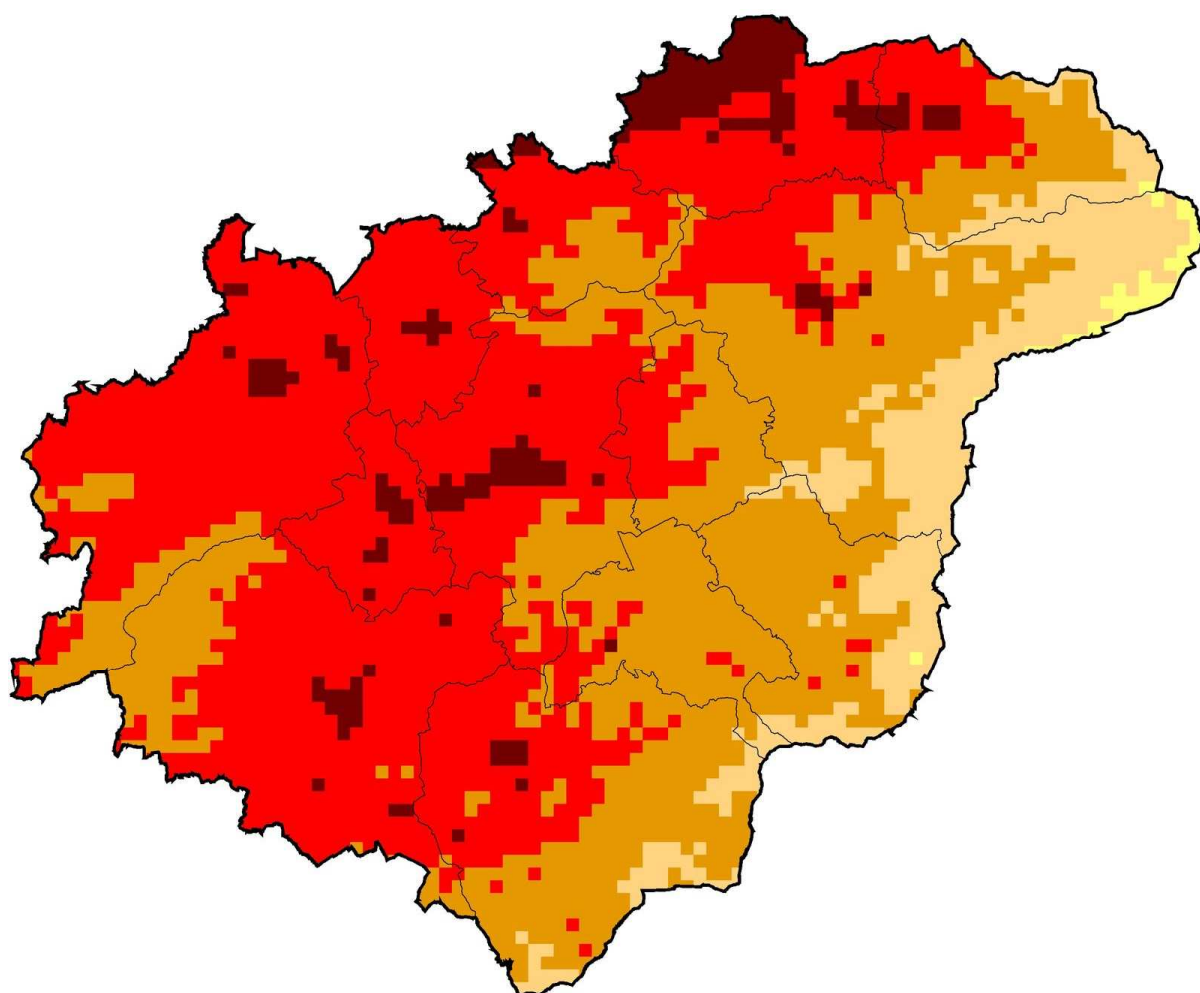




VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ Z AMBULANTNÍHO MĚŘENÍ V PRAVČICÍCH, ZLÍNSKÝ KRAJ



PRAHA 2011

Seznam použitých zkratk:

AIM	automatizovaný imisní monitoring (AMS, AMS-SRS)
AMS	automatizovaná monitorovací stanice
AVG	průměr (z anglického average)
BaP, B(a)P	benzo(a)pyren
BTX	aromatické uhlovodíky (benzen, toluen, xylen)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
GLRD	sluneční / globální záření (z anglického global radiation)
CHKO	chráněná krajinná oblast
CHUVE	chráněná území z hlediska limitů pro ochranu vegetace a ekosystémů
ISKO	Informační systém kvality ovzduší
LAT	dolní mez pro posuzování
LV	limitní hodnota
MAX	maximum
MT	mez tolerance
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NP	národní park
OHR	oddělení hodnocení rizik
ORP	obec s rozšířenou působností
PAH	polyaromatické uhlovodíky
PM ₁₀	suspendované částice frakce PM ₁₀
REZZO	registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší
RH	relativní vlhkost
SPM	Suma prašných částic (z anglického solid particulate matter)
T2m	teplota měřená ve 2 metrech nad zemí
TK	těžké kovy
TSP	suspendované částice (celkový prašný aerosol)
TZL	Tuhé znečišťující látky
UAT	horní mez pro posuzování
UTC	světový koordinovaný čas
VOC	těkavé organické látky (volatile organic compounds)

Obsah:

1	ÚVOD	- 4 -
2	EMISNÍ CHARAKTERISTIKA HODNOCENÝCH ŠKOLIVIN.....	- 5 -
2.1	TUHÉ LÁTKY	- 5 -
2.2	OXIDY DUSÍKU	- 7 -
2.3	OXID SIŘIČITÝ SO ₂	- 9 -
2.4	TĚKAVÉ ORGANICKÉ LÁTKY VOC	- 11 -
3	AMBULANTNÍ MĚŘENÍ V PRAVČICÍCH	- 13 -
3.1	SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5} A PM ₁	- 13 -
3.1.1	Legislativní základ a situace v ČR	- 13 -
3.1.2	Zdravotní aspekty	- 15 -
3.1.3	Vývoj koncentrací PM ₁₀ a PM _{2,5} v zóně Zlínský kraj	- 17 -
3.1.4	Výsledky ambulantního měření	- 18 -
3.1.5	Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší	- 26 -
3.2	OXID DUSIČITÝ NO ₂	- 28 -
3.2.1	Zdravotní aspekty	- 29 -
3.2.2	Vývoj koncentrací NO ₂ v zóně Zlínský kraj	- 30 -
3.2.3	Vyhodnocení ambulantního měření NO ₂ v Pravčicích	- 31 -
3.3	OXID SIŘIČITÝ	- 36 -
3.3.1	Vývoj koncentrací SO ₂ v zóně Zlínský kraj	- 37 -
3.3.2	Vyhodnocení ambulantního měření v lokalitě Pravčice	- 38 -
3.4	POLYAROMATICKÉ UHLOVODÍKY, BENZO(A)PYREN.....	- 41 -
3.4.1	Zdravotní aspekty	- 42 -
3.4.2	Vývoj koncentrací benzo(a)pyrenu v zóně Zlínský kraj	- 42 -
3.4.3	Vyhodnocení ambulantního měření PAH v Pravčicích	- 43 -
3.5	TĚŽKÉ KOVY	- 47 -
3.5.1	Vývoj koncentrací těžkých kovů v zóně Zlínský kraj	- 48 -
3.5.2	Vyhodnocení ambulantního měření TK v Pravčicích	- 49 -
4	ZÁVĚRY	- 51 -
5	POUŽITÁ LITERATURA	- 52 -

1 ÚVOD

Tato studie slouží jako vyhodnocení ambulantního měření škodlivin v ovzduší, které proběhlo na přelomu září a října 2011 v lokalitě Pravčice (Zlínský kraj). Měření bylo v rámci hodnocení konfrontováno s automatizovanou stanicí imisního monitoringu Zlín (ZZLN), patřící Českému hydrometeorologickému ústavu, která je akreditována dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

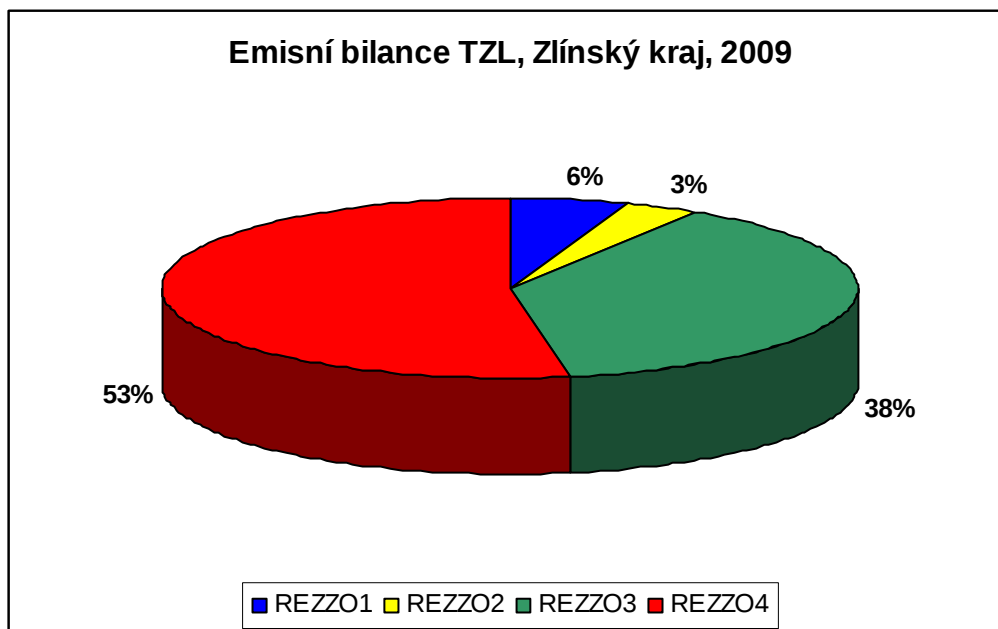
2 EMISNÍ CHARAKTERISTIKA HODNOCENÝCH ŠKOLIVIN

2.1 Tuhé látky

Tuhé znečišťující látky (TZL) nemají určen emisní strop pro rok 2010, přesto se jedná o důležitou škodlivinu vzhledem k měření PM_{10} v ovzduší a návaznosti na legislativu (NV č. 597/2006 Sb., 373/2009 Sb.) [6][7]. V dalším období po roce 2010 již nebudou sledovány tuhé znečišťující látky jako celek, ale pouze velikostní frakce $PM_{2,5}$ (suspendované částice, jejichž velikost nepřesahuje $2,5 \mu m$). Tato velikostní frakce již bude mít svůj emisní strop.

Podíl jednotlivých kategorií zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích tuhých znečišťujících látek ve Zlínském kraji v roce 2009 uvádí Obr. 1.

Obr. 1. Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích tuhých látek



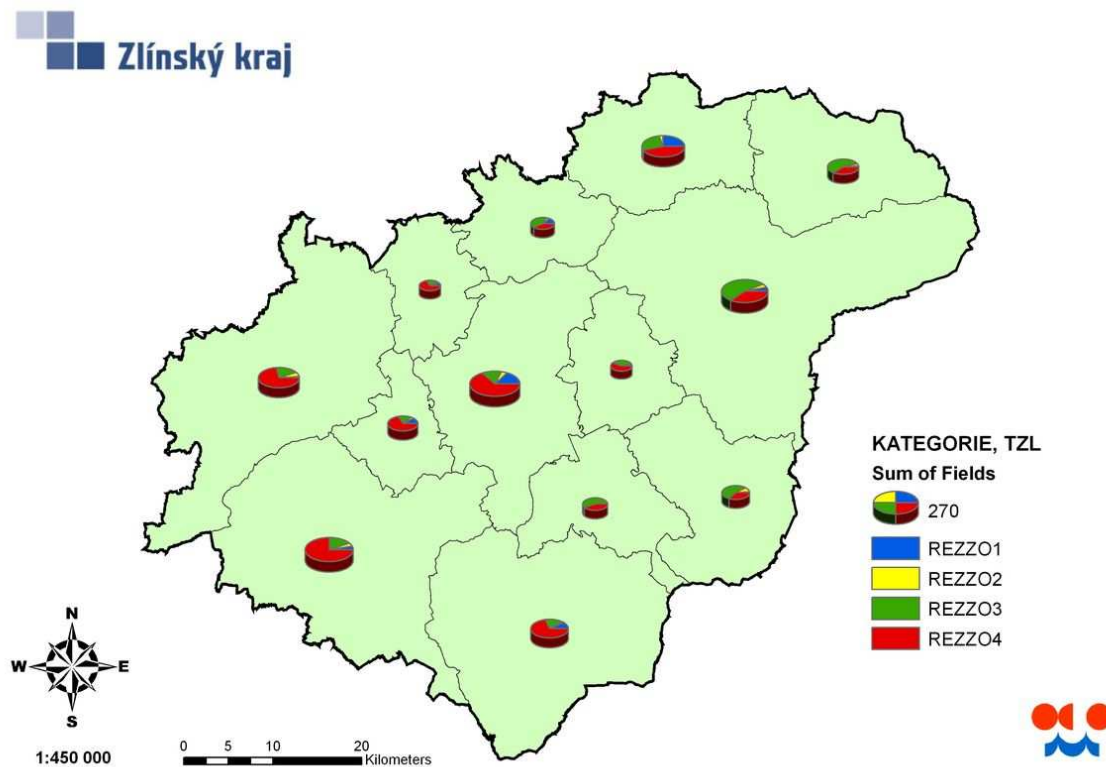
Podíl Zlínského kraje na celkových emisích TZL v ČR je **4%**.

Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem znečištění tuhými látkami ve Zlínském kraji jsou mobilní zdroje (REZZO 4). Velmi významným zdrojem jsou však také malé zdroje (REZZO 3), především lokální topeniště pro **vytápění domácností**, které produkují **čtyřnásobné množství tuhých látek**, než zvláště velké, velké a střední zdroje dohromady (REZZO 1 + REZZO 2).

Tuhé látky jsou v Zlínském kraji obdobně jako v celé ČR emitovány zejména z mobilních zdrojů REZZO 4 – z dopravy (53 %). Velmi významným zdrojem emisí jsou však malé zdroje REZZO 3 – zejména vytápění domácností (38 %). Pokud si uvědomíme, že malé zdroje jsou v provozu na rozdíl od dopravy pouze v chladné části roku (emise jsou však vždy počítány pro celý kalendářní rok), a dále že k překračování imisních a zvláštních imisních limitů dochází takřka výhradně v chladné části roku, je zřejmé, že v případech těchto překročení jsou malé zdroje minimálně rovnocenným zdrojem emisí jako doprava.

V jednotlivých oblastech vztažených k obcím s rozšířenou působností však není situace vždy stejná, jak to uvádí následující mapa na Obr. 2. Emise TZL z chovů zvířat jsou rozpočítávány pouze do úrovně krajů, tzn. že do úrovně ORP nejsou zahrnuty.

Obr. 2. Mapa emisí TZL dle kategorií zdrojů v jednotlivých ORP

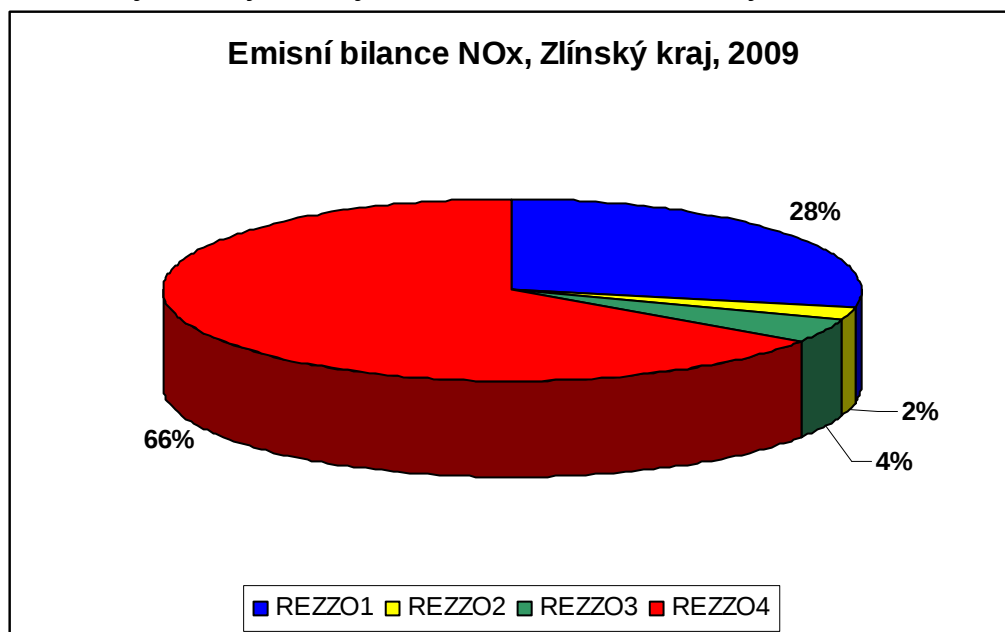


Z mapky vyplývá, že např. v oblastech spadajících pod ORP Vsetín nebo Rožnov pod Radhoštěm jsou majoritním zdrojem tuhých emisí malé zdroje REZZO 3, tedy především vytápění domácností. Ve většině ORP je však převládajícím zdrojem tuhých látek doprava (REZZO4).

2.2 Oxidy dusíku

Oxidy dusíku (NO_x) mají určen emisní strop pro rok 2010, jehož hodnota činí 9,1 kt/rok. Současné množství emitovaných oxidů dusíku je 7,9 kt/rok což je 87,3 % emisního stropu a tedy z hlediska oxidů dusíku Zlínský kraj v roce 2009 splňuje závazek pro rok 2010. Podíl jednotlivých kategorií zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích oxidů dusíku ve Zlínském kraji v roce 2009 uvádí Obr. 3.

Obr. 3. Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích oxidů dusíku



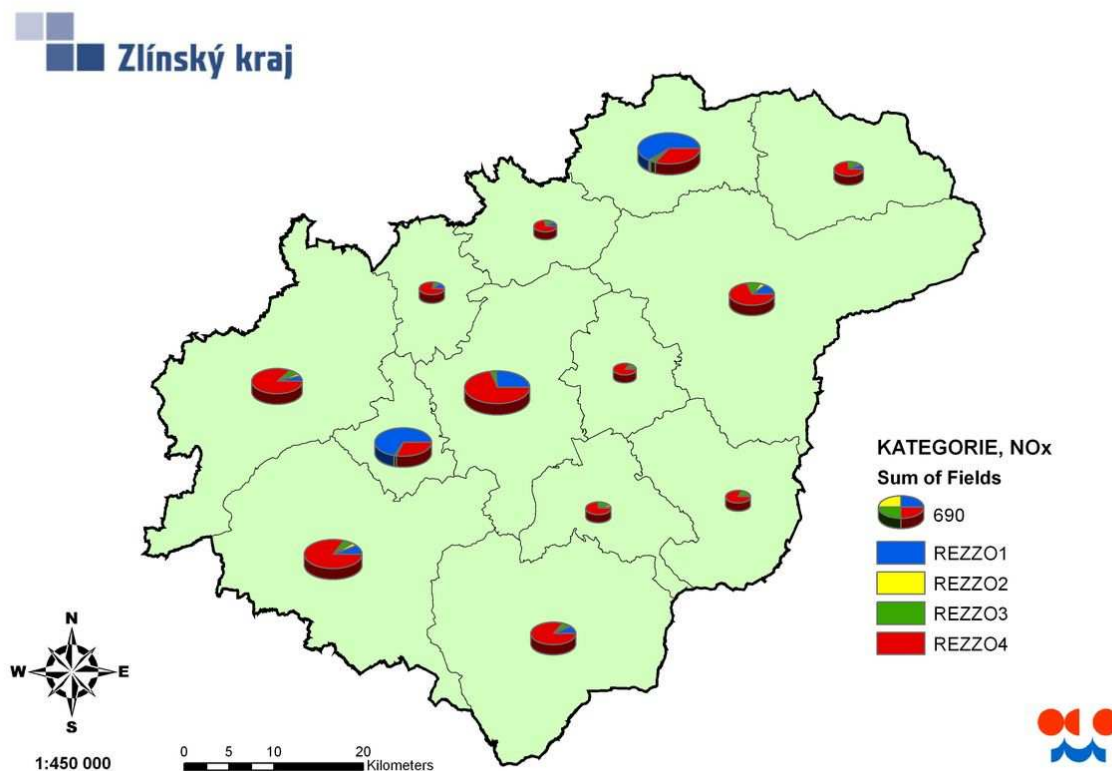
Podíl Zlínského kraje na celkových emisích NO_x v ČR je 3,2%.

Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem znečištění oxidy dusíku v Zlínském kraji jsou mobilní zdroje (REZZO 4). Dalším významným zdrojem jsou zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1). Malé a střední zdroje se na emisích NO_x podílí pouze minimálně.

V jednotlivých oblastech vztažených k obcím s rozšířenou působností však není situace vždy stejná, jak to uvádí následující mapa na Obr. 4.

Z mapky na Obr. 4 vyplývá, že např. v oblastech spadajících pod ORP Valašské Meziříčí nebo Otrokovice jsou majoritním zdrojem oxidů dusíku zdroje REZZO 1, tedy zvláště velké a velké zdroje. V ostatních případech je to jednoznačně doprava (REZZO4).

