



ZDRAVOTNÍ ÚSTAV
SE SÍDLEM V OSTRAVĚ

Hodnocení smogové situace v Ostravě

Listopad 2011

Zadavatel: Statutární město Ostrava

Prokešovo náměstí 8

729 30 Ostrava

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Partyzánské náměstí 7

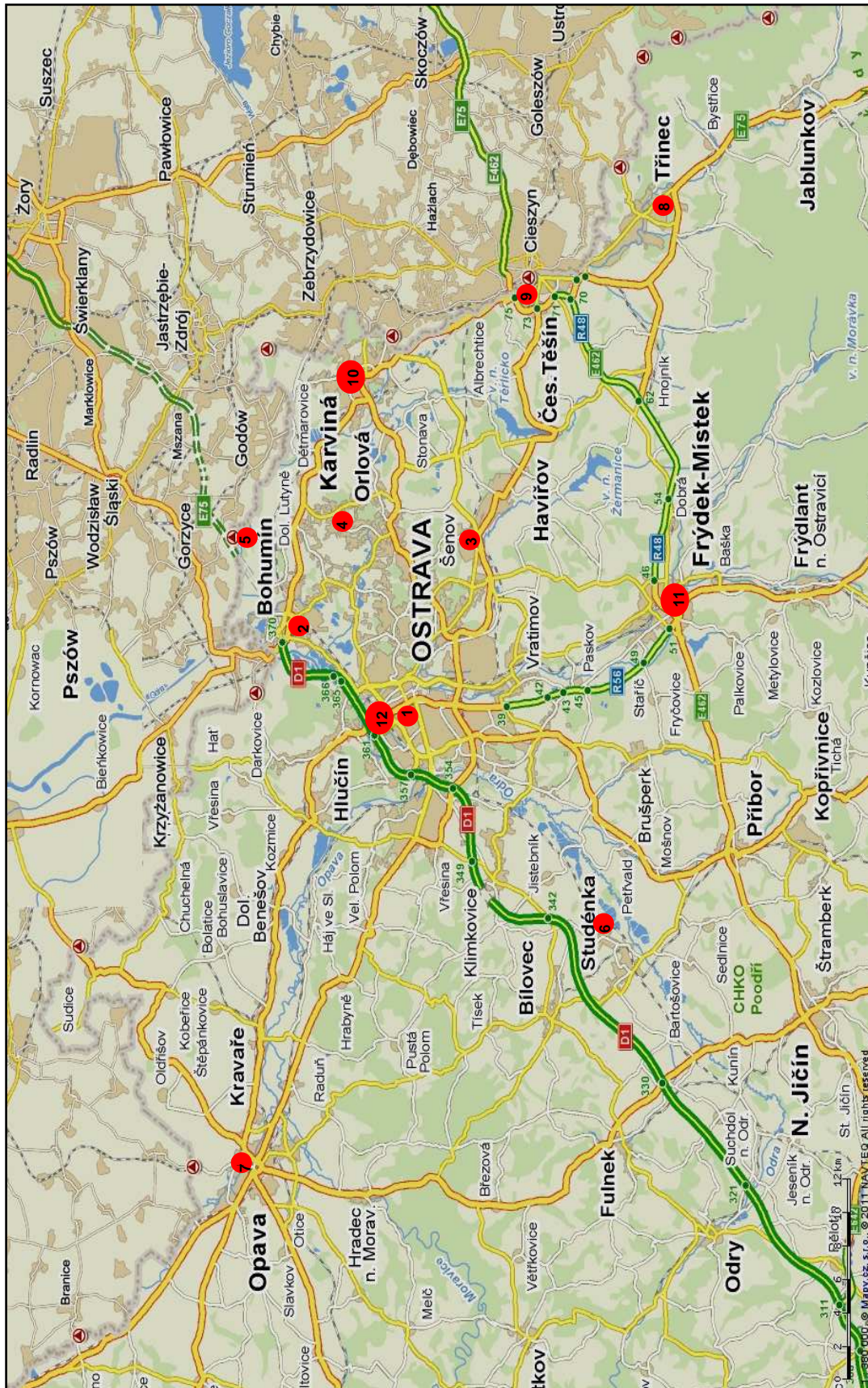
Ostrava 702 00

596 200 111

www.zu.cz

Cílem studie bylo najít možné souvislosti s pohybem vzdušné masy a naměřenými koncentracemi na území severovýchodní části Moravskoslezského kraje při nepříznivých rozptylových podmínkách trvajících 22 dnů v období od 31. 10. 2011 do 21. 11. 2011.

Pro hodnocení byla využita data z automatických měřicích stanic provozovaných Zdravotním ústavem (ZÚ) a Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Prostorové rozložení měřicích lokalit uvádí následující obrázek.



1 Špičkové hodnoty

V prvním kroku byla provedena analýza všech dostupných dat a identifikovány časové úseky s výskytem nejvyšších naměřených koncentrací PM₁₀ ve vnějším ovzduší.

Označení v mapě	Kód lokality	Umístění
1	TOFF	Ostrava – Fifejdy
2	TBOM	Bohumín
3	THAR	Havířov
4	TORV	Orlová
5	TVER	Věřňovice
6	TSTD	Studénka
7	TOVK	Opava – Kateřinky
8	TTRO	Třinec-Kosmos
9	TCTN	Český Těšín
10	TKAR	Karviná
11	TFMI	Frýdek Místek
12	TOPR	Ostrava – Přívoz

Špičkové koncentrace PM₁₀ byly změřeny na všech stanicích dne 13.11.2011, avšak v různých hodinách.

V lokalitě Věřňovice byla naměřena nejvyšší hodnota v 1:00, v Ostravě (TOPRA a TOFFA) v 10:00 a ve Studénce cca v 15:00 – je zde vidět tedy jakési putování vzdušné masy ve směru převažujícího proudění. V následující tabulce jsou hodnocené lokality seřazeny podle času, kdy byla změřena špičková koncentrace (hodinový průměr).

Číslo stanice	Název stanice	Špička 1		
		Datum a hodina		hodnota
2	TBOMA	13.11.2011	0:00	523
4	TORVA	13.11.2011	0:00	355
5	TVERA	13.11.2011	1:00	444
10	TKARA	13.11.2011	3:00	309
9	TCTNA	13.11.2011	10:00	236
3	THARA	13.11.2011	10:00	260
12	TOPRA	13.11.2011	10:00	349
1	TOFFA	13.11.2011	10:00	362
7	TOVKA	13.11.2011	15:00	403
6	TSTDA	13.11.2011	15:00	397
8	TTROA	13.11.2011	18:00	307
11	TFMIA	13.11.2011	20:00	325

↑
čas
↓

Výskytu špičkových hodnot předcházelo období s přibližně konstantními podmínkami (rychlost i směr větru) na všech stanicích po dobu cca 40 hodin. Převažovalo severovýchodní proudění o rychlostech cca 2 m/s. Jiné podmínky byly pouze v lokalitách Třinec a Opava umístěných mimo moravskou bránu.

2 Imisní koncentrace PM₁₀, rychlost a směr proudění v celém hodnoceném období

V celém hodnoceném období převažovaly velmi nízké rychlosti proudění větru kombinované s vysokou proměnlivostí směrů proudění. Na většině lokalit převládalo SV a JZ proudění. Výjimkou jsou lokality Třinec a Opava, kde převažovalo JV proudění.

2.1. Průměrná koncentrace PM₁₀

za celou hodnocenou dobu neklesla v žádné monitorované lokalitě pod 50 µg/m³. Střední hodnota koncentrací se nejčastěji pohybovala v rozmezí 70 až 90 µg/m³.

Tabulka 1: Celé období - koncentrace PM₁₀

	MIN	MAX	AVG	MEDIAN
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
TOFFA	1	362	104	91
TOZRA	1	410	94	79
TBOMA	10	544	146	136
TCTNA	1	282	86	71
TFMIA	1	325	83	58
THARA	1	325	95	84
TKARA	8	309	93	78
TORVA	1	359	97	80
TSTDA	6	397	84	71
TOVKA	1	403	109	91
TTROA	1	307	69	52
TOPRA	14	383	118	105
TVERA	5	531	138	109

Maximální koncentrace se pohybovaly přes 400 µg/m³ tj. více než 8 násobek povoleného limitu podle NV č.597/2006 Sb..

