obvykle nastávají podmínky ve IV. třídě stability.

V. třída stability popisuje rozptylové podmínky při silném poklesu teploty s výškou. Za těchto situací dochází k silnému vertikálnímu promíchávání v atmosféře, protože lehčí teplý vzduch směřuje od země vzhůru a těžší studený klesá k zemi, což vede k rychlému rozptylu znečišťujících látek. Výskyt těchto podmínek je omezen na letní půlrok a slunečná odpoledně, kdy v důsledku přehřátého zemského povrchu se silně zahřívá i přízemní vrstva ovzduší. Ze stejného důvodu jako u inverzí se tyto rozptylové podmínky nevyskytují při rychlosti větru nad 5 m/s.

Metodika SYMOS'97 však musela být oproti původní verzi upravena. V souvislosti s předpokládaným vstupem ČR do EU se legislativa v oboru životního prostředí přizpůsobuje platným evropským předpisům a proto v ní vznikají změny, na které musí reagovat i metodika výpočtu znečištění ovzduší, má-li vést i nadále k výsledkům snadno použitelným v běžné praxi. Tyto změny zahrnují např.:

- stanovení imisních limitů pro některé znečišťující látky (včetně  $\text{NO}_2$ ) jako hodinových průměrných hodnot koncentrací (dříve 1/2-hodinové hodnoty)
- hodnocení znečištění ovzduší oxidy dusíku také z hlediska  $\text{NO}_2$  (dříve pouze  $\text{NO}_x$ )
- stanovení imisního limitu pro CO jako 8-hodinových průměrných hodnot

Změna průměrovací doby se promítla do změny rozptylových parametrů  $\sigma_y$  a  $\sigma_z$  (viz [8] Metodika, kap.3.2.5.1.) tak, aby popisovaly rozptyl znečišťujících látek v delším časovém intervalu. Pro  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  a benzen jsou jako krátkodobé koncentrace počítané 1-hodinové průměrné hodnoty, pro CO 8-hodinové průměrné hodnoty.

Znečištění ovzduší oxidy dusíku se podle dosavadní praxe hodnotilo pomocí sumy oxidů dusíku ozn.  $\text{NO}_x$ . Pro tuto sumu byl stanovený imisní limit a zároveň jako  $\text{NO}_x$  byly (a dodnes jsou) udávány nejen emise oxidů dusíku, ale i emisní faktory z průmyslu, energetiky i z dopravy. Suma  $\text{NO}_x$  je přitom tvořena zejména dvěma složkami, a to  $\text{NO}$  a  $\text{NO}_2$ . Nová legislativa ponechává imisní limit pro  $\text{NO}_x$  ve vztahu k ochraně ekosystémů, ale zavádí nově imisní limit pro  $\text{NO}_2$  ve vztahu k ochraně zdraví lidí, zřejmě proto, že pro člověka je  $\text{NO}_2$  mnohem toxičtější než  $\text{NO}$ .

Ze zdrojů oxidů dusíku (zejména při spalovacích procesech) je společně s horkými spalinami emitován převážně  $\text{NO}$ , který teprve pod vlivem slunečního záření a ozónu oxiduje na  $\text{NO}_2$ , přičemž rychlost této reakce značně závisí na okolních podmínkách v atmosféře. Protože vstupem do výpočtu zůstaly emise  $\text{NO}_x$ , bylo nutné upravit výpočet tak, aby jednak poskytoval hodnoty koncentrací  $\text{NO}_2$  a jednak zahrnoval rychlost konverze  $\text{NO}$  na  $\text{NO}_2$  v závislosti na rozptylových podmínkách.

Podle dostupných informací obsahují průměrné emise  $\text{NO}_x$  pouze 10 %  $\text{NO}_2$  a celých 90 %  $\text{NO}$ . Rychlost konverze  $\text{NO}$  na  $\text{NO}_2$  popisuje parametr  $k_p$ , jehož hodnota závisí na třídě stability atmosféry. Zároveň platí, že i po dostatečně dlouhé době zbývá 10 % oxidů dusíku ve formě  $\text{NO}$ . Vztah pro výpočet krátkodobých koncentrací  $\text{NO}_2$  z původních hodnot koncentrací  $\text{NO}_x$  pak má tvar

$$c = c_0 \left( 0,1 + 0,8 \cdot \left( 1 - \exp \left( -k_p \cdot \frac{x_L}{u_{h1}} \right) \right) \right)$$

kde  $c$  je krátkodobá koncentrace  $\text{NO}_2$

$c_0$  je původní krátkodobá koncentrace  $\text{NO}_x$

$x_L$  je vzdálenost od zdroje

$u_{h1}$  je rychlost větru v efektivní výšce zdroje

Výpočet průměrných denních koncentrací  $\text{PM}_{10}$  byl odvozen na základě vztahu mezi naměřenými průměrnými denními koncentracemi  $C_d$  a maximálními hodinovými hodnotami  $C_h$  na měřicích stanicích v ČR. Tento vztah se dá vyjádřit rovnicemi:

Pro  $\text{PM}_{10}$ :

$$C_d = 0,808 \cdot C_h \quad \text{pro } C_h \leq 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$C_d = 220,35 \cdot \ln C_h - 1008 \quad \text{pro } C_h > 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Denní průměry koncentrací se pak stanoví z vypočtených hodinových hodnot (podle metodiky SYMOS) pomocí těchto vztahů.