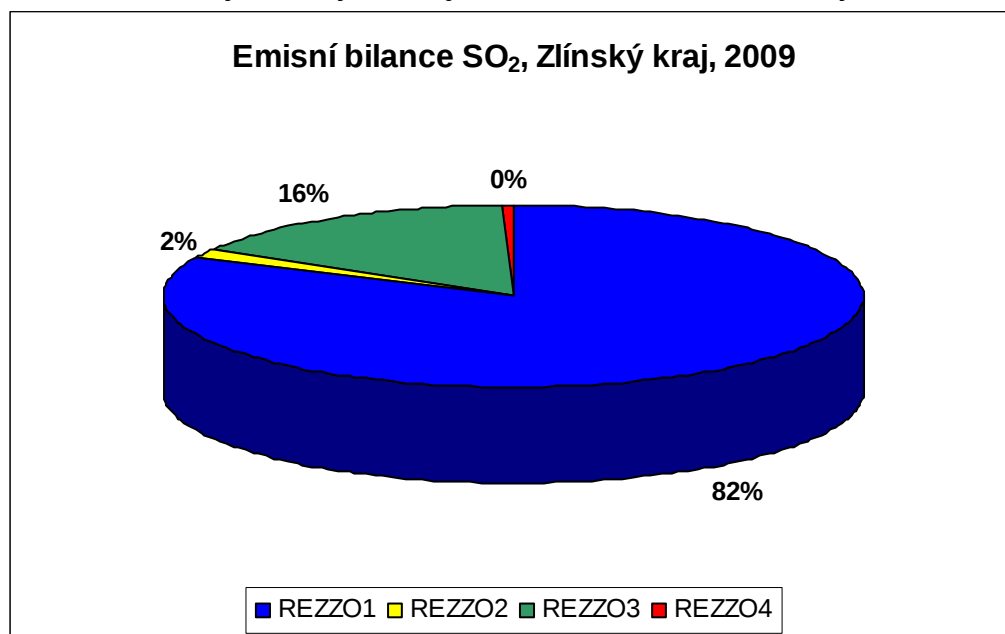
Obr. 4. Mapa emisí NO_x dle kategorií zdrojů v jednotlivých ORP



2.3 Oxid siřičitý SO₂

Oxid siřičitý (SO₂) má určen emisní strop pro rok 2010, jehož hodnota činí 8,5 kt/rok. Současné množství emitovaného oxidu siřičitého je 5,5 kt/rok což je 64,7 % emisního stropu) a tedy z hlediska oxidu siřičitého splňuje Zlínský kraj závazek pro rok 2010 již v roce 2009. Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích oxidu siřičitého ve Zlínském kraji v roce 2009 uvádí Obr. 5.

Obr. 5. Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích oxidu siřičitého

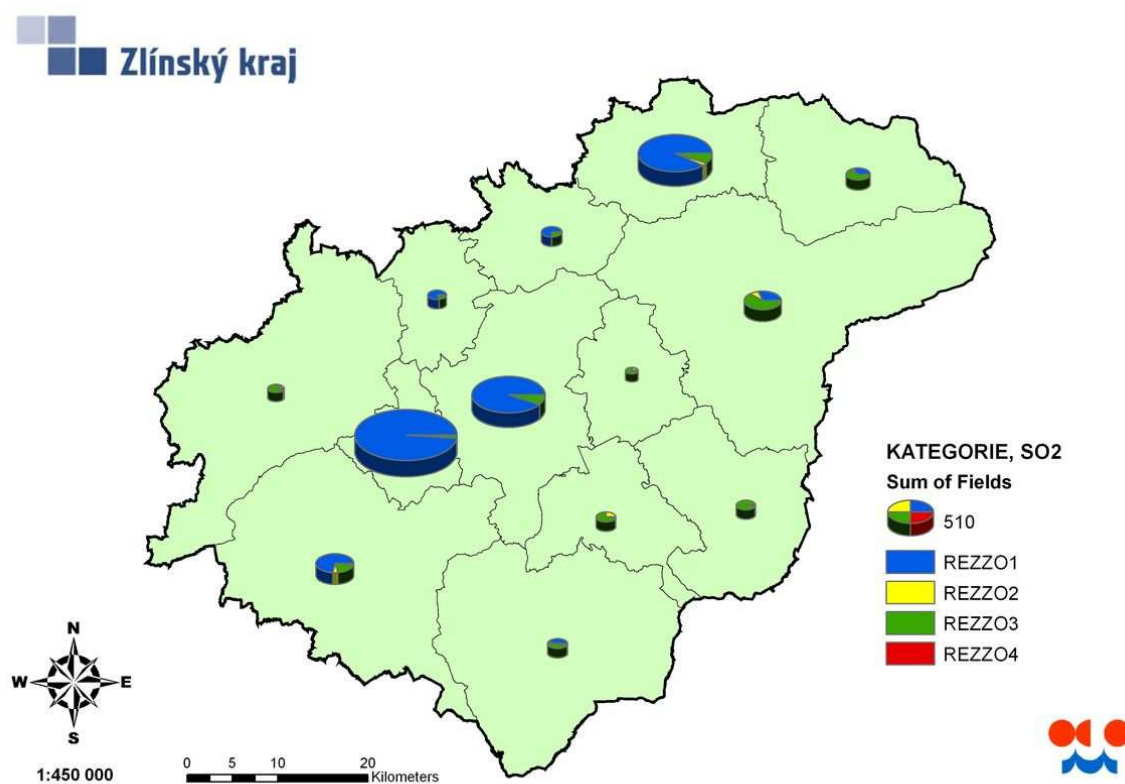


Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem oxidu siřičitého ve Zlínském kraji jsou zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1). Dalším významným zdrojem jsou však také malé zdroje (REZZO 3), především lokální topeniště pro vytápění domácností.

V jednotlivých oblastech vztažených k obcím s rozšířenou působností však není situace vždy stejná, jak to uvádí následující mapa na Obr. 6.

Z mapky vyplývá, že z hlediska množství emisí jsou majoritními ORP Otrokovice, Zlín a Valašské Meziříčí. Dále je patrné, že např. v oblastech spadajících pod ORP Vizovice nebo Valašské Klobouky jsou majoritním zdrojem oxidu siřičitého malé zdroje REZZO 3, tedy především vytápění domácností. Hlavním producentem emisí SO₂ ve Zlínském kraji jsou však zvláště velké a velké zdroje REZZO1.

Obr. 6. Mapa emisí SO₂ dle kategorií zdrojů v jednotlivých ORP, rok 2007

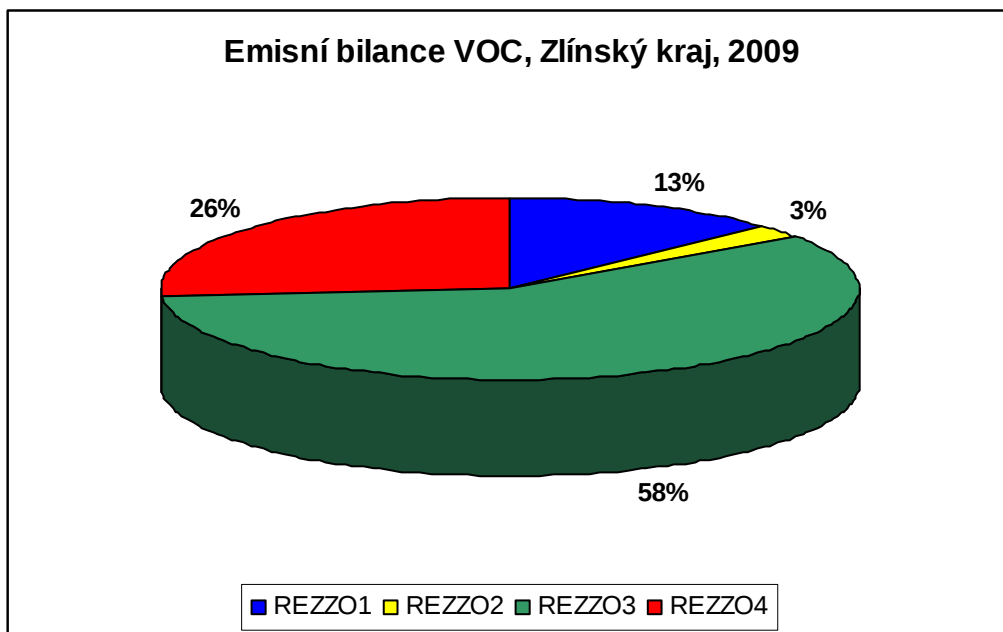


2.4 Těkavé organické látky VOC

Těkavé organické látky (VOC) má určen emisní strop pro rok 2010, jehož hodnota činí 12,2 kt/rok. Současné množství emitovaných oxidů dusíku je 8,2 kt/rok což je 67,6 % emisního stropu a tedy z hlediska VOC splňuje Zlínský kraj závazek pro rok 2010 již v roce 2009.

Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích VOC ve Zlínském kraji v roce 2007 uvádí Obr. 7.

Obr. 7. Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích VOC



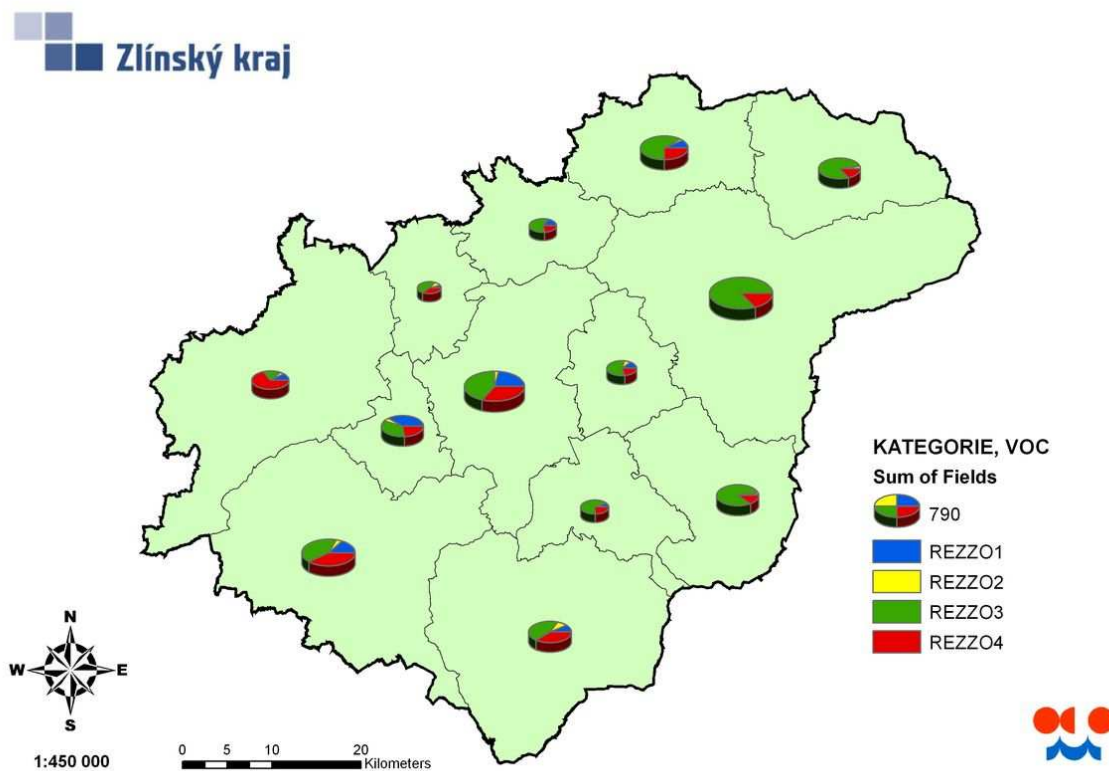
Podíl Zlínského kraje na celkových emisích VOC v ČR je 5,2%.

Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem znečištění VOC v Zlínském kraji jsou malé zdroje (REZZO 3) – spalování pevných paliv a malé provozovny lakoven, odmašťoven, opravárenství, aplikace nátěrových hmot v domácnostech aj. Dalším významným zdrojem jsou mobilní zdroje (REZZO 4).

V jednotlivých oblastech vztahených k obcím s rozšířenou působností však není situace vždy stejná, jak to uvádí následující mapa na Obr. 8. Emise VOC z použití organických rozpouštědel a nátěrových, neohlašované do REZZO 1 a 2, jsou dopočítávány jako součást REZZO 3 od r. 2000. Odborným odhadem jsou tyto emise rozpočítávány do úrovně krajů, do ORP byly rozpočteny poměrem dle NO_x. Obdobně byly do ORP rozpočteny i emise VOC z dopravy (REZZO 4).

Z mapky vyplývá, že v jednotlivých oblastech je různé zastoupení jednotlivých zdrojů. Převládá zastoupení malých zdrojů REZZO3, avšak např. v ORP Kroměříž převládají mobilní zdroje REZZO4 a v ORP Otrokovice a Zlín jsou rovněž významněji zastoupeny zvláště velké a velké zdroje REZZO1.

Obr. 8. Mapa emisí VOC dle kategorií zdrojů v jednotlivých ORP



3 AMBULANTNÍ MĚŘENÍ V PRAVČICÍCH

3.1 Suspendované částice TSP, PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁

3.1.1 Legislativní základ a situace v ČR

Suspendované částice se dělí dle velikosti průměru jednotlivých částic na celkovou prašnost (TSP), částice do 10 µm aerodynamického průměru (PM₁₀), do 2,5 µm aerodynamického průměru (PM_{2,5}) a submikronové částice do 1 µm (PM₁).

Legislativní limity v současně platné legislativě [6] pro frakci poléťavého prachu PM₁₀ jsou uvedeny v Tab. 1.

Tab. 1. Platné imisní limity pro ochranu zdraví lidí z hlediska PM₁₀ [6]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
Prašný aerosol PM ₁₀	24 hodin	50 µg*m ⁻³	30 µg*m ⁻³	20 µg*m ⁻³	35
Prašný aerosol PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 µg*m ⁻³	14 µg*m ⁻³	10 µg*m ⁻³	

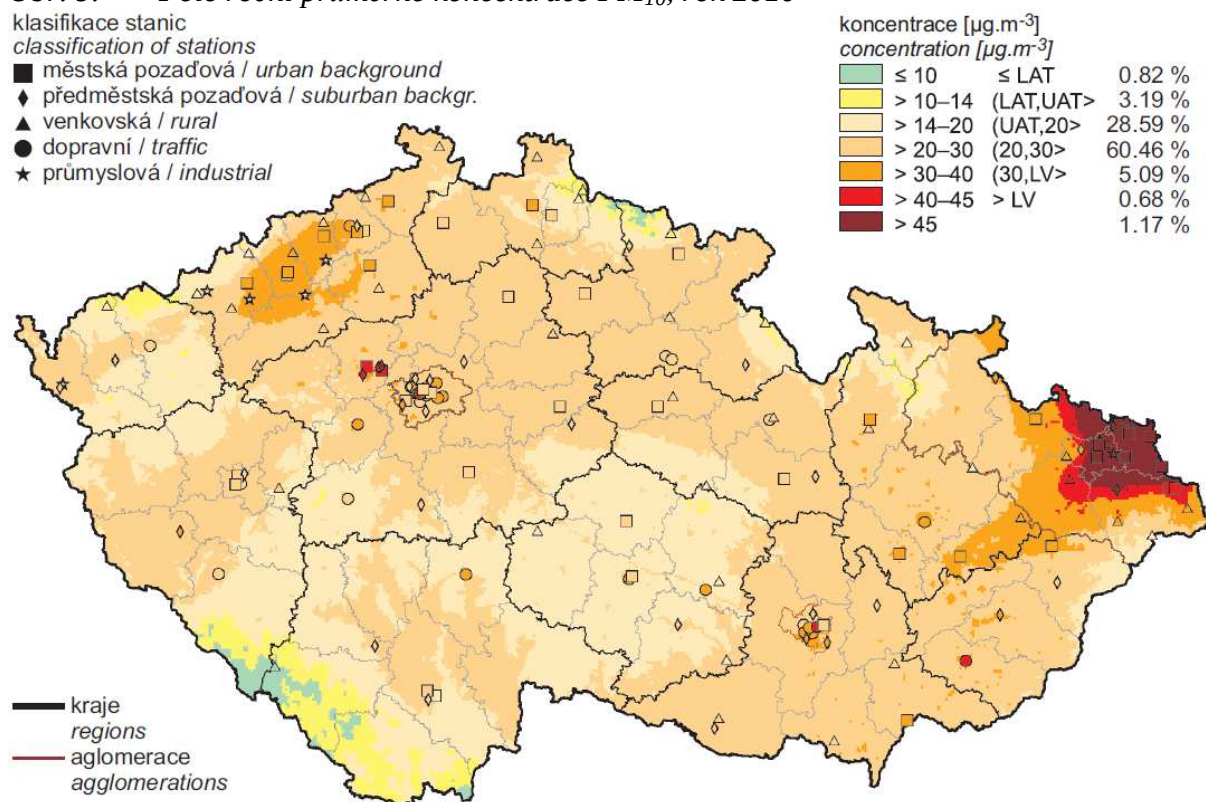
Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ není kromě Ostravska a některých dopravních stanic v ČR překračován (Obr. 9). Jiná je již situace v případě imisního limitu pro 24hodinovou koncentraci PM₁₀, kde dochází k překračování imisního limitu na více místech ČR včetně Zlínského kraje (Obr. 10). Zatížená je především Morava (se znatelným vlivem Polska a Moravskoslezského kraje) a dále pak Středočeský a Ústecký kraj.

Stanic měřících PM_{2,5} je zatím málo pro konstrukci mapy, proto jsou na Obr. 11 vyneseny pouze konkrétní stanice. Z obrázku je patrné, že k překračování připravovaného imisního limitu (platný v EU [18], v legislativě ČR měl být od června 2010, stále však novelizace zákona o ovzduší nevyšla, připravovaný limit zobrazuje Tab. 2) dochází výhradně na Moravě, přičemž na Severní Moravě překračují limit prakticky všechny stanice, na Jižní Moravě pak především dopravní.

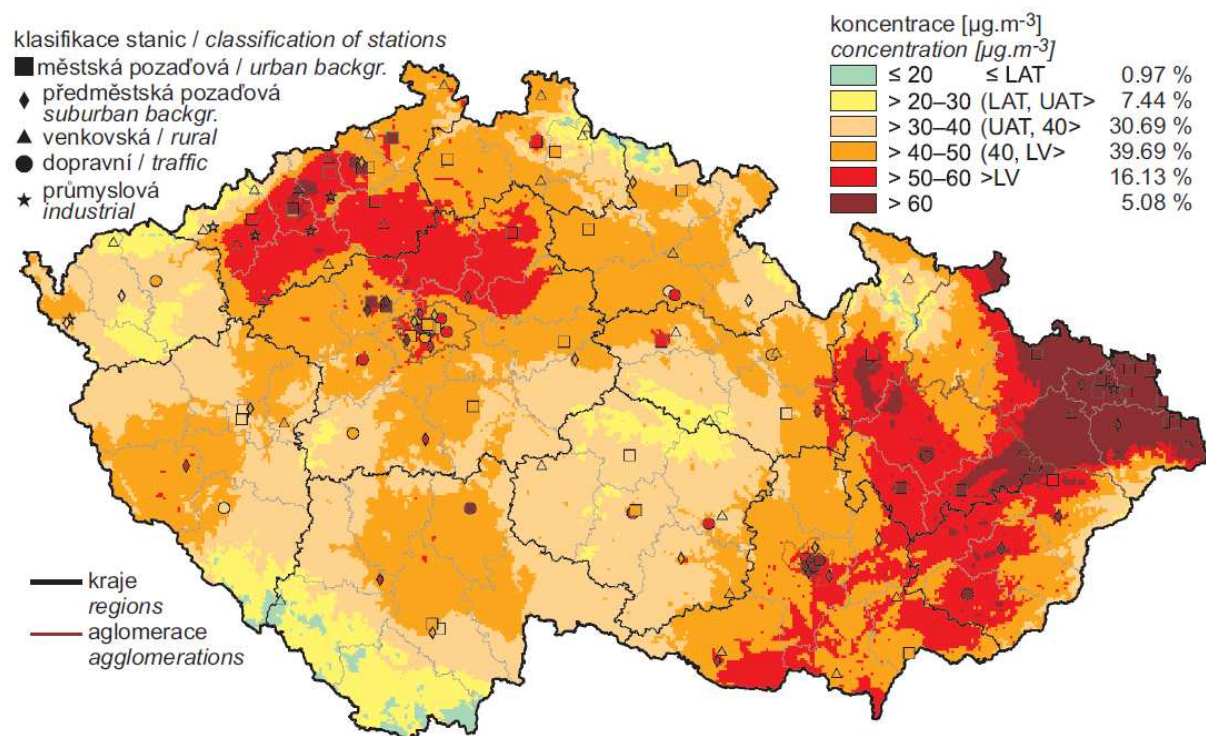
Tab. 2. Připravované imisní limity pro ochranu zdraví lidí z hlediska PM_{2,5} [18]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
Prašný aerosol PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 µg*m ⁻³	17 µg*m ⁻³	12 µg*m ⁻³	

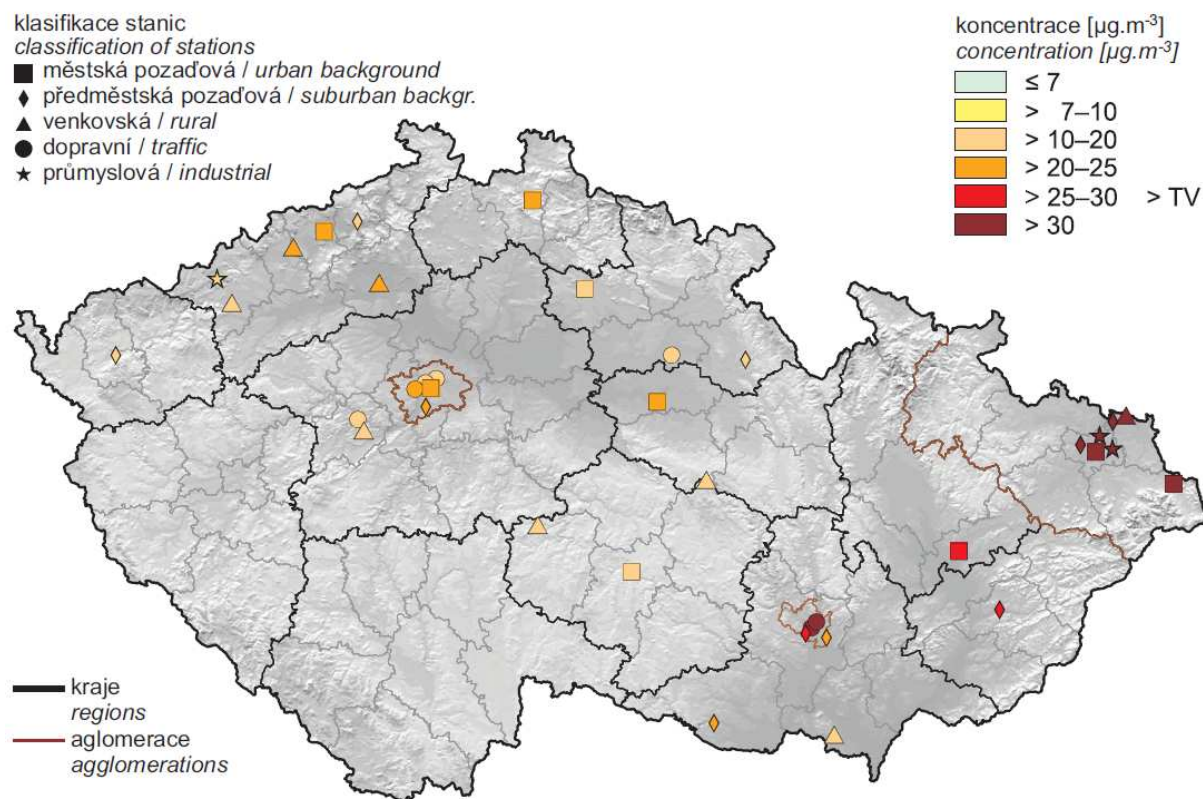
Obr. 9. Pole roční průměrné koncentrace PM_{10} , rok 2010



Obr. 10. Pole 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace PM_{10} , rok 2010



Obr. 11. Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$, rok 2010



Z uvedených map vyplývá, že v zóně Zlínský kraj není překročen imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} . Dopravní stanice Uherské Hradiště sice překročila imisní limit, avšak její reprezentativnost je jen velmi malá, řádově několik metrů v okolí rušné křižovatky, poblíž které stojí. Imisní limit pro 36. nejvyšší 24hodinovou koncentraci je překračován na poměrně velkém území. Z mapy na Obr. 10 je patrný vliv dálkového přenosu z Polska a Moravskoslezského kraje, postihující nejvíce níže položené území v Hornomoravském a Dolnomoravském úvalu umožňující nejlepší šíření prašnosti. V případě $PM_{2,5}$ není dostatečný počet stanic pro modelový výpočet koncentrací na území celé ČR. Z Obr. 11 je patrné, že koncentrace $PM_{2,5}$ (měřené na stanici Zlín) překračuje připravovaný imisní limit [18]. Ve Zlínském kraji bohužel zatím není vesnická pozadová stanice měřící $PM_{2,5}$, která by umožnila stanovit hladinu koncentrací mimo města – to by mělo být napraveno od roku 2013, kdy bude v rámci optimalizace sítě ČHMÚ vybudována nová stanice imisního monitoringu..