Znečišťující látka	Doba průměrování	Hodnota imisního limitu [µg.m ⁻³] LV	Maximální tolerovaný počet překročení za kalendářní rok
PM10	24 hod.	50	35
	kalendářní rok	40	-

2.2. Rychlost proudění

Střední rychlost větru se na většině stanic pohybovala v rozmezí 0,6 až 0,7 m/s.

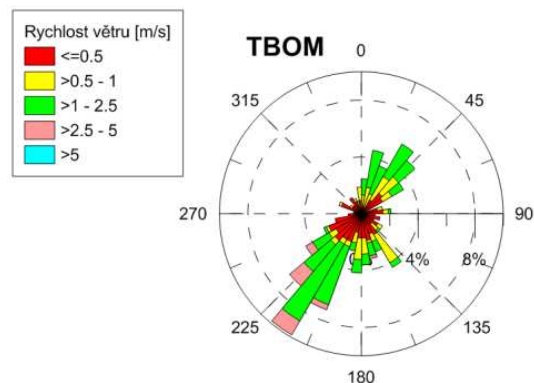
Tabulka 2: Celé období - rychlost proudění

	MIN	MAX	AVG	MEDIAN
	m/s	m/s	m/s	m/s
TOFFA	0	2,7	0,7	0,5
TOZRA				
TBOMA	0	3,6	0,9	0,6
TCTNA	0	3,1	0,9	0,7
TFMIA	0,1	3	0,9	0,7
THARA	0	5,2	0,9	0,6
TKARA	0,1	4	1,1	1
TORVA	0	3	0,8	0,7
TSTDA	0	6,9	1,7	1,3
TOVKA	0,1	3	0,8	0,6
TTROA	0,1	4	1,3	1,2
TOPRA	0	3,6	0,9	0,6
TVERA	0,1	7	1,7	1,3

Distribuce rychlostí a směrů proudění je dále znázorněna formou rychlostních růžic. Pro každou lokalitu byl zkonstruován graf znázorňující četnosti směru proudění doplněný třídním rozdělením rychlosti proudění.

Např. z grafu pro lokalitu TBOM můžeme odvodit:

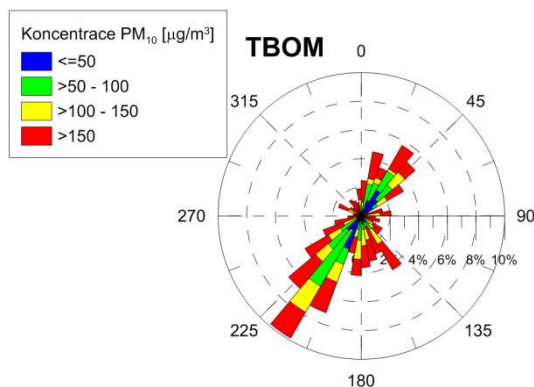
- Nejčastější směr proudění byl od JZ a četnost jeho výskytu činila 10% z doby celého hodnoceného období, tj. 52h.
- V tomto směru se vyskytovala
 - rychlost proudění $< 0,5$ m/s po dobu 2% času (10,5h)
 - rychlost proudění v intervalu 0,5 až 1 m/s po dobu 0,5% času (2,5h)
 - rychlost proudění v intervalu 1 až 2,5 m/s po dobu 6,5% času (34h)
 - rychlost proudění v intervalu 2,5 až 5 m/s po dobu 1% času (5h)



Dále byly zkonstruovány grafy znázorňující závislost změřené imisní koncentrace na směru proudění.

Jako příklad opět uvádíme graf pro lokalitu TBOM z něhož můžeme odvodit:

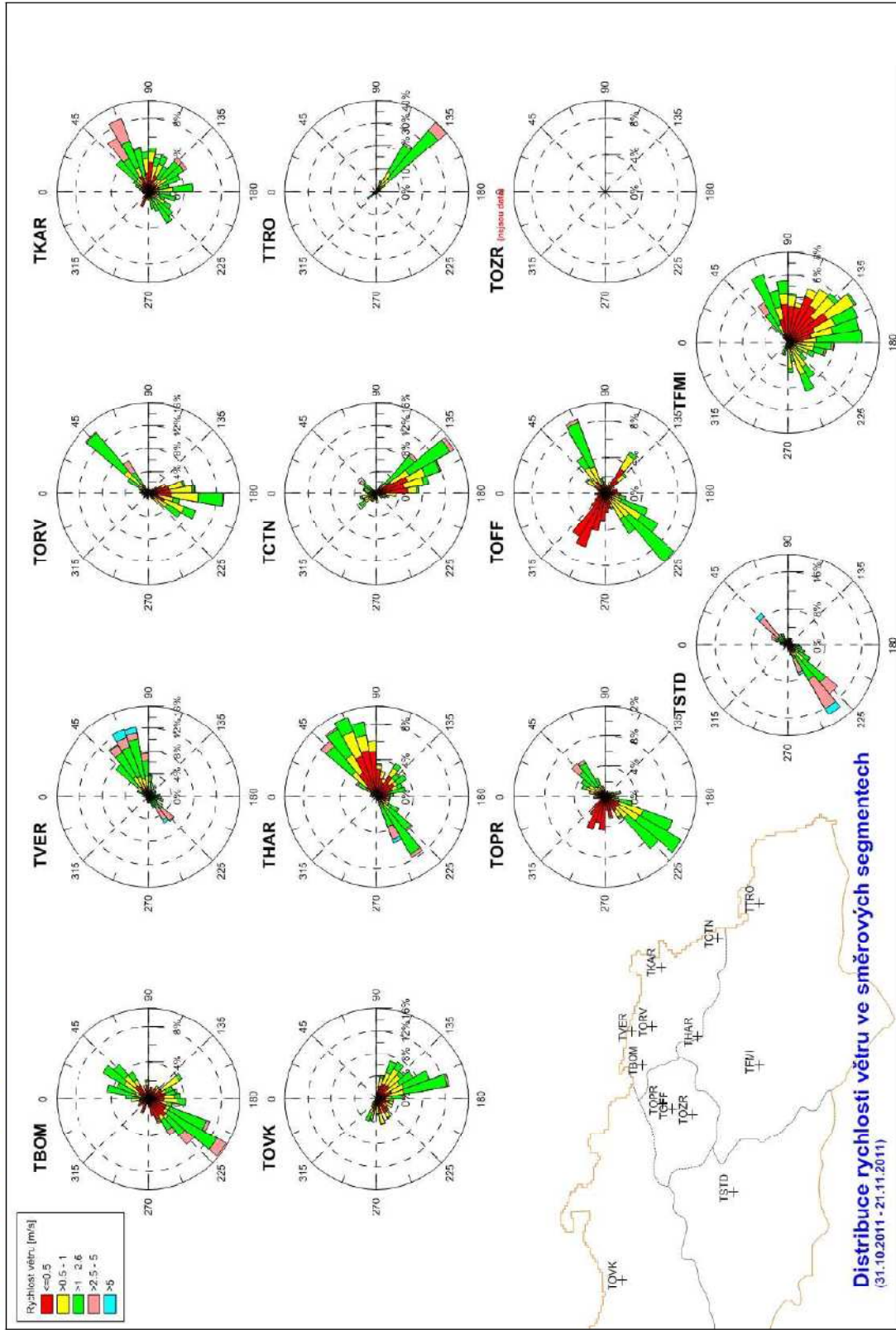
- Ze směru nejčastějšího proudění (JZ) přicházely koncentrace
 - $< 50 \mu\text{m}^3$ po dobu 1% času (5,2h)
 - v intervalu 50 až $100 \mu\text{m}^3$ po dobu 5% času (26h)
 - v intervalu 100 až $150 \mu\text{m}^3$ po dobu 2% času (10,5h)
 - $> 150 \mu\text{m}^3$ po dobu 2% času (10,5h)



