

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

Katedra agroekologie a bimeteorologie

**Vliv severočeských tepelných elektráren na pozad'ovou**

**koncentraci PM<sub>10</sub>**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Josef Brechler, CSc.

Autor: Bc. Martina Hrabáková

Praha 2012

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv severočeských tepelných elektráren na pozadřovou koncentraci PM<sub>10</sub>“ vypracovala samostatně.

Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze

**Poděkování:**

Děkuji doc. RNDr. Josefu Brechlerovi, CSc. za rady a připomínky, které mi pomohly při vypracování této diplomové práce. Zároveň děkuji ČHMU za poskytnutá meteorologická data.

## **Autorský referát**

Tato diplomová práce si klade za cíl na základě emisních dat z podkrušnohorských tepelných elektráren z období let 2005 – 2010 a na základě meteorologických dat vypracovat analýzu vlivu emisí  $PM_{10}$  těchto elektráren na pozadřovou koncentraci  $PM_{10}$  ve vybraných stanicích na území České republiky.

První část se zabývá základními vlastnostmi a procesy v atmosféře. Dále řeší problematiku znečištění ovzduší, druhy znečištění, vstupy do atmosféry a následné propady, vliv znečištění na zdraví lidí, zvířat a vegetace. Okrajově naznačuje možnosti monitoringu kvality ovzduší a jeho využití.

Druhá část je věnována popisu sledovaných tepelných elektráren a množství vyprodukovaných emisí  $PM_{10}$  v letech 2005 - 2010. Dále se zabývá zpracováním dat o směru větru a koncentracích  $PM_{10}$  poskytnutých z příslušných měřících stanic Českého hydrometeorologického ústavu.

## **Klíčová slova**

emise, proudění vzduchu,  $PM_{10}$ , atmosférický aerosol, rozptyl škodlivin

## **Resumé**

This master thesis aims at developing an impact analysis of PM<sub>10</sub> emissions on background concentrations of PM<sub>10</sub> in selected stations in the Czech Republic during the period 2005 – 2010, based on meteorological data and emission data gathered from thermal power plants operating in Krušné Hory Mountains in the Czech Republic.

The first part of the thesis covers basic characteristics and processes in the atmosphere. Furthermore, it addresses the issues of air pollution, types of pollution, inputs into the atmosphere and declines, the impact of pollution on human health, animals and vegetation. It also briefly covers possibilities of air quality monitoring and the use of such data.

The second part of the thesis provides descriptions of the thermal power plants and an analysis of the volume of produced PM<sub>10</sub> emissions in the period 2005 - 2010. It also examines data on wind direction and PM<sub>10</sub> concentrations provided by the monitoring stations of the Czech Hydrometeorological Institute.

## **Key words**

emissions, air flow, PM<sub>10</sub>, atmospheric aerosol, dispersion of pollutants

## **Cíl práce**

Tato diplomová práce si klade za cíl na základě emisních dat  $PM_{10}$  z podkrušnohorských tepelných elektráren vypracovat analýzu vlivu emisí  $PM_{10}$  těchto elektráren na pozadřovou koncentraci  $PM_{10}$  ve vybraných stanicích na území České republiky.

Ze statistických výpočtů vytvořit analýzu dat a na základě proudění vzduchu, objasnit skutečný vztah mezi emisí  $PM_{10}$  tepelných elektráren a koncentrací  $PM_{10}$  v jednotlivých sledovaných lokalitách.

## Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Složení a vertikální členění atmosféry .....	11
2.1.	Vertikální složení atmosféry .....	11
2.2.	Proudění vzduchu .....	12
2.3.	Rozptýl škodlivin v atmosféře .....	13
2.3.1.	Teplotní inverze.....	13
2.4.	Smog .....	14
3.	Znečištění ovzduší.....	15
3.1.	Emise .....	15
3.2.	Imise.....	15
3.3.	Rozdělení zdrojů znečištění .....	16
4.	Atmosférický aerosol .....	17
4.1.	Druhy aerosolu.....	17
4.3.	Zdroje atmosférického aerosolu.....	18
4.4.	Vertikální distribuce atmosférického aerosolu .....	18
4.5.	Chemické složení atmosférického aerosolu.....	19
5.	Atmosférická depozice.....	20
5.1.	Celková atmosférická depozice .....	20
5.1.1	Mokrý depozice .....	20
5.1.2.	Suchá atmosférická depozice .....	21
6.	Účinky znečištění ovzduší na zdraví lidí, zvířat a vegetace.....	22
6.1.	Toxické vlastnosti těžkých kovů.....	22
6.1.1.	Olovo .....	22
6.1.2.	Kadmium .....	23