3.1.2 Zdravotní aspekty

Prach má několik cílových struktur průniku do lidského organismu. Větší částice jsou postupně distribuovány do zažívacího traktu a pokud obsahují toxikologicky významné látky, jsou tyto metabolizovány stejně jako při orálním požití. Dalším cílovým orgánem jsou sliznice, zejména řasinkový epitel. Z hlediska retence aerosolu v plicích, jsou nejnebezpečnější částice s efektivním průměrem menším než $2,5 \mu\text{m}$, protože jsou z 90-ti i více procent zachycovány v plicním epitelu. Při posuzování zdravotního rizika inhalace prachu je tedy důležitá jeho koncentrace a velikost částic (např. PM_{10} , $PM_{2,5}$), ale i tvar a jejich chemické složení. Pokud nemá prach specifické biologické účinky jedná se o prach biologicky inertní. V opačném případě se jedná o prach biologicky agresivní a v důsledku

jeho inhalace vznikají zdravotní projevy, které mohou obsahovat celou škálu zánětlivých stádií poškození dýchacích cest s možností přechodu do chronického stádia.

Po pečlivém prověření současných vědeckých poznatků, dospěli experti WHO k závěru, že existuje-li nějaká prahová koncentrace pro PM, pak leží v nižším koncentračním pásmu než jsou imisní koncentrace v Evropě nyní běžně limitované.

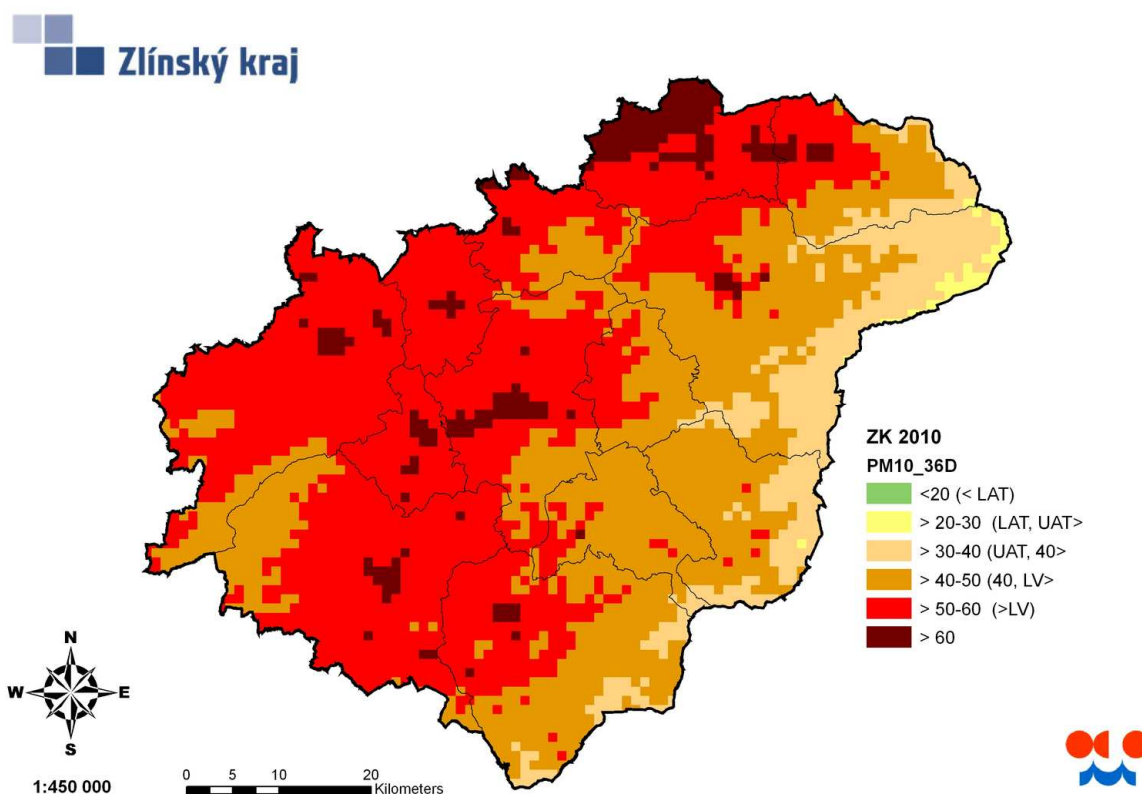
Systematické posouzení dat naznačuje že :

- prachové částice v ovzduší obecně způsobují vzrůst rizika úmrtí na respirační choroby zejména u dětí do 1 roku života, ovlivňují u dětí rychlost vývoje plic, zhoršují astma a způsobují další respirační symptomy jako kašel a bronchitidu
- frakce PM₁₀ má vliv na nárůst incidence respiračních chorob, což je zřejmé z počtů hospitalizací v důsledku nemocí dýchacích cest
- frakce PM_{2,5} vážně ovlivňuje zdraví, zvyšuje počty úmrtí na kardiovaskulární symptomy, chronická onemocnění dolních cest dýchacích a rakoviny plic.

Obecně výsledky naznačují, že krátkodobé změny koncentrací PM₁₀ ve všech koncentračních úrovních vedou ke krátkodobým změnám akutních zdravotních následků jako zánětlivé plicní reakce, respirační symptomy, nepříznivý vliv na kardiovaskulární systém a nárůsty spotřeby léků, hospitalizací.

Protože výsledkem dlouhodobé expozice PM je podstatné snížení předpokládané délky dožití, má tato expozice jasně větší vliv na lidské zdraví než expozice krátkodobá. Vlivy dlouhodobé expozice PM zahrnují vzrůst chorob dolních cest dýchacích, chronické obstrukční plicní onemocnění, redukce plicních funkcí jak u dětí tak i u dospělých a snížení předpokládané délky dožití zejména vlivem kardiopulmonární mortality a pravděpodobně i rakovinou plic.

Obr. 12. Pole 36. nejvyšší 24h koncentrace PM₁₀ na území Zlínského kraje



3.1.3 Vývoj koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5} v zóně Zlínský kraj

V zóně Zlínský kraj probíhá měření PM₁₀ na 5 stanicích imisního monitoringu. Z toho 3 stanic spravuje ČHMÚ a tyto měření spadají pod akreditaci dle technické normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 – zkušební laboratoř 1460.

V následujících tabulkách jsou uvedeny průměrné roční koncentrace PM₁₀ v zóně Zlínský kraj (imisní limit) a PM_{2,5} (připravovaný imisní limit) a dále pak 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace (imisní limit) od roku 2002.

Tab. 3. Průměrné roční koncentrace PM₁₀, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace PM ₁₀ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku			28,10	31,05	30,95	24,11			
Kroměříž-ZÚ	36,23	38,48		46,84			31,18		
Štítná n.Vláří	25,06								
Uherské Hradiště			39,77	44,45	45,46	34,04	33,14	36,20	40,40
Valašské Meziříčí - Masarykova					32,90	29,33	27,73		36,00
Vsetín - hvězdárna	27,27	36,73	30,83	36,95	34,67	25,84	24,45	24,60	29,70
Zlín			33,62	37,11	37,37	26,80	26,21	30,80	33,60
Zlín-Svit				46,80	43,01	43,87	37,21		33,30

Kurzívou psaná čísla v tabulce jsou přepočtené hodnoty PM₁₀ z TSP (dle [5]).

Tab. 4. Průměrné roční koncentrace PM_{2,5}, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace PM _{2,5} (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Zlín			24,14	28,20	29,78	21,89	21,05	24,50	27,1

Tab. 5. 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace PM₁₀, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

36. nejvyšší 24hodinová koncentrace PM ₁₀ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-ZÚ			50,00	73,00	65,00	55,00	47,00		
Štítná n.Vláří	37,03								
Uherské Hradiště			68,09	81,25	76,41	58,87	55,54	61,40	79,70
Valašské Meziříčí - Masarykova					51,00	44,00	43,00		59,00
Vsetín - hvězdárna		63,00	55,00	64,00	57,00	50,00	46,00	46,00	63,00
Zlín			59,42	67,13	62,13	47,79	42,92	49,80	65,20
Zlín-Svit				76,54	78,17	71,00	54,00		49,00

3.1.4 Výsledky ambulantního měření

V rámci ambulantního měření byly částice měřeny kontinuálně pomocí analyzátoru Grimm, který poskytuje koncentrační řady PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1 v krátkých časových intervalech. Tato data byla postupně vyhodnocena na úrovni hodinových a 24hodinových průměrných koncentrací. Průměrné 24hodinové koncentrace byly srovnány se stanicí AIM Zlín.

Měření probíhalo od 22.9.2011 do 7.10.2011. Naměřené průměrné 24hodinové koncentrace PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1 uvádí následující Tab. 6 včetně doprovodných meteorologických charakteristik.

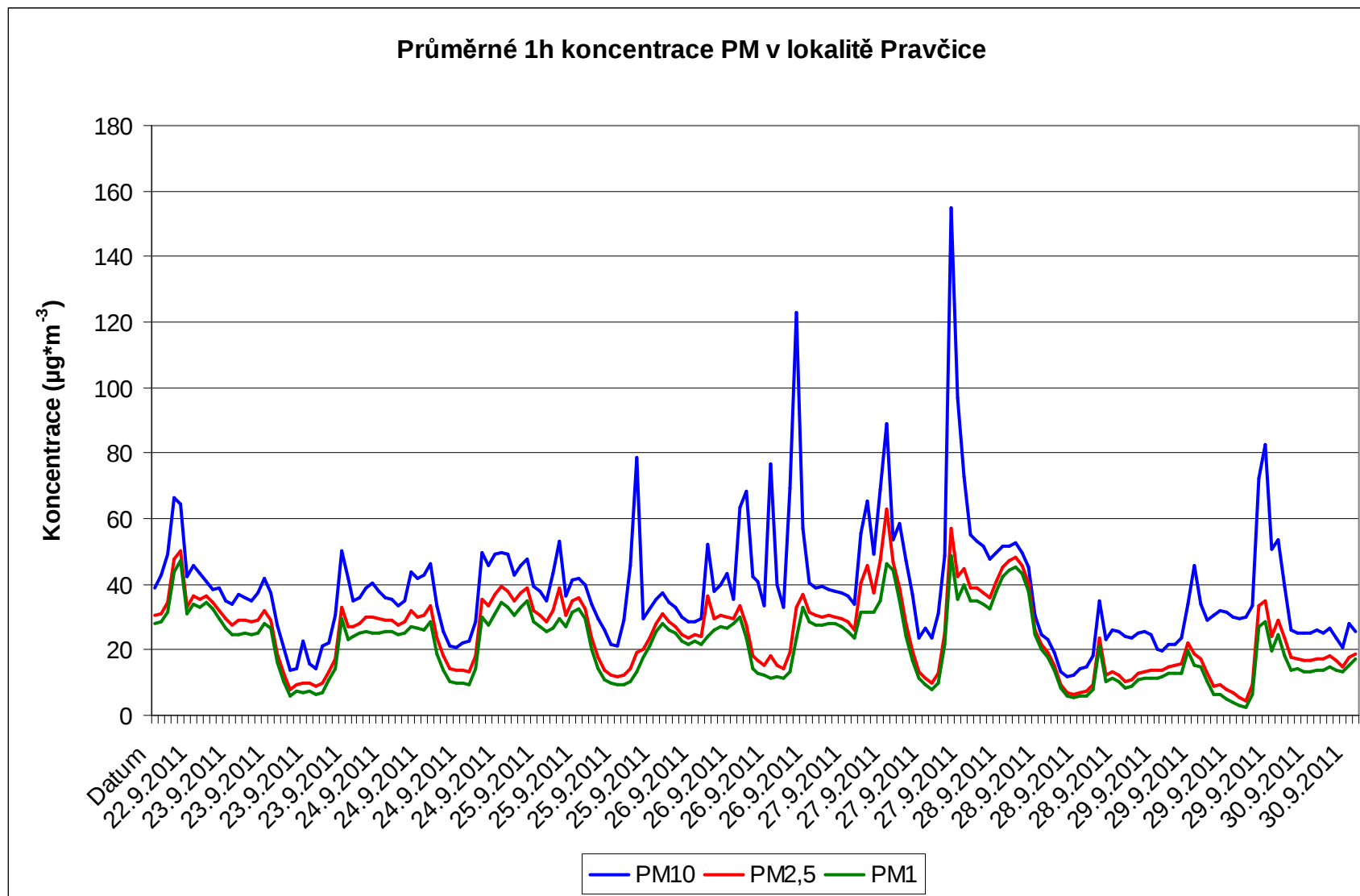
Tab. 6. Průměrné 24hodnoty škodlivin a meteorologických prvků naměřených analyzátozem Grimm

Datum	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_1	T	h	p	WS	WD
22.9.2011	49,1	37,9	35,2	18,5	68,8	978,8	0,1	161,8
23.9.2011	30,6	22,2	19,3	15,6	67,1	977,7	0,4	137,2
24.9.2011	37,1	27,6	23,2	14,3	64,7	977,9	0,5	139,2
25.9.2011	38,1	26,1	22,6	15,1	66,8	980,8	0,2	150,7
26.9.2011	46,8	25,8	21,9	16,5	67,0	984,5	0,2	154,4
27.9.2011	53,9	33,6	28,4	16,3	69,0	986,9	0,2	160,6
28.9.2011	30,8	23,0	21,0	17,2	59,2	988,2	1,8	78,4
29.9.2011	35,0	15,9	12,7	15,7	58,4	987,0	0,4	159,4
30.9.2011	30,2	18,7	15,8	15,7	69,3	986,0	1,3	110,2
1.10.2011	35,2	19,7	17,1	17,2	63,1	985,5	0,8	105,2
2.10.2011	30,6	21,0	18,8	15,9	68,1	983,6	0,7	125,7
3.10.2011	46,2	28,1	24,4	16,5	66,9	981,5	0,3	128,2
4.10.2011	53,2	30,6	25,9	16,8	69,3	980,0	0,3	135,8
5.10.2011	45,9	30,2	26,6	16,0	72,2	979,8	0,4	125,8
6.10.2011	41,4	24,6	21,5	18,1	66,1	974,8	0,7	132,3
7.10.2011	28,8	20,7	18,5	15,5	77,7	967,2	0,8	130,1

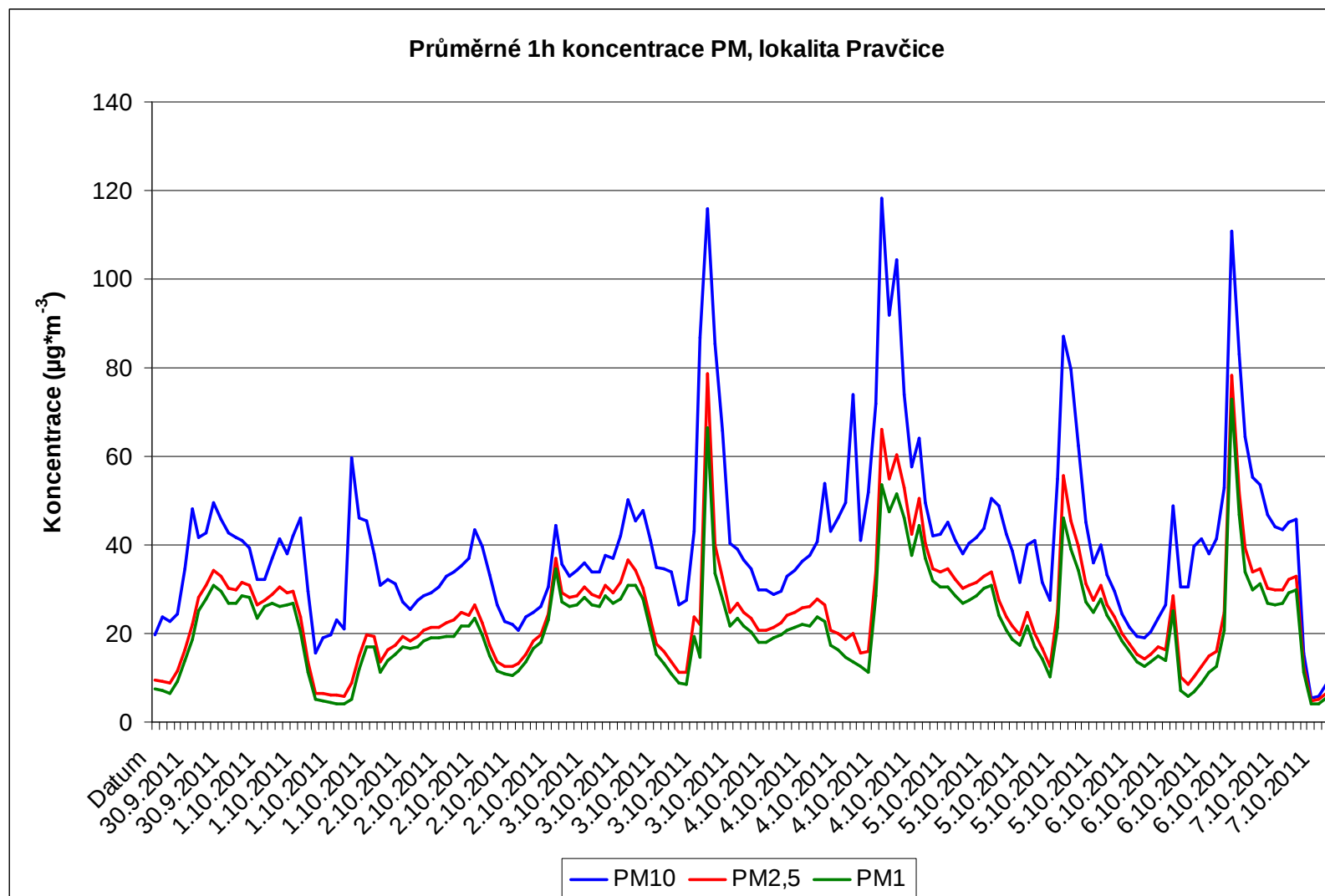
V následujících grafech jsou znázorněny trendy vývoje koncentrací PM v Pravčicích. Na Obr. 13 a na Obr. 14 jsou zobrazeny průměrné 1h koncentrace po čas celé doby měření. Z grafů je patrné, že v některých hodinách se vyskytují píky zvýšené koncentrace zejména hrubé frakce PM_{10} . To potvrzují i Obr. 15 a Obr. 18, na kterých jsou zobrazeny průměrné 24h koncentrace PM resp. relativní zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} . Zejména z Obr. 18 je patrné, že v některých dnech je zastoupení jemnější nebezpečnější frakce $PM_{2,5}$ a PM_1 podstatně nižší a i celkově je zastoupení jemnější frakce v Pravčicích nižší než ve Zlíně. Vyšší zastoupení hrubší frakce ukazuje na vyšší zastoupení lokálních topenišť, na podzim jsou možným zdrojem rovněž pálení listů atp.

Z hlediska srovnání koncentrací PM_{10} a $PM_{2,5}$ v lokalitě Pravčice lze konstatovat, že trend koncentrací je v obou lokalitách téměř totožný, koncentrace jsou v Pravčicích trochu vyšší, zejména ve frakci PM_{10} , v případě koncentrací $PM_{2,5}$ jsou koncentrace velmi podobné a jejich trend je zřejmě ovlivňován nadregionálními vlivy. Ovlivnění PM_{10} je zřejmě způsobeno vyšším zastoupením lokálních topenišť v lokalitě Pravčice.