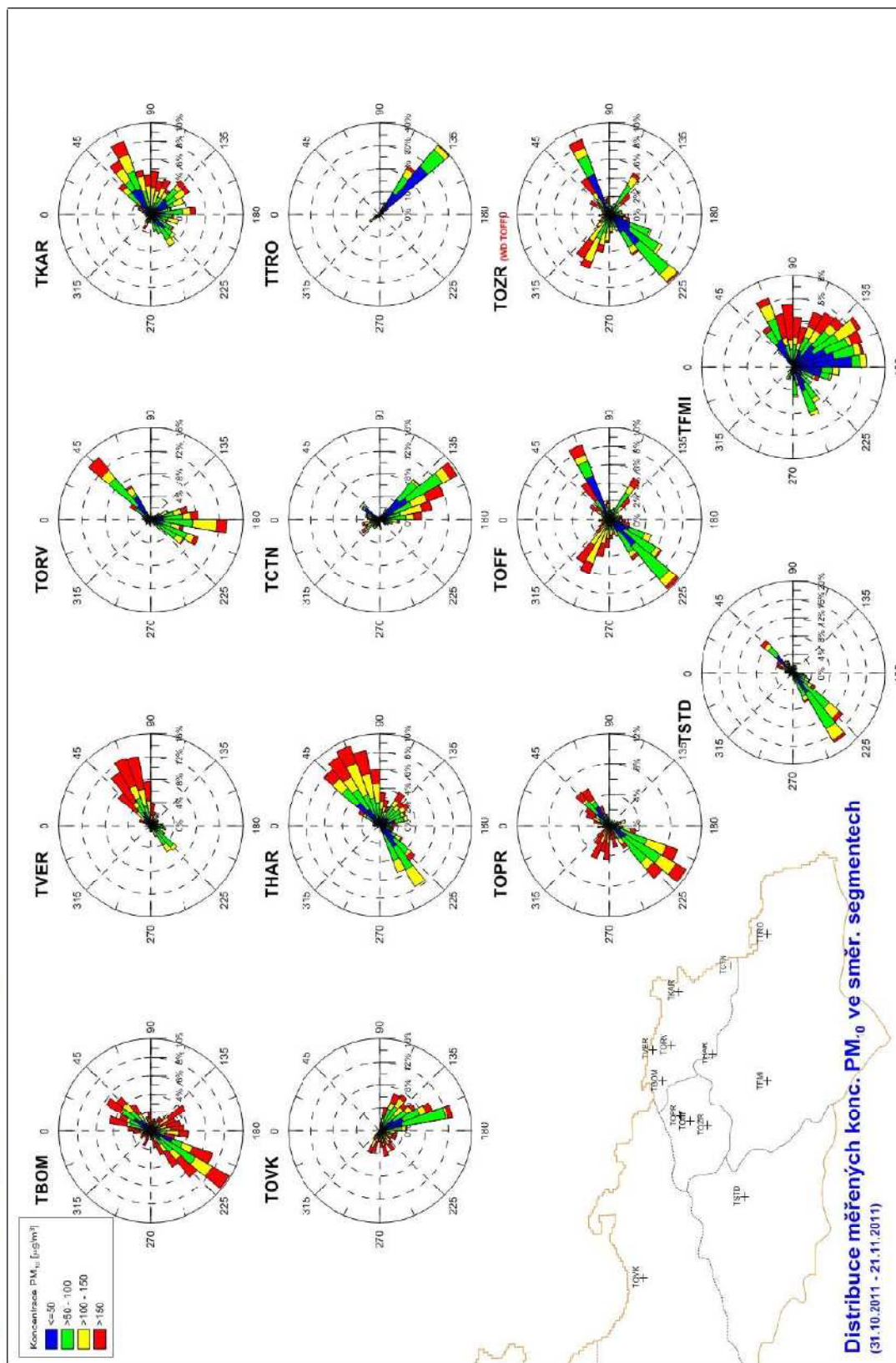
nebo také:

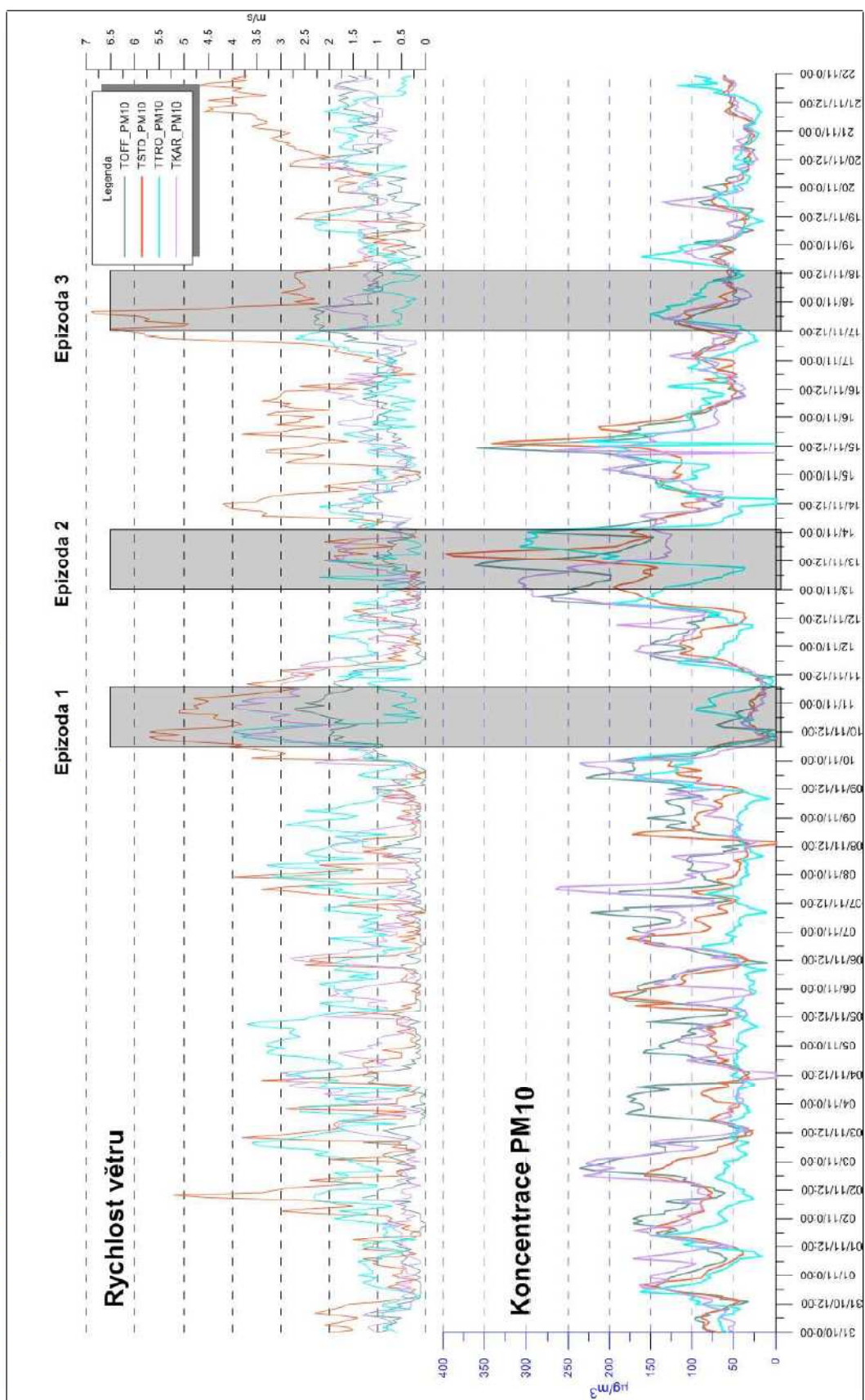
- Z jihozápadního segmentu přicházely nejčastěji koncentrace v rozmezí v intervalu 50 až $100 \mu\text{m}^3$
- Ze severovýchodního sektoru přicházeli koncentrace $< 50 \mu\text{m}^3$ i $> 150 \mu\text{m}^3$ téměř po stejnou dobu
- Z jihovýchodního směru přicházely nejčastěji koncentrace $> 150 \mu\text{m}^3$