### 3. 2. Prezentace výsledků výpočtu

Výsledky výpočtu jsou uspořádány do 3 typů tabulek. První typ tabulek (např. na str.28, 29 atd.) znázorňuje plošné rozložení charakteristik znečištění ovzduší podobně jako v mapě. U každého referenčního bodu je v prvním řádku uvedená maximální dosažitelná krátkodobá koncentrace (pro prach nejvyšší denní koncentrace) a ve druhém řádku průměrná roční koncentrace, obě pro NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO a prach v µg/m<sup>3</sup>, pro benzen v ng/m<sup>3</sup>.

Protože síť referenčních bodů je rozsáhlá, byly tyto tabulky rozdělené na 5 částí. První část obsahuje síť bodů od osady Na Padesátníku a Přední Kopaniny po Nebušice a území SZ od nich, druhá část obsahuje síť bodů mezi Nebušicemi, Horoměřicemi a MÚK Horoměřice, třetí část obsahuje síť s krokem 200 m pokrývajícím celý Suchdol a část Lysolají a Sedlece, čtvrtá část obsahuje podobnější síť s krokem 100 m na západním okraji Suchdola a pátá část obsahuje rovněž podrobnější síť s krokem 100 m na východním okraji Suchdola.

V případě prachu - PM10, u kterého by mohlo dojít k překročení imisního limitu, jsou za těmito tabulkami uvedené další podobné tabulky, které na prvním řádku opakuji nejvyšší vypočtenou denní koncentraci a druhém řádku uvádějí dobu ve dnech za rok, po kterou mohou nadlimitní koncentrace prachu vyskytovat.

Za těmito tabulkami následuje tabulka druhého typu (např. na str.33, 40 atd.), ve které jsou pro vybrané referenční body uvedené následující charakteristiky znečištění:

1. Maximální koncentrace pro I. až V. třídu stability a příslušné třídy rychlosti větru (tj. pro 1,7 m/s, 5 m/s a 11 m/s). Koncentrace představují krátkodobé 1-hodinové hodnoty (pro CO 8-hodinové hodnoty, pro PM10 denní hodnoty) a jsou uváděny v µg/m<sup>3</sup>, pro benzen v ng/m<sup>3</sup>.
2. Počet hodin (pro PM10 počet dní) za rok, kdy dojde k překročení následujících zvolených koncentrací:

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (µg/m <sup>3</sup> )	Benzen (ng/m <sup>3</sup> )	Prach - PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
10	50	100	100	5
25	100	150	250	10
50	150	200	500	20
75	200	300	1000	30
100	300	500	2000	50
200 *)	500	1000	3000	75

\*) imisní limit



3. Průměrná roční koncentrace v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (pro benzen v  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) v referenčním bodě, kterou působí sledované zdroje (tj. bez vlivu ostatních zdrojů a pozadí).

Za touto tabulkou je zařazena tabulka 3. typu (např. na str.34, 41 atd.), ve které jsou ve vybraných referenčních bodech uvedené maximální dosažitelné krátkodobé (pro prach denní) koncentrace společně s podmínkami (třída stability, směr a rychlost větru), kdy k těmto maximům může dojít, a dále průměrná roční koncentrace a podíly jednotlivých skupin zdrojů na ní. Maxima znamenají nejvyšší hodnoty koncentrací přes všechny třídy stability a pro takovou rychlost větru, při které je v dané třídě stability koncentrace nejvyšší.

Je zřejmé, že maxima z tabulky třetího typu musí být vždy vyšší nebo stejná jako maxima z tabulky druhého typu, protože maxima z tabulky druhého typu se týkají pouze třídnicích rychlostí větru 1.7, 5 a 11 m/s, zatímco maximum z tabulky třetího typu je skutečně nejvyšší možnou dosažitelnou koncentrací, která může nastat i za jiných než třídnicích rychlostí větru. Stejně jako v prvním typu tabulek i zde jsou koncentrace znečišťujících látek uváděné v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pro benzen v  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Skupiny zdrojů pro stanovení podílů byly stanovené takto:

- 1 - Okruh bez komína a portálů tunelu
- 2 - Portály tunelu Suchdol
- 3 - Komín tunelu Suchdol
- 4 - Přivaděč Rybářka bez tunelu
- 5 - Komín tunelu Rybářka
- 6 - Ostatní komunikace zařazené do výpočtu

Uvádět v tabulkách 2. a 3. typu výsledky pro všech 853 referenčních bodů by znamenalo neúměrně zvětšit počet stránek ve studii. Proto bylo do těchto tabulek vybráno 30 referenčních bodů, podle nich je možné si utvořit představu, jakých hodnot dosahují jednotlivé charakteristiky znečištění ovzduší v jejich okolí za různých rozptylových podmínek. Kompletní výsledky ze všech referenčních bodů jsou k dispozici na vyžádání u zpracovatele studie. Vybrané referenční body jsou znázorněné na obr.3 a 4.

Výsledky výpočtu maximálních krátkodobých a průměrných ročních koncentrací  $\text{NO}_2$ , průměrných ročních koncentrací  $\text{NO}_x$  a benzenu, maximálních 8-hodinových koncentrací CO a nejvyšších denních a průměrných ročních koncentrací prachu - PM10 jsou rovněž znázorněné na mapách na obr. 5 - 18. Mapy byly konstruované pouze pro takové charakteristiky znečišťujících látek, pro které existuje imisní limit. Pro každou znečišťující látku a zobrazovací charakteristiku znečištění ovzduší jsou uvedené mapy dvě, jedna pro západní a střední část sledovaného území a druhá v podrobnějším měřítku pro Suchdol. Poloha komína tunelu Suchdol je na mapách označena K1, poloha komína tunelu Rybářka K2.