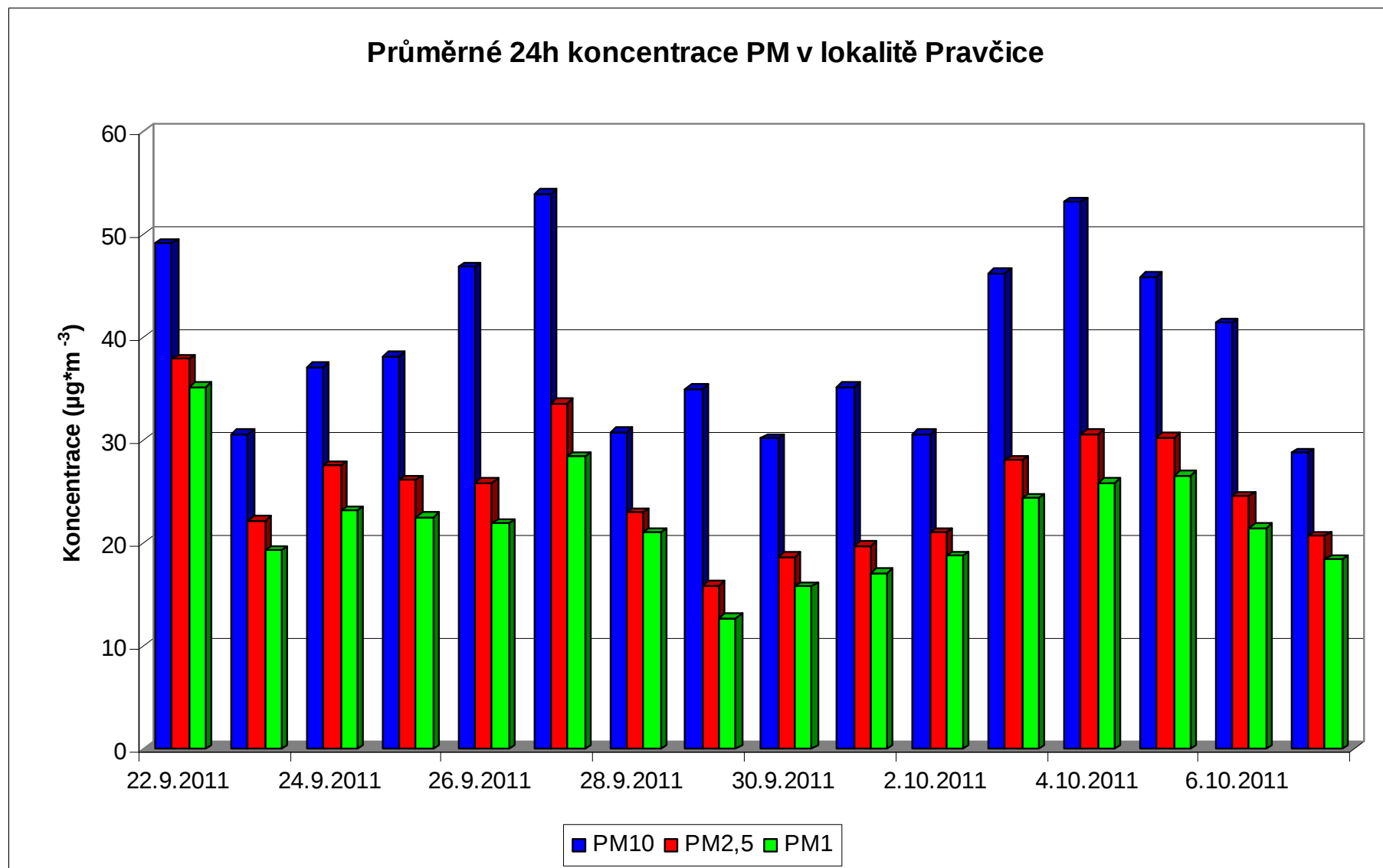
Obr. 13. Průměrné 1h koncentrace v lokalitě Pravčice, 22.9.-30.9.2011



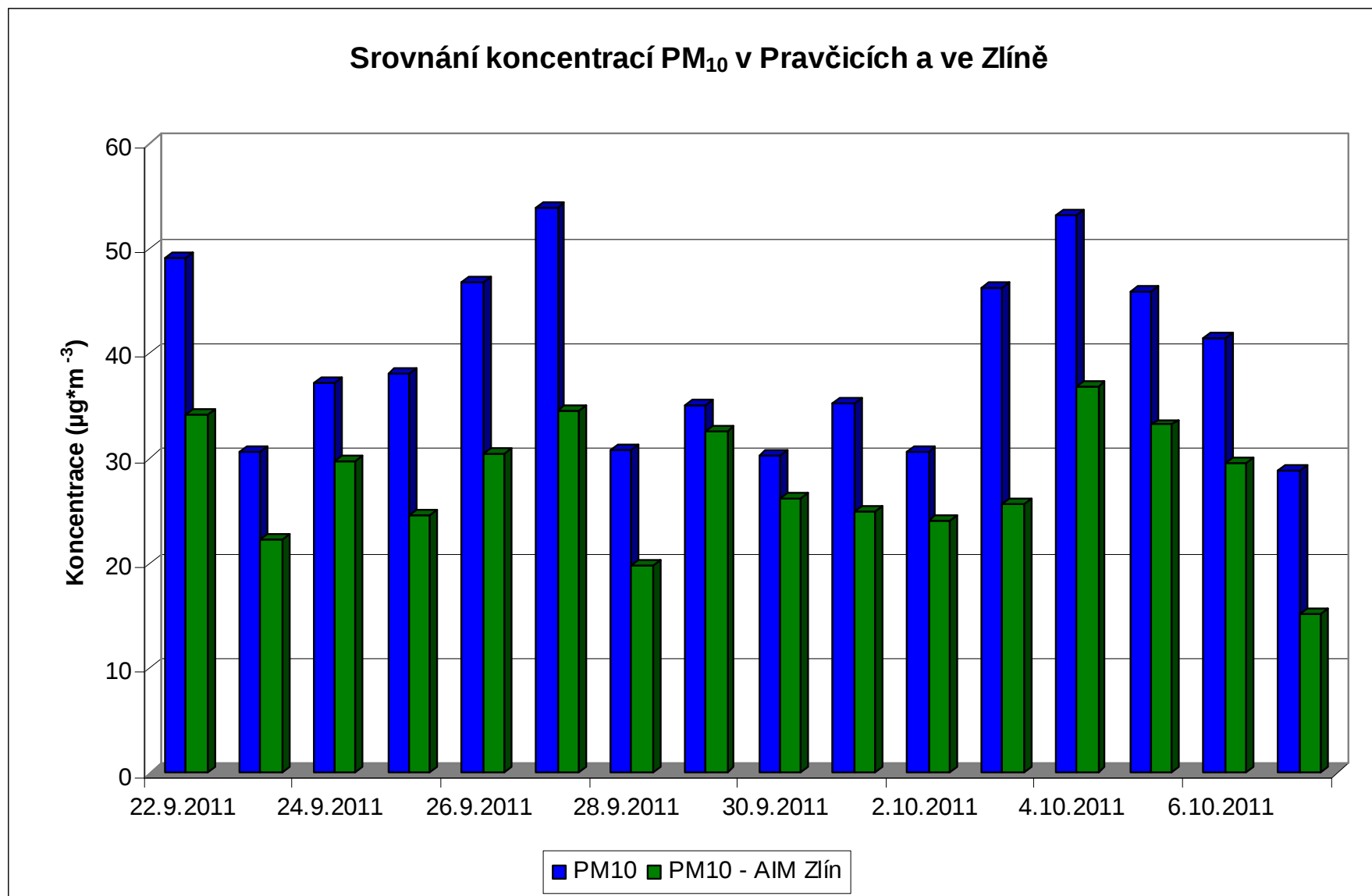
Obr. 14. Průměrné 1h koncentrace v lokalitě Pravčice, 30.9.-7.10.2011



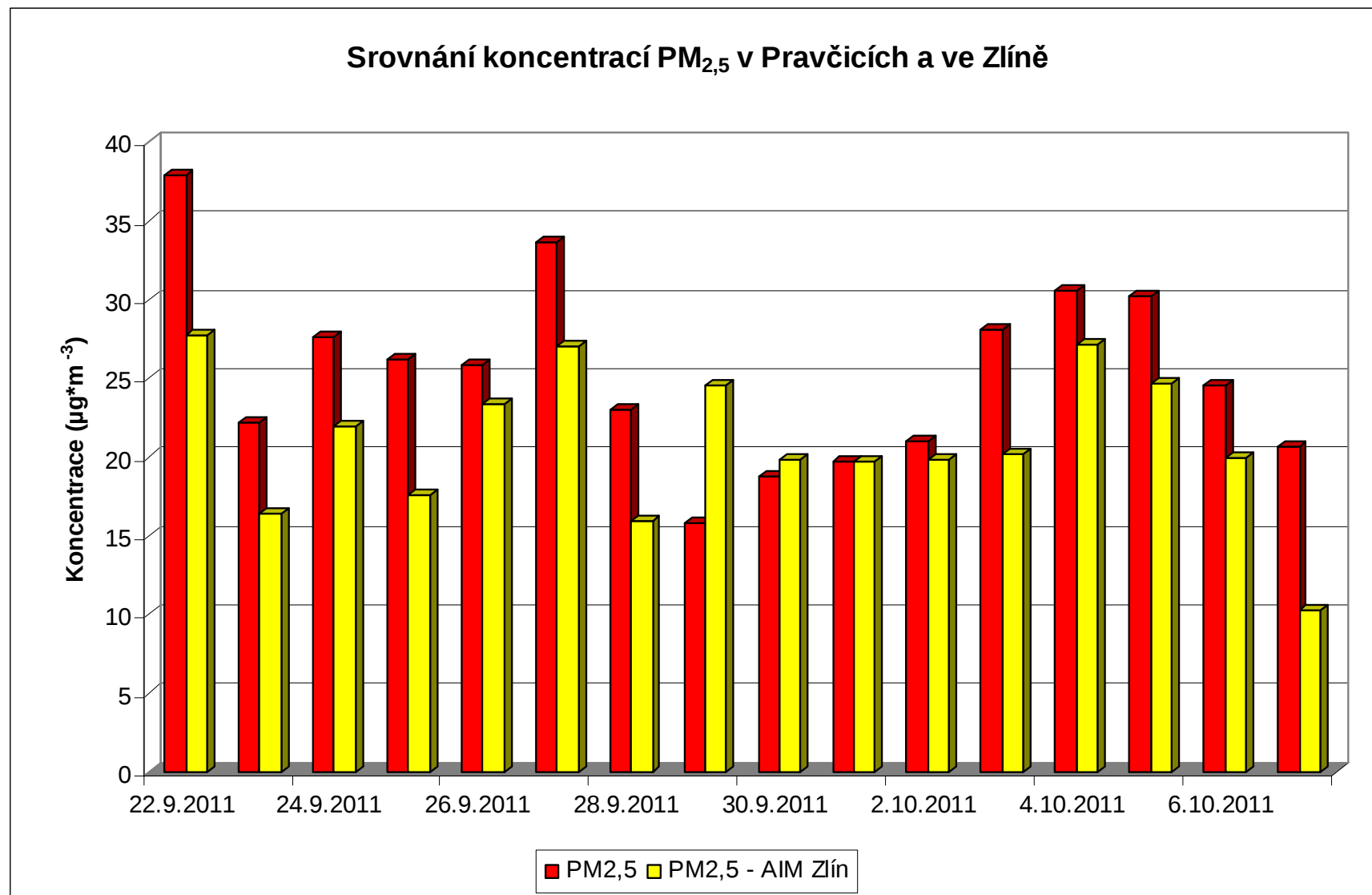
Obr. 15. Průměrné 24hodinové koncentrace PM v lokalitě Pravčice, 22.9.-7.10.2011



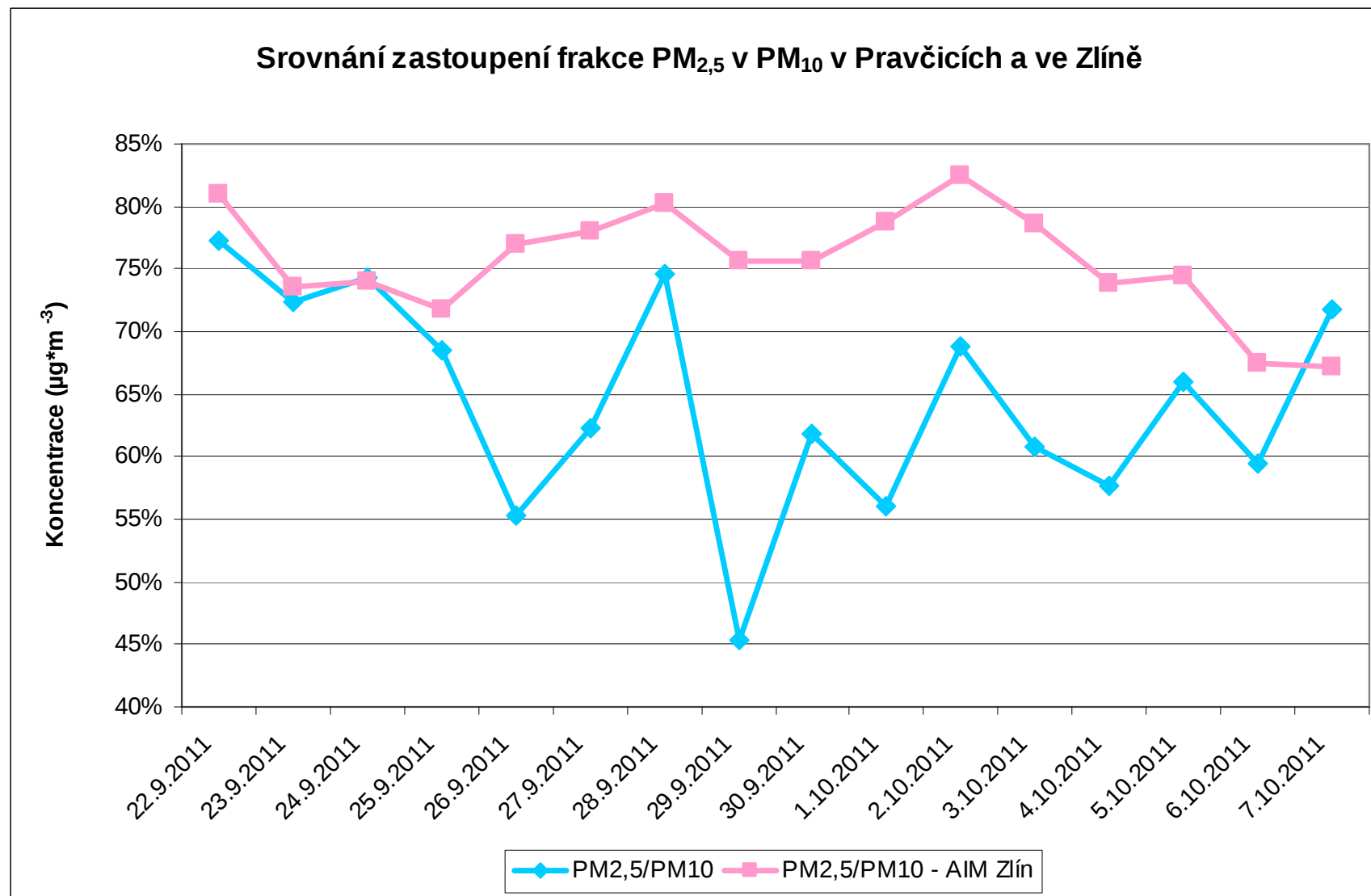
Obr. 16. Srovnání průměrných 24h koncentrací PM_{10} v Pravčicích a Zlíně (AIM Zlín)



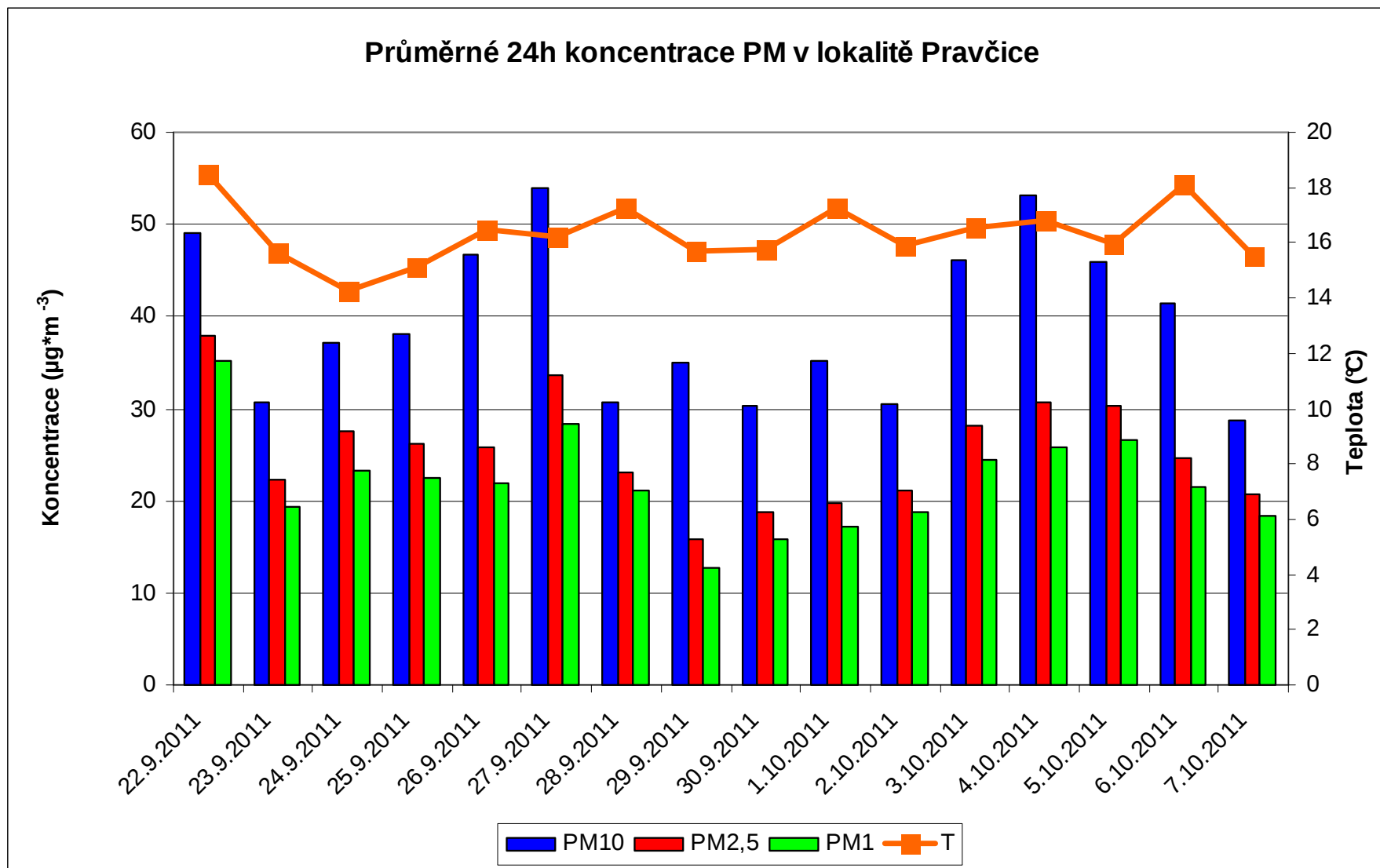
Obr. 17. Srovnání průměrných 24h koncentrací $PM_{2,5}$ v Pravčicích a Zlíně (AIM Zlín)



Obr. 18. Relativní zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} – srovnání lokalit Pravčice a Zlín (AIM Zlín)



Obr. 19. Vztah průměrných 24h koncentrací PM v lokalitě Pravčice a průměrné 24h teploty ovzduší



3.1.5 Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší

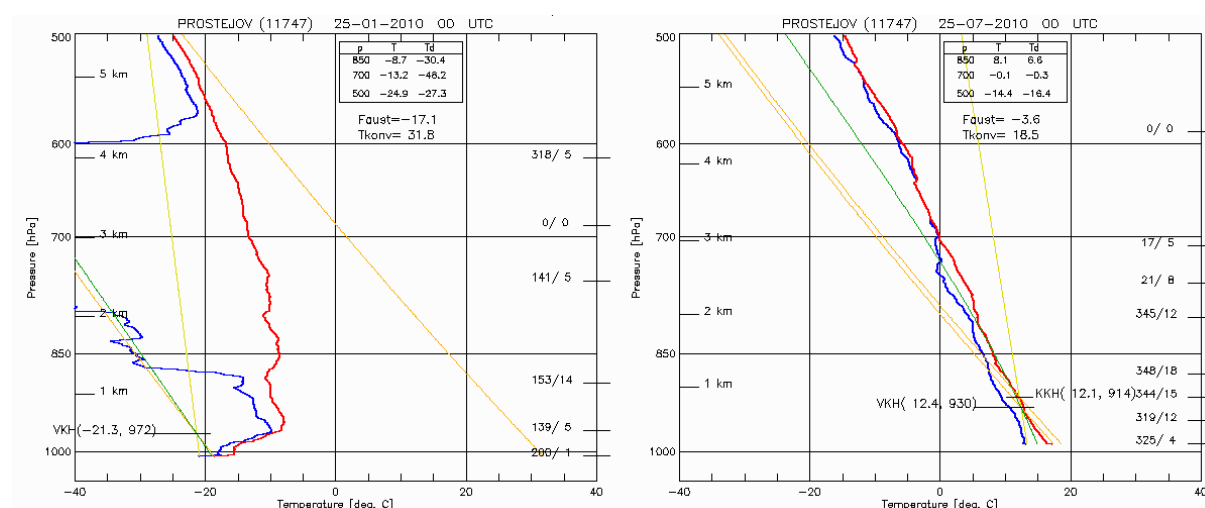
Počasí, meteorologické podmínky a s nimi související rozptylové podmínky se výrazně promítají do kvality ovzduší a úrovně pozadových koncentrací jednotlivých škodlivin. Vliv je jednak primární, zastoupený fyzikálně – chemickými procesy probíhajícími v atmosféře, a rovněž sekundární, kdy je zdrojem převážně antropogenní činnost.

Do první kategorie, mající primární vliv na kvalitu ovzduší, lze zařadit zejména teplotní inverze (stabilní atmosféra), teplota vzduchu, vlhkost vzduchu a samozřejmě rychlost a směr proudění větru. Negativně se může v kvalitě ovzduší odrazit rovněž delší absence srážek.

Druhá kategorie je pak zejména reprezentována délkou topné sezóny v závislosti na délce zimy a teplotách v zimním období.

Teplotní inverze, tj. případy, kdy v určité vrstvě ovzduší teplota roste s výškou (Obr. 20), představují nejstabilnější typ stavu atmosféry, silně potlačující vertikální pohyby a promíchávání ve vzduchových hmotách, čímž omezují rozptyl znečišťujících látek v ovzduší [19].

Obr. 20. Vertikální profil atmosféry – vlevo inverze, vpravo ne



Teplota je na obrázcích vyznačena červenou křivkou

Při teplotních inverzích tak dochází ke kumulaci škodlivin pod hranicí teplotní inverze – situace připomíná hrnec s pokličkou, kdy se pára hromadí pod pokličkou a nemůže se rozptýlit.