Obrázek 2: Celé období - rychlost větru



Obrázek 3: Celé období - koncentrace PM_{10}

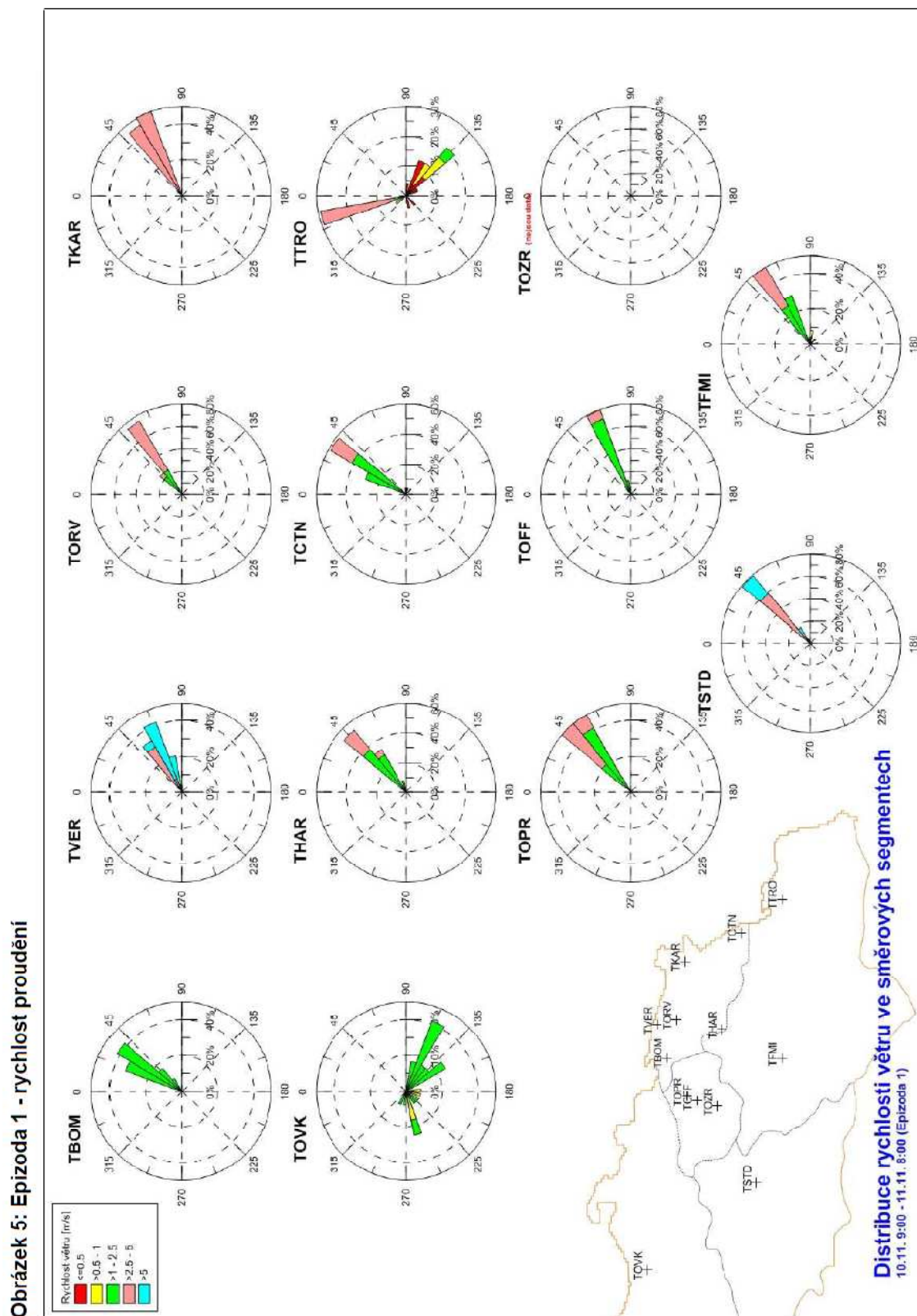


Obrázek 4: Chod rychlosti proudění a imisních koncentrací PM₁₀ pro vybrané lokality

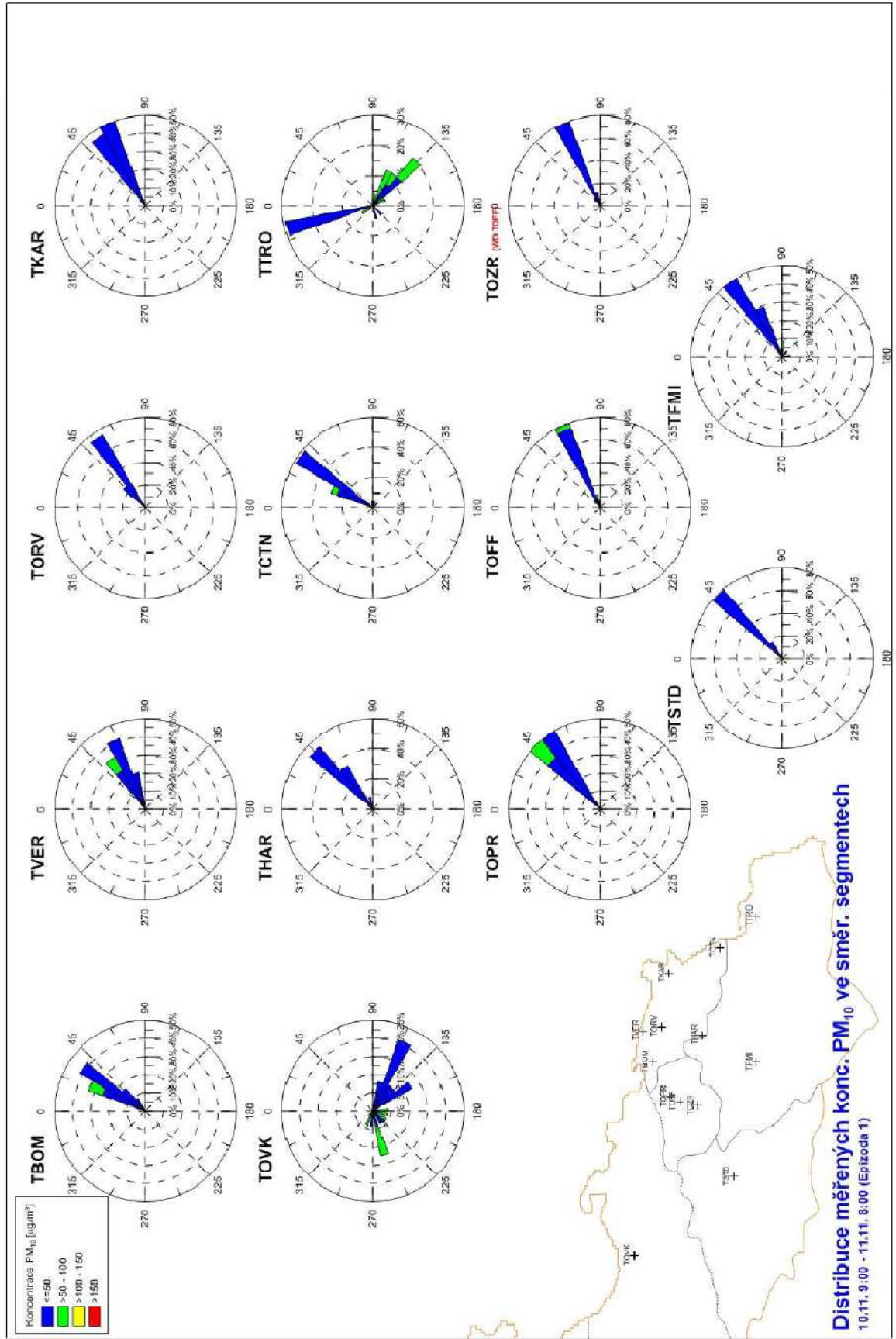
V grafu jsou vyznačeny 3 epizody, které byly dále podrobeny podrobné analýze.

3 Epizoda 1

popisuje situaci, kdy po několika dnech bezvětří došlo ke skokovému zvýšení rychlosti proudění až na 4 m/s. Směr proudění byl SV. V důsledku intenzivního turbulentního promíchání atmosféry došlo k velmi rychlému poklesu imisních koncentrací PM₁₀. V okamžiku uklidnění proudění se však imisní koncentrace velmi rychle znovu zvyšovaly.