6.1.3.	Rtuť.....	23
6.2.	Vliv znečištění ovzduší na zdraví lidí.....	24
6.3.	Účinky znečištění ovzduší na vegetaci .....	25
6.4.	Vliv znečištění ovzduší na zvířata .....	25
7.	Monitoring kvality ovzduší .....	26
7.1.	Emisní monitoring .....	26
7.2.	Imisní monitoring .....	26
7.2.1.	Imisní monitorovací sítě .....	27
7.2.2.	Umístění měřících stanic .....	27
7.3.	Metody měření imisí .....	27
7.3.1.	Metody manuálního monitoringu .....	28
7.3.2.	Metody automatizovaného monitoringu.....	28
8.	Praktická část - charakteristika tepelných elektráren .....	29
9.	Přehled produkce emisí PM <sub>10</sub> tepelných elektráren v letech 2005- 2010 .....	31
10.	Informace o meteorologických stanicích .....	49
11.	Vývoj koncentrací PM <sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách v letech 2005- 2010 .....	54
12.	Zpracování dat ČHMU Praha - Libuš .....	62
12.1.	Statistické hodnocení - výpočty korelace .....	62
12.2.	Dny vyjadřující směr proudění větru pod úhlem 0°- 250° .....	63
12.2.1.	Vliv emisí EMĚ II na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Mladá Boleslav .....	63
12.2.2.	Vliv emisí Elektrárny Ledvice na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Mladá Boleslav .....	64
12.2.3.	Vliv emisí Elektrárny Prunéřov I na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Mladá Boleslav .....	66
12.2.4.	Vliv emisí EMĚ II na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem .....	66



12.2.5. Vliv emisí Elektrárny Ledvice na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem .....	67
12.2.6. Vliv emisí Elektrárny Pruněřov na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem .....	69
12.2.7. Vliv emisí Elektrárny Pruněřov II na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem .....	70
12.2.8. Vliv emisí Elektrárny Počerady na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem .....	71
12.2.9. Vliv emisí EMĚ II na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Kladno- střed města .....	72
12.2.10. Vliv emisí Elektrárny Ledvice na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města .....	73
12.2.11. Vliv emisí Elektrárny Pruněřov I na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města .....	75
12.2.12. Vliv emisí Elektrárny Pruněřov II na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města .....	76
12.2.13. Vliv emisí Elektrárny Tušimice na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Kladno- střed města .....	77
12.2.14. Vliv emisí Elektrárny Počerady na pozad'ové koncentrace PM <sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města .....	77
13. Metodika .....	79
14. Výsledky .....	81
15. Diskuse .....	85
16. Závěr .....	88
17. Seznam literatury: .....	89
18. Seznam použitých zkratek a symbolů .....	91

## **1. Úvod**

Tepelné elektrárny se řadí k významným producentům elektrické energie nejen v regionálním, ale i celostátním měřítku. Dále patří k dodavatelům tepelné energie do blízkého i vzdálenějšího okolí. Podle zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších předpisů, patří se svými výkony ke zvláště velkým zdrojům znečištění.

Znečištění ovzduší má vliv nejen na zdraví lidí, zvířat i vegetace, ale i na globální klima planety, dálkový transport škodlivin, okyselení vodního prostředí i půdy, vliv na památky, na korozi kovů, ztráty rozmanitosti rostlinných i živočišných druhů a na výnos zemědělských plodin. Díky antropogenním činnostem pronikají do ovzduší kromě okyselujících látek i aerosolové částice, na které se váže celá řada chemických látek, mezi něž patří těžké kovy, jejichž obsah může mít významný klimatický dopad.

Atmosféra je hlavním transportním médiem chemických látek po celém světě. Chemické látky mohou být přenášeny v různých podobách, adsorbované na tuhých částicích, v plynné fázi nebo vázané s atmosférickými aerosoly. Přenos těchto chemických látek je řízen fyzikálně chemickými vlastnostmi, jako jsou tenze par, rozpustnost ve vodě a chemická stabilita. Vlastnosti znečišťujících látek tak umožňují jejich koloběh mezi jednotlivými složkami prostředí. Díky atmosférickému proudění, těkání, vypařování, dochází k migraci znečištění do chladnějších zeměpisných oblastí nezávisle na umístění původních zdrojů znečištění.

Vyhodnocení dat z modelů dálkového transportu umožňuje sledovat osud chemických látek v životním prostředí. Výsledky jsou předlohou pro politiky, vědce i širokou veřejnost a přinášejí objektivní zpravodajství o vývoji stavu atmosféry, také slouží pro možnosti omezování zdrojů znečištění ve smogových situacích.