#### 4. Výsledky výpočtu

##### 4.1. Bilance emisí

Z předpokládané intenzity dopravy na sledovaných úsecích komunikací a z emisních faktorů vyplývají následující hodnoty emisí znečišťujících látek:

Skupina zdrojů	Roční úhrny emisí		
	NO <sub>x</sub> (t/r)	CO (t/r)	Benzen (kg/r)
1. Okruh bez tunelu a komína	287,1	511,3	666,0
2. Portály tunelu Suchdol	4,9	8,7	12,4
3. Komín tunelu Suchdol	48,3	84,7	117,7
4. Přivaděč Rybářka bez tunelu	10,3	21,2	28,3
5. Komín tunelu Rybářka	9,0	17,4	25,0
6. Ostatní silnice	29,5	143,5	61,0
Celkem	389,1	786,8	910,4

Skupina zdrojů	Roční úhrny emisí	
	Prach (t/r)	SO <sub>2</sub> (t/r)
1. Okruh bez tunelu a komína	29,8	0,930
2. Portály tunelu Suchdol	0,6	0,017
3. Komín tunelu Suchdol	5,3	0,159
4. Přivaděč Rybářka bez tunelu	0,6	0,034
5. Komín tunelu Rybářka	0,6	0,031
6. Ostatní silnice	2,3	0,126
Celkem	39,2	1,297

Z hodnot emisí v tabulce vyplývá, že okruh včetně komína tunelu Suchdol a jeho portálů bude zdaleka největším zdrojem emisí z dopravy v sledovaném území a že ostatní navazující silnice včetně přivaděče Rybářka a jeho komína tunelu budou tvořit pouze 12 % celkových emisí pokud jde o  $\text{NO}_x$  a benzen, 9 % pokud jde o prach -  $\text{PM}_{10}$ , 15 % pokud jde o  $\text{SO}_2$  a 23 % emisí, pokud jde o  $\text{CO}$ .

Emise  $\text{SO}_2$  jsou oproti emisím  $\text{NO}_x$  velmi malé, činí jen 0,33 % emisí  $\text{NO}_x$ . Proto nemá smysl počítat imisní koncentrace  $\text{SO}_2$ , byly by o 2 - 3 řády nižší než koncentrace  $\text{NO}_x$ .

Přímé emise  $\text{NO}_2$  tvoří podle předpokladu 10 % emisí  $\text{NO}_x$ , ale vzhledem ke konverzi  $\text{NO}$  na  $\text{NO}_2$  bude vliv  $\text{NO}_2$  vyšší, než by odpovídalo jeho přímým emisím.

#### 4.2. Výsledky výpočtu platné pro všechny znečišťující látky

V téměř všech referenčních bodech platí, že k nejvyšším přízemním krátkodobým koncentracím znečišťujících látek z automobilového provozu bude docházet při špatných rozptylových podmínkách za silných inverzí a slabého větru. S rostoucí rychlostí větru vypočtené koncentrace klesají, za běžných rozptylových podmínek jsou nižší než při inverzích. K nejvyšším hodnotám koncentrací dochází za jakýchkoli rozptylových podmínek přirozeně přímo na komunikacích s intenzivním provozem, s rostoucí vzdáleností od silnice koncentrace klesají. V případě  $\text{NO}_2$  nedosahují koncentrace v blízkosti komunikací za inverzí tak vysokých hodnot, protože vzhledem ke krátké vzdálenosti od zdroje a pomalé konverzi  $\text{NO}$  na  $\text{NO}_2$  za inverzí se za těchto podmínek nestačí vytvořit dostatečné množství  $\text{NO}_2$ .

Maxima krátkodobých koncentrací však nejsou nejlepší charakteristikou znečištění ovzduší daného místa, protože nedávají žádnou informaci o četnosti výskytu těchto hodnot. Ta závisí zejména na četnosti výskytu inverzí a na větrné růžici. Ve skutečnosti se nejvyšší koncentrace vyskytují jen po krátký čas několika hodin nebo desítek hodin během roku. Navíc jsou maxima více ovlivněna konfigurací zvolených elementů silnic a proto je přesnost jejich výpočtu nižší.

Lepší charakteristikou je průměrná roční koncentrace, která obsahuje i vliv větrné růžice a tedy i vliv četnosti výskytu krátkodobých koncentrací. Kromě toho je méně ovlivněna náhodnými skutečnostmi, takže přesnost jejího výpočtu je vyšší. Proto může být spíše považována za míru znečištění ovzduší v daném bodě.

#### 4.3. Vypočtené znečištění ovzduší NO<sub>2</sub>

(viz tabulky na str.28 - 34 a obr.5 - 8)

Maximální krátkodobé koncentrace NO<sub>2</sub> dosáhnou nejvyšších hodnot 140 - 160 µg/m<sup>3</sup> přímo na okruhu v prostoru MÚK Horměřice a MÚK Rybářka. Jinde přímo v trase okruhu vystoupí na 80 - 130 µg/m<sup>3</sup>, ve vzdálenosti 200 m od okruhu poklesnou na 50 - 60 µg/m<sup>3</sup>. V Přední Kopanině dosáhnou 35 - 55 µg/m<sup>3</sup>, v Nebušicích 20 - 30 µg/m<sup>3</sup>, v Horoměřicích 25 - 50 µg/m<sup>3</sup>, na západním okraji Suchdola 30 - 40 µg/m<sup>3</sup>, v blízkosti západního portálu tunelu ale až 80 µg/m<sup>3</sup>, na východním okraji Suchdola 30 - 35 µg/m<sup>3</sup>, v okolí MÚK Rybářka ale až 60 µg/m<sup>3</sup> a jinde v Suchdole 25 - 35 µg/m<sup>3</sup>. K překračování imisního limitu 200 µg/m<sup>3</sup> pro krátkodobé koncentrace NO<sub>2</sub> by nemělo nikde docházet pouze vlivem emisí z uvažovaných komunikací.

Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> vystoupí přímo v trase okruhu na 2 - 3 µg/m<sup>3</sup>, ve vzdálenosti 200 m od okruhu však obvykle poklesnou na hodnoty kolem 1 µg/m<sup>3</sup>. Imisní limit 40 µg/m<sup>3</sup> pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub> nebude vlivem emisí z uvažovaných silnic nikde dosažen. V Přední Kopanině dosáhnou roční průměry 0,5 - 1 µg/m<sup>3</sup>, v Nebušicích 0,4 - 0,6 µg/m<sup>3</sup>, v Horoměřicích 0,5 - 0,8 µg/m<sup>3</sup>, na západním okraji Suchdola 0,5 - 0,9 µg/m<sup>3</sup>, v blízkosti západního portálu tunelu ale až 1,8 µg/m<sup>3</sup>, na východním okraji Suchdola 0,3 - 1,3 µg/m<sup>3</sup>, v okolí MÚK Rybářka ale až 1,6 µg/m<sup>3</sup> a jinde v Suchdole 0,4 - 0,5 µg/m<sup>3</sup>. S výjimkou JV části Suchdola se na vypočtených ročních průměrech rozhodujícím způsobem bude podílet samotný okruh (70 - 95 %), pouze na východě Suchdola je patrný větší vliv přivaděče Rybářka a silnice II/241.

#### 4.4. Vypočtené znečištění ovzduší NO<sub>x</sub>

(viz tabulky na str.35 - 41 a obr.9 - 10)

Maximální krátkodobé koncentrace NO<sub>x</sub> dosáhnou za inverzí nejvyšších hodnot přes 1000 µg/m<sup>3</sup> přímo v trase okruhu, zejména na MÚK Horoměřice a MÚK Rybářka. Ve vzdálenosti 200 m od okruhu mohou vystoupit na 250 - 300 µg/m<sup>3</sup>, v obydlených místech v okolí okruhu budou dosahovat 100 - 300 µg/m<sup>3</sup>. Tyto hodnoty však není s čím srovnat, protože imisní limit 200 µg/m<sup>3</sup> pro krátkodobé koncentrace NO<sub>x</sub> byl zrušený.

Průměrné roční koncentrace NO<sub>x</sub> vystoupí v Přední Kopanině na 3 - 6 µg/m<sup>3</sup>, v Nebušicích na 2 - 3,5 µg/m<sup>3</sup>, v Horoměřicích na 3 - 5 µg/m<sup>3</sup> a v převážné části Suchdola na 2,5 - 3,5 µg/m<sup>3</sup>. Na západním okraji Suchdola však mohou dosáhnout 5 µg/m<sup>3</sup> a v okolí MÚK Rybářka 7 µg/m<sup>3</sup>. Nejvyšších hodnot budou samozřejmě dosahovat přímo na okruhu, např.

20 - 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  u osady Na Padesátníku, přes 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  v prostoru MÚK Horoměřice a až 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na MÚK Rybářka, ke může být dosažený imisní limit 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro průměrnou roční koncentraci  $\text{NO}_x$ . Tento limit však platí pouze pro ochranu ekosystémů (CHKO, lesy apod.), které se na MÚK Rybářka nevyskytují.

#### 4.5. Vypočtené znečištění ovzduší CO

(viz tabulky na str.42 - 48 a obr.11 - 12)

Nejvyšší vypočtené 8-hodinové koncentrace CO zůstanou ve všech sledovaných referenčních bodech hluboko pod imisním limitem 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Přímo na trase okruhu dosáhnou za inverzí 800 - 1050  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , na MÚK Rybářka až 1650  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ve stoupání silnice II/241 ze Sedlce do Suchdola mohou vystoupit až na 1750  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mimo tato místa budou běžně dosahovat hodnot několika set  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , což znamená jen několik procent imisního limitu.

Roční průměry koncentrací CO dosáhnou nejvyšších hodnot přes 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve stoupání silnice II/241 ze Sedlce do Suchdola a na okruhu na MÚK Rybářka. Jinde na okruhu vystoupí na 20 - 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . V místech vzdálenějších od komunikací se silným provozem nepřekročí 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , v Suchdole se budou většinou pohybovat od 3 do 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tyto hodnoty však není s čím srovnat, protože imisní limit pro průměrné roční koncentrace CO nebyl stanoven.

#### 4.6. Vypočtené znečištění ovzduší benzenem

(viz tabulky na str.49 - 55 a obr.13 - 14)

Rozhodujícím zdrojem emisí benzenu jsou benzínové motory osobních aut bez katalyzátorů, protože v emisích z naftových motorů se benzen vyskytuje pouze v nepatrném množství stejně jako v emisích z benzínových motorů vybavených katalyzátory.