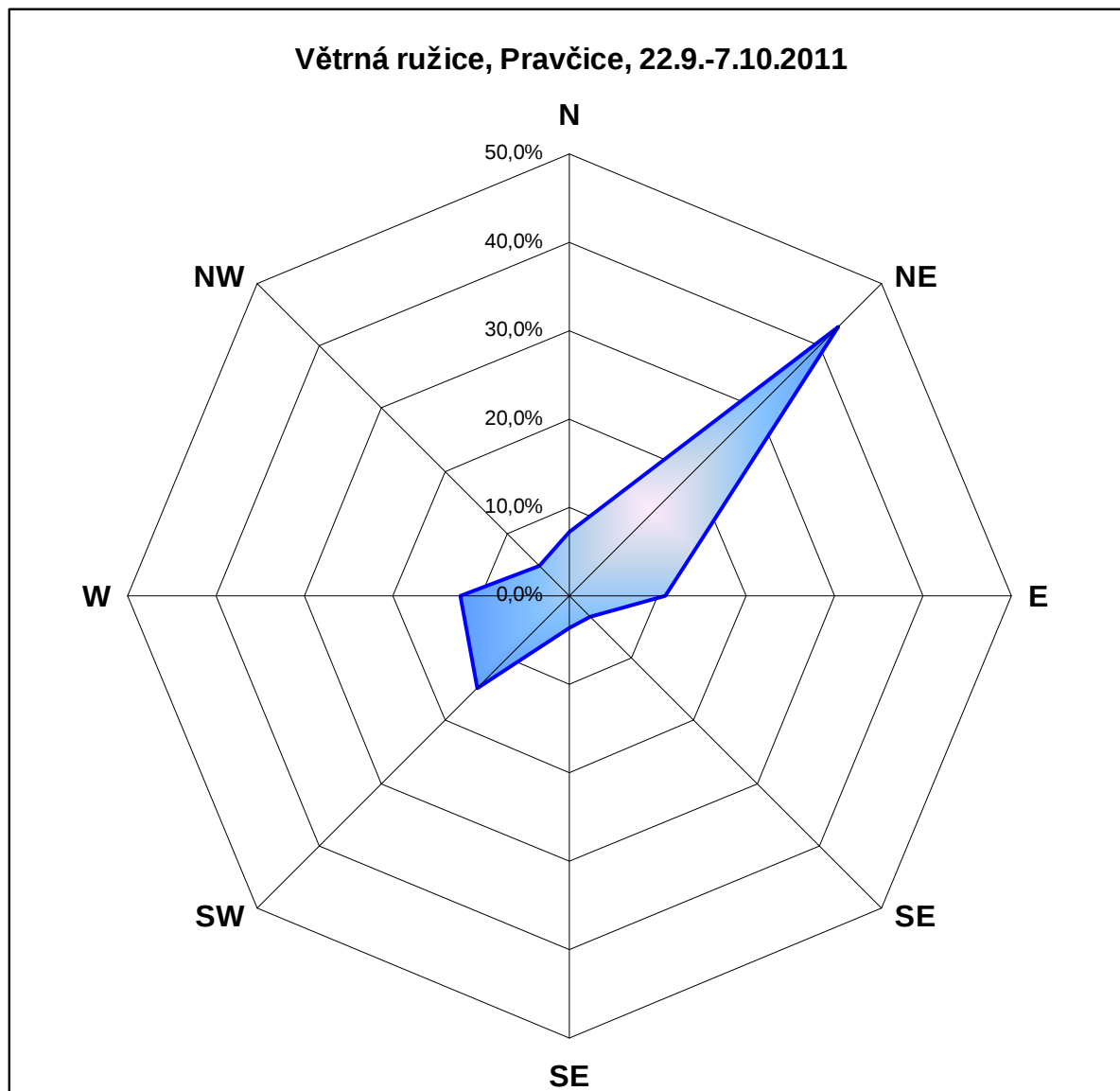
Jak již bylo u charakteristik inverzí naznačeno, nejčastěji se vyskytují v chladném (zimním) období roku. Dalším z faktorů ovlivňující kvalitu ovzduší, který působí především v chladném období roku, je vytápění domácností (REZZO 3). Společnou vlastností těchto faktorů je nemožnost jejich ovlivnění – stejně tak jako nelze ovládat počasí, nelze zatím v ČR kontrolovat, co spalují malé zdroje. I proto je jejich podíl na celkových emisích Zlínského kraje vyšší, než např. podíl zvláště velkých a velkých zdrojů (REZZO 1), a to přesto, že na rozdíl od REZZO 1, které jsou v provozu celý rok, jsou REZZO 3 v provozu zejména v chladné části roku. Spolu s těmito faktory pak souvisí i kvalita ovzduší, která je v chladné části roku nejhorší.

Mimo rozptylových podmínek hrají velmi důležitou roli z hlediska vlivu na kvalitu ovzduší i další meteorologické prvky. Velmi důležitým faktorem je teplota ovzduší. S klesající teplotou

nejen že roste koncentrace suspendovaných částic v ovzduší, ale mění se i velikostní distribuce těchto částic [17]. Vliv teploty na koncentrace částic v ovzduší v lokalitě Pravčice dokumentuje Obr. 19. Během ambulantního měření nedocházelo k přílišným výkyvům teplot, a proto i trendy koncentrací PM nevykazovaly prudké změny a byly spíše ovlivněny aktuálními rozptylovými podmínkami, směrem větru a pochopitelně zdroji (pálení listí, vytápění atp.).

Svůj vliv mohl mít na koncentrace PM i dálkový přenos. Z větrné ružice na Obr. 21 je patrné, že naprosto převládalo severovýchodní proudění, vzduch tedy mohl přenášet znečištění z Polska a Moravskoslezského kraje.

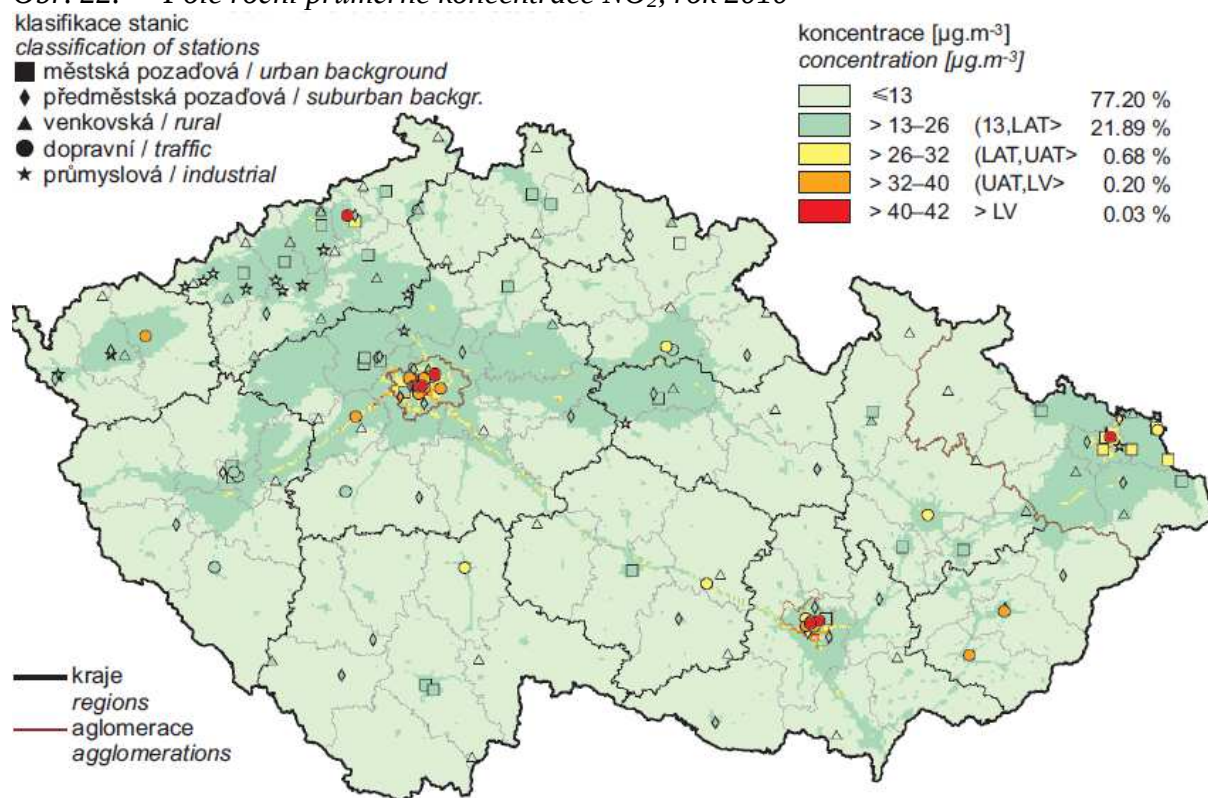
Obr. 21. Větrná ružice, Pravčice, 22.9. – 7.10.2011



3.2 Oxid dusičitý NO₂

Oxidy dusíku jsou v Zlínském kraji obdobně jako v celé ČR emitovány zejména z mobilních zdrojů REZZO 4 – z dopravy (78 %). Dalším relevantním zdrojem emisí jsou rovněž zvláště velké a velké zdroje REZZO 1 (17 %). Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku NO_x rozumí směs oxidu dusnatého NO a oxidu dusičitého NO₂. Imisní limit pro ochranu zdraví lidí je stanoven pro NO₂, limit pro ochranu ekosystémů a vegetace je stanoven pro NO_x. Z Obr. 22 je patrné, že většina ČR se pohybuje pod dolní mezí pro posuzování, zvýšené koncentrace jsou měřeny pouze v aglomeracích silně zatížených dopravou (Praha, Brno, Ostrava) popř. zvýšené koncentrace jsou rovněž měřeny na dopravních stanicích – zástupcem hot-spot dopravní stanice v Zlínském kraji je stanice Brno – Úvoz (hot-spot) a dále se jedná zejména o stanice Města Brna – lokality Brno-Svatoplukova, Zvonařka, Výstaviště.

Obr. 22. Pole roční průměrné koncentrace NO₂, rok 2010



Tab. 7. Platné imisní limity pro ochranu zdraví lidí z hlediska NO₂ [6]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
Oxid dusičitý NO ₂	1 hodina	200 μg*m ⁻³	140 μg*m ⁻³	100 μg*m ⁻³	18
Oxid dusičitý NO ₂	1 kalendářní rok	40 μg*m ⁻³	32 μg*m ⁻³	26 μg*m ⁻³	

Tab. 7 zobrazuje platné imisní limity pro ochranu zdraví lidí z hlediska oxidu dusičitého.

3.2.1 Zdravotní aspekty

Oxid dusičitý se nachází v životním prostředí ve formě plynu. Proto je jedinou relevantní cestou expozice lidí vdechování, ať už je zdrojem venkovní či vnitřní ovzduší nebo cigaretový kouř. Při vdechování může být absorbováno 80 až 90% oxidu dusičitého. Významná část vdechnutého oxidu dusičitého je zachycována a odstraňována v nosohltanu. Experimentální studie ukázaly, že i oxid dusičitý a jeho chemické produkty však mohou zůstat v plicích velmi dlouho. Po expozicích oxidu dusičitému byly v krvi a v moči pozorovány kyselina dusičná a dusitá a jejich soli

NO₂ působí jako silný oxidant oxidující polysaturované mastné kyseliny buněčných membrán stejně dobře jako funkční skupiny proteinů, ať už rozpustných bílkovin v buněčné cytoplazmě či proteinové komplexy v buněčných membránách. Tyto oxidační reakce (zprostředkované volnými radikály) jsou mechanismem, při kterém NO₂ uplatňuje přímou toxicitu na plicní buňky. Dále NO₂ ovlivňuje funkční a biochemickou aktivitu plicních buněk, alveolárních mikrofágů uplatňujících se při plicní clearance, imunologickou způsobilost včetně náchylnosti k respiračním chorobám a stupeň mukociliárního clearance.

Podle epidemiologických studií dlouhodobě zvýšená expozice oxidu dusičitému vede k redukci plicní funkce u dětské populace a u astmatiků zvyšují počet bronchitických symptomů. Početná vyšetření vlivu oxidu dusičitého na funkci plic u normálních, bronchitických i astmatických jedinců provedená za kontrolovaných podmínek jasně ukázala, že krátké expozice oxidu dusičitému (trvajících 10 až 15 minut) při koncentracích 3000 až 9400 $\mu\text{g.m}^{-3}$ vyvolávají změny funkce plic u obou skupin populace. Koncentrace pohybující se kolem 2800-3800 $\mu\text{g.m}^{-3}$ po dobu 2-3h jsou spojována se zvýšenou citlivostí dýchacích cest na bronchokonstriktory a koncentrace nad 3800 $\mu\text{g.m}^{-3}$ s expozicí 1 až 3 h již způsobují změny plicní funkce jako např. zvýšený odpor dýchacích cest. Nicméně početné toxikologické studie sledující vliv krátkodobé (1h) expozice NO₂ spojují již koncentrace nad 500 $\mu\text{g.m}^{-3}$ s akutními zdravotními komplikacemi respiračního systému. A ačkoliv nejnižší hodinové koncentrace NO₂ mající přímý vliv na plicní funkci u astmatiků se pohybují kolem 560 $\mu\text{g.m}^{-3}$, pak některé studie týkající se bronchiální citlivosti mezi astmatiky naznačují zvýšení citlivosti i při koncentracích nad 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Na základě těchto studií je Světovou zdravotnickou organizací (WHO) doporučena maximální 1 h koncentrace NO₂ rovna 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ a průměrná roční koncentrace 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$.

V současné době převládá názor, že pro dlouhodobé účinky vzhledem k přítomnosti dalších interferujících škodlivin jako je PM₁₀, O₃, SO₂ neexistují dostatečné podklady pro spolehlivé stanovení nejnižší prahové koncentrace, při kterých lze pozorovat účinky na zdraví.

3.2.2 Vývoj koncentrací NO₂ v zóně Zlínský kraj

Z mapy uvedené na Obr. 22 vyplývá, že v zóně Zlínský kraj nedochází k překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci NO₂.

V zóně Zlínský kraj probíhá v současnosti měření NO₂ na 4 stanicích imisního monitoringu. Z toho 3 stanic spravuje ČHMÚ a tyto měření spadají pod akreditaci dle technické normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 – zkušební laboratoř 1460.

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměrných ročních koncentrací NO₂ a 19. nejvyšší hodinové koncentrace NO₂, na které se vztahuje imisní limit dle NV 597/2006 Sb.

Tab. 8. Průměrné roční koncentrace NO₂, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace NO ₂ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku									
Kroměříž-ZÚ				18,85	20,07	15,99	10,69		
Štítná n.Vláří	10,37								
Uherské Hradiště			36,56	37,00	38,11	34,68	33,47	34,60	33,40
Valašské Meziříčí - Masarykova					26,44				
Vsetín - hvězdárna		14,73	11,50	16,48	16,06	13,03	12,34	13,00	13,90
Zlín			18,01	19,83	20,62	17,51	16,92	17,40	18,40
Zlín-Svit				27,03	34,93	40,22	37,29		33,60

Tab. 9. 19. nejvyšší hodinová koncentrace NO₂, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

19. nejvyšší hodinová koncentrace NO ₂ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Štítná n.Vláří	39,44								
Uherské Hradiště			95,46	108,08	138,11	100,24	91,82	105,20	112,30
Valašské Meziříčí - Masarykova					111,50				
Zlín			69,44	83,98	122,23	66,38	65,61	86,50	106,40
Zlín-Svit				89,50	95,00	123,50	117,50	110,50	138,00

3.2.3 Vyhodnocení ambulantního měření NO₂ v Pravčicích

V případě NO₂ je zcela jasné, že zvýšené koncentrace jsou měřeny pouze na dopravních stanicích, kde se vyskytuje již poměrně intenzivní doprava.

V lokalitě Pravčice se měřilo automatickým kontinuálním analyzátozem, proto byly kromě informací o koncentracích NO₂ k dispozici rovněž informace o koncentracích NO a NO_x. Průměrné 24hodinové koncentrace NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Pravčice jsou uvedeny v Tab. 10.

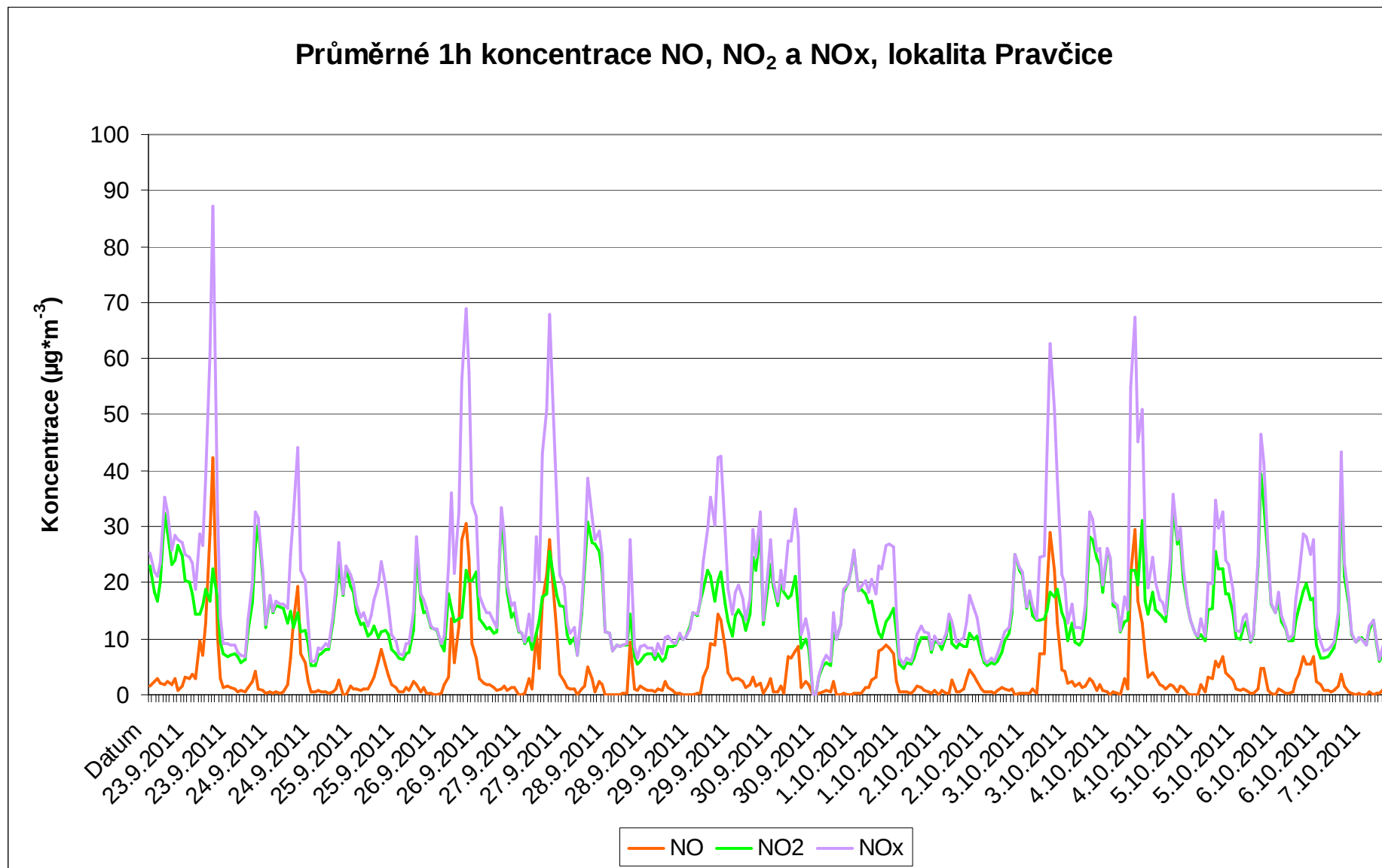
Tab. 10. Průměrné 24hodinové koncentrace NO, NO₂ a NO_x, lokalita Pravčice

Datum	NO	NO ₂	NO _x
	μg*m ⁻³	μg*m ⁻³	μg*m ⁻³
22.9.2011	2,3	23,3	26,8
23.9.2011	6,0	15,4	24,7
24.9.2011	2,8	13,0	17,2
25.9.2011	2,0	12,7	15,7
26.9.2011	6,3	15,5	25,1
27.9.2011	5,8	15,8	24,7
28.9.2011	1,1	9,6	11,3
29.9.2011	3,7	16,5	22,1
30.9.2011	2,0	12,7	15,7
1.10.2011	2,5	12,4	16,2
2.10.2011	1,1	9,6	11,3
3.10.2011	5,3	16,5	24,7
4.10.2011	4,8	19,5	26,9
5.10.2011	2,2	17,0	20,3
6.10.2011	2,0	14,0	17,0
7.10.2011	0,3	9,5	9,9