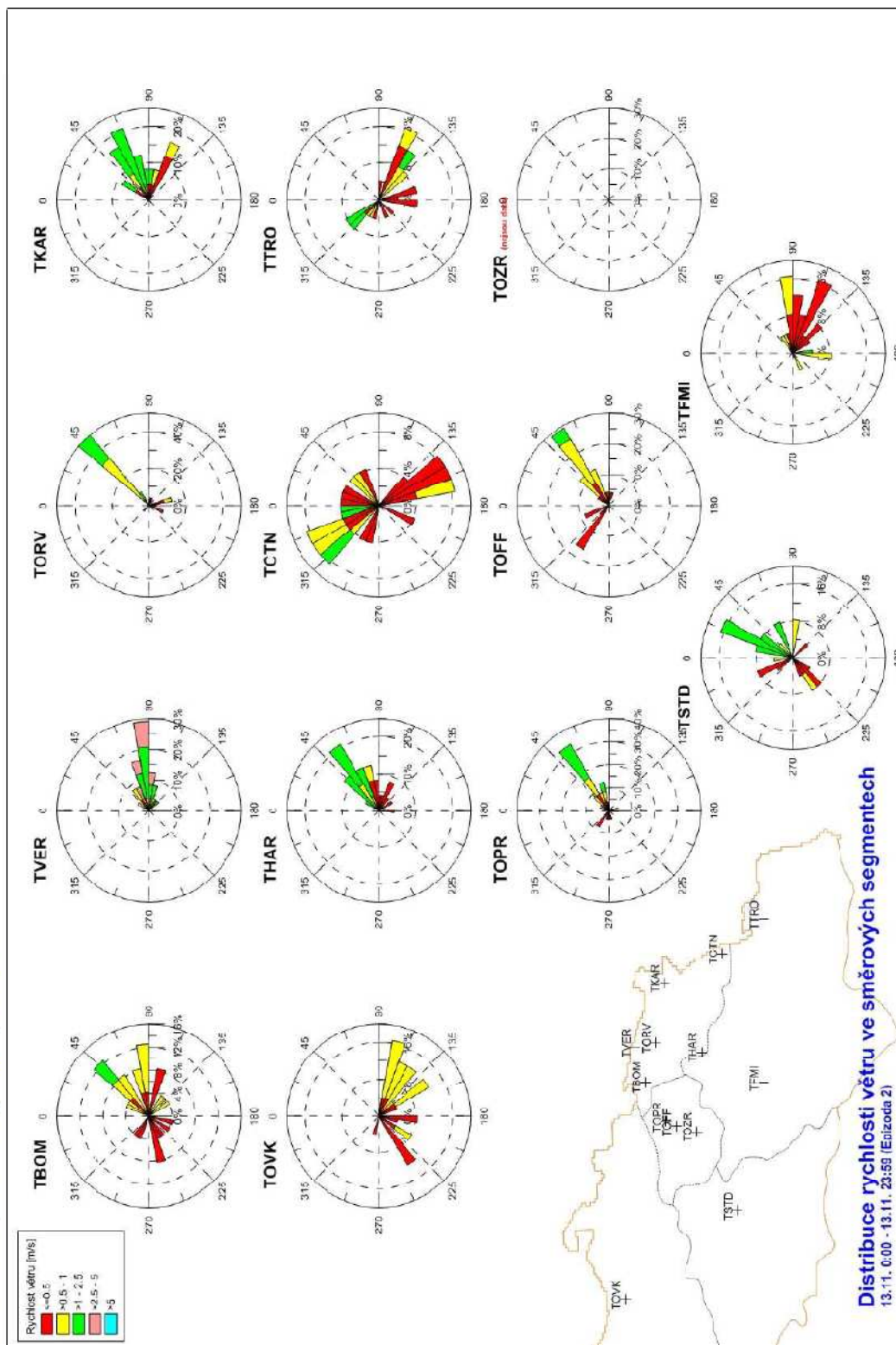
Obrázek 6: Epizoda 1 - koncentrace PM_{10}



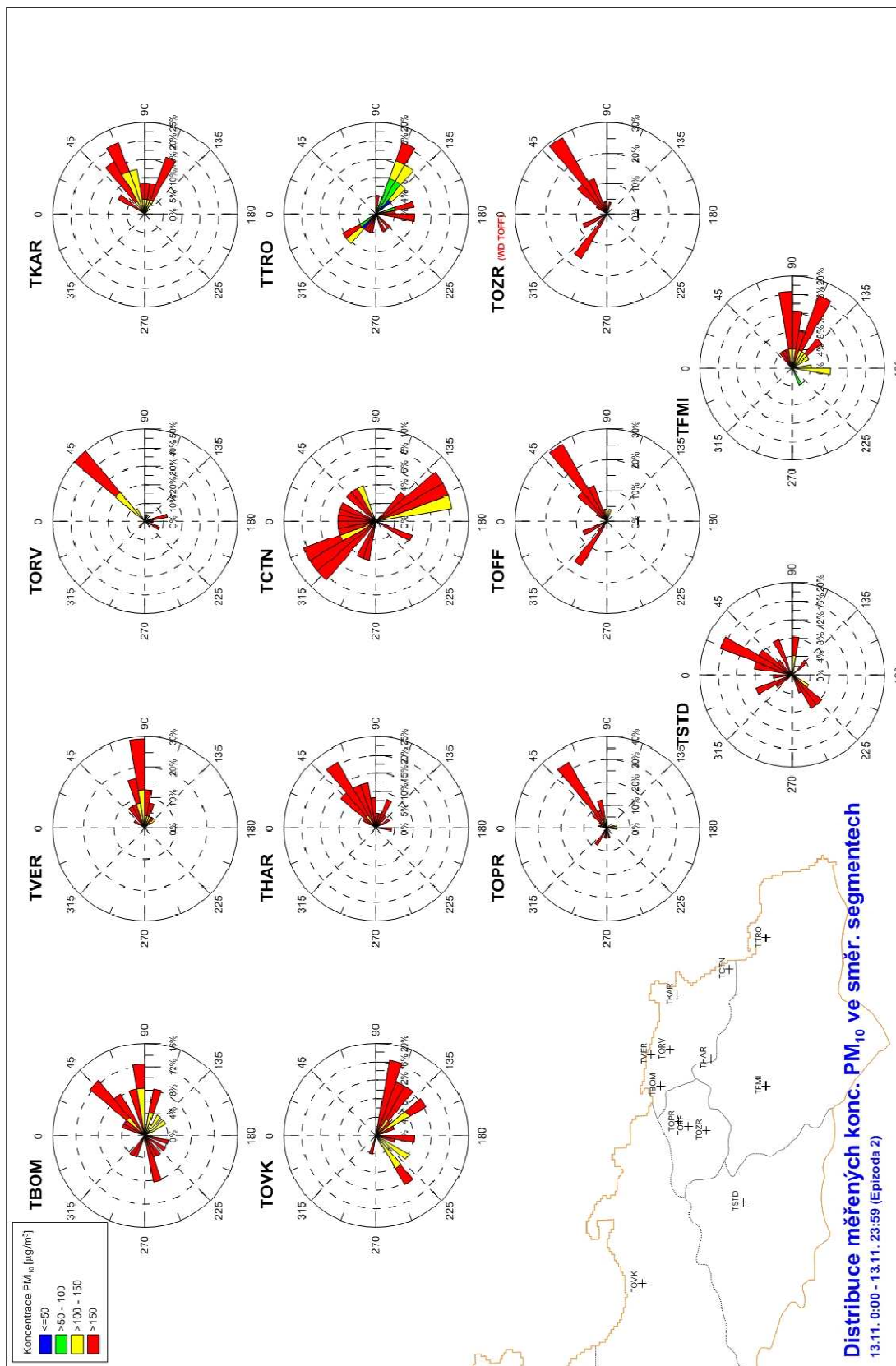
4 Epizoda 2

představuje období s nejvyššími měřeními koncentracemi, proměnlivým směrem a velmi nízkou rychlostí proudění.