Maximální krátkodobé koncentrace benzenu dosáhnou nejvyšších hodnot 1800 - 2300  $\text{ng}/\text{m}^3$  za inverzí přímo na trase okruhu, na MÚK Horoměřice až 2500  $\text{ng}/\text{m}^3$  a na MÚK Rybářka až 3700  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Mimo trasu okruhu se maxima budou pohybovat v řádu stovek  $\text{ng}/\text{m}^3$ , např. v Suchdole od 250 do 900  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Pro tyto krátkodobé koncentrace není stanoven imisní limit, s jistým přiblížením jdou srovnávat pouze s nejvyšší přípustnou průměrnou denní koncentrací podle [7] 15000  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Kdyby byly počítané místo hodinových hodnot denní průměry koncentrací benzenu, musely by vyjít nižší než hodinové hodnoty. Z toho lze

usoudit, že krátkodobé znečištění ovzduší benzenem z uvažovaných zdrojů nikde nedosáhne nebezpečně vysokých hodnot.

Průměrné roční koncentrace benzenu vystoupí na trase okruhu na 40 - 45 ng/m<sup>3</sup>, na MÚK Horoměřice na 50 ng/m<sup>3</sup>, v úseku jižně od MÚK Ruzyně na 60 - 65 ng/m<sup>3</sup> a na MÚK Rybářka až na 75 ng/m<sup>3</sup>. Ve vzdálenosti 200 m od okruhu už ale budou dosahovat jen hodnot kolem 15 ng/m<sup>3</sup>. V Přední Kopanině vystoupí na 7 - 14 ng/m<sup>3</sup>, v Nebušicích na 5 - 8 ng/m<sup>3</sup>, v Horoměřicích na 6 - 13 ng/m<sup>3</sup> a v Suchdole většinou na 5 - 8 ng/m<sup>3</sup>. Na západním okraji Suchdola však mohou dosáhnout 11 ng/m<sup>3</sup> a v blízkosti západního portálu tunelu i přes 30 ng/m<sup>3</sup>. Ve východní části Suchdola se budou pohybovat od 4 do 10 ng/m<sup>3</sup>, v okolí MUK Rybářka až do 30 ng/m<sup>3</sup> a ve stoupání silnice II/241 na JV okraji Suchdola mohou dosáhnout 20 ng/m<sup>3</sup>. Hodnota imisního limitu 5000 ng/m<sup>3</sup> nebude v žádném místě vlivem provozu na sledovaných silnicích dosažena.

#### 4.6. Vypočtené znečištění ovzduší prachem - PM10

(viz tabulky na str.56 - 67 a obr.15 - 18)

Nejvyšší denní koncentrace PM10 způsobené provozem po komunikacích zahnutých do výpočtu se budou na většině sledovaného území pohybovat od 10 do 25 µg/m<sup>3</sup>, ve větších vzdálenostech od silnic, v údolí Vltavy a v Lysolajích nedosáhnou ani 10 µg/m<sup>3</sup>. Ve vzdálenosti zhruba 100 m od okruhu vystoupí již na 25 - 30 µg/m<sup>3</sup> kromě oblasti Suchdola, kde okruh vede tunelem a denní maxima vystoupí nejvýše na 10 - 20 µg/m<sup>3</sup>. Přimo v trase okruhu mohou na některých místech dokonce překročit imisní limit 50 µg/m<sup>3</sup>, v západní části dosáhnou 65 - 75 µg/m<sup>3</sup>, v úseku jižně od Horoměřic kolem 90 µg/m<sup>3</sup>, západně od Suchdola 50 - 70 µg/m<sup>3</sup> a u východního portálu tunelu Suchdol až 130 µg/m<sup>3</sup>. Se vzdáleností od trasy okruhu tyto koncentrace však velmi rychle klesají, takže již 20 - 30 m od trasy okruhu k nadlimitním koncentracím docházet nebude. Doba během roku, po kterou v trase okruhu mohou denní koncentrace PM10 překročit imisní limit, však v žádném místě není vyšší než připouští legislativa (max. 7 dní za rok), většinou půjde o zlomky dní za rok, nejvýše u východního portálu tunelu Suchdol v průměru o 4 dny ročně.

Všechny vypočtené průměrné roční koncentrace PM10 jsou nízké ve srovnání s imisním limitem 20 µg/m<sup>3</sup>. Přimo v trase okruhu vystoupí na 1,9 - 2,2 µg/m<sup>3</sup>, v prostoru MÚK Ruzyně až na 2,8 µg/m<sup>3</sup> a u východního portálu tunelu Suchdol až na 3,3 µg/m<sup>3</sup>. Ve vzdálenosti 100 m od trasy okruhu však již nepřekročí 1 µg/m<sup>3</sup> a na většině sledovaného území včetně Suchdola dosáhnou jen 0,2 - 0,5 µg/m<sup>3</sup>.

#### 4.7. Znečištění ovzduší NO<sub>x</sub> způsobené emisemi z komína tunelu Rybářka

(viz tabulka na str.68)

Tento výpočet byl proveden zejména proto, aby bylo zřejmé, jakým způsobem ovlivní emise z komína tunelu Rybářka vegetaci a les v jeho blízkém okolí. K výpočtu byla zvolena znečišťující látka NO<sub>x</sub>, protože její imisní limit po roční průměr koncentrace 30 µg/m<sup>3</sup> je stanoven pro ochranu ekosystémů.

