

Znečištění ovzduší benzenem na území města Ostravy v letech 1999–2007

Zpracovatel

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava

Mgr. Libor Černíkovský

Mgr. Blanka Krejčí

říjen 2008



Obsah

Úvod.....	3
1. Použité údaje	3
1.1. Imisní limit.....	3
1.2. Naměřené údaje.....	3
2. Vyhodnocení výsledků měření	6
2.1. Roční charakteristiky.....	6
2.2. Sezónní charakteristiky a roční chod.....	6
2.3. Týdenní chod.....	13
2.4. Denní chod.....	15
3. Závislost znečištění ovzduší na směru proudění.....	18
Použité podklady	30



Úvod

Vyhodnocení měření znečištění ovzduší benzenem na území města Ostravy bylo zpracováno na základě smlouvy pro Statutární město Ostrava. Cílem bylo zpracovat údaje naměřené v letech 1999 až 2007 v lokalitách na území města Ostravy.

1. Použité údaje

1.1. Imisní limit

Platná legislativa [1] stanoví pro benzen roční imisní limit pro ochranu zdraví lidí $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, který musí být dosažen 31. 12. 2009 (tabulka 1.1).

Tabulka 1.1 Imisní limit benzenu pro ochranu zdraví lidí

Doba průměrování	Imisní limit (IL)		Mez tolerance (MT)				IL + MT			
	Koncentrace [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Datum, do něhož musí být limit dosažen	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
1 kalendářní rok	5	31.12.2009	4	3	2	1	9	8	7	6

1.2. Naměřené údaje

Pro potřeby této studie byly použity údaje naměřené v letech 1999 až 2007 na automatizovaných (AMS) a manuálních (MMS) měřicích stanicích, dostupné v Informačním systému kvality ovzduší (ISKO)¹ a údaje, poskytnuté Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě². Pro hodnocení znečištění ovzduší během chladné poloviny roku byla použita naměřená data až do 1. 3. 2008. Do základního hodnocení byly zahrnuty rovněž údaje z lokality Karviná-ZÚ.

Základní údaje o všech lokalitách a prováděných měřeních jsou shrnuty v tabulce 1.2, umístění lokalit je znázorněno na obrázku 1.1.

Výsledky měření a hodnocení znečištění ovzduší na území České republiky jsou ČHMÚ každoročně publikovány v ročenkách, které jsou dostupné i na internetu [2] a [3].

¹ ISKO provozuje ČHMÚ z pověření Ministerstva životního prostředí ČR.

² Údaje z lokalit Ostrava-Bartovice a Ostrava-Mariánské Hory za období leden-březen 2008.



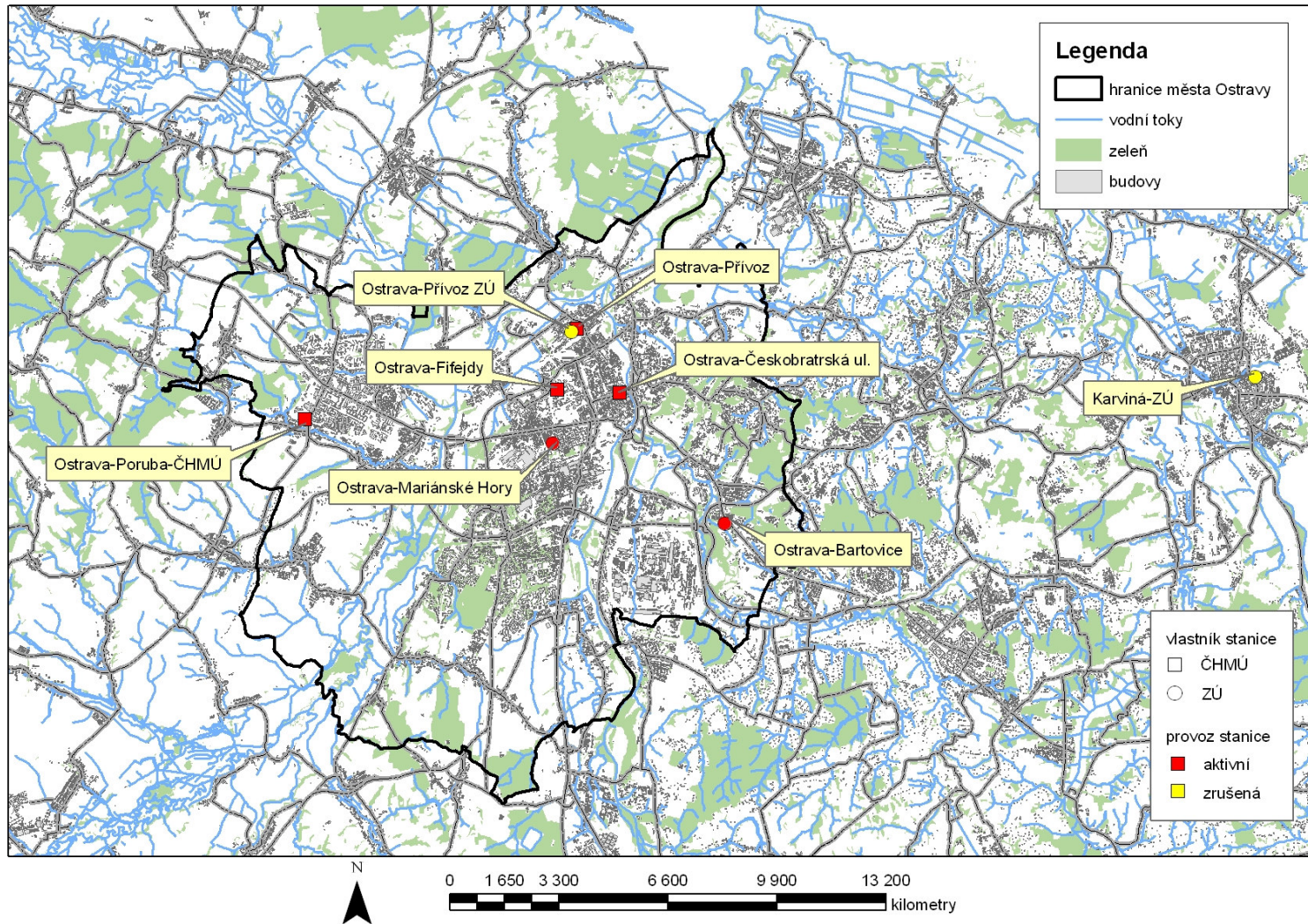
Tabulka 1.2 Základní údaje o měření benzenu

Název lokality	Kód	Vlastník	Měřicí interval	Měřicí metoda	Začátek měření	Konec měření	Klasifikace lokality
Ostrava-Bartovice	TOBA	ZÚ	1denní odběr každý 6. den	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.1.2004	dosud	I/S/IR
Ostrava-Českobratrská (hot spot)	TOCB	ČHMÚ	1h	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.1.2005	dosud	T/U/CR
Ostrava-Fifejdy	TOFF	ČHMÚ	1h	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.1.2004	dosud	B/U/R
Ostrava-Mariánské Hory	TOMH	ZÚ	1denní odběr každý 6. den	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.1.2004	dosud	I/U/IR
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	TOPO	ČHMÚ	14denní	pasivní dosimetr	1.1.2004	dosud	B/S/R
Ostrava-Přívoz	TOPR	ČHMÚ	30min	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.7.1999	31.12.2003	I/U/IR
			1h	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.1.2004	dosud	
Ostrava-Přívoz ZÚ	TOPI	ZÚ	1denní odběr každý 6. den	plynová chromatografie s plamenoionizační detekcí	1.1.2001	31.12.2007	I/U/IR
Karviná-ZÚ	TKAO	ZÚ	1denní odběr každý 6. den	plynová chromatografie - těkavé org. látky	5.6.1999	31.12.2007	T/U/R

Tabulka 1.3 Klasifikace lokalit podle Rozhodnutí Rady 97/101/EC a navazujících předpisů (blíže kapitola II.1 v [2])

Typ lokality		Typ oblasti		Charakteristika oblasti	
T	dopravní	U	městská	R	obytná
I	průmyslová	S	předměstská	C	obchodní
B	pozaďová	R	venkovská	I	průmyslová
				A	zemědělská
				N	přírodní
				Podkategorie lokalit BR	
				NCI	příměstská
				REG	regionální
				REM	odlehlá





Obrázek 1.1 Lokality s měřením benzenu



2. Vyhodnocení výsledků měření

2.1. Roční charakteristiky

Roční průměrné koncentrace trvale významně přesahují roční imisní limit v lokalitě Ostrava-Prívov, v letech 2006–2007 včetně meze tolerance (tabulka 2.1). Hodnoty koncentrací měřené na této lokalitě jsou nejvyšší v České republice a výjimečnou exponovanost lokality potvrzují i naměřené maximální denní a krátkodobé koncentrace (tabulky 2.2 a 2.3). Je zjevné, že vyšší koncentrace benzenu souvisejí s průmyslovou činností (především s výrobou koksu), s narůstající vzdáleností od průmyslových zdrojů jsou koncentrace benzenu nižší (lokality Ostrava-Fifejdy) a v rezidenčních částech Ostravy dále klesají (Ostrava-Poruba). Hodnoty měřené na AMS Ostrava-Českokobratrská, která je zaměřena na sledování znečištění ovzduší z dopravy, patří v rámci Ostravy mezi průměrné a roční imisní limit nepřekračují (tabulka a obrázek 2.1).

Průměrné roční koncentrace benzenu nevykazují jednoznačný stoupající či klesající trend. Na koncentrace měřené v různých letech mají velký vliv rozdílné meteorologické podmínky v konkrétním roce. Na dosažení nižších koncentrací na všech lokalitách v roce 2007 měly vliv neobvykle příznivé rozptylové podmínky v zimních měsících roku.

Při hodnocení výsledků je třeba brát v úvahu, že plně srovnatelné jsou výsledky měření ze stanic ČHMÚ, které časově pokrývají období celého roku a splňují tak podmínku stacionárního měření podle [1]. Na stanicích ZÚ se provádějí 24hodinové odběry pouze každý 6. den, splňující podmínku pro orientační měření.

V roce 2007 byly koncentrace benzenu v České republice měřeny celkem na 33 lokalitách. Pro porovnání úrovně znečištění ovzduší benzenem v Ostravě a v celé České republice jsou v tabulce 2.3 uvedeny stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací benzenu v roce 2007, na obrázku 2.2 roční průměrné koncentrace benzenu v letech 1998–2007 na vybraných stanicích a na obrázku 2.3 pole roční průměrné koncentrace benzenu v roce 2007 (převzato z [3]).

2.2. Sezónní charakteristiky a roční chod

Sezónní průměrné koncentrace benzenu stejně jako průměrné roční koncentrace **nevykazují jednoznačný stoupající či klesající trend** (tabulky a obrázky 2.4 a 2.5)³.

Na stanici Ostrava-Prívov se průměrné koncentrace naměřené v zimě a létě prakticky neliší, což svědčí o významném emisním vlivu zdrojů, které lokalitu ovlivňují trvale. Na ostatních lokalitách je úroveň znečištění ovzduší v zimě vyšší, což souvisí s častějším výskytem zhoršených rozptylových podmínek (tabulka 2.6; pro možnost vzájemného porovnání lokalit bylo zvoleno období I/2004–III/2008, během kterého byly koncentrace benzenu měřeny na většině lokalit).

Roční chod znečištění ovzduší je charakterizován pomocí měsíčních průměrných koncentrací, které byly naměřeny v jednotlivých měsících (tabulka 2.7 a obrázek 2.6).

Nejnižší hodnoty koncentrací jsou měřeny od května do srpna, nejvýraznější roční chod vykazují stanice Ostrava-Bartovice, Ostrava-Mariánské Hory a Ostrava-Poruba. Lokalita Ostrava-Prívov má odlišný roční chod – nejnižší hodnoty jsou měřeny v květnu a červnu, ale hodnoty v červenci patří k vyšším a hodnoty v lednu, únoru a prosinci k nižším.