Obrázek 7: Epizoda 2 - rychlost proudění

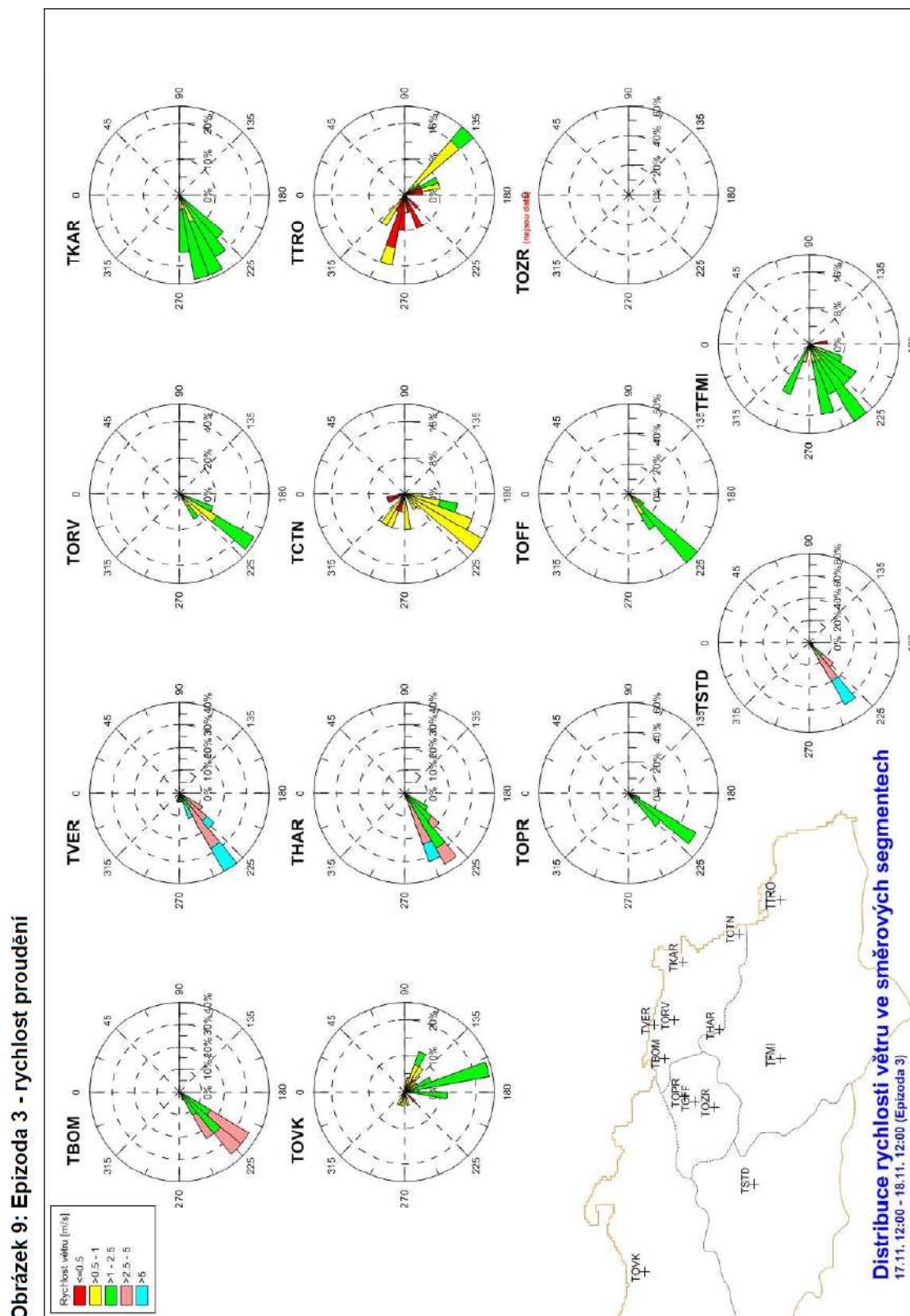


Obrázek 1: Epizoda 2 - koncentrace PM₁₀

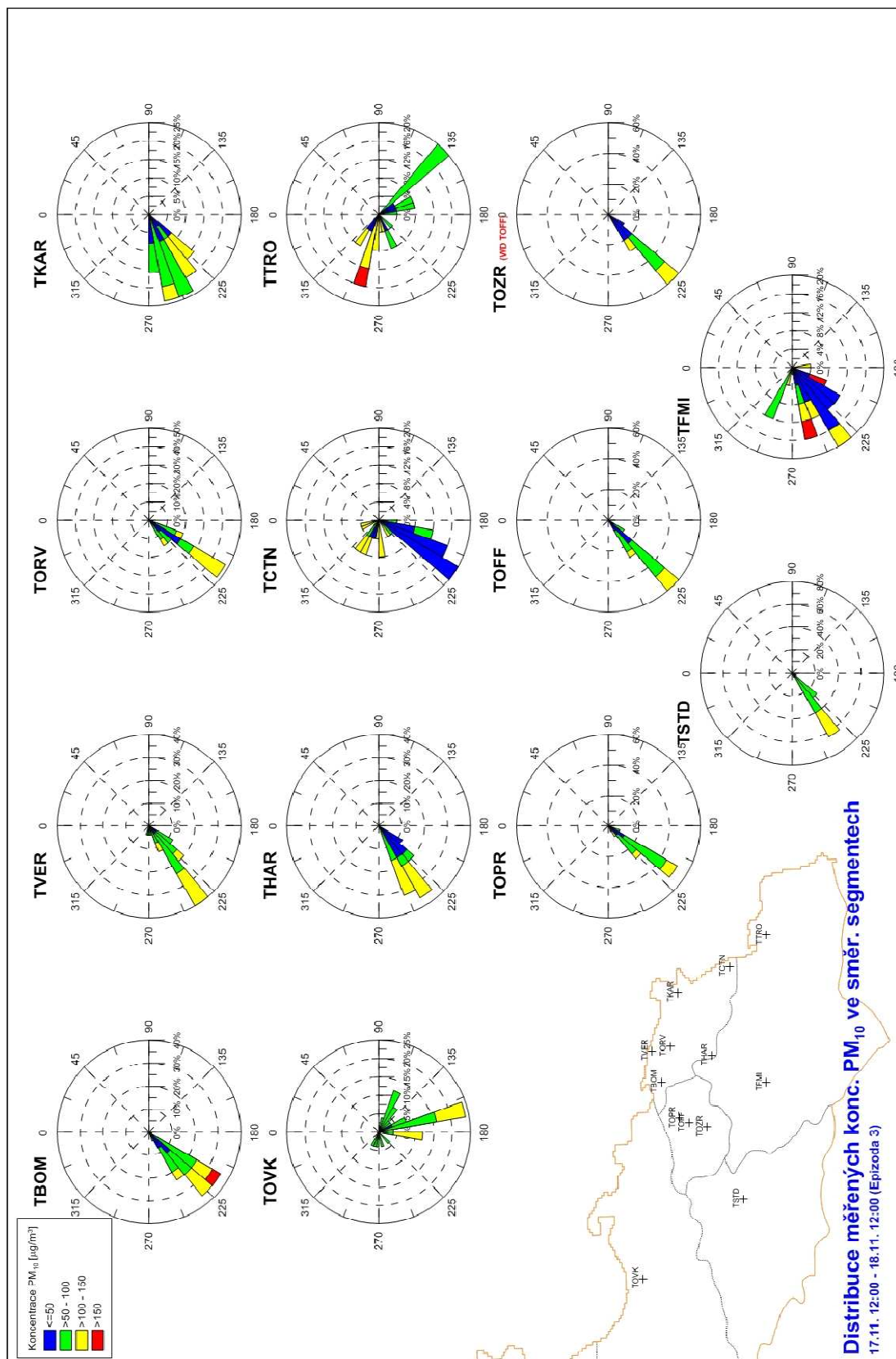


5 Epizoda 3

popisuje zajímavou situaci, kdy po zvýšení rychlosti proudění nedošlo k očekávanému poklesu imisních koncentrací. Naopak pravděpodobně v důsledku změny směru proudění o cca 180° (ze SV na JZ) se vzdušná masa obsahující vysokou koncentraci částic znovu vrátila do měřených lokalit a k poklesu koncentrací škodlivin došlo až se zpožděním několika hodin.