Z výsledků výpočtu vyplývá, že k nejvyšším krátkodobým koncentracím NO<sub>x</sub> 70 - 85 µg/m<sup>3</sup> bude docházet ve vzdálenosti asi 100 m od komína ve vyvýšeném terénu severně, západně a jižně od něj, zatímco ve svahu východně od komína budou krátkodobé koncentrace minimální, do 10 µg/m<sup>3</sup>. Pro tyto koncentrace však neexistuje imisní limit.

Průměrné roční koncentrace NO<sub>x</sub> způsobené emisemi z komína vystoupí nejvýše na 0,6 - 0,9 µg/m<sup>3</sup> na okraji lesa asi 150 m jižně od komína a na 0,5 - 0,7 µg/m<sup>3</sup> na okraji lesa 100 - 150 m severoseverozápadně od komína. Jde o okraje lesa na horní hraně svahu do údolí Vltavy. Ve svahu dolů do údolí budou roční průměry velmi nízké, většinou nepřekročí 0,1 µg/m<sup>3</sup>. Vzhledem k imisnímu limitu pro NO<sub>x</sub> dosáhnou všechny vypočtené roční průměry jen nízkých hodnot.

Imisní limit pro ochranu ekosystémů je stanovený rovněž pro SO<sub>2</sub> (20 µg/m<sup>3</sup> pro průměr za zimní půlrok). Vzhledem k tomu, že emise SO<sub>2</sub> z dopravy v tunelu Rybářka netvoří ani 1 % emisí NO<sub>x</sub>, nebylo potřeba koncentrace SO<sub>2</sub> vůbec počítat. Jelikož koncentrace závisí na emisích z komína přímo úměrně, nepřekročily by vypočtené roční (i zimní) průměrné hodnoty koncentrací SO<sub>2</sub> 0,01 µg/m<sup>3</sup>, což je vzhledem k imisnímu limitu zanedbatelné.

#### 5. Pozad'ové znečištění ovzduší

V blízkosti trasy okruhu mezi Ruzyní a Suchdolem se nevyskytuje žádná stanice měřící úroveň znečištění ovzduší. Nejbližší měřící stanice Santinka a Veleslavín leží ve velké vzdálenosti, ve zcela jiném terénu a podstatně blíže centru Prahy, takže výsledky z nich není možné použít k odhadu znečištění ovzduší ve sledované oblasti.

Proto bylo nutné použít k odhadu pozad'ového znečištění ovzduší výsledky výpočtu znečištění ovzduší podle modelu ATEM. Podle tohoto modelu se provádí výpočet krátkodobých i průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, prachu, CO a benzenu v síti referenčních bodů pokrývající celou Prahu. Do výpočtu jsou zahrnuté všechny zdroje emisí z Prahy, významné zdroje z celé ČR i dálkový přenos imisí. Výpočet je každé 2 roky aktualizován.

Výsledky tohoto výpočtu pro rok 2002 neobsahovaly koncentrace prachu, proto byly pro prach převzaty výsledky z předcházejícího výpočtu pro rok 2000. Všechny tyto údaje pro sledovanou oblast byly poskytnuté organizací IMIP magistrátu hl.m.Prahy.

#### a) NO<sub>2</sub>

Maxima krátkodobých koncentrací NO<sub>2</sub> v r.2002 mohly vystoupit na 100 - 150 µg/m<sup>3</sup> ve stoupání silnice Sedlec - Suchdol na JV okraji Suchdola a v blízkosti silnice I/7 jižně od Přední Kopaniny. V zastavěné části Suchdola dosahovaly 60 - 100 µg/m<sup>3</sup>, v Nebušicích a Přední Kopanině 60 - 70 µg/m<sup>3</sup>, v Horoměřicích 60 - 65 µg/m<sup>3</sup> a na ostatním sledovaném území 60 - 80 µg/m<sup>3</sup>. V žádném místě nebyl překročený imisní limit 200 µg/m<sup>3</sup> zvýšený o mez tolerance 80 µg/m<sup>3</sup> pro rok 2002. Tato maxima však nelze sčítat s maximy vypočtenými z emisí z okruhu, protože obecně platí, že každé z maxim nastává za jiných atmosférických podmínek, za jiného směru větru (jelikož jsou způsobena jinými zdroji) a tedy v jiném časovém okamžiku.

Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> dosahují v celém sledovaném území jen nízkých hodnot oproti imisnímu limitu 40 µg/m<sup>3</sup> zvýšenému o mez tolerance 16 µg/m<sup>3</sup> pro rok 2002. Nejvýše, na 15 - 20 µg/m<sup>3</sup>, vystupují na hlavní silnici I/7 a v jejím blízkém okolí jižně a JZ od Přední Kopaniny (prostor budoucí MÚK Ruzyně) a v jihovýchodní části Suchdola podél stoupání silnice Sedlec - Suchdol. Ve zbytku Suchdola dosahují 12 - 15 µg/m<sup>3</sup> a na celém ostatním sledovaném území jen 10 - 12 µg/m<sup>3</sup>. I v případě, že k těmto hodnotám přičteme roční průměry koncentrací NO<sub>2</sub> vypočtené z emisí z budoucího okruhu (nejvýše kolem 3 µg/m<sup>3</sup>), celkové koncentrace v žádném místě nepřekročí imisní limit.