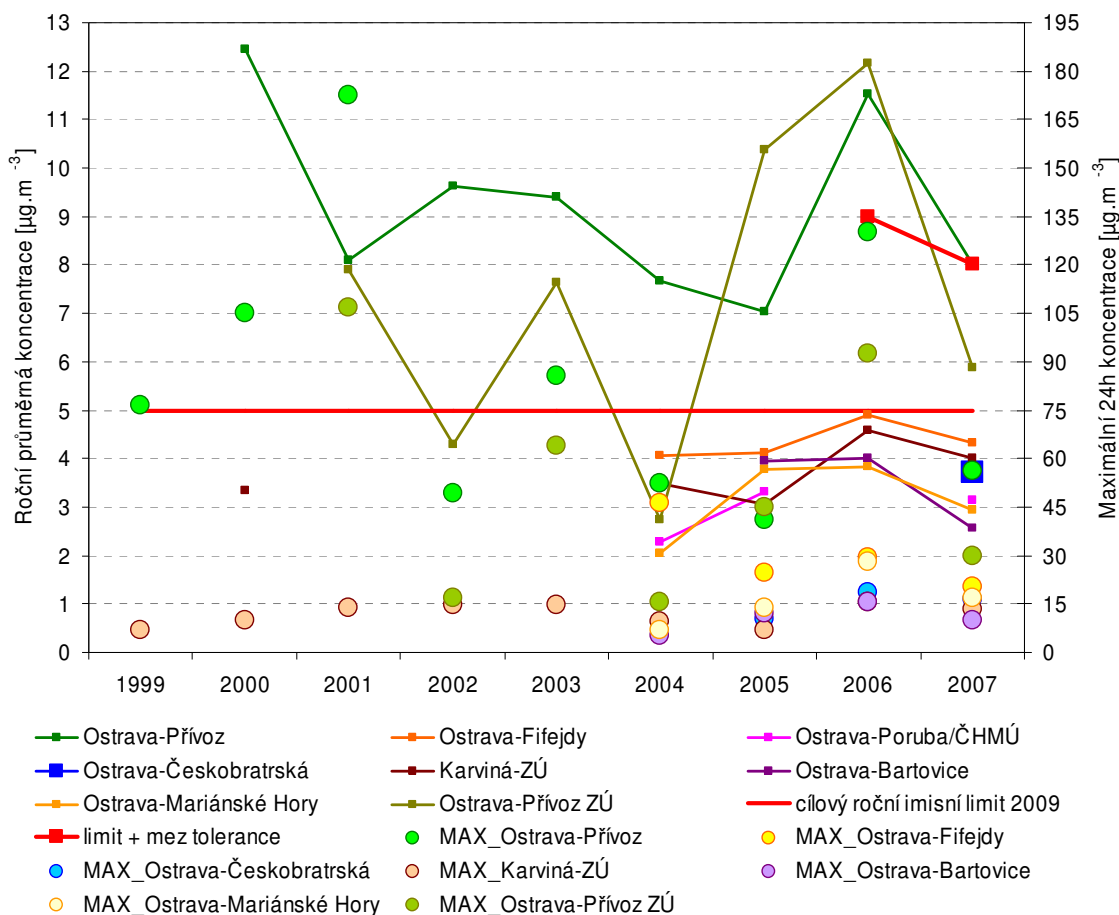
³ Průměrné koncentrace za teplou polovinu roku (měsíce duben–září) a chladnou polovinu roku (měsíce leden–březen a říjen–prosinec) byly vypočteny z průměrných 24hodinových (denních) koncentrací za celé hodnocené období.

Tabulka 2.1 Průměrné roční koncentrace benzenu v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
 (tučně jsou zvýrazněny hodnoty vyšší než roční imisní limit, podbarveny hodnoty překračující
 limitní koncentraci včetně meze tolerance pro konkrétní rok - viz tabulka 1.1)

Rok	Ostrava-Bartovice	Ostrava-Českobratrská	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-Přívoz	Ostrava-Přívoz ZÚ	Karviná-ZÚ
1999	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	12.5	-	3.3
2001	-	-	-	-	-	8.1	7.9	-
2002	-	-	-	-	-	9.6	4.3	-
2003	-	-	-	-	-	9.4	7.6	-
2004	-	-	4.1	2.1	2.3	7.7	2.7	3.5
2005	4.0	-	4.1	3.8	3.3	7.0	10.4	3.1
2006	4.0	-	4.9	3.8	-	11.5	12.2	4.6
2007	2.6	3.7	4.3	2.9	3.2	8.0	5.9	4.0

Tabulka 2.2 Maximální naměřené koncentrace benzenu v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

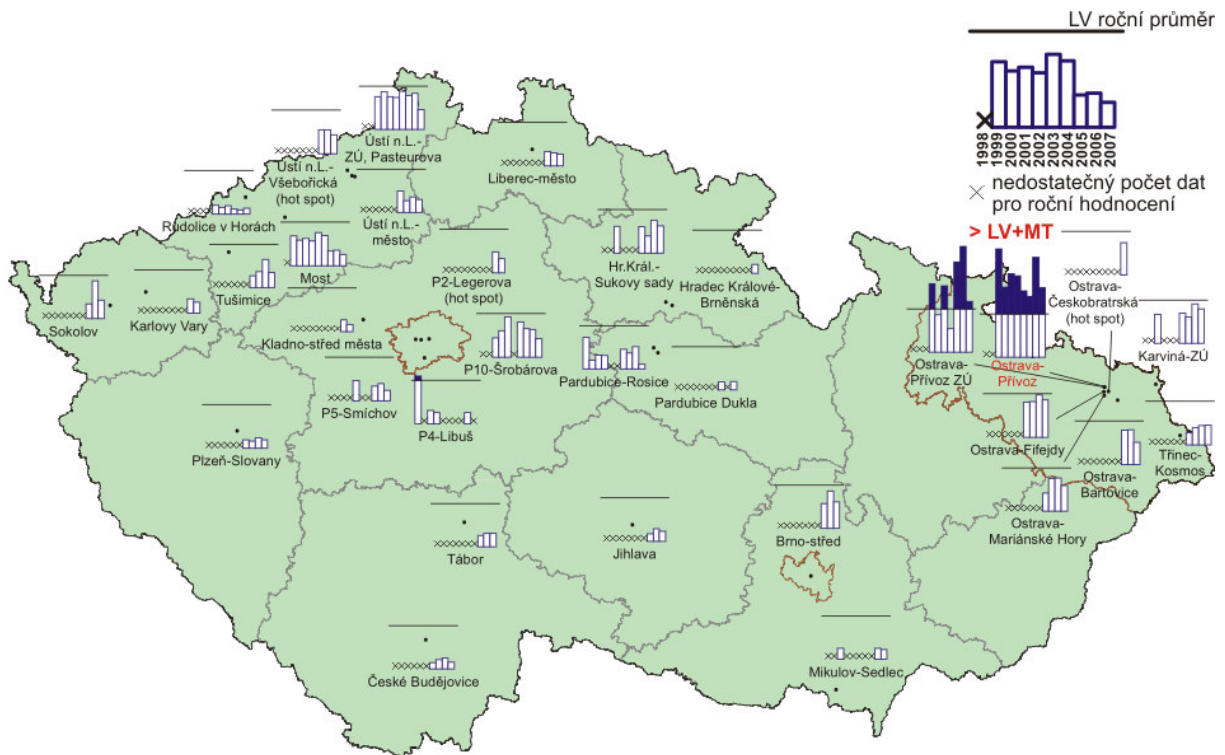
Rok	24h maximální koncentrace							1h maximální koncentrace		
	Ostrava-Bartovice	Ostrava-Českobratrská	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-Přívoz	Ostrava-Přívoz ZÚ	Karviná-ZÚ	Ostrava-Českobratrská	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-Přívoz
1999	-	-	-	-	77	-	7	-	-	402
2000	-	-	-	-	105	-	10	-	-	781
2001	-	-	-	-	173	107	14	-	-	868
2002	-	-	-	-	49	17	15	-	-	401
2003	-	-	-	-	86	64	15	-	-	485
2004	5	-	46	7	52	16	10	-	236	206
2005	12	11	25	14	41	45	7	48	405	302
2006	16	18	29	28	130	92	15	146	262	790
2007	10	16	20	17	56	30	13	66	193	310



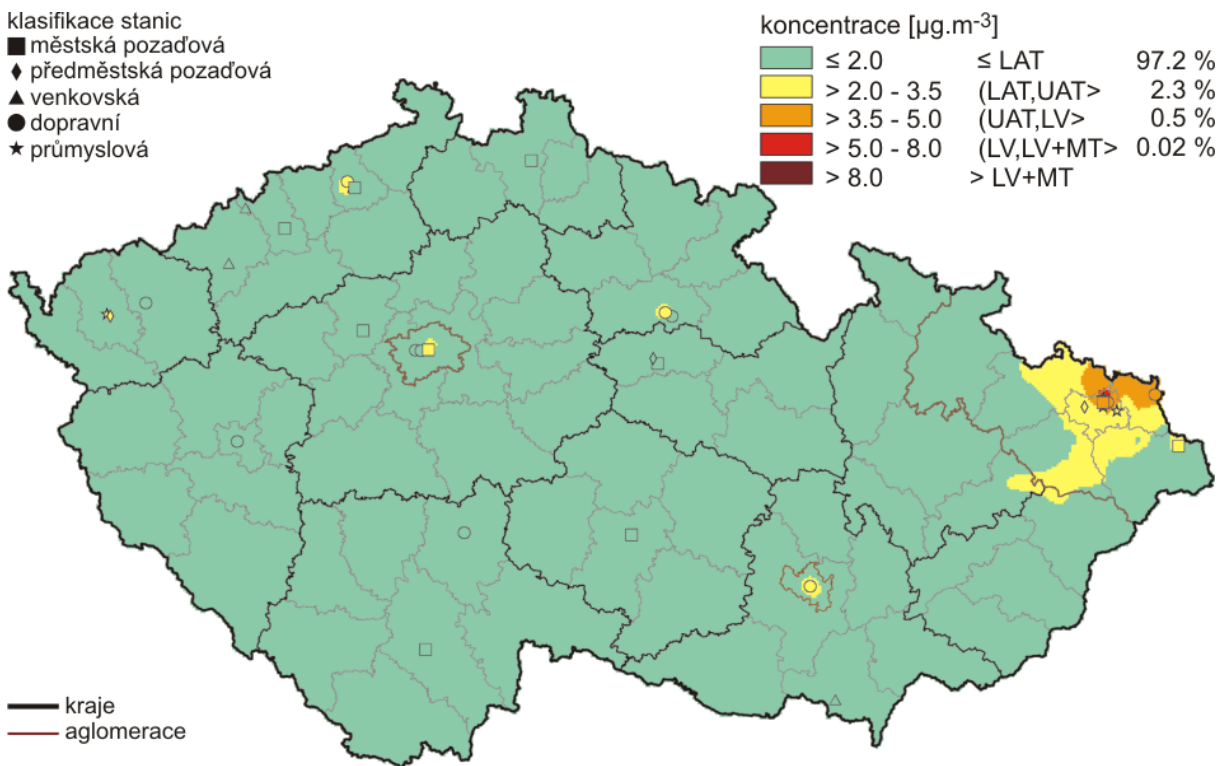
Obrázek 2.1 Průměrné roční a maximální 24h koncentrace benzenu

Tabulka 2.3 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací benzenu v České republice v roce 2007 v µg.m⁻³

Název lokality	Kód	Vlastník	Průměr	Klasifikace lokality
Ostrava-Přívóz	TOPRA	ČHMÚ	8.0	I/U/IR
Ostrava-Přívóz- ZÚ	TOPIV	ZÚ	5.9	I/U/IR
Ostrava-Fifejdy	TOFFA	ČHMÚ	4.3	B/U/R
Karviná-ZÚ	TKAOV	ZÚ	4.0	T/U/R
Ostrava-Českobratrská (hot spot)	TOCBA	ČHMÚ	3.7	T/U/CR
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	TOPOD	ČHMÚ	3.2	B/S/R
Brno-střed	BBNDA	ČHMÚ	3.1	T/U/R
Hradec Králové-Sukovy sady	HHKSV	ZÚ	3.1	T/U/RCI
Ostrava-Mariánské Hory	TOMHV	ZÚ	2.9	I/U/IR
Ostrava-Bartovice	TOBAV	ZÚ	2.6	I/S/IR
Sokolov	KSOVV	ZÚ	2.3	I/U/RC
Třinec-Kosmos	TTROA	ČHMÚ	2.3	B/U/R
Ústí n.L.-ZÚ, Pasteurova	UUKPV	ZÚ	2.3	I/U/RI
Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	UULDA	ČHMÚ	2.2	T/U/RC
Praha 10-Šrobárova	ASROV	ZÚ	2.1	B/U/RC



Obrázek 2.2 Roční průměrné koncentrace benzenu v letech 1998–2007 na vybraných stanicích (převzato z [3])



Obrázek 2.3 Pole roční průměrné koncentrace benzenu v roce 2007 (převzato z [3])

Tabulka 2.4 Průměrné koncentrace benzenu v chladných polovinách roků (říjen–březen) v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