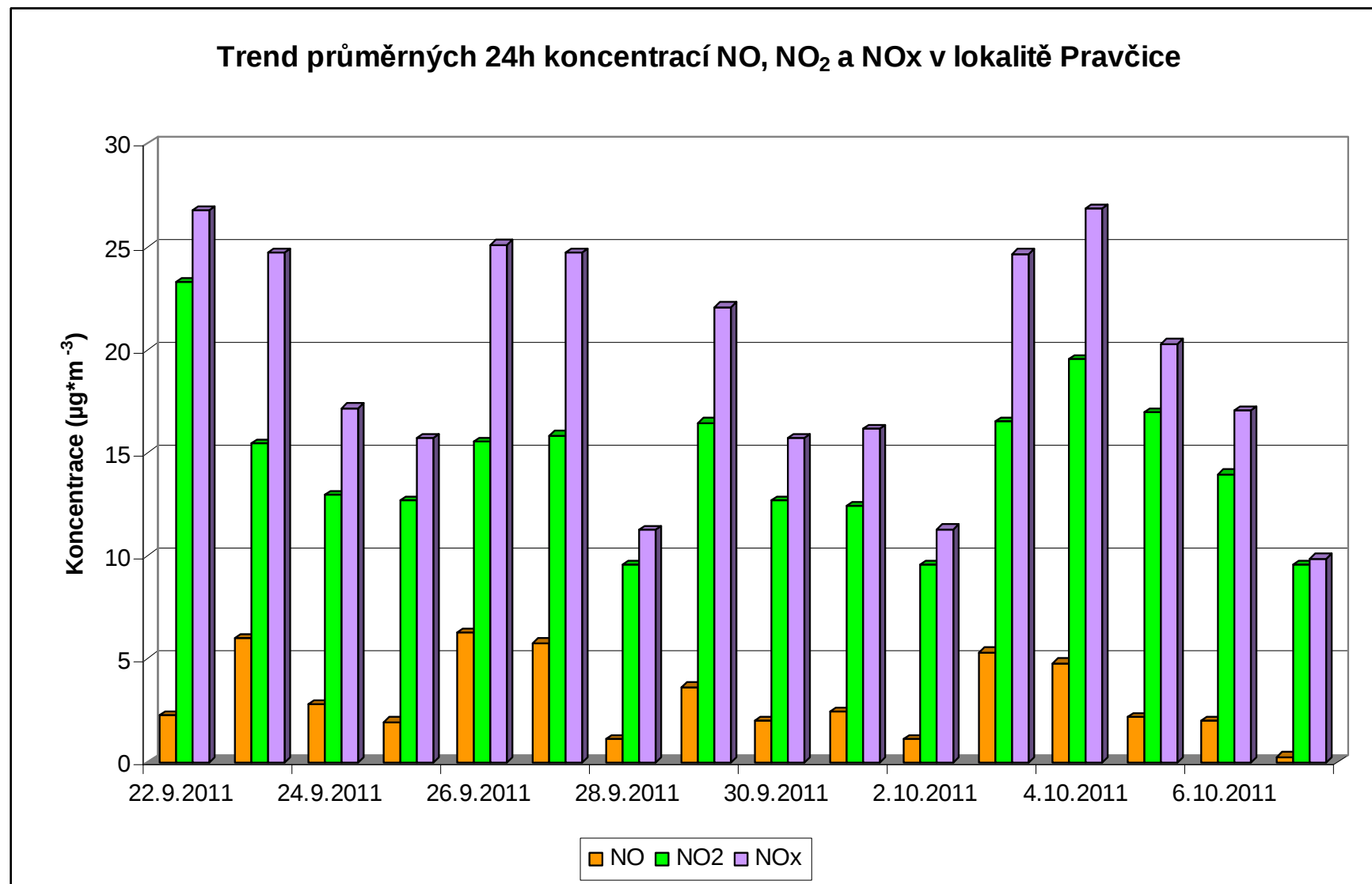
V následujících grafech jsou zobrazeny trendy koncentrací oxidů dusíku naměřených po čas ambulantního měření. Graf Obr. 23 znázorňuje trend hodinových koncentrací NO, NO₂ a NO_x. Za všimnutí stojí poměrně pravidelné píky NO (které se odráží i v NO_x). Tyto píky se zpravidla vyskytují kolem 9. či 10. hodiny ránní a naznačují zvýšený vliv dopravy. Následující Obr. 24 znázorňuje průměrné 24hodinové koncentrace NO, NO₂ a NO_x, na Obr. 25 jsou pak průměrné 24hodinové koncentrace NO₂ naměřené v Pravčicích srovnány se stanicí AIM ve Zlíně. Z grafu je patrné, že trend i naměřené koncentrace jsou velmi podobné. Automatizované stanice zpravidla neměří pouze NO₂, ale rovněž NO (oxid dusnatý) a NO_x (suma NO a NO₂). Zdrojem NO je převážně doprava, proto je na automatizovaných stanicích možné odhadnout ovlivnění dopravou z poměru NO ku NO₂. Tento poměr pro lokality Pravčice a Zlín znázorňuje Obr. 26.

Z obrázku je patrné, že až na výjimky jsou lokality velmi podobné – s minimálním ovlivněním dopravou. Na dopravně zatížených stanicích (jako je např. AIM Uherské Hradiště) se tento poměr pohybuje kolem 1. Naopak nízké hodnoty kolem 0,2 charakterizují pozadřovou lokalitu. V křivce z Pravčic je patrné, že zejména ve dnech 23., 26., 27.9. a 3.10. k drobnému ovlivnění dopravou přeci jen došlo – jedná se právě o ty píky NO mezi 9 a 10 hodinou ránní, které mírně zvyšují poměr [NO] / [NO₂].

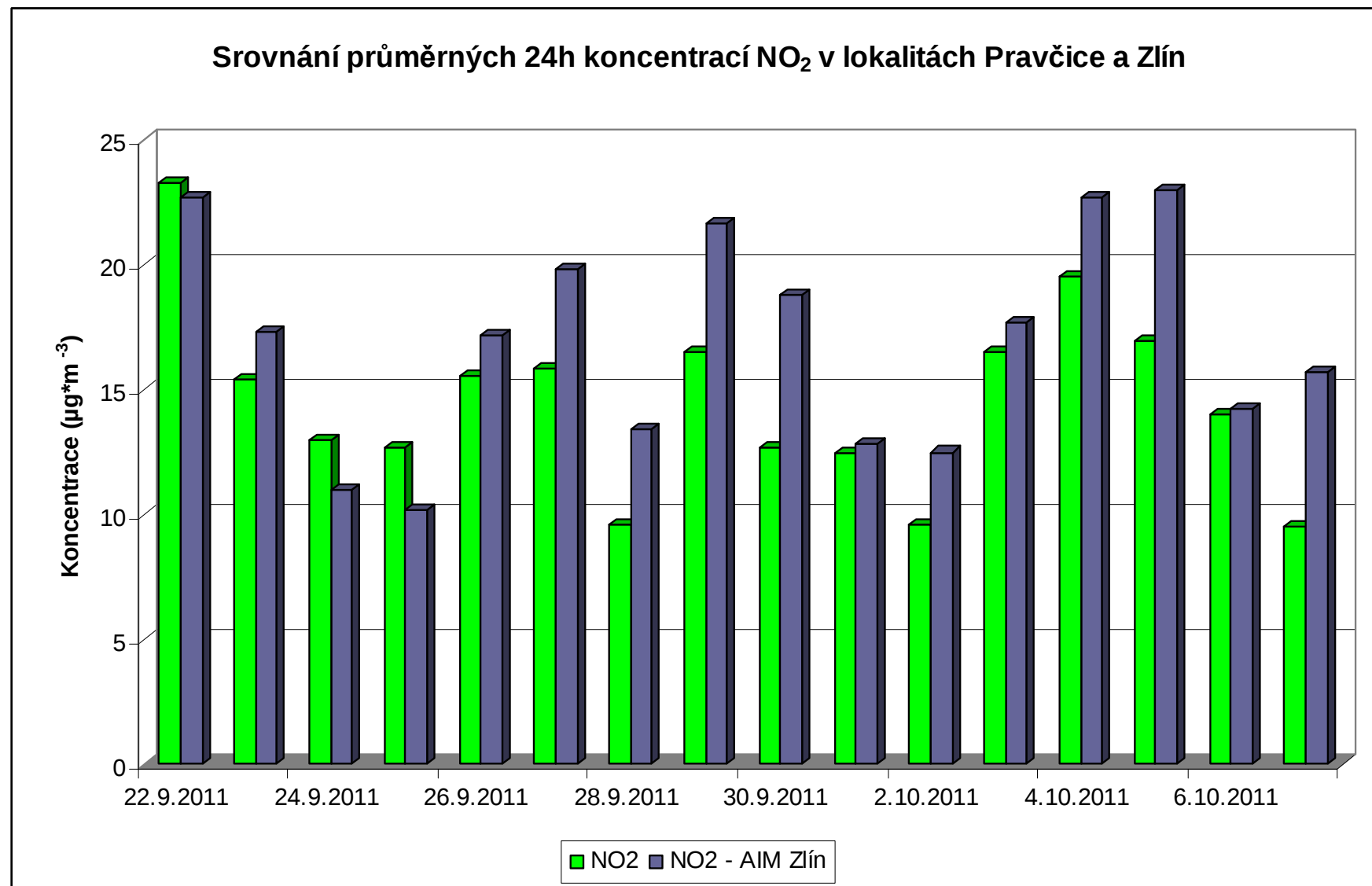
Obr. 23. Průměrné hodinové koncentrace NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Pravčice



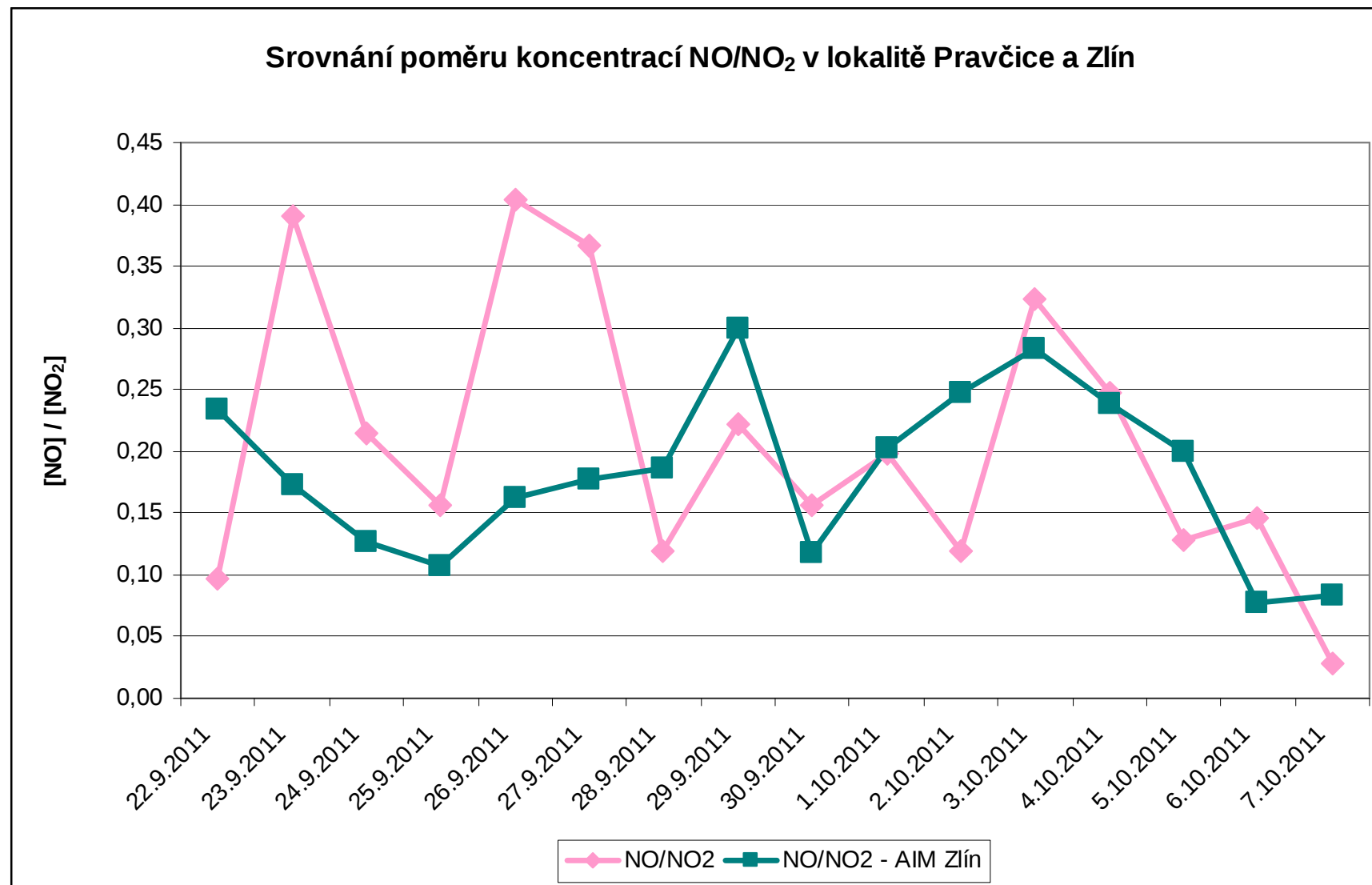
Obr. 24. Průměrné 24h koncentrace NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Pravčice



Obr. 25. Srovnání průměrných 24h koncentrací NO_2 v lokalitě Pravčice a Zlín (AIM Zlín)



Obr. 26. Srovnání poměru koncentrací NO/NO₂ v lokalitě Pravčice a Zlín (AIM Zlín)



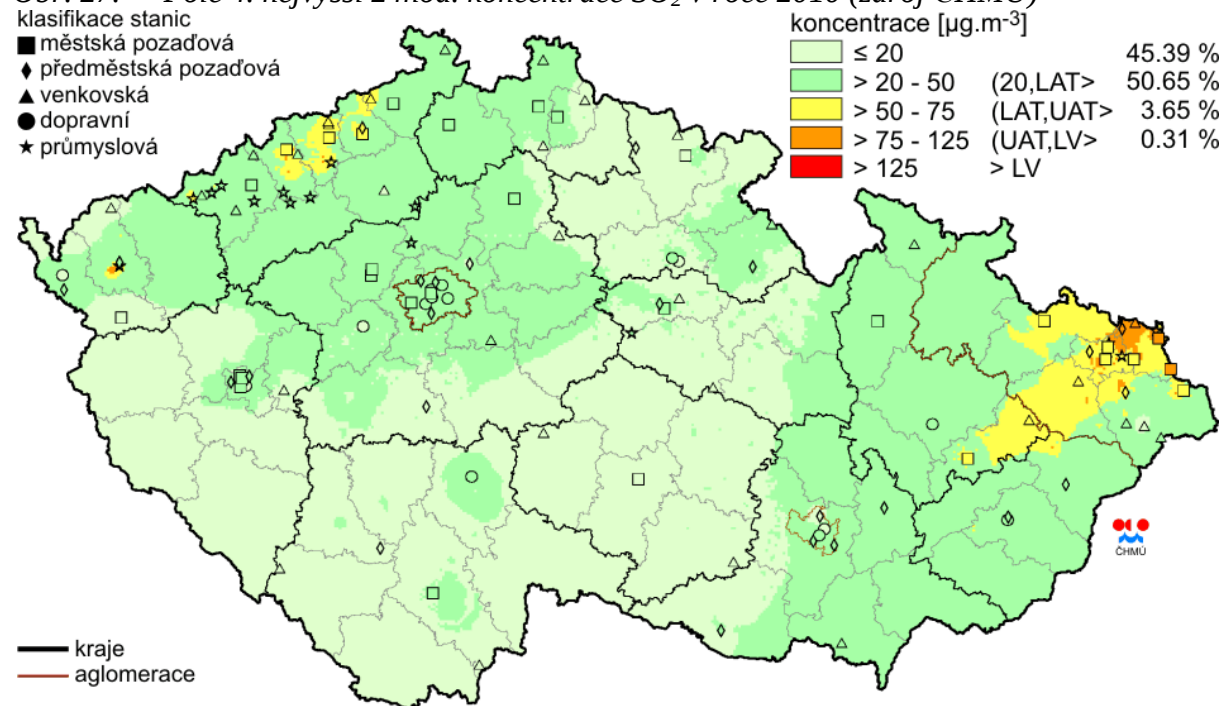
3.3 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý (SO_2) je dráždivá látka, která způsobuje zhoršení plicních funkcí a změnu plicní kapacity.

Stanovený imisní limit pro ochranu zdraví pro 24-hodinovou koncentraci SO_2 nebyl v roce 2007 na území zóny Zlínský kraj překročen.

Pouze na cca 4 % území ČR přesahovaly koncentrace SO_2 dolní mez pro posuzování (LAT). Na žádném měřicím místě nebyl překročen hodinový imisní limit $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Z hlediska zóny Zlínský kraj nebyla dolní mez pro posuzování překročena nikde.

Obr. 27. Pole 4. nejvyšší 24hod. koncentrace SO_2 v roce 2010 (zdroj ČHMÚ)



Pole 4. nejvyšší 24hod. koncentrace oxidu siřičitého v roce 2010

Oxid siřičitý má dle NV 597/2006 Sb. 2 imisní limity pro ochranu zdraví obyvatelstva:

Tab. 11. Platné imisní limity pro ochranu zdraví lidí z hlediska SO_2 [6]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
Oxid siřičitý SO_2	1 hodina	$350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	-	-	24
Oxid siřičitý SO_2	24 hodin	$125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	$75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	$50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	3

3.3.1 Vývoj koncentrací SO₂ v zóně Zlínský kraj

V následujících tabulkách jsou uvedeny průměrné roční koncentrace SO₂ ve Zlínském kraji (nemá již imisní limit), dále pak 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace (imisní limit) a 25. nejvyšší hodinové koncentrace (imisní limit) od roku 2002.

Tab. 12. Průměrné roční koncentrace SO₂, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace SO ₂ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku			2,54	3,18	3,97	2,08			
Kroměříž-ZÚ	2,09	2,95							
Štítná n.Vláří	8,62								
Uherské Hradiště			7,60	7,50	8,38	6,24			
Valašské Meziříčí - Masarykova					10,94				
Vsetín - hvězdárna	5,39		3,51	2,81	4,94	2,70	2,31	2,50	3,90
Zlín			6,32	7,64	8,64	6,70	4,93	5,60	7,40
Zlín-Svit				10,61	13,69	6,89	8,45		9,00

Tab. 13. 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace SO₂, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

4. nejvyšší 24hodinová koncentrace SO ₂ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku			13,00	21,00	22,00	3,00			
Kroměříž-ZÚ	5,00	15,00							
Štítná n.Vláří	46,68								
Uherské Hradiště			26,92	29,98	43,36	26,72	17,21		
Valašské Meziříčí - Masarykova					62,71				
Vsetín - hvězdárna	55,00		33,40	15,10	39,70	15,30	12,00	20,20	32,30
Zlín			27,92	24,92	52,10	22,05	14,36	25,80	42,70
Zlín-Svit			25,77	47,69	15,00	12,90	14,38	17,30	32,00

Tab. 14. 25. nejvyšší hodinové koncentrace SO₂, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

25. nejvyšší hodinová koncentrace SO ₂ (µg*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Štítná n.Vláří	80,73								
Uherské Hradiště			41,81	47,67	84,95	44,74	30,63		
Valašské Meziříčí - Masarykova					86,00				
Zlín			45,01	45,27	68,44	55,66	29,29	38,90	75,60
Zlín-Svit				60,50	75,00	37,00	21,50	24,00	49,00

3.3.2 Vyhodnocení ambulantního měření v lokalitě Pravčice

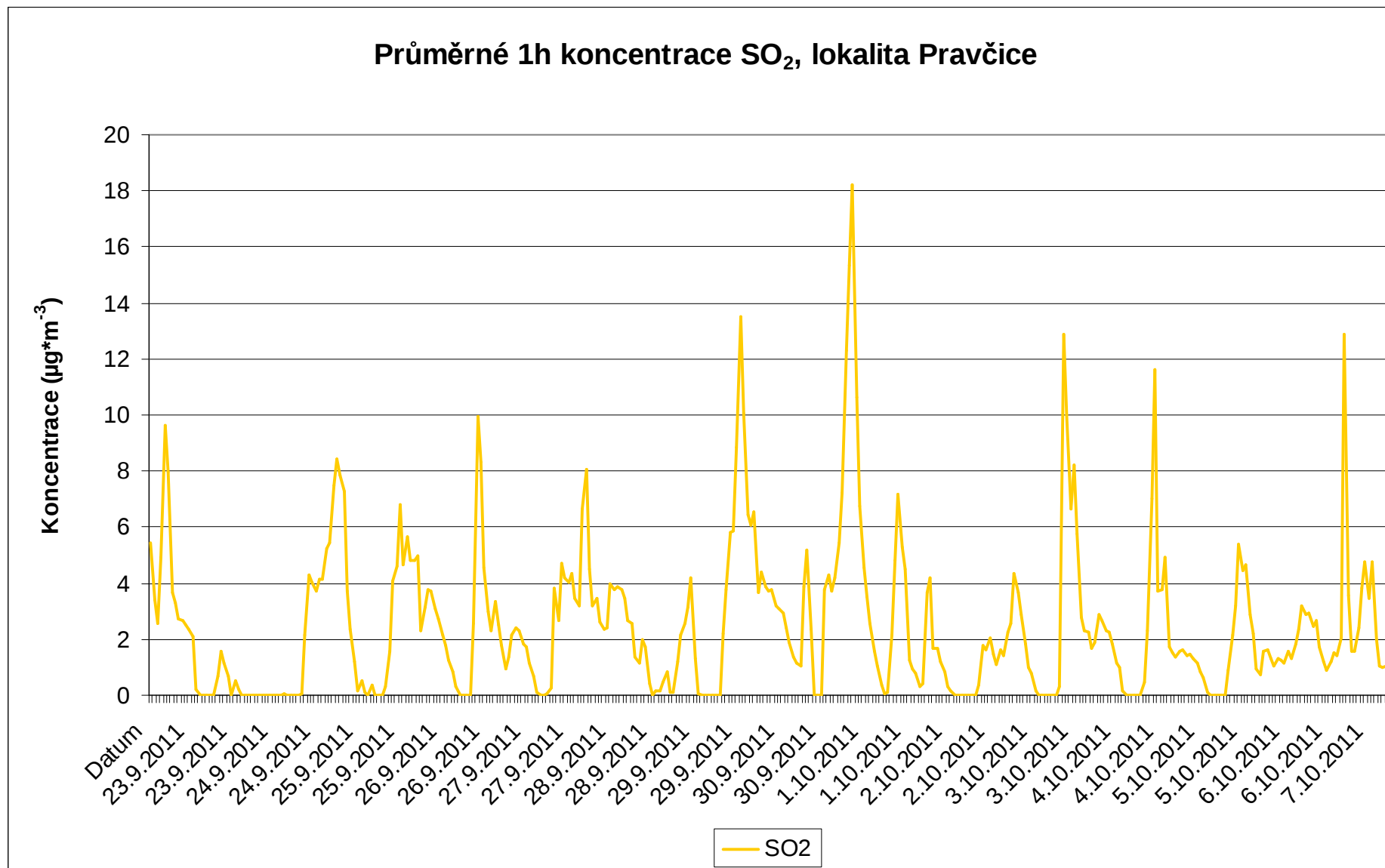
V lokalitě Pravčice se měřil SO₂ po celou dobu automatickým kontinuálním analyzátozem. V následující Tab. 15 jsou uvedeny průměrné 24hodinové koncentrace SO₂ naměřené po čas ambulantního měření. Již z tabulky je patrné, že koncentrace hluboko pod dolní mezí pro posuzování (50 µg*m⁻³), o imisním limitu nemluvě (125 µg*m⁻³).