#### a) NO<sub>x</sub>

Průměrné roční koncentrace NO<sub>x</sub> se na většině sledovaného území pohybují mezi 11 a 15 µg/m<sup>3</sup>, v zastavěné části Suchdola dosahují 15 - 20 µg/m<sup>3</sup> a na JV okraji Suchdola podél stoupání silnice Sedlec - Suchdol vystupují na 25 - 30 µg/m<sup>3</sup>. Imisní limit 30 µg/m<sup>3</sup> byl v r.2002 překročený v blízkosti hlavní silnice I/7 jižně od Přední Kopaniny, kde průměry dosáhly až 35 µg/m<sup>3</sup>. Tento imisní limit je však stanovený pro ochranu ekosystémů (viz. definice Příloha č. 10 NV č. 350/2002 Sb.) a ty se v místech jeho překročení nevyskytují. Sečteme-li tyto roční průměry s ročními průměry koncentrací NO<sub>x</sub> vypočtenými z emisí z okruhu (včetně komínů a přivaděče Rybářka), získáme nadlimitní hodnoty celkových ročních průměrů pouze v úzkém pásu (do 30 m) podél trasy okruhu, kde se opět nevyskytují žádné ekosystémy. V lesních lokalitách na svazích údolí Vltavy východně a SV od Suchdola nebude ani v tomto součtu imisní limit překročený. Navíc, sčítá se zde znečištění z okruhu v



r.2010 s požadovými hodnotami koncentrací z r.2002, což není zcela korektní, protože požadové hodnoty koncentrací v r.2010 mohou být jiné a předpokládá se, že budou nižší (viz výhledové výpočty podle modelu ATEM).

#### a) CO

Nejvyšší 8-hodinové koncentrace CO dosáhly v r.2002 na většině sledovaného území podél trasy budoucího okruhu 950 - 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , v Přední Kopanině a v prostoru jižně od ní 1000 - 1050  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , v Suchdole 1000 - 1100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a na JV okraji Suchdola podél stoupání silnice Sedlec - Suchdol až 1400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Všechny tyto koncentrace jsou podstatně nižší než imisní limit 10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zvýšený o mez tolerance 6000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro rok 2002, dá se říci, že požadové znečištění ovzduší CO v této oblasti se pohybuje kolem 10 % imisního limitu. Vzhledem k tomu, že nejvyšší vypočtené 8-hodinové koncentrace CO vlivem emisí z okruhu činí 1000 - 1500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ani v součtu těchto hodnot s imisním pozadím zdaleka nebude dosaženo v žádném sledovaném místě imisního limitu.

#### a) Benzen

Průměrné roční koncentrace benzenu v r.2002 vystoupily v západní části Suchdola na 700 - 1100  $\text{ng}/\text{m}^3$ , ve střední a východní části Suchdola na 1200 - 1600  $\text{ng}/\text{m}^3$  a na JV okraji Suchdola podél stoupání silnice Sedlec - Suchdol až na 2200  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Západně od Suchdola, v Lysolajích, Nebušicích, Přední Kopanině a v prostoru budoucí MÚK Ruzyně dosáhly 500 - 700  $\text{ng}/\text{m}^3$ , na ostatním sledovaném území jen 300 - 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ve srovnání s imisním limitem 5000  $\text{ng}/\text{m}^3$  zvýšenému o mez tolerance 5000  $\text{ng}/\text{m}^3$  pro rok 2002 jde o nízké znečištění ovzduší. Roční průměry koncentrací benzenu vypočtené z emisí z dopravy na okruhu a přivaděči Rybářka v r.2010 činily nejvýše několik desítek  $\text{ng}/\text{m}^3$ , z čehož vyplývá, že ani v součtu těchto dvou hodnot nebude imisní limit pro průměrné roční koncentrace benzenu nikde překročený. Navíc v souvislosti s rozšířeným používáním katalyzátorů v motorových vozidlech (které dovedou zachytit vysoké procento benzenu ve výfukových plynech) by mělo do r.2010 značně poklesnout i požadové znečištění ovzduší benzenem, jak dokládají výhledové výpočty podle modelu ATEM.

#### a) Prach - PM10

K odhadu požadového znečištění ovzduší prachem - PM10 nelze použít výsledky výpočtu podle modelu ATEM za rok 2002, protože tento výpočet nebyl proveden. Starší výpočet z .2000 neobsahuje výsledky pro PM10 ale pro polévatý prach a podle tehdejší legislativy nejsou počítané denní a roční průměry ale 30-minutové a roční průměry.

Vypočtené roční průměry koncentrací polévatého prachu jsou však mnohem nižší než odhady založené na výsledcích měření na mnoha stanicích na většině území ČR, a proto zřejmě značně podhodnocují skutečný stav.

Nezbývá tedy než odhadnout znečištění ovzduší prachem na základě výsledků měřících stanic umístěných jinde na vnějším okraji Prahy a na základě údajů v grafické ročence ČHMÚ [9]. Z údajů v [9] vyplývá, že v r.2002 docházelo v zájmovém území k překračování imisního limitu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro denní koncentrace PM10 častěji než ve 35 dnech za rok, ve kterých to připouští nařízení vlády [6]. Průměrné roční koncentrace PM10 v těchto místech jsou odhadované na  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , což je méně než imisní limit  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zvýšený o mez tolerance  $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro rok 2002.