Obrázek 9: Epizoda 3 - koncentrace PM_{10}



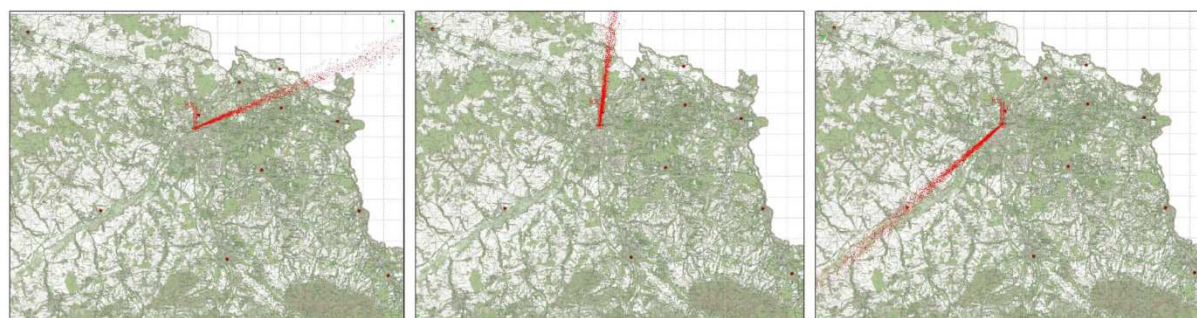
6 Závěry

Pohyb znečištěného ovzduší nad Ostravou hraje zásadní roli v naměřených koncentracích imisí. Při vyšších rychlostech proudění a dobrých rozptylových podmínkách (Epizoda 1) nedochází ke kumulaci škodlivin nad hustě obydlenými oblastmi.

Pokud se však rychlost proudění větru sníží pod 1,5 m/s dochází k výraznému omezení vertikálního i horizontálního rozptylu škodlivin v ovzduší. Kontaminovaný vzduch se pohybuje pomalu nad obydlenou oblastí a zejména při inverzním zvrstvení atmosféry dochází k neustálému zvyšování koncentrací v něm obsažených škodlivin. V extrémních případech (Epizoda 2) se může masa vzduchu zastavit, což při pokračující produkci emisí vede k dosažení velmi vysokých imisních koncentrací.

Při nízkých rychlostech a proměnlivých směrech větru může také nastat situace (Epizoda 3), kdy se kontaminovaný vzduch pohybuje přes obydlené lokality i několikrát.

Přibližný směr odkud byly do lokality Ostrava Fifejdy transportovány škodliviny ve výše popsaných krátkodobých epizodách znázorňují následující obrázky.

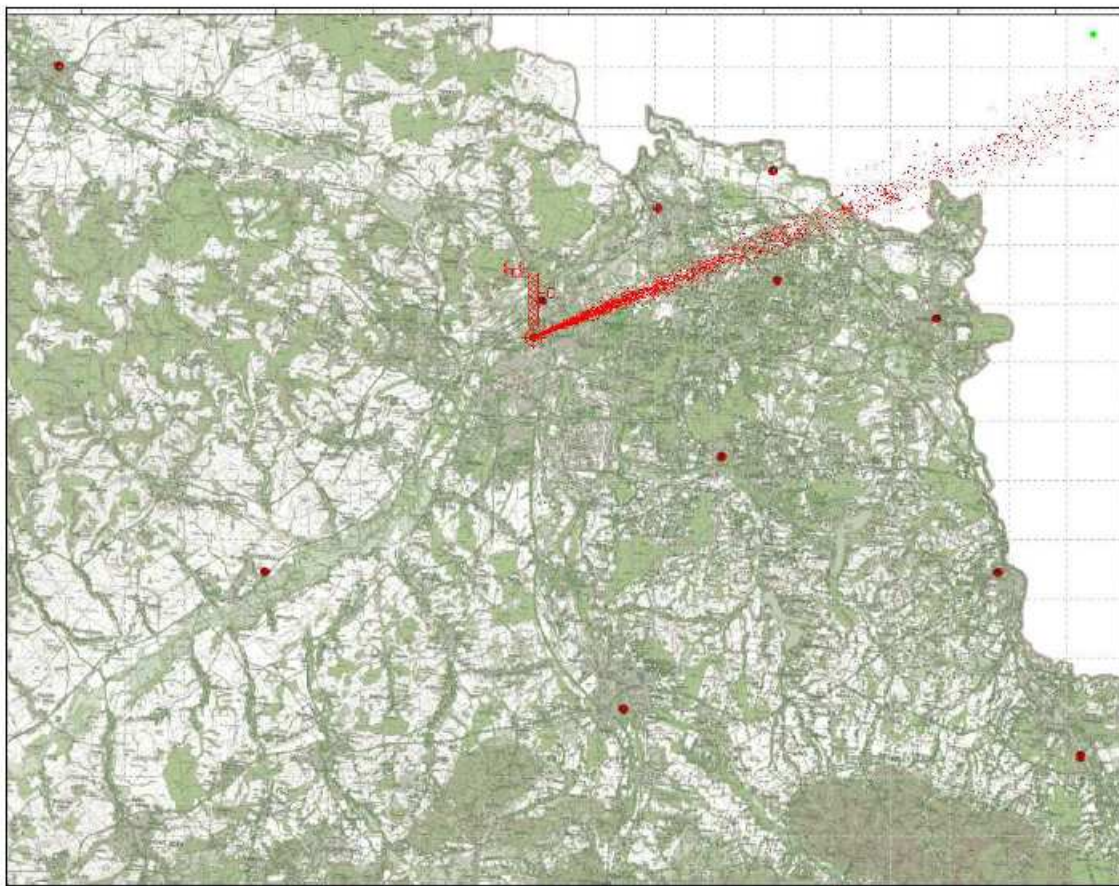


Epizoda 1
Průměrná rychlost proudění 1,7 m/s

Epizoda 2
Průměrná rychlost proudění 0,2 m/s (bezvětrí)

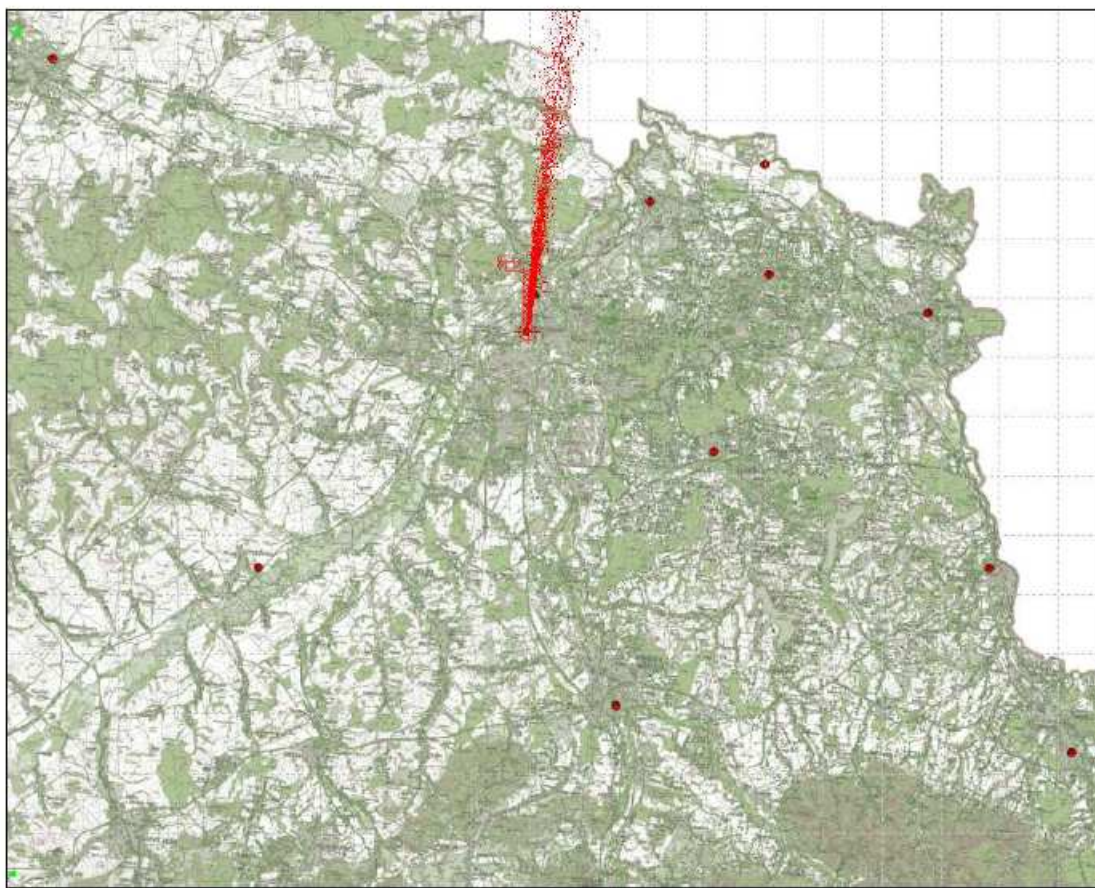
Epizoda 3
Průměrná rychlost proudění 1,9 m/s

Proudění vzduchu je často usměřováno terémem Moravské brány a velkých řek. Nejčastěji fouká jihozápadní vítr a následně obrácený severovýchodní. Důležité rovněž je, že doba bezvětrí se pohybuje v posledních letech na úrovni až 25% roku. Tato situace právě nahrává vleklým smogovým situacím, které v kombinaci s koncentrací průmyslu na obou stranách hranice způsobují imisní koncentrace PM_{10} na úrovni stovek mikrogramů.