Tab. 15. Průměrné 24hodinové koncentrace SO₂, lokalita Pravčice

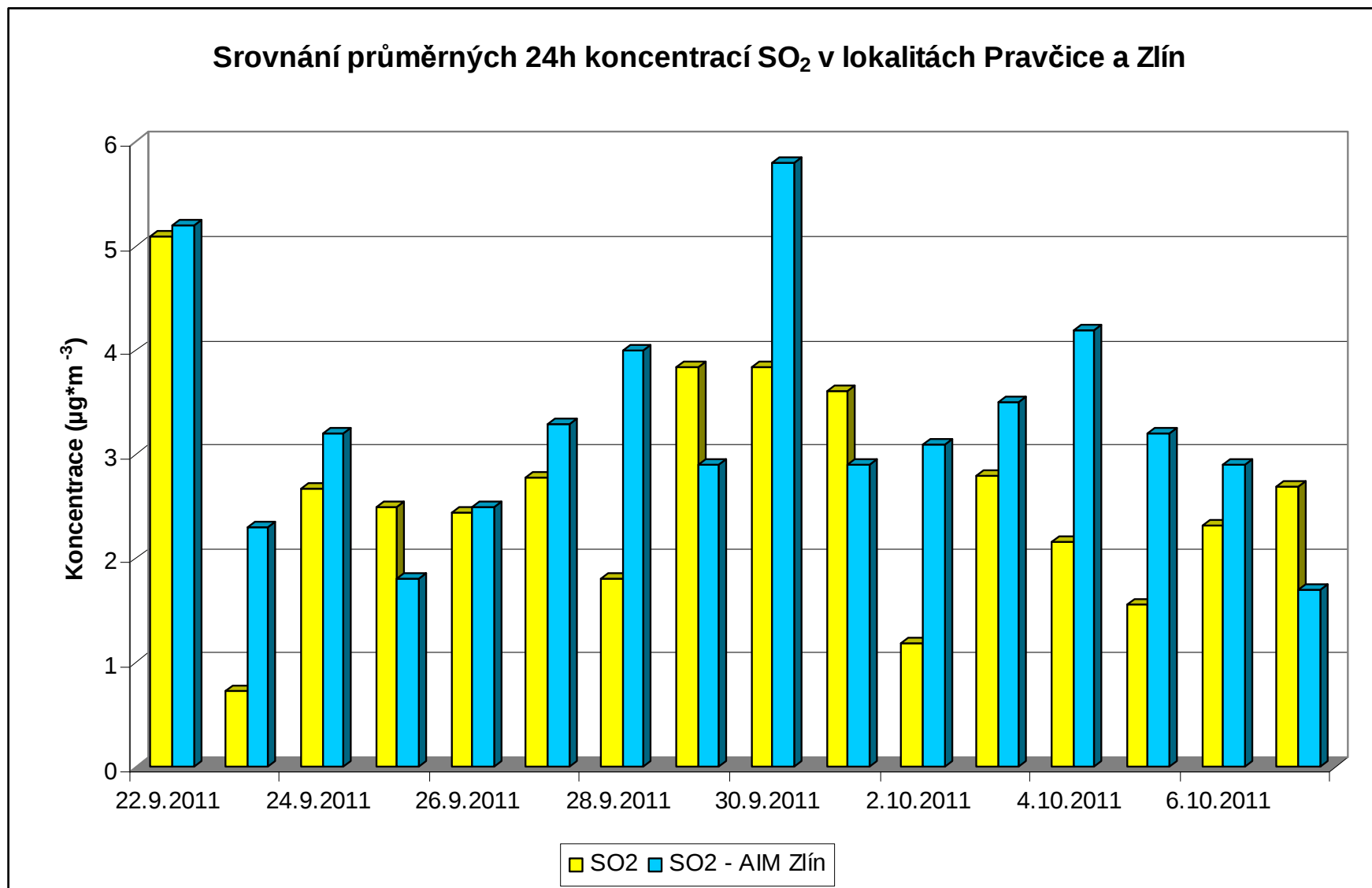
Datum	SO ₂
	µg*m ⁻³
22.9.2011	5,1
23.9.2011	0,7
24.9.2011	2,7
25.9.2011	2,5
26.9.2011	2,4
27.9.2011	2,8
28.9.2011	1,8
29.9.2011	3,8
30.9.2011	3,8
1.10.2011	3,6
2.10.2011	1,2
3.10.2011	2,8
4.10.2011	2,2
5.10.2011	1,6
6.10.2011	2,3
7.10.2011	2,7

V následujících grafech jsou zobrazeny trendy koncentrací SO₂ naměřené v Pravčicích včetně srovnání s automatickou stanicí imisního monitoringu ve Zlíně. Na Obr. 28 jsou zobrazeny průměrné hodinové koncentrace SO₂. Z měřítka grafu je patrné, že ani v tomto případě se hodnoty neblížili imisnímu limitu pro 1h koncentraci (350 µg*m⁻³). Z Obr. 29 je pak patrné, že průměrné 24hodinové koncentrace v Pravčicích i Zlíně se od sebe příliš neliší. Jak v Pravčicích, tak ve Zlíně jsou koncentrace SO₂ velmi nízké.

Obr. 28. Průměrné hodinové koncentrace SO₂, lokalita Pravčice



Obr. 29. Průměrné 24hodinové koncentrace SO_2 v lokalitě Pravčice a Zlín (AIM Zlín)



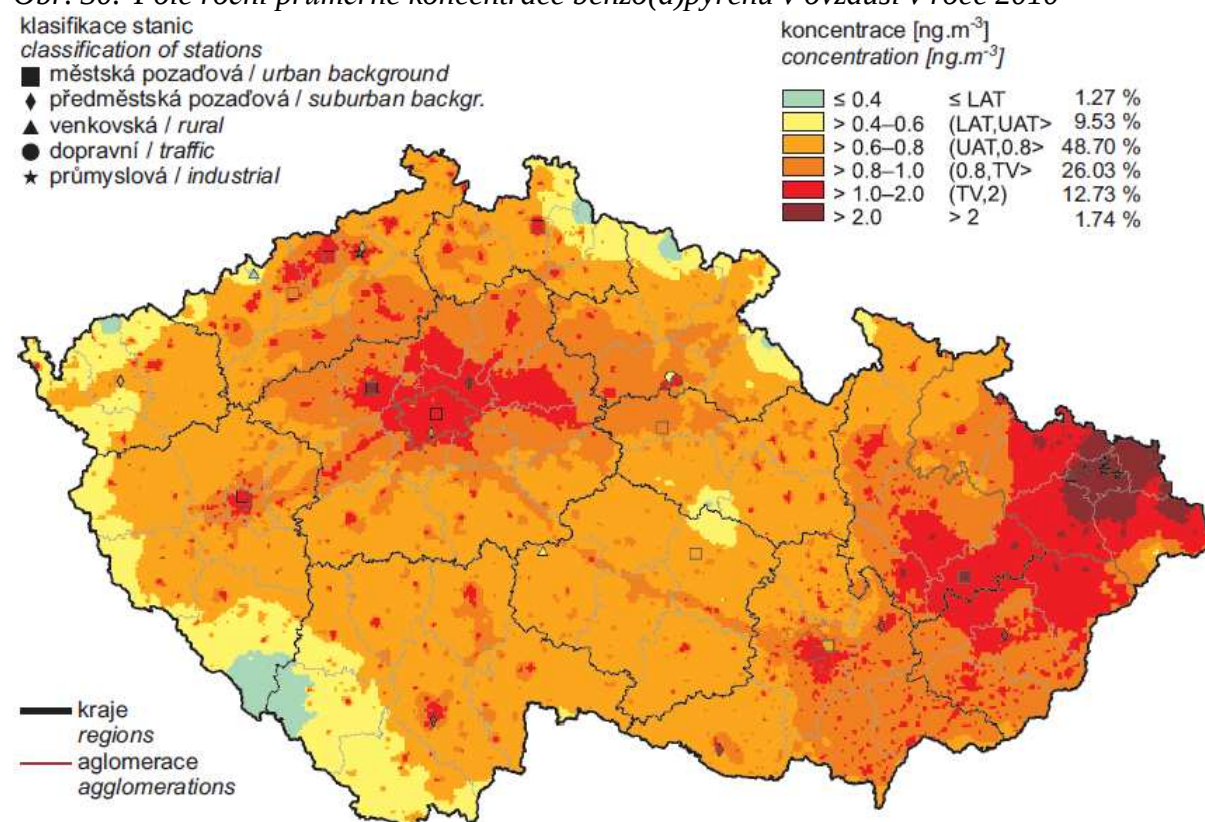
3.4 Polyaromatické uhlovodíky, benzo(a)pyren

Přírodní hladina pozadí benzo(a)pyrenu může být s výjimkou výskytu lesních požárů téměř nulová. Jeho antropogenním zdrojem, stejně jako ostatních polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH), jejichž je benzo(a)pyren představitelem pro hodnocení účinku na lidské zdraví, je jednak nedokonalé spalování fosilních paliv jak ve stacionárních (domácí topeniště) tak i v mobilních zdrojích (motory spalující naftu), ale také výroba koksu a železa. Benzo(a)pyren, stejně jako další PAH s 5 a více aromatickými jádry, je navázán především na částice menší než 2,5 μm .

U benzo(a)pyrenu, stejně jako u některých dalších PAH, jsou prokázány karcinogenní účinky na lidský organismus.

Cílový imisní limit pro benzo(a)pyren musí být splněn do 31.12.2012.

Obr. 30. Pole roční průměrné koncentrace benzo(a)pyrenu v ovzduší v roce 2010



Tab. 16. Platné cílové imisní limity pro ochranu zdraví lidí z hlediska BaP [6]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
Benzo(a)pyren B(a)P	1 kalendářní rok	1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	0,6 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	0,4 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	

3.4.1 Zdravotní aspekty

PAH jsou látky značně perzistentní, v životním prostředí mohou přetrvávat dlouhou dobu. Do organismu vstupují jak inhalací dýcháním, tak i zažívacím traktem, při dlouhodobém kontaktu s kůží mohou působit lokálně na vznik kožních tumorů. V organismu jsou přeměňovány na metabolity, které přímo interagují s řetězcí DNA a působí jejich změny. Jedná se tedy o látky mutagenní a karcinogenní. Nové studie lidí vystavených emisím PAH potvrzují značné zvýšení rizika onemocnění plicní rakovinou či rakovinou močového měchýře.

Benzo(a)pyren je referenční látkou skupiny s arbitrážně stanoveným jednotkovým faktorem rizika. Koncentrace ostatních látek se přepočítávají na koncentraci benzo(a)pyrenu pomocí tohoto faktoru.

Značná část z doposud identifikovaných více než 500 homologů (zejména 4 – 5 jaderných) jsou látky vysoce toxické, případně karcinogenní. Jako indikátor kontaminace prostředí karcinogenní organickou látkou byl přijat relativně konstantně se vyskytující B(a)P. Benzo(a)pyren je nejvýznamnějším zástupcem skupiny semivolatilních perzistentních uhlovodíků PAH (PAH) – polyaromatických uhlovodíků.

Pro jednotlivé PAH jsou odhadována různá rizika. Základním faktorem pro výpočet je obsah B(a)P ve směsi PAH. Odhad rizika expozicí PAH je založen na výsledcích epidemiologických studií. Riziko pro populaci bylo odhadnuto na 104 – 105 při celoživotní inhalaci 1 ng.m⁻³ benzo(a)pyrenu. Hodnota IHr 1 ng.m⁻³ je také přijata jako cílový imisní limit v české legislativě, jenž má být dosažen do konce roku 2012.

3.4.2 Vývoj koncentrací benzo(a)pyrenu v zóně Zlínský kraj

Z mapy uvedené na Obr. 30 vyplývá, že z hlediska B(a)P vyvstává zóně Zlínský kraj problém ve všech větších obcích, kde je zdrojem vytápění spalování pevných paliv a dále ve všech dopravou zatížených místech v kraji. Významným zdrojem je pak také dálkový přenos z Polska a Moravskoslezského kraje.

V zóně Zlínský kraj probíhá měření B(a)P pouze v lokalitě Zlín.

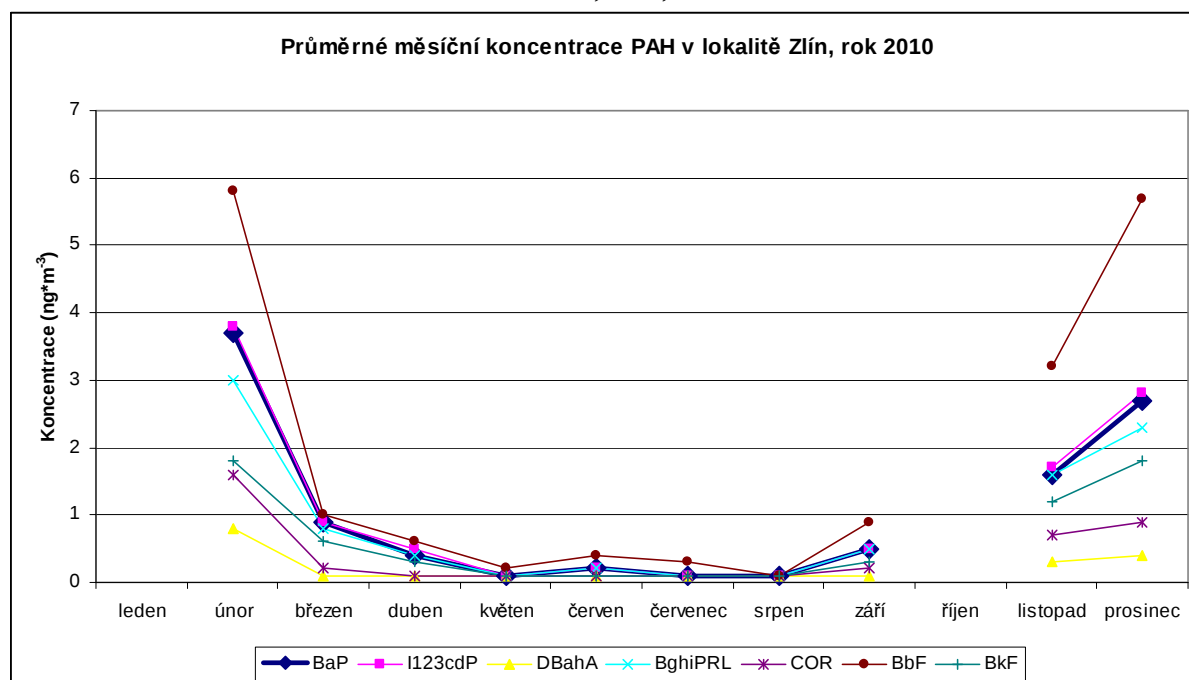
Tab. 17. Průměrná roční koncentrace benzo(a)pyrenu, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace B(a)P (ng*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Zlín				2,02		1,86	1,51	1,50	1,60

Benzo(a)pyren v lokalitě Zlín překračoval ve všech letech cílový imisní limit.

Následující Obr. 31 zobrazuje průměrné měsíční koncentrace v městské pozad'ové lokalitě Zlín. Z obrázku je patrné, že zhruba mezi dubnem až zářím jsou koncentrace všech měřených polyaromatických uhlovodíků velmi nízké, vyšší koncentrace jsou měřeny pouze v chladné části roku. To by naznačovalo vliv malých zdrojů – zejména vytápění domácností, jejichž provoz je aktivní rovněž v chladné části roku. Svou roli pochopitelně i v případě koncentrací PAH hrají meteorologické podmínky.

Obr. 31. Průměrná měsíční koncentrace PAH, Zlín, rok 2010



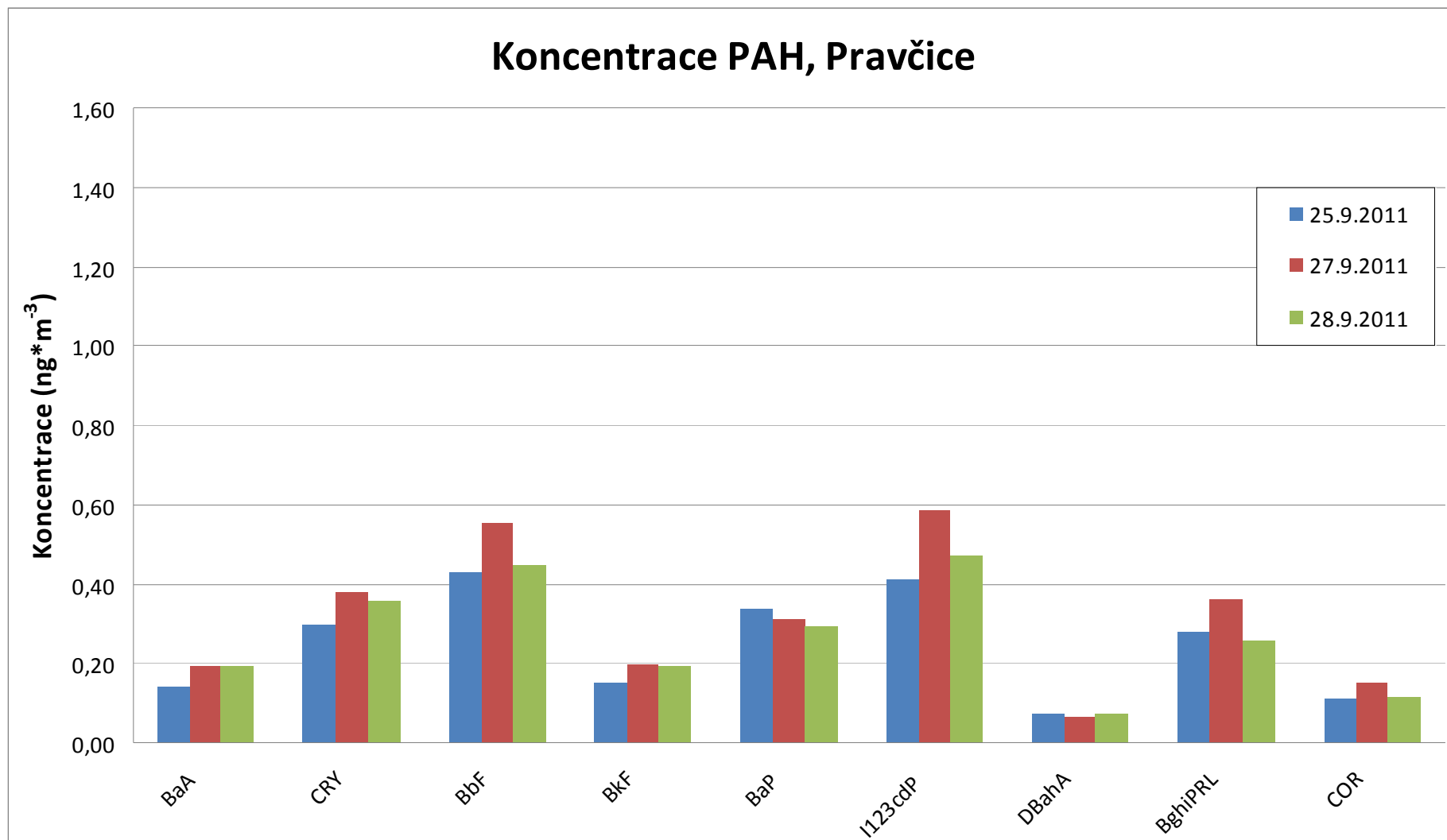
3.4.3 Vyhodnocení ambulantního měření PAH v Pravčicích

Vzhledem k náročnosti analýzy polyaromatických uhlovodíků (jak finanční, tak technické) proběhlo měření PAH v lokalitě Pravčice ve 3 dnech – 25.9. a 28.9. tak, aby se tato data shodovala s odběrovým kalendářem akreditovaného měření PAH ve Zlíně a kromě toho navíc ještě 27.9.

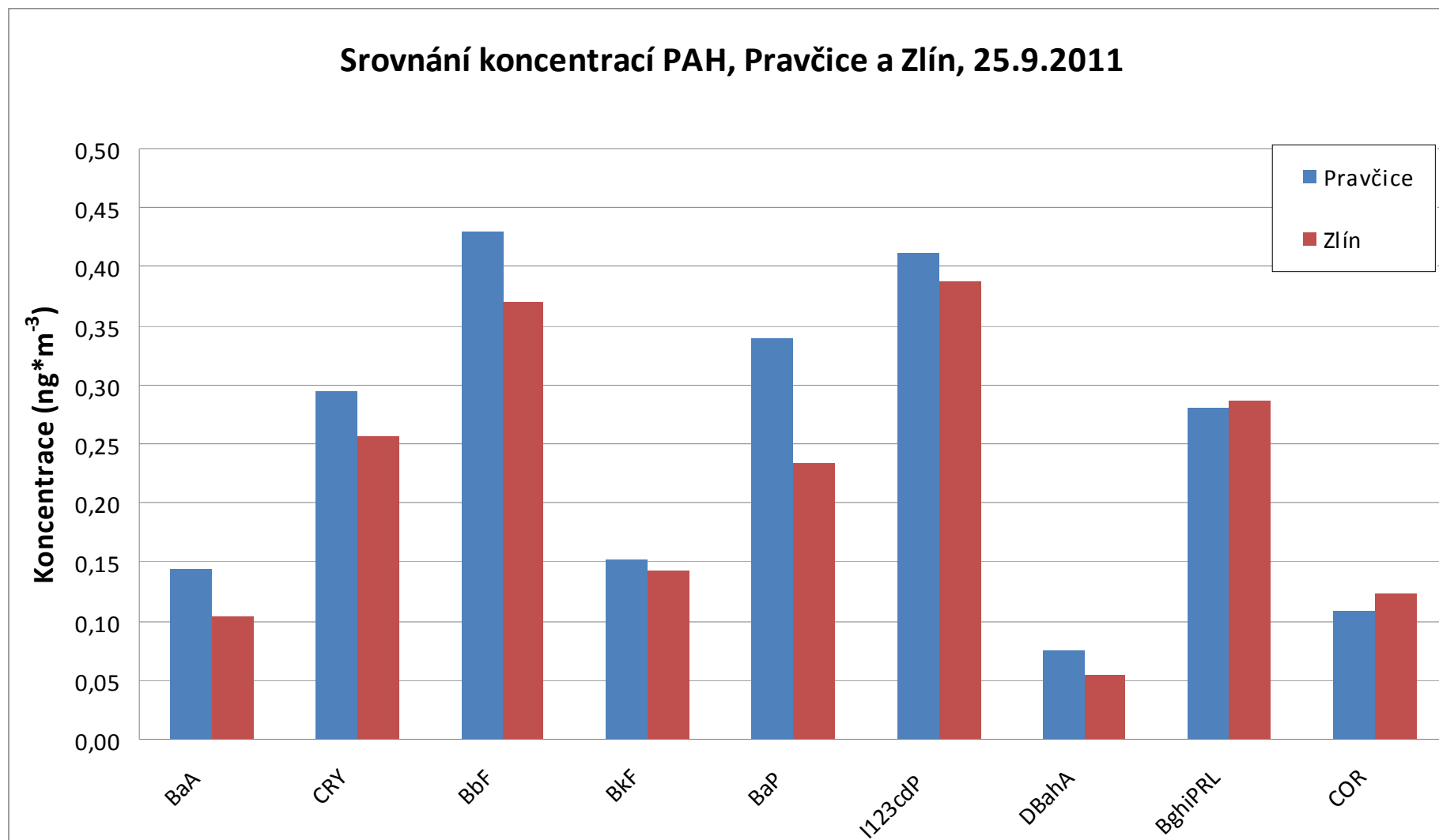
Výsledky jsou uvedeny v následujících grafech včetně srovnání s měřením ve Zlíně. Na Obr. 32 jsou uvedeny koncentrace jednotlivých PAH naměřených během ambulantního měření v Pravčicích. Obr. 33 a Obr. 34 pak nabízejí srovnání koncentrací v Pravčicích a ve Zlíně ve dnech 25.9. a 28.9.2011 (27.9.2011 se ve Zlíně PAH neodebíraly). Koncentrace PAH jsou zatím poměrně nízké – legislativou ošetřený benzo(a)pyren BaP má cílový imisní limit $1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ a v během měření se jeho koncentrace pohybovaly v intervalu $0,29\text{--}0,34 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$. Nízké hodnoty souvisely s poměrně pěkným a teplým podzimem, kdy doposud plně nezapočala topná sezóna. Koncentrace přibližně zapadají do křivky z roku 2010 na Obr. 31, kde je průměrná koncentrace BaP v září okolo $0,5 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$. Z křivky je patrný velký vliv topné sezóny a rozptylových podmínek na koncentrace PAH v ovzduší.