## **2. Složení a vertikální členění atmosféry**

Atmosféra je plynný obal Země tvořený směsí plynů, které je možné při běžných teplotách a tlacích považovat za termodynamicky ideální plyny. Atmosféra je tvořena kromě plynů i pevnými částicemi. Z fyzikálního hlediska lze atmosféru považovat za řídký aerosol představovaný soubory pevných a kapalných částic rozptýlených v plynném prostředí. Jaňour (2001) uvádí, že atmosféra je tvořena plynnou směsí obklopující zemský povrch, který je k Zemi poután silou tíže.

### **2.1. Vertikální složení atmosféry**

**Troposféra** tvoří nejspodnější část zemské atmosféry. V našich zeměpisných šířkách dosahuje do výše 11 km nad úrovní moře. V troposféře teplota s výškou klesá o 0,65 °C na každých 100 m výšky, její horní hranice dosahuje -55 °C. Je to oblast tvorby oblaků a srážek, obsahuje téměř veškerou atmosférickou vodu. Troposféra je hlavní oblastí turbulence. Rychlost proudění s výškou většinou vzrůstá. Většinu energie získává z povrchu země radiací a konvekcí. Obsahuje osm desetin z celkové hmotnosti vzduchu a téměř veškerou vodní páru. Součástí troposféry je mezní vrstva atmosféry, ve které se uplatňuje vliv tření o zemský povrch (asi 1 - 2 km) a volná atmosféra, kde je toto tření zanedbatelné [12, 14, 16].

**Stratosféra** se vyskytuje přibližně do výšky 50 km nad úrovní moře. V její spodní části se teplota s výškou nemění, ve vyšších hladinách teplota s výškou roste. Součástí stratosféry je ozonová vrstva. Je to vrstva tvořená vysokým obsahem ozonu, který pohlcuje ultrafialové záření. Ozonová vrstva se nalézá ve výškách 22 - 25 km nad úrovní moře.

**Mezosféra** je vrstva atmosféry ve výšce 50 - 80 km, typická výrazným poklesem teploty s výškou. U horní hranice se teplota pohybuje mezi -80 až -100 °C. Odtud směrem vzhůru se nalézá **termosféra**, jejíž horní hranice je ve výškách kolem 500 km. Poslední vrstva atmosféry se nazývá **exosféra**, je tvořena prakticky jen vodíkem. Dosahuje do 20 - 30 tisíc kilometrů a plynule přechází v meziplanetární prostor. Zde přestává plynný obal rotovat s planetou.

Z hlediska elektrických vlastností se atmosféra dělí na neutrosféru, která sahá do výšky asi 60 km, koncentrace iontů je zde nízká, vzduch je elektricky nevodivý. V ionosféře nad 60 km promíchávání slábne a hustota dále klesá. Zde je koncentrace iontů vyšší. Dochází k odrazu rádiových vln od spodní hranice ionosféry zpět k zemskému povrchu [12, 16].

Intenzita promíchávání vzduchu do výšky 90 - 100 km nad úrovní moře zajišťuje, aby se procentuální zastoupení hlavních plynů v ovzduší s výškou skoro neměnilo. Tato část atmosféry se nazývá **homosféra**. Ve větších výškách promíchávání slábne, s výškou ubývají těžší plyny. Nejsvrchnější část atmosféry je tvořena převážně lehkým vodíkem. Tato sféra se nazývá **heterosféra** [12].

## **2.2. Proudění vzduchu**

Proudění vzduchu je dáno polem atmosférického tlaku, které lze zobrazit pomocí izobar. Izobary jsou čáry spojující na zemském povrchu místa se stejným atmosférickým tlakem. **Tlaková níže** je oblast, ve které je atmosférický tlak nižší než v okolí, kdežto **tlaková výše** představuje oblast, v níž je atmosférický tlak vzhledem k okolí vyšší. Tlaková výše a níže musí kolem centra obsahovat uzavřené izobary. Bez uzavřených izobar se jedná pouze o brázdý nebo pásy vysokého nebo nízkého tlaku vzduchu.

V důsledku rozdílných hodnot atmosférického tlaku vzduchu v různých místech zemského povrchu vznikají v ovzduší horizontální proudy, které se snaží vyrovnávat tlakové rozdíly. Bez těchto sil by nedocházelo k dlouhodobějšímu trvání tlakových útvarů [4].