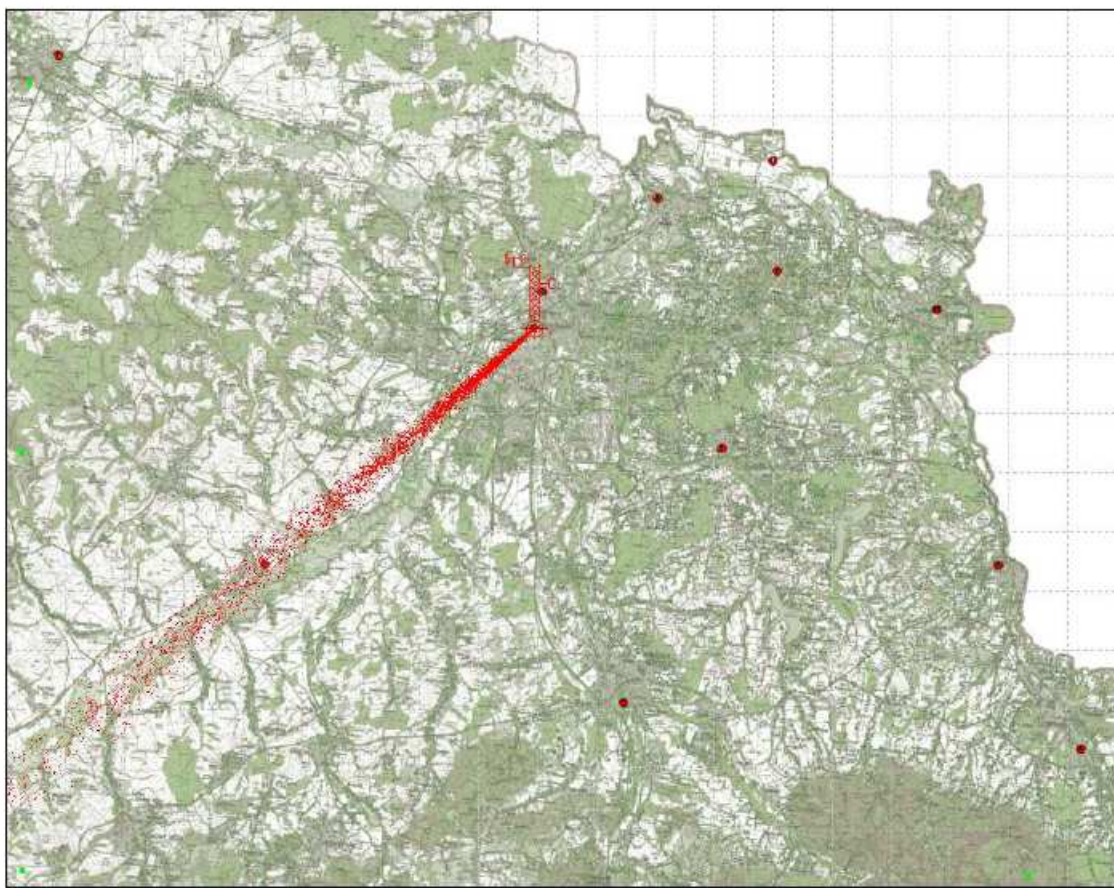
Epizoda I

Z obrázku je zřetelný směr, ze kterého škodliviny na stanici Ostrava Fífjedy připutovaly. Směr je z Polska, vítr 1,7 m/s. Při této rychlosti se masa znečištěného vzduchu pohybuje nad Ostravou poměrně plynule a pokud by neexistoval kontinuální zdroj znečištění „opustil“ by Ostravu do 24 hodin.



Epizoda II

Směr větru je poznamenán skutečností, že jeho rychlost klesla na 0,2 m/s. Masa znečištěného vzduchu se zastavila a situace se nadále imisně zhoršuje. Místní zdroje přispívají do již znečištěného ovzduší a délka takové smogové situace závisí na změně meteorologických podmínek. Dokud nezačne foukat kterýmkoliv směrem, situace se k lepšímu nezmění.



Epizoda III

Vítr zesílel na 1,9 m/s a změnil směr. Nyní fouká do Polska. Znečištěné ovzduší obsahuje škodliviny pocházející původně z Polska, obohacené výrazně místními zdroji. Konkrétně v této situaci se Moravská brána nadechla vydechla. Tento proces je obecně možný a proto při posuzování původců škodlivin je potřeba zvážit, že směr větru nemusí jednoznačně ukázat zdroj. Situace je potřeba hodnotit v kontextu dlouhodobějšího chování.

7. Animované mapy – GIF

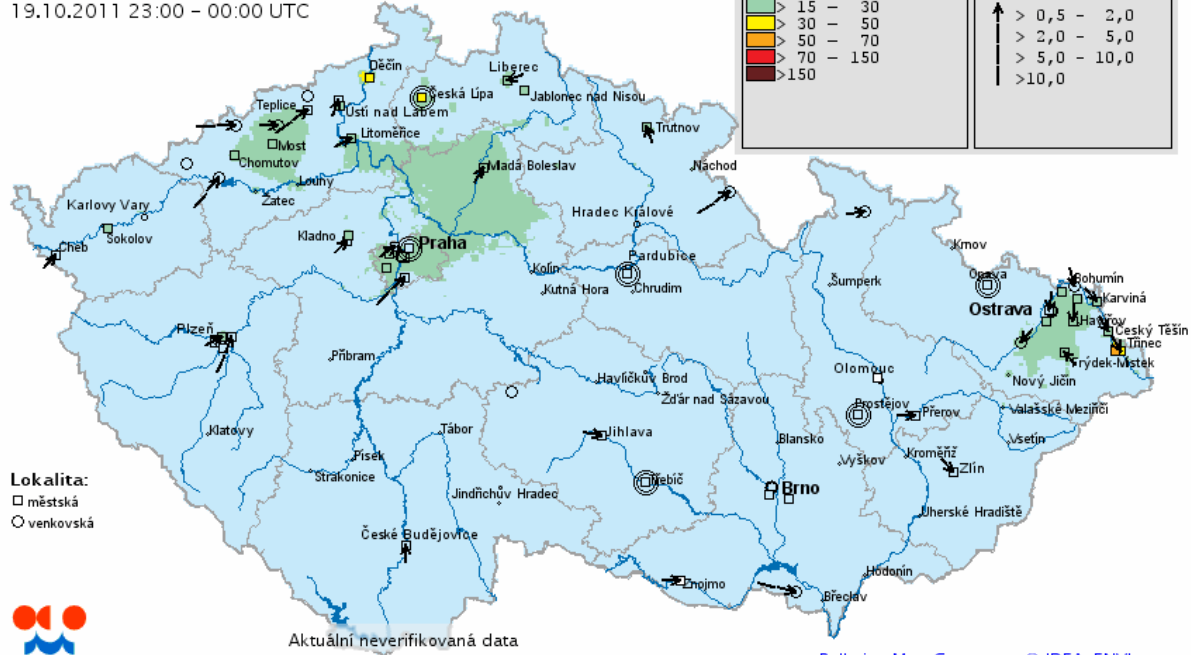
Součástí hodnocené epizody jsou mapy znečištění ovzduší vytvořené ČHMÚ Praha.

PM₁₀ – částice PM10

Hodinový průměr

20.10.2011 01:00 – 02:00 SELČ

19.10.2011 23:00 – 00:00 UTC



Zpracovatelé:

Zdravotní ústav se sídlem Ostravě

Partyzánské náměstí 7

702 00 Ostrava



E-expert, spol. s r.o.

Poděbradova 24

702 00 Ostrava



Český hydrometeorologický ústav

Na Šabatce 2050/17

143 06 Praha 412-Komořany