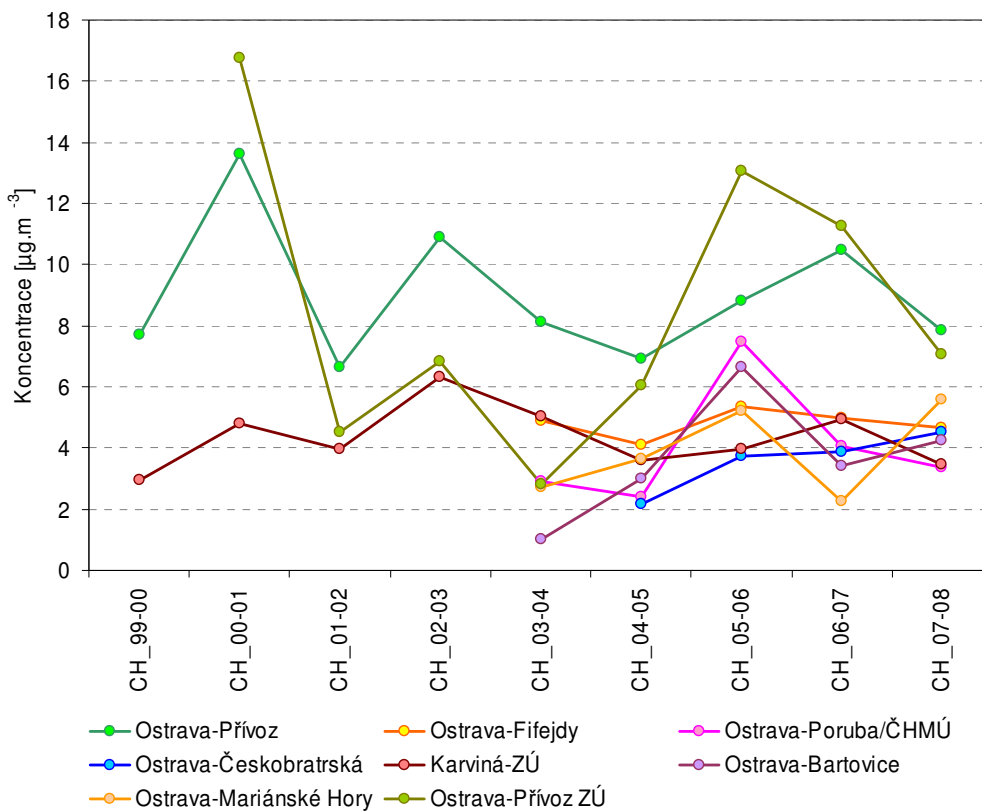
Lokalita	1999-2000	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8
Ostrava-Bartovice	-	-	-	-	1.0	3.0	6.6	3.4	4.2
Ostrava-Českobratrská	-	-	-	-	-	2.1	3.7	3.9	4.5
Ostrava-Fifejdy	-	-	-	-	4.9	4.1	5.3	5.0	4.6
Ostrava-Mariánské Hory	-	-	-	-	2.7	3.6	5.2	2.3	5.6
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	-	-	-	-	2.9	2.4	7.5	4.0	3.4
Ostrava-Přívoz	7.7	13.6	6.7	10.9	8.1	6.9	8.8	10.5	7.8
Ostrava-Přívoz ZÚ	-	16.8	4.5	6.9	2.8	6.1	13.0	11.3	7.1
Karviná-ZÚ	2.9	4.8	4.0	6.3	5.0	3.6	4.0	4.9	3.5

Obrázek 2.5 Průměrné koncentrace benzenu v teplých polovinách roků (duben–září) v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

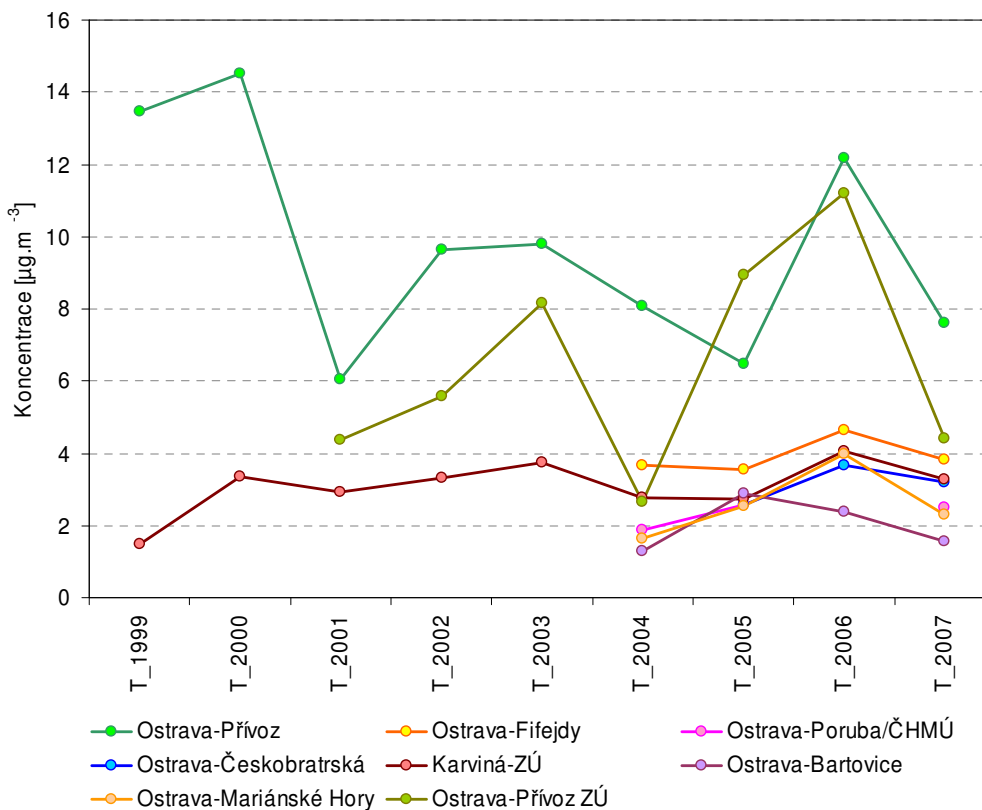
Lokalita	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Ostrava-Bartovice	-	-	-	-	-	1.3	2.9	2.4	1.6
Ostrava-Českobratrská	-	-	-	-	-	-	2.6	3.7	3.2
Ostrava-Fifejdy	-	-	-	-	-	3.7	3.5	4.6	3.8
Ostrava-Mariánské Hory	-	-	-	-	-	1.6	2.5	4.0	2.3
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	-	-	-	-	-	1.9	2.6	-	2.5
Ostrava-Přívoz	13.5	14.5	6.0	9.6	9.8	8.1	6.5	12.2	7.6
Ostrava-Přívoz ZÚ	-	-	4.4	5.6	8.1	2.7	8.9	11.2	4.4
Karviná-ZÚ	1.5	3.4	2.9	3.3	3.7	2.8	2.7	4.1	3.3

Tabulka 2.6 Průměrné sezónní koncentrace a maximální 24h koncentrace benzenu v období I/2004-III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská I/2005-III/2008) v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Lokalita	Chladná polovina roku		Teplá polovina roku	
	průměr	maximum	průměr	maximum
Ostrava-Bartovice	4.2	16	2.0	7
Ostrava-Českobratrská	4.1	15	3.2	18
Ostrava-Fifejdy	4.8	46	3.9	29
Ostrava-Mariánské Hory	4.0	25	2.6	28
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	4.1	16	2.4	10
Ostrava-Přívoz	8.5	130	8.6	101
Ostrava-Přívoz ZÚ	8.8	92	6.8	68
Karviná-ZÚ	4.1	15	3.2	7



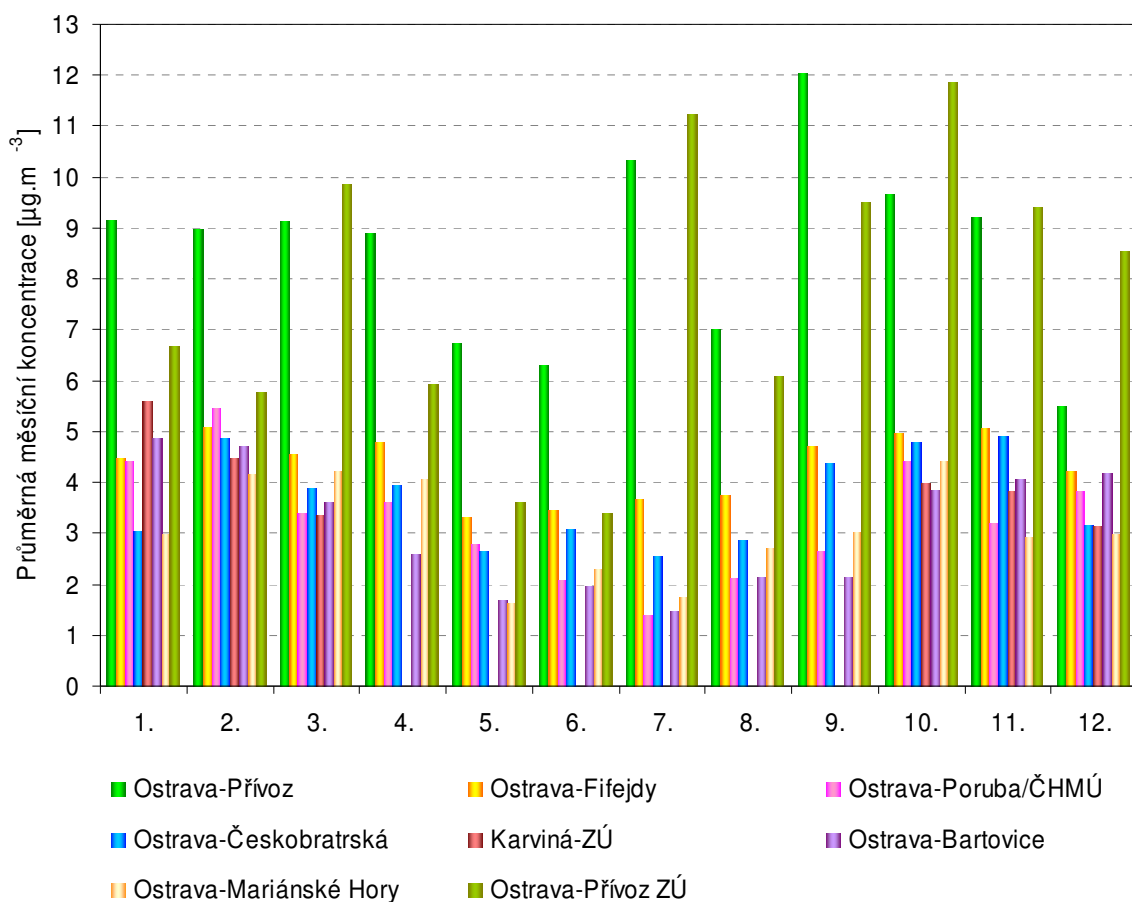
Obrázek 2.4 Průměrné koncentrace benzenu v chladných polovinách roku (říjen–březen)



Obrázek 2.5 Průměrné koncentrace benzenu v teplých polovinách roku (duben–září)

Tabulka 2.7 Průměrné měsíční koncentrace benzenu v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská I/2005–III/2008)

Lokalita	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Ostrava-Bartovice	4.9	4.7	3.6	2.6	1.7	1.9	1.5	2.1	2.1	3.8	4.1	4.2
Ostrava-Českobratrská	3.0	4.9	3.9	3.9	2.6	3.1	2.6	2.9	4.4	4.8	4.9	3.1
Ostrava-Fifejdy	4.5	5.1	4.6	4.8	3.3	3.4	3.7	3.8	4.7	5.0	5.1	4.2
Ostrava-Mariánské Hory	3.0	4.1	4.2	4.1	1.6	2.3	1.7	2.7	3.0	4.4	2.9	3.0
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	4.4	5.4	3.4	3.6	2.8	2.1	1.4	2.1	2.6	4.4	3.2	3.8
Ostrava-Přívoz	9.1	9.0	9.1	8.9	6.7	6.3	10.3	7.0	12.0	9.7	9.2	5.5
Ostrava-Přívoz ZÚ	6.7	5.8	9.9	5.9	3.6	3.4	11.2	6.1	9.5	11.8	9.4	8.5
Karviná-ZÚ	5.6	4.5	3.4	-	-	-	-	-	-	4.0	3.8	3.1



Obrázek 2.6 Průměrné měsíční koncentrace benzenu v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská I/2005–III/2008)

2.3. Týdenní chod

Týdenní chod znečištění ovzduší byl vyhodnocen zvlášť pro teplou polovinu roku (měsíce duben–září) a chladnou polovinu roku (měsíce leden–březen a říjen–prosinec); pro možnost vzájemného porovnání lokalit bylo zvoleno období I/2004–III/2008, během kterého byly koncentrace benzenu měřeny na většině lokalit (tabulky 2.8 a 2.9, obrázky 2.7 a 2.8)⁴.