Proudění vzduchu ve volné atmosféře zachovává přibližný stav rovnováhy mezi horizontální složkou síly tlakového gradientu a Coriolisovou silou. Coriolisova síla vzniká působením zemské rotace. Její velikost je úměrná rychlosti proudění, působí vždy kolmo na směr pohybu, a to na severní polokouli vpravo a na jižní vlevo [16, 17].

V mezní vrstvě atmosféry je uplatňována síla tření, která zpomaluje proudění vzduchu. Ve srovnání s volnou atmosférou je rychlost vzduchu nižší a mění se v bezprostřední blízkosti zemského povrchu. Vlivem tření o zemský povrch dochází ke změně směru větru [4].

Síla tření působí vždy proti směru proudění a způsobuje odklon proudění od izobar o úhel  $\alpha$  směrem k nižšímu tlaku vzduchu. Velikost síly tření závisí vždy na drsnosti povrchu. Síla tření je menší nad vodními plochami, než nad pevným povrchem, kde je ovlivňována členitostí terénu, porostem a drsností povrchu. Velikost úhlu  $\alpha$  se nad mořem pohybuje okolo 12 - 15 °, nad pevninou většinou 20 - 30 °.

Vzestupné pohyby v oblastech nízkého tlaku vzduchu jsou typické vytvářením oblaků, převládá počasí s velkou oblačností, nebo srážkami. Vzestupné pohyby zlepšují podmínky pro rozptyl škodlivin v atmosféře. Sestupné pohyby v oblastech vysokého tlaku vzduchu

přispívají k rozpouštění oblaků, což má za následek vznik počasí s malou oblačností. Znečišťující látky jsou hůře rozptýleny [4].

### **2.3. Rozptyl škodlivin v atmosféře**

Rozptyl škodlivin v atmosféře je ovlivněn rychlostí proudění, teplotou a vlhkostí vzduchu, oblačností, srážkami, teplotním rozvrstvením atmosféry a vlastnostmi a stavem povrchu. Za suchadiabatického teplotního gradientu teplota vzduchu klesá o 1 °C na 100 m výšky a za adiabatického teplotního gradientu teplota vzduchu klesá o 0,6 °C na 100 m výšky. Tyto teplotní gradienty vyvolávají vertikální proudění, které společně s horizontálním prouděním způsobuje promíchávání vrstev atmosféry nad zemským povrchem.

Ke zhoršení rozptylových podmínek dochází, když se teplota vzduchu s výškou nemění a vertikální proudění je stabilní nebo omezeno. Nejhoršími rozptylovými podmínkami jsou teplotní inverze, kdy teplota ve vrstvě vzduchu s výškou stoupá [14, 16].

#### **2.3.1. Teplotní inverze**

Teplotní inverze lze dělit na přízemní, která začíná u zemského povrchu a výškové, jejichž dolní hranice se nalézá v určité výšce.

**Radiační inverze** se tvoří převážně v údolích, v uzavřených kotlinách, na územích pod svahy. Vzniku napomáhá sněhová pokrývka. Sníh odráží sluneční záření a brání přísunu tepla z půdy, což má za následek prochlazování přízemní vrstvy vzduchu. Doba trvání se pohybuje v rozmezí několika hodin. Po východu slunce, kdy se zemský povrch prohřívá, se teplotní inverze mění na výškovou.

**Advekční inverze** může být přízemní i výšková. Vzniká, pokud proudí teplý vzduch nad chladnější zemský povrch, a ochlazuje se od něj. Nastává v zimě při proudění teplejšího oceánského vzduchu nad prochladlý kontinent. Doba trvání je různá. Na území České republiky se pohybuje v rozmezí jednoho dne až tří týdnů. Advekční teplotní inverze je jediným typem inverze, při kterém dochází k velké kumulaci škodlivin v ovzduší. Za těchto zhoršených podmínek mohou být vyhlášovány signály v rámci Smogového regulačního systému, který je určen k regulaci velkých zdrojů znečištění ovzduší.

**Frontální inverze** tvoří přechodovou vrstvu mezi dvěma teplotně odlišnými vzduchovými hmotami nalézajícími se jedna nad druhou. Vznikají na teplé frontě nasouváním teplého

vzduchu nad studený nebo na studené frontě, kde těžší studený vzduch zatlačuje teplejší vzduchovou hmotu a současně pod ni proniká.

**Subsidenční inverze** vzniká vlivem sestupu stabilní vzduchové hmoty v oblastech vysokého tlaku vzduchu. Tyto inverze jsou výškové, ale mohou postupně klesat. Doba setrvání se pohybuje od několika hodin do několika dnů.

**Turbulentní inverze** patří mezi výškové. Vzniká v případě stabilního teplotního zvrstvení a současně výrazného turbulentního proudění v přízemní vrstvě [12, 16].