Vzhledem k tomu, že nejvyšší roční průměry koncentrací PM10 způsobené provozem na okruhu činí  $2 - 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lze očekávat, že ani v součtu s pozadím průměrné roční koncentrace nepřekročí imisní limit  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , avšak nejspíše již samotné požadové roční průměry budou v r.2010 vyšší než imisní limit  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , který má platit v r.2010. Zda a jak často budou požadové denní hodnoty koncentrací v r.2010 překračovat imisní limit  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (připustná doba bude 7 dní za rok), záleží na tom, jak se podaří do r.2010 snižovat celkovou zátěž ovzduší prachem v Praze a okolí. Emise PM10 z okruhu budou významně přispívat k denním hodnotám koncentrací PM10 pouze v bezprostřední blízkosti komunikací, kde nejsou žádná obydlená místa. V obydlených místech by již měl být vliv dopravy po okruhu nízký.

## 6. Závěr

Koncentrace  $\text{NO}_2$ , CO ani benzenu způsobené automobilovým provozem po sledovaných komunikacích nepřekročí v žádném sledovaném místě stanovené imisní limity. Přimo na MÚK Rybářka může být dosažen imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $\text{NO}_x$ , tento limit je však stanovený pro ochranu ekosystémů (viz. definice Příloha č. 10 NV č. 350/2002 Sb.) a ty se v uvedené lokalitě nevyskytují. Denní hodnoty koncentrací prachu - PM10 mohou za inverzí přimo v trase okruhu překročit imisní limit, avšak pouze po krátkou dobu, kterou legislativa připouští. Průměrné roční koncentrace PM10 zůstanou všude pod přípustnou hodnotou.

Nejvyšší znečištění ovzduší všemi sledovanými látkami je třeba očekávat přimo v místech, kudy okruh povede, zejména v úseku jižně od MÚK Ruzyně, v okolí MÚK Horoměřice, v okolí MÚK Rybářka a z hlediska CO i ve stoupání silnice II/241 ze Sedlce do Suchdola. Obydlená místa v Přední Kopanině, v Nebušicích, v Horoměřicích i v Suchdole

však budou znečištěním ovzduší z provozu na okruhu ovlivněna podstatně méně, než připouští zákon.

Těchto výsledků bylo pro oblast Suchdola dosaženo zejména proto, že okruh povede pod celým Suchdolem v tunelu, rovněž přívaděč Rybářka má vést ve značné části své délky v tunelu, a znečištěný vzduch z obou tunelů má být vyfukován vzduchotechnickými komíny do výšky, kde se znečišťující látky snadněji rozptýlí, takže u země nezpůsobí nebezpečně vysoké koncentrace.

Ani v součtu s pozadovým znečištěním ovzduším by v žádném sledovaném místě nemělo docházet k nadlimitním průměrným ročním koncentracím  $\text{NO}_2$ , CO a benzenu (krátkodobé koncentrace sčítat s pozadovými hodnotami nelze). K nadlimitním součtovým ročním průměrům  $\text{NO}_x$  může docházet pouze na okruhu a v jeho bezprostřední blízkosti (do 30 m od komunikace), kde se však nevyskytují žádné ekosystémy, pro jejichž ochranu je limit stanoven. Problémem může být celkové znečištění ovzduší prachem - PM10, jehož samotné pozadové denní koncentrace v současné době překračují stanovené limity a v r.2010, kdy bude přísnější limit pro roční průměr, to bude pravděpodobně platit i pro průměrné roční koncentrace PM10. Na druhé straně limity pro PM10 jsou stanovené pro ochranu zdraví lidí a v obydlených místech ve sledovaném území bude příspěvek emisí z okruhu ke znečištění ovzduší PM10 jen nízký.

## Literatura

- [1] J.Koštál a kol.: Pražský okruh - stavby 518 a 519, Aktualizace dopravně inženýrských podkladů (ÚDI hl.m. Prahy, č.ú. 02-130-H25, říjen 2002)
- [2] L.Kröbl: Stav a očekávaný vývoj v produkci emisí škodlivin z výfukových plynů motorových vozidel (Ústav pro výzkum motorových vozidel, 1995)
- [3] G.Šebor a kol.: Emise ze spalování motorových paliv. Část1: Emise ze spalování kapalných a plyných paliv v maloobjemových zážehových a vznětových motorech (VŠCHT, ÚVMV, projekt PPŽP 520/5/96, 1996)
- [4] G.Šebor a kol.: Vliv druhu a složení paliv na emise motorů. Část 1.: Emise ze spalování motorové nafty, zemního plynu a propan-butanu v motorech LIAZ určených pro provoz autobusů (VŠCHT, fak. technologie a ochrany prostředí, Ústav technologie ropy a petrochemie, projekt PPŽP 520/9/97, listopad 1997).
- [5] G.Šebor a kol.: Vliv rozhodujících mobilních zdrojů emisí znečišťujících látek na kvalitu ovzduší v sídelních aglomeracích a jiných oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší v návaznosti na potřebu tvorby zón podle požadavků rámcové směrnice 96/62/EC (Projekt VaV/740/3/00, závěrečná výzkumná zpráva, část A, VŠCHT, prosinec 2001)
- [6] Nařízení vlády č.350/2002 Sb., příloha 1.
- [7] Doplněné imisní hodnoty k příloze č.6/86 AHEM (Příloha č.2/1991 AHEM)
- [8] J.Bubník, J.Keder, J.Macoun, J.Maňák: SYMOS'97 (Metodický pokyn pro výpočet znečištění ovzduší z bodových, plošných a liniových zdrojů, Věstník MŽP ČR, částka 3, 1998)
- [9] Znečištění ovzduší na území ČR v roce 2002 (ČHMÚ, Praha 2003)