Nejvýraznější týdenní chod s nejnižšími hodnotami v sobotu a zejména v neděli **vykazuje lokalita Ostrava-Českobratrská**, což souvisí s týdenním chodem intenzity dopravy (počtem projíždějících vozidel).

V lokalitě Ostrava-Fifejdy jsou nejnižší hodnoty dosahovány v pátek a během letního období rovněž v pondělí.

Týdenní chod v lokalitě Ostrava-Přívoz se liší podle sezóny. Zatímco v zimě jsou nejnižší hodnoty dosahovány ve čtvrtek a nejvyšší v pondělí, v zimě jsou nejnižší hodnoty dosahovány v sobotu a výrazně nejvyšší v neděli.

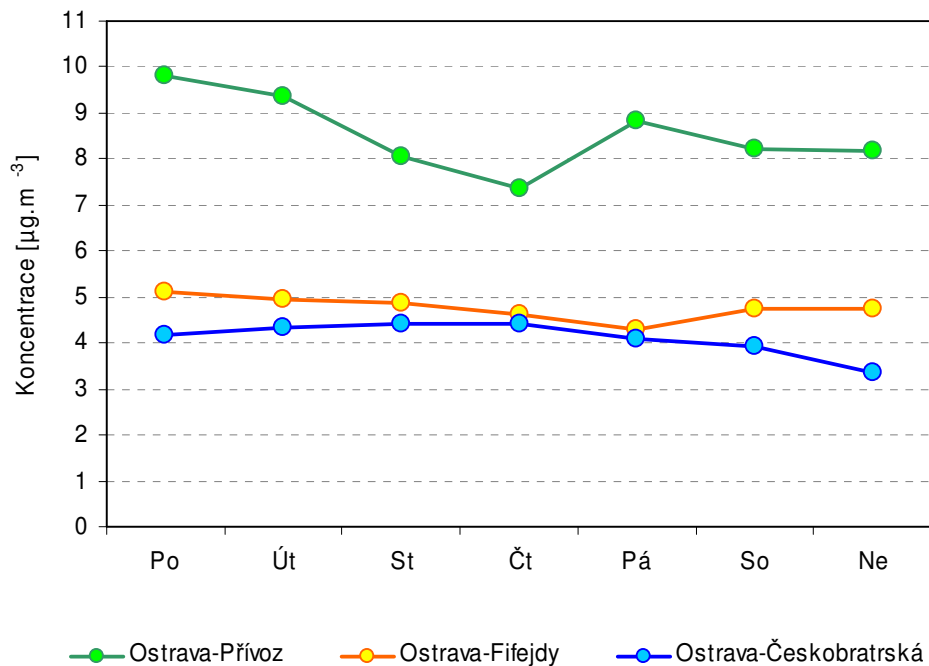
Tabulka 2.8 Průměrné denní koncentrace benzenu během týdne v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008)

Lokalita	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne
Ostrava-Českobratrská	4.2	4.4	4.4	4.4	4.1	3.9	3.3
Ostrava-Fifejdy	5.1	4.9	4.9	4.6	4.3	4.7	4.7
Ostrava-Přívoz	9.8	9.3	8.0	7.4	8.8	8.2	8.2

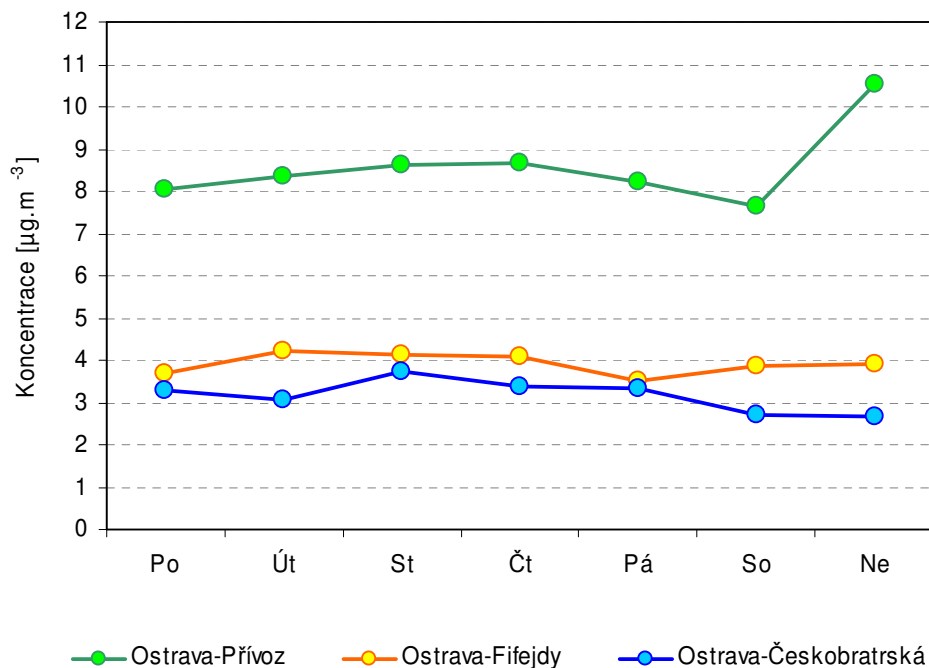
Tabulka 2.9 Průměrné denní koncentrace benzenu během týdne v teplých polovinách roků (duben–září) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008)

Lokalita	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne
Ostrava-Českobratrská	3.3	3.1	3.7	3.4	3.3	2.7	2.7
Ostrava-Fifejdy	3.7	4.2	4.1	4.1	3.5	3.9	3.9
Ostrava-Přívoz	8.1	8.4	8.6	8.6	8.2	7.6	10.5

⁴ Průměrné koncentrace pro jednotlivé dny v týdnu byly vypočteny z průměrných 24hodinových (denních) koncentrací za celé hodnocené období pro stanice s každodenně prováděným měřením.



Obrázek 2.7 Průměrné denní koncentrace benzenu během týdne v chladných polovinách roku (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008)



Obrázek 2.8 Průměrné denní koncentrace benzenu během týdne v teplých polovinách roku (duben–září) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008)

2.4. Denní chod

Denní chod znečištění ovzduší byl hodnocen pro celé období a rovněž zvlášť pro teplou polovinu roku (měsíce duben–září) a chladnou polovinu roku (měsíce leden–březen a říjen–prosinec)⁵; pro možnost vzájemného porovnání lokalit bylo zvoleno období I/2004–III/2008, během kterého byly koncentrace benzenu měřeny na většině lokalit. Čas je uváděn v UTC⁶, průměrná 1hodinová koncentrace je označena začátkem intervalu, tj. 0 je označena průměrná koncentrace naměřená mezi 0:00 a 1:00 UTC (tabulky 2.10–2.12, obrázky 2.9–2.11).

Denní chod 1hodinových koncentrací je na všech lokalitách výrazný, výraznější v chladném období roku, nejvýraznější v lokalitě Ostrava-Přívoz a nejméně výrazný v lokalitě Ostrava-Českobratrská.

V chladném období roku je maximální hodnota více než pětinásobně vyšší než hodnota minimální v lokalitě Ostrava-Přívoz, více než čtyřnásobně v lokalitě Ostrava-Fifejdy a více než dvojnásobně v lokalitě Ostrava-Českobratrská.

V lokalitě Ostrava-Přívoz je maximální hodnoty dosahováno v časných ranních hodinách a minimální po poledni, obdobně jako v lokalitě Ostrava-Fifejdy, na které jsou však srovnatelně vysoké hodnoty měřeny rovněž před půlnocí. Lokalita Ostrava-Českobratrská vykazuje vlivem svého dopravního charakteru dvě maxima, z nichž ranní je vyšší než odpolední.

⁵ Průměrné koncentrace pro jednotlivé hodiny během dne byly vypočteny z průměrných 1hodinových koncentrací za celé hodnocené období pro stanice s kontinuálně prováděným měřením.

⁶ UTC je světový čas, středoevropský čas SEČ = UTC + 1 hodina



Tabulka 2.10 Průměrné 1h koncentrace benzenu během dne v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008), čas UTC

Lokalita	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ostrava-Českobratrská	2.9	2.8	2.8	3.1	3.9	4.6	5.0	5.0	4.5	3.8	3.3	3.0	3.0	3.4	3.6	3.6	3.6	3.8	3.9	3.9	3.6	3.7	3.2	3.1
Ostrava-Fifejdy	5.1	5.5	5.1	5.1	5.4	6.1	5.5	5.1	4.3	3.7	3.1	2.7	2.4	2.4	2.4	2.7	3.0	3.6	4.2	4.9	5.6	5.7	5.6	5.4
Ostrava-Přívoz	10.5	11.6	11.4	12.1	13.3	13.6	11.9	9.5	8.0	6.9	5.7	5.4	4.9	4.7	4.4	4.7	5.5	6.2	7.0	7.2	8.8	9.6	11.0	10.3

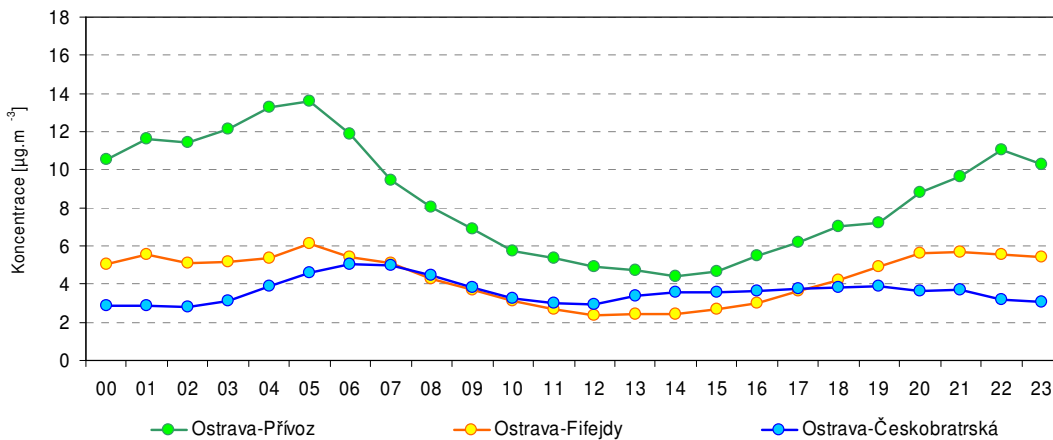
Tabulka 2.11 Průměrné 1h koncentrace benzenu během dne v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008), čas UTC

Lokalita	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ostrava-Českobratrská	3.5	3.3	3.1	3.0	3.6	4.2	4.9	4.9	4.7	4.5	3.9	3.6	3.6	4.0	4.4	4.6	4.8	4.9	4.7	4.6	4.1	4.0	3.8	3.6
Ostrava-Fifejdy	4.9	5.5	5.4	5.0	5.0	6.0	5.4	5.3	5.1	4.8	4.3	3.7	3.3	3.3	3.3	3.4	3.9	4.9	5.6	5.4	5.5	5.3	4.9	5.4
Ostrava-Přívoz	9.4	9.6	9.8	10.0	10.7	11.5	11.2	9.4	9.0	8.4	7.2	7.1	6.4	6.2	5.2	5.7	6.5	7.5	8.3	8.2	9.1	9.3	10.0	9.0

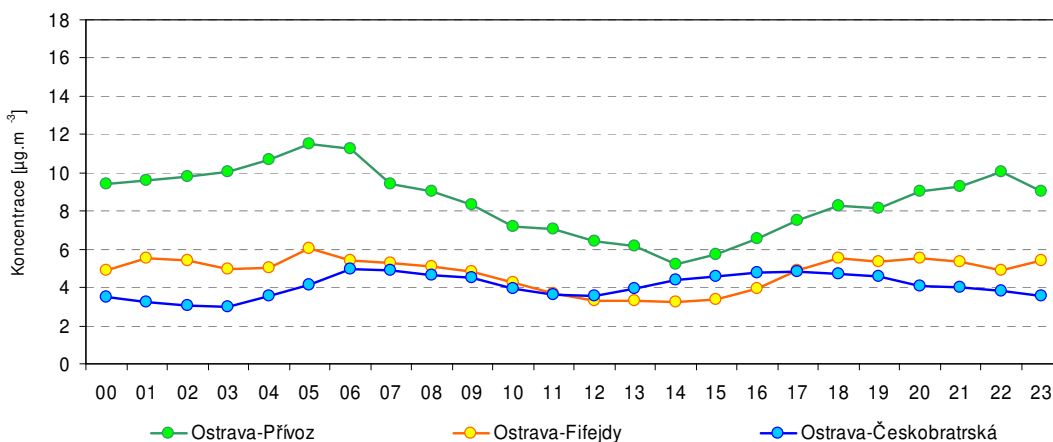
Tabulka 2.12 Průměrné 1h koncentrace benzenu během dne v teplých polovinách roků (duben –září) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008), čas UTC