Ze srovnání s lokalitou Zlín je patrné, že koncentrace dne 25.9.2011 (Obr. 33) jsou takřka totožné, dne 28.9.2011 se již liší – ve Zlíně došlo zřejmě k ovlivnění nějakým lokálním zdrojem či meteorologickým prvkem (mlha, směr proudění atp.).

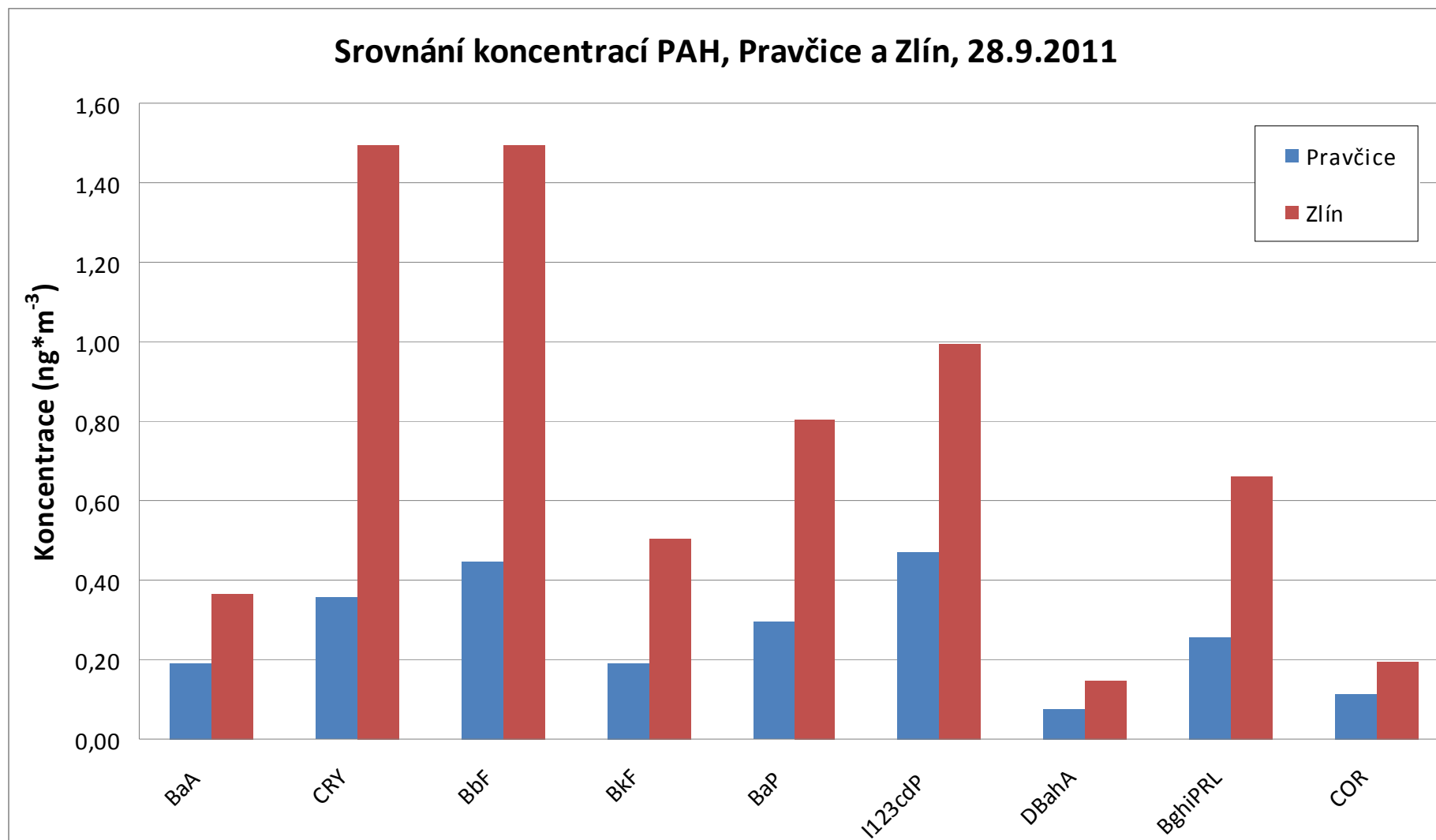
Obr. 32. Koncentrace PAH, lokalita Pravčice, 25.-28.9.2011



Obr. 33. Srovnání koncentrací PAH v lokalitě Pravčice a Zlín, 25.9.2011



Obr. 34. Srovnání koncentrací PAH v lokalitě Pravčice a Zlín, 28.9.2011



3.5 Těžké kovy

Arsen se vyskytuje v mnoha formách anorganických i organických sloučenin.

Z antropogenních činností jsou významné hlavně spalovací procesy, výroba železa a oceli a výroba mědi a zinku. Arsen je vázán převážně na částice jemné frakce ($PM_{2,5}$), která může být transportována na delší vzdálenost a pronikat hlouběji do dýchací soustavy. Kritickým účinkem vdechování arsenu je rakovina plic.

Přírodní zdroj **kadmia** tvoří v globálním pohledu pouze asi 10 % a patří mezi ně více než z poloviny vulkanická činnost. Převážnou část, plných 90 %, tvoří antropogenní zdroje, převážně výroba železa, oceli, metalurgie neželezných kovů, spalování odpadu a fosilních paliv. Méně významným zdrojem emisí je doprava. Kadmium je navázáno převážně na částice jemné frakce ($PM_{2,5}$).

Dlouhodobá expozice kadmia ovlivňuje funkci ledvin. Kadmium je prokazatelně karcinogenní pro zvířata, důkazy karcinogenity kadmia pro člověka jsou zatím omezené.

Nikl je pátý nejhojnější prvek zemského jádra, i když v zemské kůře je jeho zastoupení nižší. Z globálního hlediska je produkován z 26 % přírodními zdroji (kontinentální prach a vulkanická činnost). Mezi hlavní antropogenní zdroje lze řadit spalování těžkých topných olejů, těžbu niklových rud a rafinaci niklu, spalování odpadu a výrobu železa a oceli. Ze zdravotního hlediska způsobuje alergické kožní reakce a je hodnocen jako karcinogenní látka pro člověka.

Asi 70 % částic obsahující nikl tvoří frakci menší než $10\ \mu m$ a tyto částice mohou být transportovány na delší vzdálenosti. Asi ze 30 % se nikl vyskytuje v aerosolu s aerodynamickým průměrem větším nebo rovným $10\ \mu m$, který rychle sedimentuje v blízkosti zdroje.

Většina **olova** obsaženého v atmosféře pochází z antropogenních emisí, především ze spalování fosilních paliv, výroby železa a oceli a metalurgie neželezných kovů.

Z přírodních zdrojů je významné zvětrávání hornin a vulkanická činnost. Olovo se v ovzduší vyskytuje ve formě jemných částic s četnostním rozdělením velikosti charakterizovaným středním aerodynamickým průměrem menším než $1\ \mu m$.

Při dlouhodobé expozici lidského organismu se projevují účinky na biosyntézu krevního barviva, nervový systém a krevní tlak. Důkazy karcinogenity olova a jeho sloučenin pro člověka jsou klasifikovány jako nedostatečné.

Tab. 18. Imisní limity a cílové imisní limity pro těžké kovy

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
Olovo Pb	1 kalendářní rok	$0,5\ \mu g \cdot m^{-3}$	$0,35\ \mu g \cdot m^{-3}$	$0,2\ \mu g \cdot m^{-3}$	
Arsen As*	1 kalendářní rok	$6\ ng \cdot m^{-3}$	$3,6\ ng \cdot m^{-3}$	$2,4\ ng \cdot m^{-3}$	
Kadmium Cd*	1 kalendářní rok	$5\ ng \cdot m^{-3}$	$3\ ng \cdot m^{-3}$	$2\ ng \cdot m^{-3}$	
Nikl Ni*	1 kalendářní rok	$20\ ng \cdot m^{-3}$	$14\ ng \cdot m^{-3}$	$10\ ng \cdot m^{-3}$	

* Cílový imisní limit – musí být splněn k 31.12.2012

3.5.1 Vývoj koncentrací těžkých kovů v zóně Zlínský kraj

Ve Zlínském kraji probíhá měření těžkých kovů již jen na jedné stanicích imisního monitoringu - Zlín.

Tab. 19. Průměrné roční koncentrace As, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace As (ng*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku	1,84	2,47	2,98	1,45	1,45	1,95			
Kroměříž-ZÚ	1,77	2,91	2,54	1,70	2,32	2,23	1,30		
Zlín				1,91		1,47	1,30	1,40	1,70

Tab. 20. Průměrné roční koncentrace Cd, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace Cd (ng*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku	1,04	1,17	0,92	0,66	0,55	0,57			
Kroměříž-ZÚ	1,08	1,43	0,96	0,64	0,61	0,49	0,40		
Zlín				0,48		0,36	0,43	0,30	0,40

Tab. 21. Průměrné roční koncentrace Ni, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace Ni (ng*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku	18,48								
Kroměříž-ZÚ	11,26		3,83	2,69	1,53	1,97	6,14		
Zlín				0,73		0,89	0,70	0,50	0,60

Tab. 22. Průměrné roční koncentrace Pb, zóna Zlínský kraj, 2002-2010 (zdroj ČHMÚ)

Průměrná roční koncentrace Pb (ng*m ⁻³)									
Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kroměříž-Na Kopečku	18,47	17,68	15,93	18,41	16,22	13,62			
Kroměříž-ZÚ	21,83	20,85	14,46	18,91	18,74	15,37	11,60		
Zlín				15,76		12,02	10,50	9,90	10,30

3.5.2 Vyhodnocení ambulantního měření TK v Pravčicích

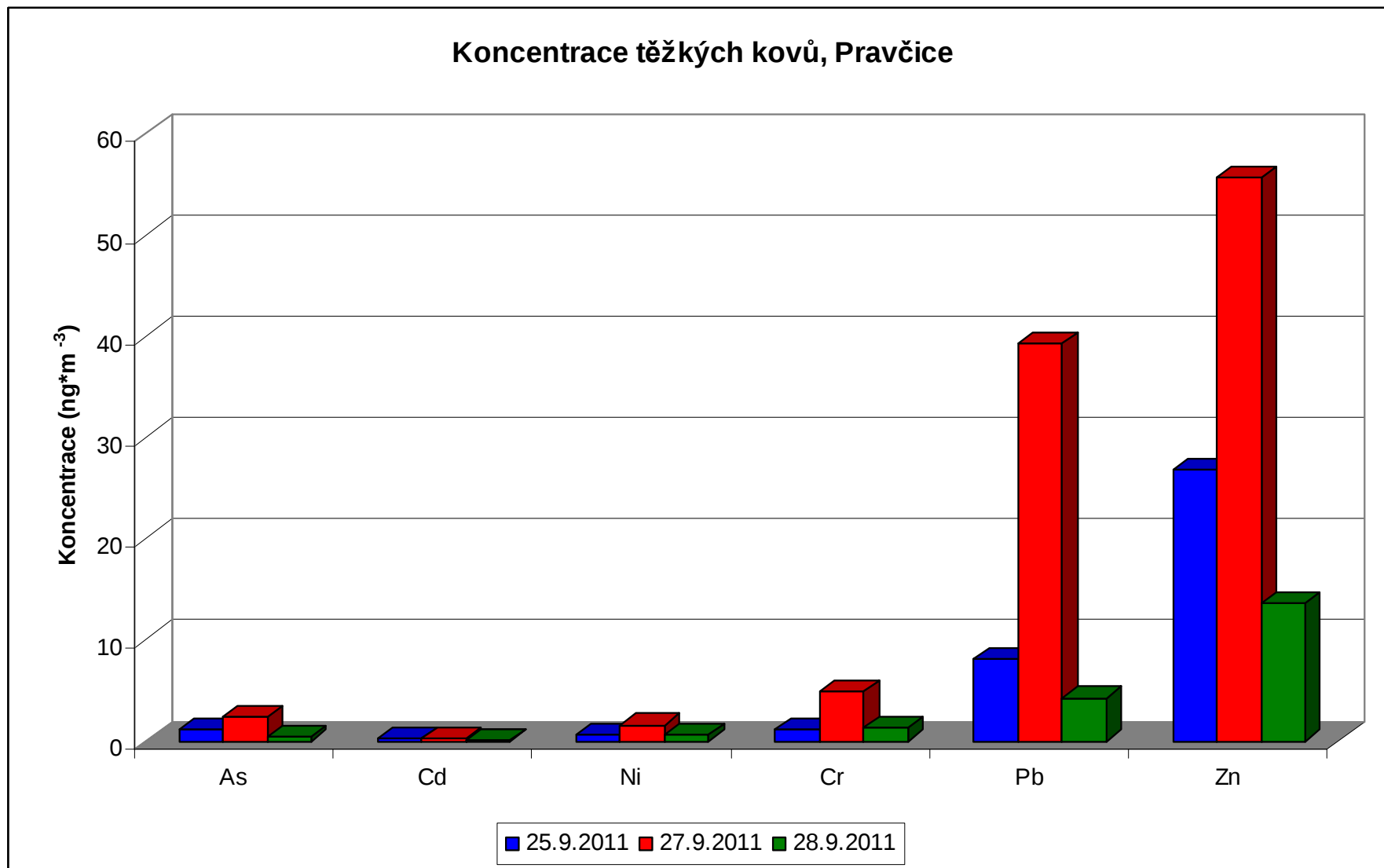
Těžké kovy obsažené v PM₁₀ byly v lokalitě Pravčice měřeny ve stejné dny jako PAH – tedy 25.9., 27.9. a 28.9.2011. Naměřené koncentrace jsou uvedeny v následující Tab. 23.

Tab. 23. Koncentrace těžkých kovů, Pravčice

Datum	TK	Koncentrace (ng*m ⁻³)	Imisní limit	Vztah k imisnímu limitu
25.9.2011	As	1,23	6	20,5%
	Cd	0,309	5	6,2%
	Ni	0,634	20	3,2%
	Cr	1,15	--	
	Pb	8,08	500	1,6%
	Zn	26,8	--	
27.9.2011	As	2,41	6	40,2%
	Cd	0,278	5	5,6%
	Ni	1,59	20	8,0%
	Cr	4,89	--	
	Pb	39,2	500	7,8%
	Zn	55,6	--	
28.9.2011	As	0,442	6	7,4%
	Cd	0,131	5	2,6%
	Ni	0,593	20	3,0%
	Cr	1,34	--	
	Pb	4,3	500	0,9%
	Zn	13,6	--	

Z Tab. 23 je velmi dobře patrné, že všechny hodnoty se pohybují nízko pod hodnotou imisního resp. cílových imisních limitů. Graficky jsou pak koncentrace TK v lokalitě Pravčice znázorněny na Obr. 35, ze kterého je patrné, že nejvyšší koncentrace byly naměřeny 27.9.2011. I tak se koncentrace pohybují v jednotkách, nejvýše desítkách procent imisního limitu.

Obr. 35. Koncentrace těžkých kovů, lokalita Pravčice



4 ZÁVĚRY

V rámci studie byla zpracována data z ambulantního měření v Pravčicích a ze stanice imisního monitoringu ve Zlíně pro PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂, PAH a TK. Ambulantní měření probíhalo na přelomu září a října. Z výsledku lze vyvodit následující závěry:

- V případě PM lze konstatovat, že koncentrace naměřené v Pravčicích velmi dobře korelují s koncentracemi ve Zlíně zejména z hlediska trendů. V některých případech byly v Pravčicích naměřeny vyšší koncentrace PM než ve Zlíně, což může být způsobeno začínající topnou sezónou a jinou skladbou vytápění (převládající lokální topeniště), ale také podzimními zahradními pracemi – pálení listí atp. V neposlední řadě jsou Pravčice položeny v otevřenější krajině, kam v případě severovýchodního proudění může snáze doputovat znečištění z Polska a Moravskoslezského kraje v rámci dálkového přenosu. Pro hodnocení vztahu k imisnímu limitu by bylo zapotřebí měřit ve více obdobích (v létě, v zimě při inverzích).
- V případě oxidů dusíku (NO, NO₂ a NO_x) jsou koncentrace srovnatelné s trendem i hodnotami naměřenými ve Zlíně. Vzhledem k tomu, že koncentrace oxidu dusíku je silně odvislá od zatížení dopravou, lze předpokládat, že stejně jako ve Zlíně by ani v Pravčicích nedošlo k překročení imisního limitu.
- Koncentrace SO₂ jsou celorepublikově velmi nízké, což potvrdily i hodnoty naměřené v Pravčicích, které ani v jednom případě nepřesáhly dolní mez pro posuzování.
- Koncentrace benzo(a)pyrenu v lokalitě Zlín trvale překračují cílový imisní limit. Zdrojem zvýšených koncentrací mohou být lokální zdroje (doprava, lokální topeniště), ale svou roli zde zřejmě hraje i dálkový přenos z Polska a Moravskoslezského kraje. Koncentrace naměřené v Pravčicích velmi dobře korelovaly se Zlínskou stanicí, v jeden den však byly nižší. Zlínská stanice je tedy zřejmě ovlivněna i lokálními zdroji. Pro vztah k cílovému imisnímu limitu by bylo nutné pravidelně měřit po celý rok, důležitá by byla zejména topná sezóna, kdy jsou koncentrace nejvyšší. Koncentrace naměřené v Pravčicích jsou o něco nižší, než průměrná hodnota za září 2010 ve Zlíně.
- Z hlediska TK se lokalita Pravčice neliší od velké většiny území ČR – koncentrace TK jsou velmi nízké a zpravidla nepřekračují ani dolní meze pro posuzování.

Celkově lze situaci v Pravčicích shrnout do konstatování, že největším problémem je v současnosti PM₁₀, která bude převážně pocházet z vytápění domácností a dopravy. Nezanedbatelným příspěvkem pak koncentrace zvyšuje i dálkový přenos z Polska a Moravskoslezského kraje. K 31.12.2012 je platný cílový imisní limit pro benzo(a)pyren, který je rovněž v rámci měření ve Zlínském kraji překračován.

5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČHMÚ: Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2002 – 2010; URL: <http://www.chmi.cz/> .
- [2] Bilance emisí znečišťujících látek v roce 2004 - 2009, webová prezentace ČHMÚ, (<http://www.chmi.cz/uoco/emise/embil/emise.html>)
- [3] Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší
- [4] Informační systém kvality ovzduší (ISKO)
- [5] Zákon o ochraně ovzduší 86/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů
- [6] Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., kterým se stanoví limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší, v platném znění
- [7] Vyhláška 373/2009, kterou se mění vyhláška 553/2002 Sb. stanovující zvláštní imisní limity
- [8] Věstníky MŽP
(<http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/a02fcb9439f4537fc1256fbc00491592/d3a2552eaf70c5c6c1256f54004c5d2a?OpenDocument>)
- [9] Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV v Brně. 1971. 73 s.
- [10] Referenční dokument nejlepších dostupných technik Omezování emisí ze skladování, Leden 2005 [www.ippc.cz]
- [11] Nařízení Vlády č. 417/2003 Sb. stanovující emisní stropy
- [12] Křížová A., Ovzduší Zlínského kraje – problematika emisí, Ochrana ovzduší 1/2008, str. 17-20
- [13] Skeřil R., Ovzduší Zlínského kraje – problematika imisí, Ochrana ovzduší 1/2008, str. 21-24
- [14] Skeřil R., Šimková J., Vliv meteorologických podmínek na koncentrace škodlivin v ovzduší v zóně Jihomoravský kraj a aglomeraci Brno. Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině, Mikulov 9.-11.9.2008. str. 63. ISBN 978-80-86690-55-1.
- [15] TOLASZ, R., et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP)
- [16] Aktualizace programu ke zlepšení kvality ovzduší Zlínského kraje, Zlín 2009
- [17] Keder J.: Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátoru Grimm. Sborník Ovzduší 2007, 165-169. Brno 2007.
- [18] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu
- [19] BEDNÁŘ J., 2003. Kompendium ochrany kvality ovzduší, část 1: Meteorologie. Příloha časopisu Ochrana Ovzduší 2/2003, Praha, duben 2003
- [20] Pospíšil J., Jícha M.: Particle re-suspension in city areas with intensive traffic. Transport, Health and Environment, Blansko 2.-3.11.2010, str. 39. ISBN 978-80-7399-141-8