Lokalita	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ostrava-Českobratrská	2.3	2.4	2.5	3.3	4.2	5.0	5.1	5.1	4.3	3.2	2.6	2.3	2.4	2.8	2.8	2.6	2.6	2.8	3.0	3.3	3.2	3.4	2.6	2.7
Ostrava-Fifejdy	5.2	5.6	4.8	5.3	5.8	6.2	5.5	4.9	3.5	2.5	1.9	1.6	1.4	1.5	1.6	2.0	2.0	2.3	2.7	4.5	5.7	6.1	6.3	5.5
Ostrava-Přívoz	11.8	13.9	13.2	14.5	16.1	15.9	12.6	9.5	7.0	5.3	4.2	3.5	3.2	3.1	3.4	3.5	4.3	4.7	5.7	6.1	8.5	10.0	12.1	11.7

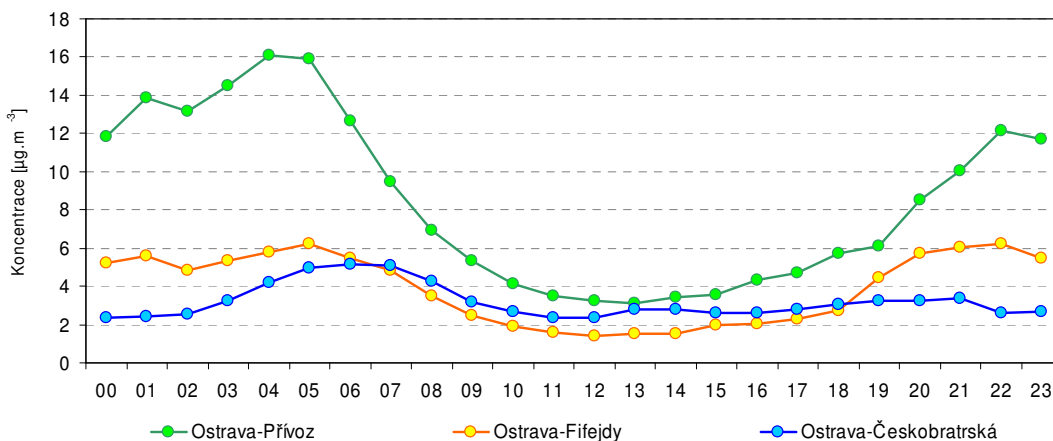




Obrázek 2.9 Průměrné 1h koncentrace benzenu během dne v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008, čas UTC



Obrázek 2.10 Průměrné 1h koncentrace benzenu během dne v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008), čas UTC



Obrázek 2.11 Průměrné 1h koncentrace benzenu během dne v teplých polovinách roků (duben – září) v období I/2004–III/2008 (pro stanici Ostrava-Českobratrská od I/2005–III/2008), čas UTC

3. Závislost znečištění ovzduší na směru proudění

Pro ilustraci vztahu mezi znečištěním ovzduší a směrem proudění byly z průměrných 1hodinových údajů za období I/2004–III/2008 pro stanice s kontinuálně prováděným měřením vypočteny:

- větrné růžice (relativní četnosti směrů větru),
- růžice průměrných koncentrací (průměrné koncentrace v závislosti na směru proudění vypočtené jako aritmetický průměr ze všech platných 1hodinových koncentrací dané škodliviny naměřených v hodnoceném období při proudění z příslušného směru),
- růžice 50. kvantilů (mediánů) průměrných koncentrací (polovina všech 1hodinových koncentrací byla vyšších než tato hodnota a polovina jich byla nižších),
- růžice maximálních koncentrací naměřených při proudění z daného směru (je nutno zdůraznit, že maximální hodnoty jsou hodnoty výjimečné a odlehle a vhodnější charakteristikou je proto 95. kvantil),
- růžice 95. kvantilů průměrných koncentrací (hodnoty 1hodinových koncentrací dané škodliviny, které byly v hodnoceném období při proudění z příslušného směru překročeny maximálně v 5 % případů),
- růžice imisního zatížení lokality (součet koncentrací při proudění z daného směru vyjádřený v procentu celkového součtu koncentrací na dané lokalitě v hodnoceném období).

Všechny typy růžic byly vypočteny pro celé období a zvláště pro chladnou a teplou polovinu roku. Do kategorie bezvětří byly zahrnuty všechny průměrné 1hodinové údaje naměřené při rychlosti větru menší než 0,5 m/s.

Použitý výpočet škodlivostních růžic přiřazuje koncentraci ke směru větru naměřenému během stejného časového období a je pouze jedním z možných způsobů výpočtu. Nezahrnuje setrvačnost při přesunu znečištění ovzduší při změně směru větru, ke které je při častějších změnách směru proudění a vzdálenějších zdrojích nutno přihlídnout při interpretaci výsledků (např. znečištění ovzduší od zdroje na SV od sledované lokality by mohlo být při rychlé změně směru větru ze SV na JV přiřazeno k JV směru). V případě AMS Ostrava-Fifejdy a Ostrava-Přívoz však nejsou nejvýznamnější zdroje znečištění ovzduší příliš vzdáleny od AMS a k častým změnám směru proudění nedochází.

Směr proudění vzduchu je na Ostravsku a tedy i na území města Ostravy geograficky určován orientací Moravské brány ve směru od jihozápadu k severovýchodu. Podle údajů z lokalit měření znečištění ovzduší Ostrava-Fifejdy a Ostrava-Přívoz **převažuje výrazně jihozápadní proudění, druhé nejčetnější je proudění severovýchodní až východoseverovýchodní**, v zimním období je ččetnější JZ až JJZ proudění než v létě a naopak v létě je ččetnější proudění s východní složkou než v zimě (tabulka 3.1, obrázky 3.1–3.3).

Škodlivostní růžice znázorňují závislost znečištění ovzduší na směru proudění. Růžice průměrných a maximálních koncentrací a 95. a 50. kvantilů ukazují, při kterých směrech větru jsou hodnoty koncentrací v dané lokalitě nejvyšší, bez ohledu na jejich četnost.

Růžice imisního zatížení ukazuje, ze kterých směrů je lokalita nejvíce zatížena znečištěním ovzduší (lokalita může být např. nejvíce zatížena ze směru s nízkými hodnotami koncentrací, ale s vysokou četností směru větru, a naopak). Při plošně homogenně rozložených koncentracích škodlivin v ovzduší by vzhledem ke způsobu výpočtu růžice imisního zatížení odpovídaly větrným růžicím. Z jejich odlišnosti je možno usuzovat na významnější zdroje ve směru, ze kterého je transportováno relativně více škodlivin než odpovídá větrné růžici. Rovněž z růžic průměrných a

maximálních koncentrací a 95. a 50. kvantilů lze usuzovat, ve kterém směru jsou významnější zdroje emisí (tabulky 3.2–3.4, obrázky 3.4–3.15; pro větší přehlednost obrázků byly hodnoty některých koncentrací škodlivin vyděleny koeficientem, který je uveden v legendě).

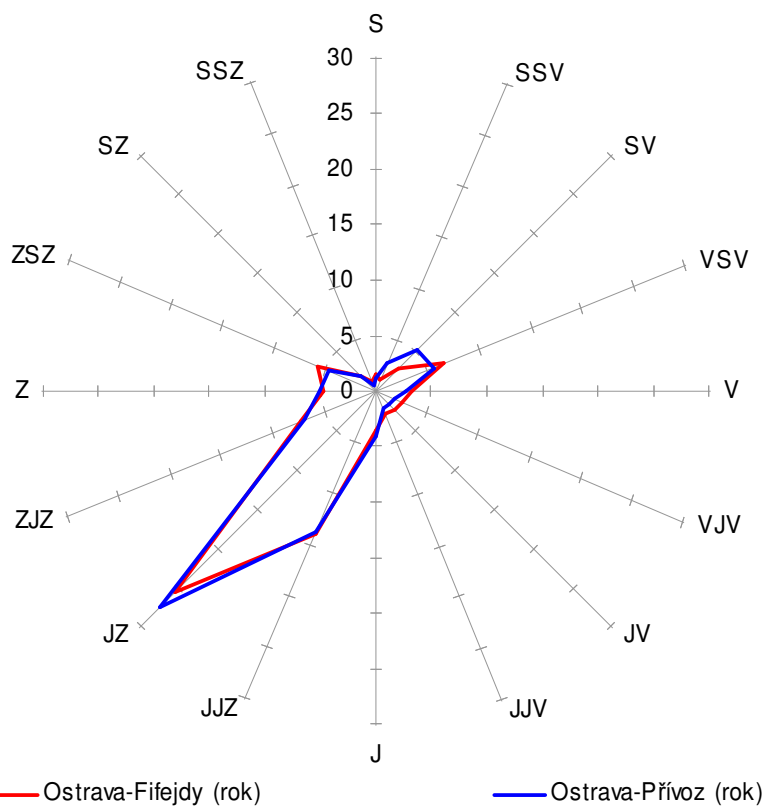
Nejvyšší hodnoty koncentrací jsou dosahovány při bezvětří a slabém proudění vzduchu.

Na AMS Ostrava-Přívoz jsou všechny charakteristiky nejvyšší při proudění z VSV–SV a ZJZ–Z, v teplém období roku rovněž z V, tj. nejvýznamnější zdroje se nacházejí v těchto směrech od lokality.

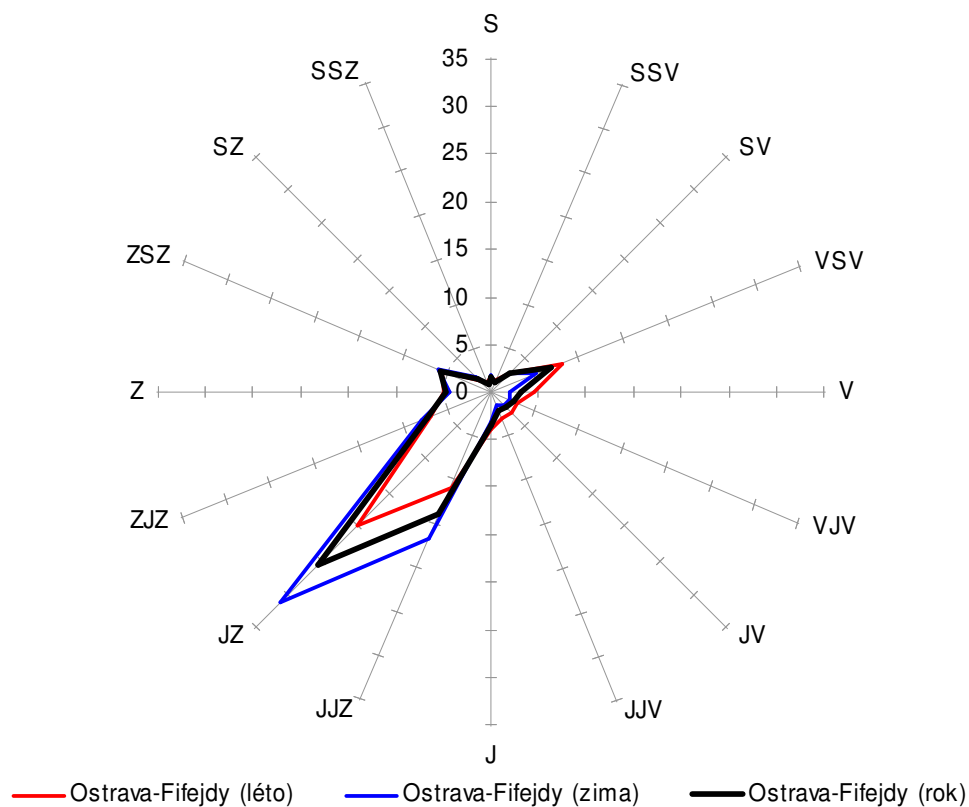
Na AMS Ostrava-Fifejdy jsou všechny charakteristiky nejvyšší při proudění ze Z–SZ, v chladném období roku je vyšší imisní zatížení než odpovídá četností směru větru rovněž ze SV–SSV a VJV–JJV.

Tabulka 3.1 Větrné růžice v období I/2004–III/2008 (relativní četnost směru větru v %)

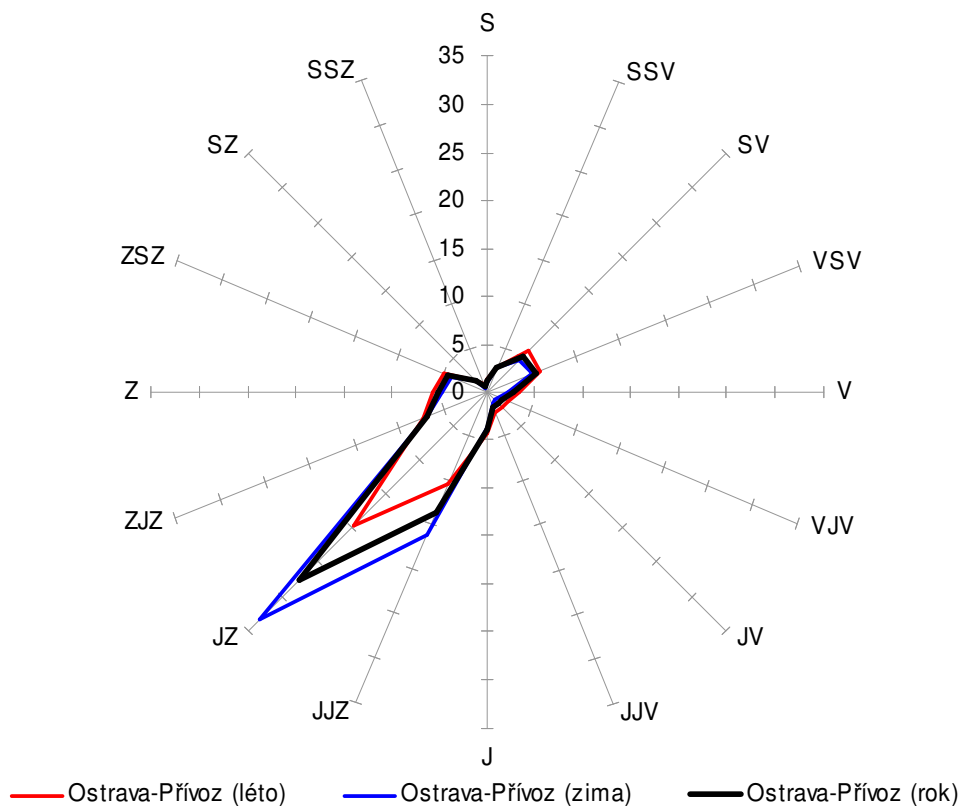
Směr	Ostrava-Fifejdy			Ostrava-Přívoz (rok)		
	Rok	Zima	Léto	Rok	Zima	Léto
S	1.6	1.7	1.6	1.1	0.9	1.3
SSV	1.0	0.9	1.2	2.7	2.7	2.8
SV	2.8	2.7	2.8	5.3	4.7	6.0
VSV	6.6	5.2	8.0	5.5	5.1	5.9
V	3.2	2.0	4.6	2.7	2.2	3.3
VJV	2.5	2.1	3.0	1.8	1.3	2.4
JV	2.4	1.9	2.9	1.7	1.2	2.2
JJV	2.2	1.6	2.9	1.7	1.3	2.3
J	3.6	3.2	4.0	4.0	3.8	4.3
JJZ	14.0	16.8	10.8	13.7	16.2	10.3
JZ	25.6	31.0	19.6	27.5	33.5	19.5
ZJZ	7.3	7.8	6.7	6.9	6.7	7.3
Z	4.7	4.4	5.0	5.0	4.6	5.6
ZSZ	5.7	5.9	5.5	4.5	4.1	4.9
SZ	1.9	2.1	1.6	1.8	1.8	1.7
SSZ	0.8	0.8	0.9	0.5	0.3	0.8
Bezvětrí	14.1	9.9	18.9	13.6	9.6	19.4



Obrázek 3.1 Větrné růžice v období I/2004–III/2008 (relativní četnost směru větru v %)



Obrázek 3.2 Větrné růžice v období I/2004–III/2008 (relativní četnost směru větru v %)



Obrázek 3.3 Větrné růžice v období I/2004–III/2008 (relativní četnost směru větru v %)

Tabulka 3.2 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění v období I/2004–III/2008
(barevně jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty, v případě imisního zatížení hodnoty vyšší a nižší než 1.1 a 0.9 násobek hodnoty odpovídající četnosti směru větru)

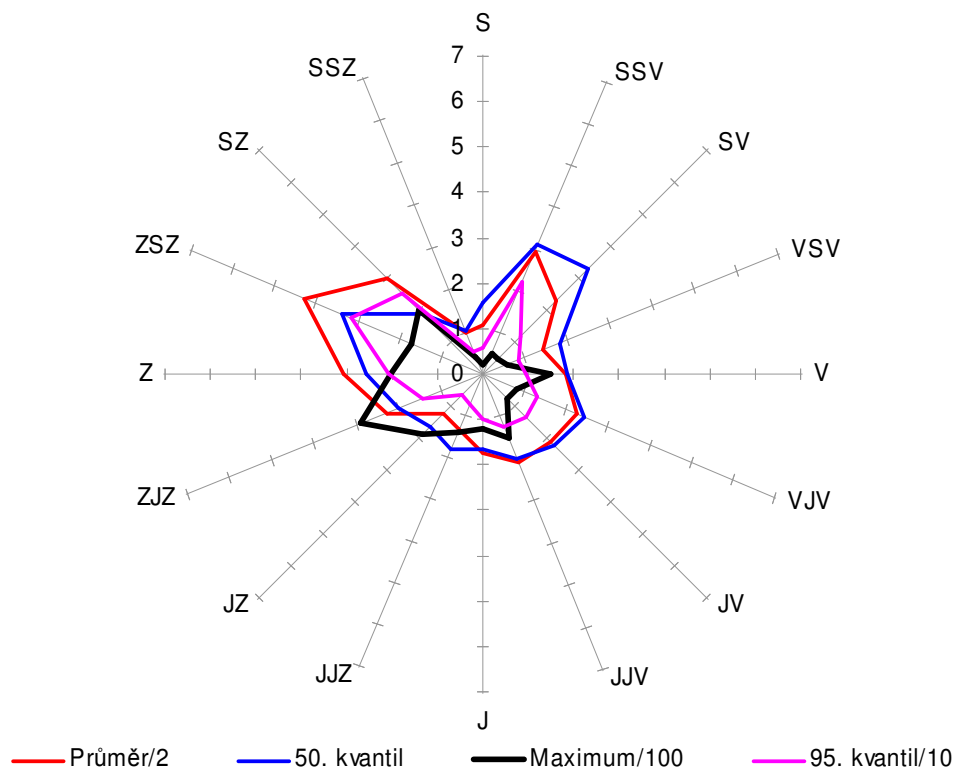
Směr	Ostrava-Fifejdy					Ostrava-Přívaz				
	Průměr	50. kvantil	Maximum	95. kvantil	Imisní zatížení	Průměr	50. kvantil	Maximum	95. kvantil	Imisní zatížení
	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]				[%]	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]				[%]
S	2.1	1.6	22	6	0.8	3.1	1.9	64	7	0.3
SSV	5.9	3.1	50	22	1.4	5.4	3.0	116	17	1.4
SV	4.5	3.2	48	12	2.9	9.0	4.4	266	31	4.9
VSV	2.9	1.8	59	8	4.3	10.5	6.1	215	27	7.1
V	3.6	1.9	150	9	2.6	7.4	3.1	202	14	2.9
VJV	4.4	2.4	83	13	2.5	5.1	2.6	71	17	1.1
JV	4.2	2.2	78	13	2.3	5.0	2.4	121	19	1.1
JJV	4.2	2.0	154	12	2.1	5.2	2.6	215	19	1.1
J	3.4	1.7	121	10	2.8	5.5	2.7	150	19	2.5
JJZ	2.6	1.8	140	7	8.3	5.4	3.5	247	14	7.6
JZ	2.4	1.6	185	6	13.7	6.0	3.3	478	18	17.9
ZJZ	4.5	2.0	287	14	7.4	10.8	5.2	532	48	11.6
Z	6.1	2.5	201	21	6.4	13.0	3.0	408	60	7.4
ZSZ	8.5	3.4	169	31	11.0	6.5	1.8	478	24	3.3
SZ	6.0	1.9	199	25	2.5	2.4	1.5	57	6	0.6
SSZ	2.0	1.0	40	5	0.4	2.9	1.3	75	8	0.2
Bezvětrí	8.7	4.0	405	31	28.4	16.2	7.5	790	64	29.0

Tabulka 3.3 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění v chladných polovinách roku (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 (barevně jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty, v případě imisního zatížení hodnoty vyšší a nižší než 1.1 a 0.9 násobek hodnoty odpovídající četnosti směru větru)

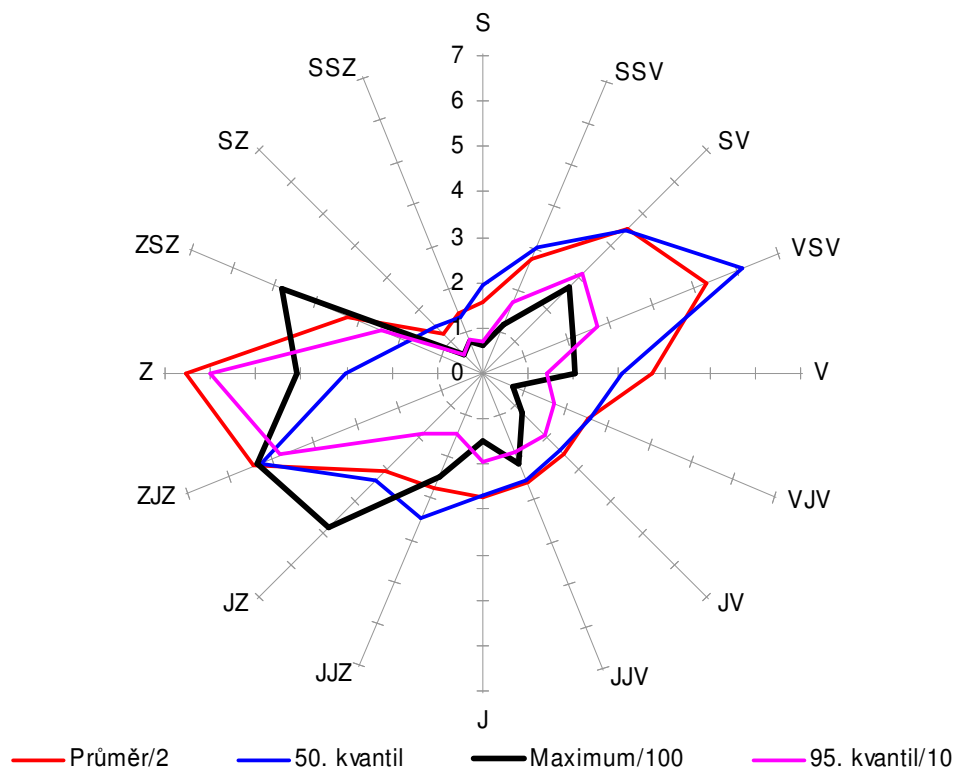
Směr	Ostrava-Fifejdy					Ostrava-Přivoz				
	Průměr	50. kvantil	Maximum	95. kvantil	Imisní zatížení	Průměr	50. kvantil	Maximum	95. kvantil	Imisní zatížení
	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]				[%]	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]				[%]
S	2.5	1.9	22	5	0.9	4.1	2.5	64	10	0.4
SSV	8.6	5.0	50	24	1.6	5.3	3.2	88	16	1.6
SV	5.2	3.9	48	13	3.0	10.5	5.8	266	32	5.4
VSV	3.9	2.8	51	10	4.4	11.3	7.5	215	30	6.9
V	5.0	3.0	150	10	2.1	8.0	3.8	200	19	2.2
VJV	6.2	4.3	83	16	2.7	6.2	3.9	64	18	1.0
JV	5.7	3.4	78	17	2.3	5.8	3.9	51	19	0.8
JJV	5.6	2.7	154	15	1.9	5.8	3.3	60	19	0.9
J	4.2	2.2	102	11	2.8	6.7	3.5	150	22	2.9
JJZ	2.9	2.1	140	7	10.2	5.5	3.9	192	14	9.5
JZ	2.7	2.0	185	6	17.1	6.0	3.5	361	17	21.9
ZJZ	4.8	2.4	157	13	7.8	12.4	6.6	532	51	14.0
Z	6.8	3.2	171	21	6.1	13.4	4.0	367	60	7.2
ZSZ	9.8	4.4	169	36	12.1	6.4	2.3	227	25	3.1
SZ	6.4	2.0	199	26	2.7	2.6	1.8	54	6	0.7
SSZ	2.5	1.5	40	7	0.4	3.5	2.3	22	9	0.1
Bezvětří	10.5	6.6	193	33	21.9	18.4	10.2	394	67	21.3

Tabulka 3.4 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění v teplých polovinách roku (duben – září) v období I/2004–III/2008 (barevně jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty, v případě imisního zatížení hodnoty vyšší a nižší než 1.1 a 0.9 násobek hodnoty odpovídající četnosti směru větru)

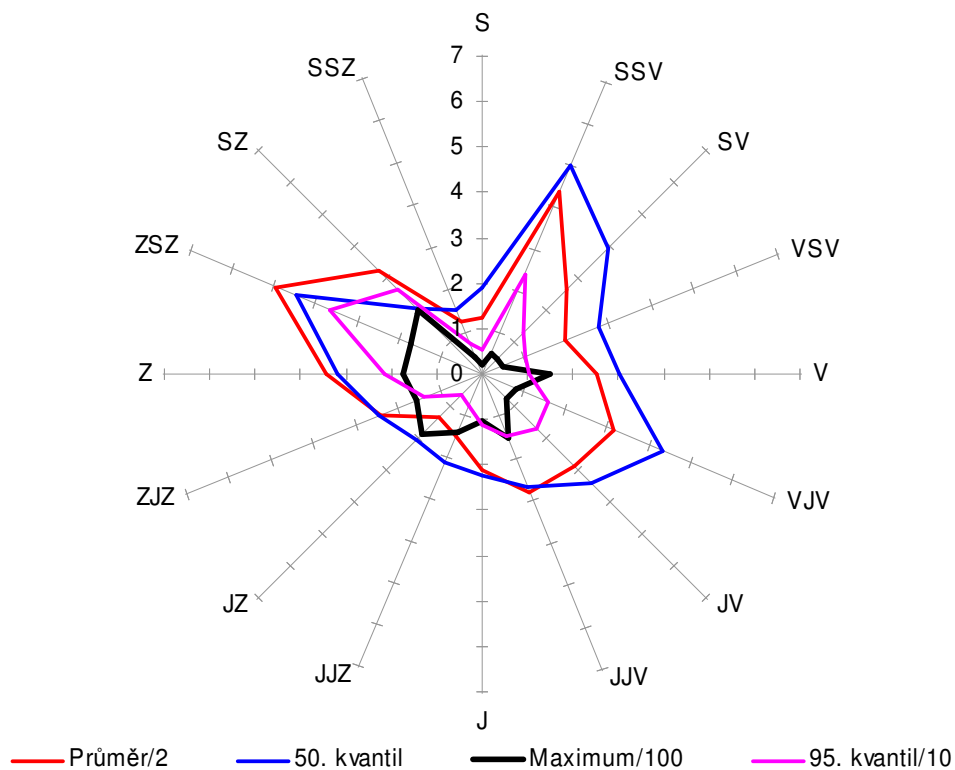
Směr	Ostrava-Fifejdy					Ostrava-Přivoz				
	Průměr	50. kvantil	Maximum	95. kvantil	Imisní zatížení	Průměr	50. kvantil	Maximum	95. kvantil	Imisní zatížení
	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]				[%]	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]				[%]
S	1.6	0.9	13	6	0.7	2.2	1.3	26	5	0.2
SSV	3.7	2.3	25	11	1.1	5.6	2.3	116	21	1.3
SV	3.8	2.4	46	11	2.7	7.6	3.3	168	31	4.4
VSV	2.1	1.2	59	6	4.3	9.8	4.8	206	21	7.3
V	2.9	1.4	81	8	3.3	7.1	2.4	202	13	3.7
VJV	3.0	1.5	68	9	2.3	4.4	1.9	71	15	1.3
JV	3.1	1.6	71	12	2.3	4.6	1.8	121	20	1.3
JJV	3.3	1.5	76	11	2.4	4.8	1.9	215	17	1.3
J	2.8	1.1	121	8	2.8	4.2	1.5	113	13	1.9
JJZ	2.1	0.9	121	6	5.8	5.4	2.3	247	16	5.4
JZ	1.9	0.8	94	6	9.3	6.0	2.5	478	21	13.5
ZJZ	4.1	1.3	287	15	7.0	8.9	3.7	276	44	9.0
Z	5.5	2.0	201	20	6.8	12.6	1.9	408	57	7.5
ZSZ	6.9	2.5	164	25	9.6	6.5	1.1	478	21	3.4
SZ	5.3	1.4	78	22	2.2	2.0	1.0	57	5	0.5
SSZ	1.4	0.6	22	5	0.3	2.5	1.0	75	4	0.2
Bezvětří	7.7	3.1	405	31	37.0	15.1	5.5	790	63	37.6



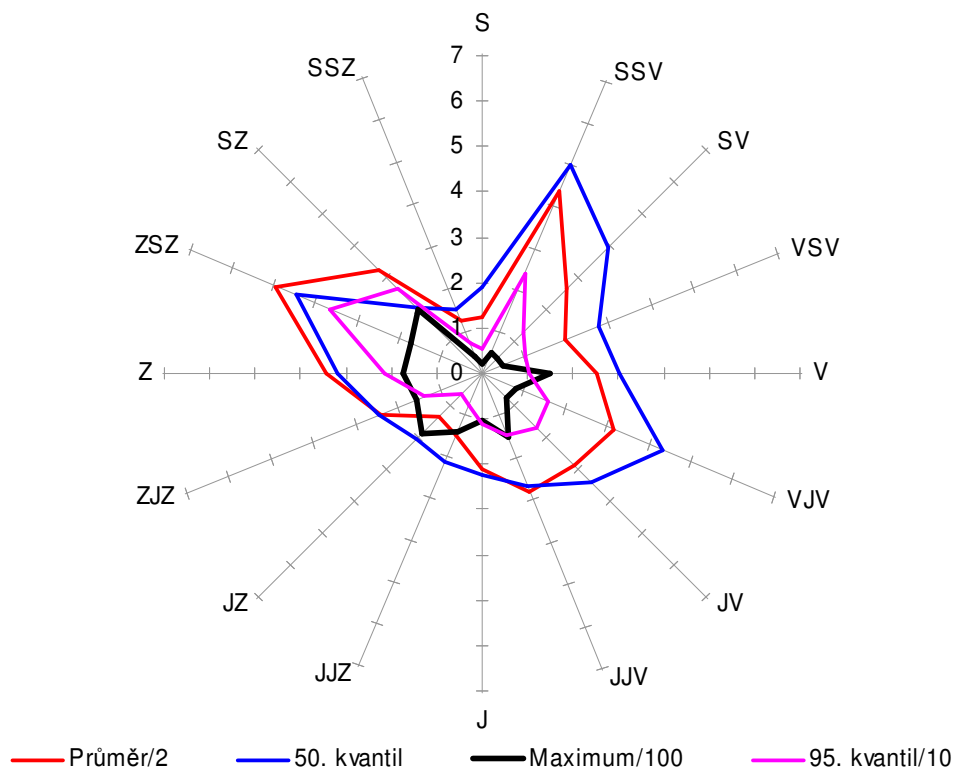
Obrázek 3.4 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění na AMS Ostrava-Fifejdy v období I/2004–III/2008 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



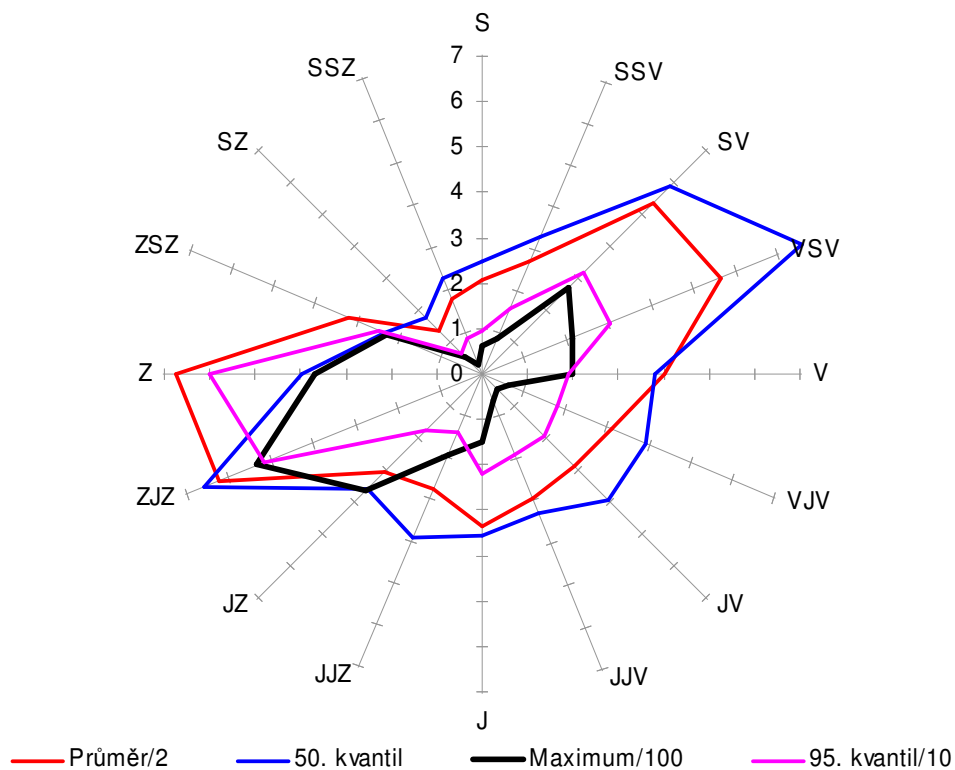
Obrázek 3.5 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění na AMS Ostrava-Přívoz v období I/2004–III/2008 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



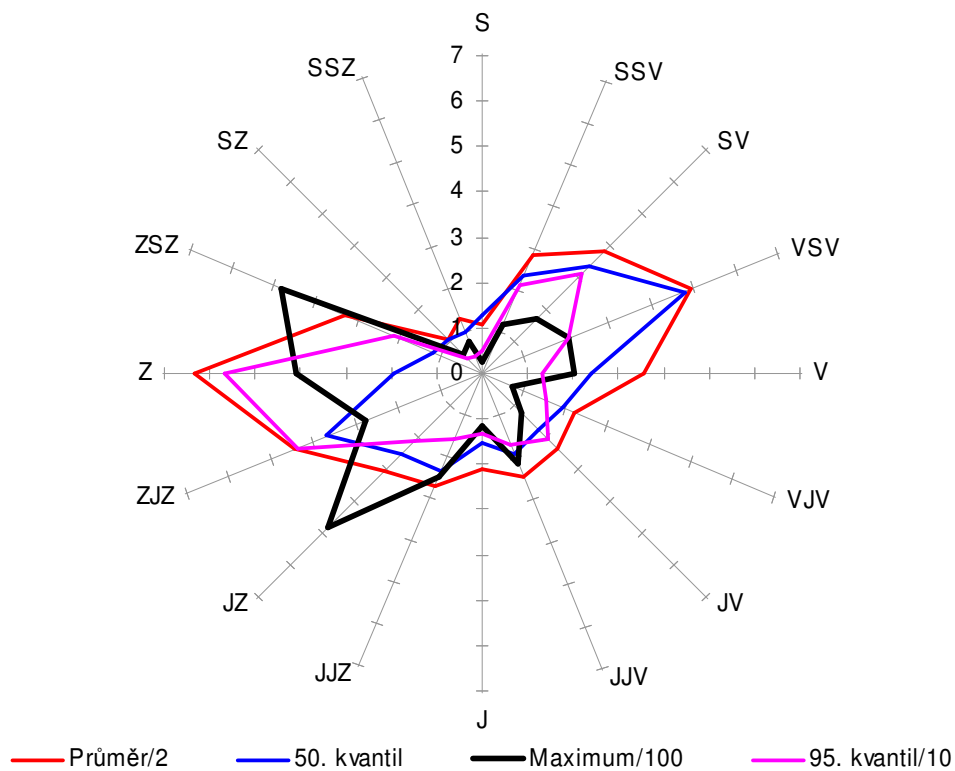
Obrázek 3.6 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění na AMS Ostrava-Fifejdy v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



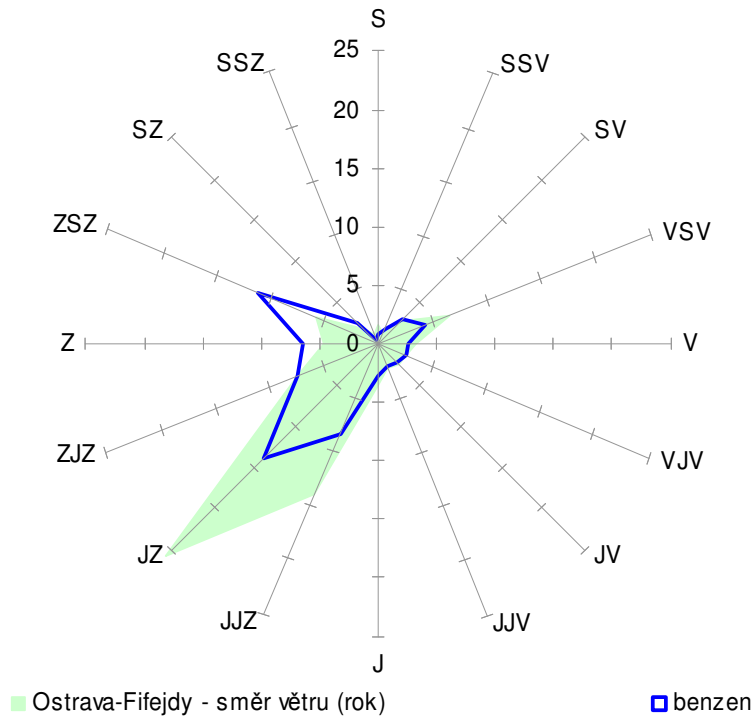
Obrázek 3.7 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění na AMS Ostrava-Fifejdy v teplých polovinách roků (duben –září) v období I/2004–III/2008 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



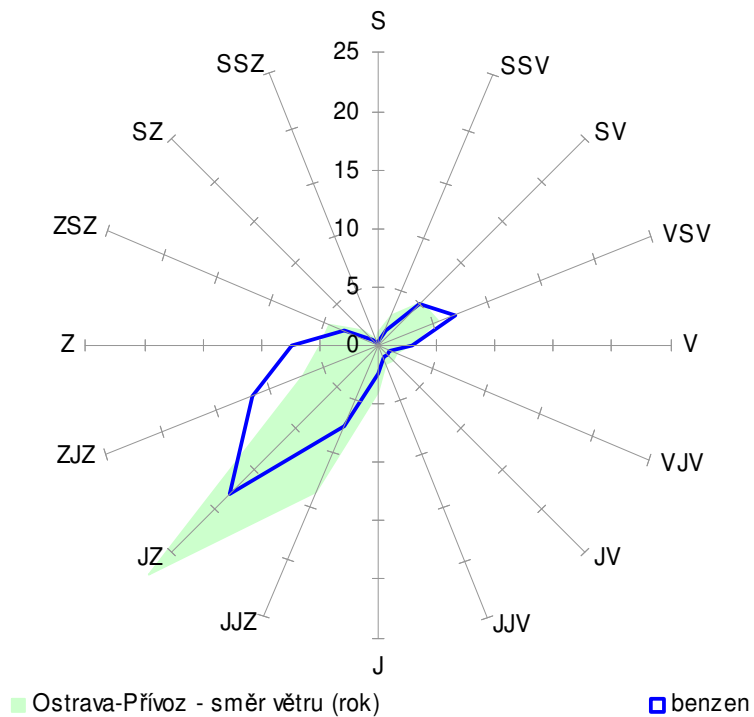
Obrázek 3.8 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění na AMS Ostrava-Privoz v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



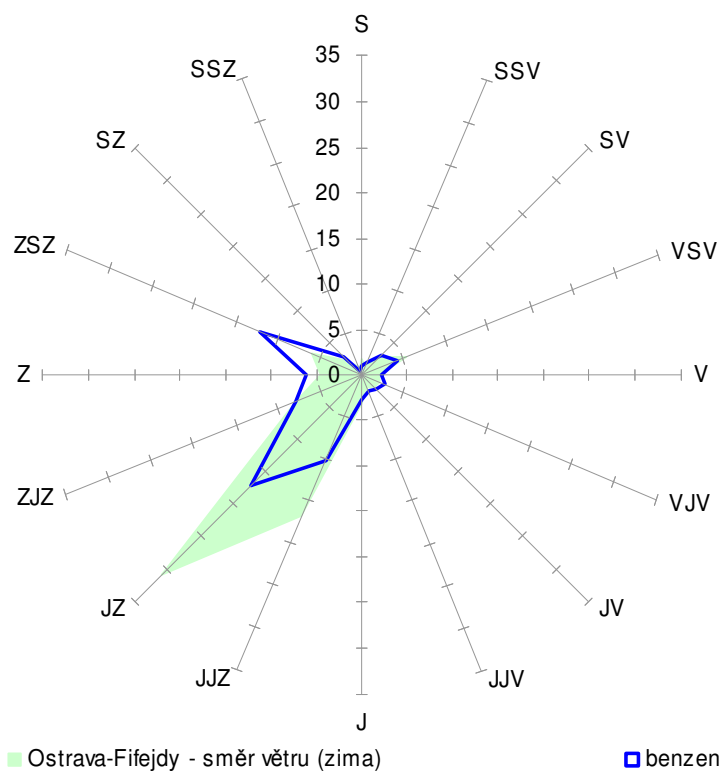
Obrázek 3.9 Závislost koncentrací benzenu na směru proudění na AMS Ostrava-Privoz v teplých polovinách roků (duben –září) v období I/2004–III/2008 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



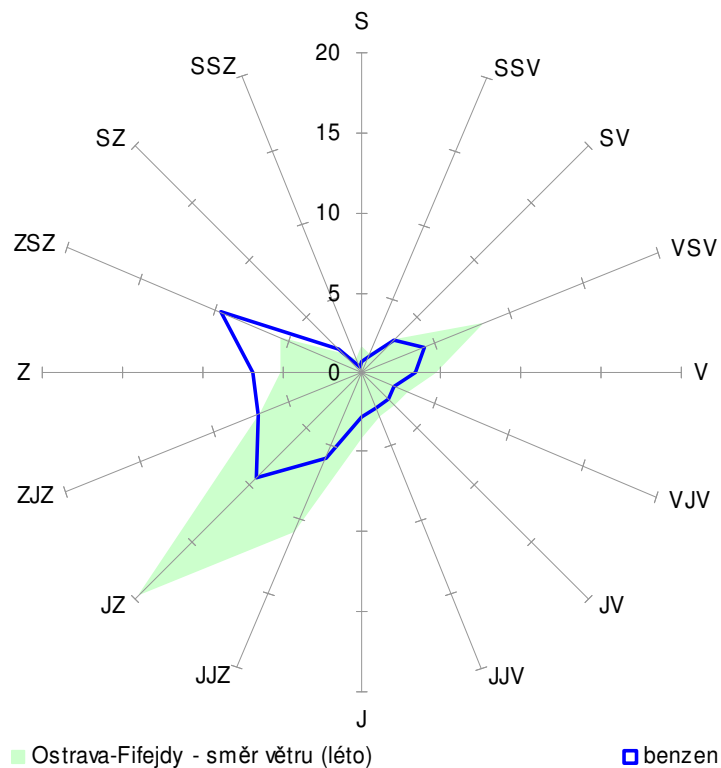
Obrázek 3.10 Imisní zatížení lokality AMS Ostrava-Fifejdy v období I/2004–III/2008 v %



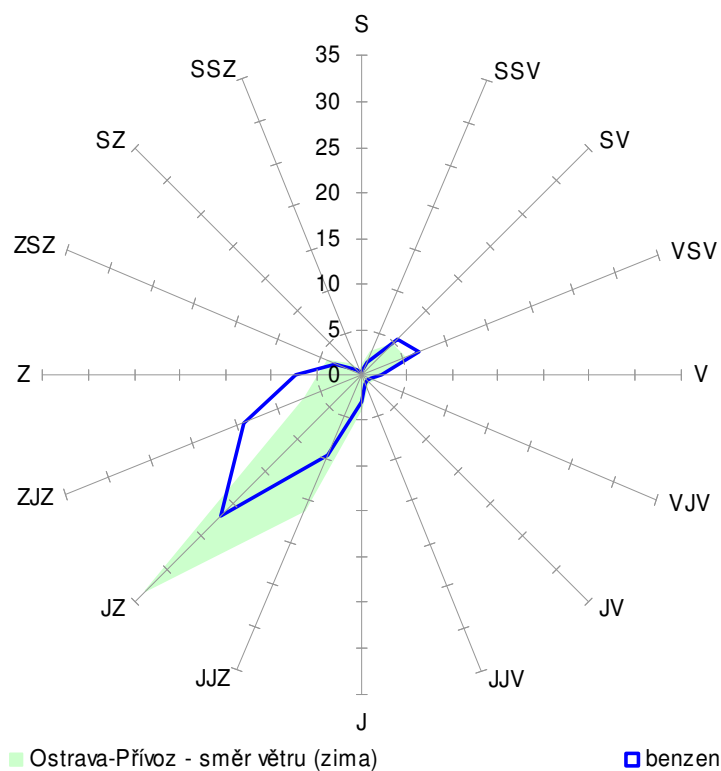
Obrázek 3.11 Imisní zatížení lokality AMS Ostrava-Přívov v období I/2004–III/2008 v %



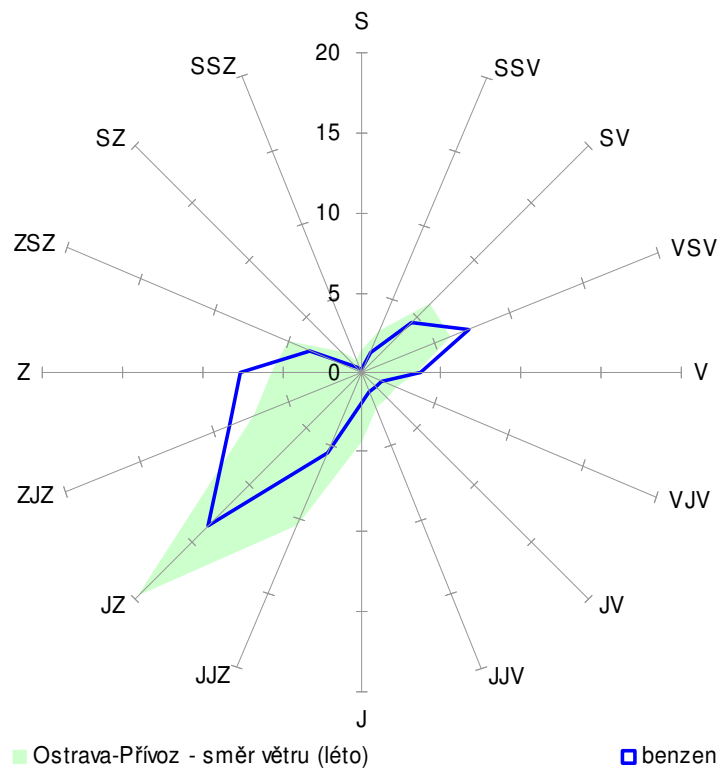
Obrázek 3.12 Imisní zatížení lokality AMS Ostrava-Fifejdy v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 v %



Obrázek 3.13 Imisní zatížení lokality AMS Ostrava-Fifejdy v teplých polovinách roků (duben –září) v období I/2004–III/2008 v %



Obrázek 3.14 Imisní zatížení lokality AMS Ostrava-Přivoz v chladných polovinách roků (říjen–březen) v období I/2004–III/2008 v %



Obrázek 3.15 Imisní zatížení lokality AMS Ostrava-Přivoz v teplých polovinách roků (duben –září) v období I/2004–III/2008 v %

Závěr

Hodnoceny byly použity údaje naměřené na automatizovaných (AMS) a manuálních (MMS) měřicích stanicích ČHMÚ a Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě v období I/1999–III/2008.

Roční průměrné koncentrace trvale významně přesahují roční imisní limit $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v lokalitě Ostrava-Přívoz, v letech 2006–2007 včetně meze tolerance.

Sezónní průměrné koncentrace benzenu stejně jako průměrné roční koncentrace nevykazují jednoznačný stoupající či klesající trend.

Nejvýraznější týdenní chod s nejnižšími hodnotami v sobotu a zejména v neděli vykazuje lokalita Ostrava-Českobratrská, což souvisí s týdenním chodem intenzity dopravy (počtem projíždějících vozidel).

Denní chod 1hodinových koncentrací je na všech lokalitách výrazný, výraznější v chladném období roku, nejvýraznější v lokalitě Ostrava-Přívoz a nejméně výrazný v lokalitě Ostrava-Českobratrská.

Na území města Ostravy výrazně převažuje jihozápadní proudění vzduchu, druhé nejčtenější je proudění severovýchodní až východoseverovýchodní.

Nejvyšší hodnoty koncentrací jsou dosahovány při bezvětří a slabém proudění vzduchu.

Na AMS Ostrava-Přívoz jsou všechny imisní charakteristiky nejvyšší při proudění z VSV–SV a ZJZ–Z, v teplém období roku rovněž z V, tj. nejvýznamnější zdroje se nacházejí v těchto směrech od lokality.

Na AMS Ostrava-Fifejdy jsou všechny imisní charakteristiky nejvyšší při proudění ze Z–SZ, v chladném období roku je vyšší imisní zatížení než odpovídá četností směru větru rovněž ze SV–SSV a VJV–JJV.

Použité podklady

- [1] Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší.
- [2] ČHMÚ. Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika. Praha: ČHMÚ. Viz také http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab_roc/tab_roc.html
- [3] ČHMÚ. Znečištění ovzduší na území České republiky. Praha: ČHMÚ. Viz také <http://www.chmi.cz/uoco/isko/groc/groc.html>