## 2.4. **Smog**

Smog je složenina dvou slov kouř (smoke) a mlha (fog), jeho vznik je spojen s nepříznivými rozptylovými podmínkami vedoucími ke kumulaci škodlivin na určitém území. Dráždí sliznice dýchacích cest, úst, očí, způsobuje poškození asimilačních orgánů rostlin vedoucí k jejich uhynutí nebo poškození.

Rozlišujeme **redukční smog** (londýnský) vznikající v oblastech s vysokou koncentrací zdrojů spalujících tuhá paliva, mezi které patří tepelné elektrárny, teplárny, ale ve velké míře také lokální topeniště. Součástí smogu je  $\text{SO}_2$ , popílek s obsahem těžkých kovů a saze. Obsah těchto nečistot v ovzduší společně s dlouhodobou teplotní inverzí jsou podmínkou vzniku tohoto typu smogu. **Fotochemický smog** (losangeleský) vzniká při inverzních stavech atmosféry na územích s vysokou hustotou automobilové dopravy. Podmínkou vzniku tohoto druhu smogu je přítomnost alifatických i aromatických uhlovodíků, oxidů dusíku a fotooxidantů v přízemní vrstvě atmosféry. Pro fotochemický smog je typické dráždění sliznic očí, úst, dýchacích cest a bolesti hlavy. Má také vliv na poškozování materiálů z gumy. Je toxický pro rostliny. Existuje přirozený fotochemický smog, který vzniká za horkých slunečních dnů a za bezvětrí, patří sem opar nad lesy, jejichž organickými látkami jsou přírodní terpeny [12].

### **3. Znečištění ovzduší**

Znečištěním ovzduší se podle zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší rozumí vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší v důsledku lidské činnosti vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času [19].

#### **3.1. Emise**

Emise je vnášení znečišťujících látek do životního prostředí, dělíme je podle původu na přirozené a antropogenní. Mezi **přirozené** se řadí sopečná a bakteriální činnost, větrné bouře, k **antropogenním** řadíme zdroje související s lidskou činností, tedy výrobou elektřiny, tepla, průmyslovou a zemědělskou výrobou a v neposlední řadě i dopravou.

Emise lze vyjádřit pomocí emisního faktoru, emisním limitem nebo emisním stropem. Emisní faktor vyjadřuje množství polutantu uvolněného do ovzduší ze zdroje činnosti. Emisní limit lze vyjádřit také jako hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo jako počet prachových jednotek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťující látky na jednotku objemu. Emisním stropem je nejvyšší přípustná úhrnná emise znečišťující látky vyjádřená v hmotnostních jednotkách za období jednoho roku ze všech zdrojů znečišťování ovzduší, z jejich vymezené skupiny nebo jednotlivého zdroje znečišťování ovzduší na vymezeném území [4, 19].

#### **3.2. Imise**

Imisí se stává emise po vstupu, rozptýlení nebo chemické reakci v ovzduší. Množství imise se vyjadřuje v  $[\text{mg}/\text{m}^3]$ ,  $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$  nebo jednotkách ppm, ppb. Imisní znečištění ovzduší je vyjádřené koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek.

Imisním limitem je hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší, vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku.

Kvalita ovzduší je ovlivněna fyzikálními faktory (elektromagnetické vlnění, vlnění vzdušného prostředí, optické vlastnosti aerosolu), chemickými (skleníkové plyny, látky poškozující ozonovou vrstvu, redukční a fotochemický smog), biologickými (živé organismy, části těl a produkty metabolismu).

Atmosférické imise jsou díky transportu a spadu přenášeny do dalších složek životního prostředí (pedosféra, litosféra, hydrosféra) [4, 19].

### **3.3. Rozdělení zdrojů znečištění**

Zdroje znečištění ovzduší se dělí **podle umístění** na přízemní, vyvýšené a výškové. Mezi přízemní se řadí zemědělská činnost, lomy, skládky, lokální topeniště, automobilová doprava. K vyvýšeným patří komíny elektráren, průmyslových podniků, tepláren. Výškou komínů lze zlepšit lokální situaci, ale naopak zhoršit dálkový transport znečišťujících látek. Výškovým zdrojem je převážně letecká doprava. **Podle uspořádání** dělíme zdroje na bodové, liniové, plošné a objemové. Mezi bodové patří komín, liniovým zdrojem je doprava, plošným město jako celek, důl či lom a objemovým zdrojem jsou katastrofy jako jaderný výbuch. **Podle stálosti** povahy se dělí na stacionární a mobilní. Stacionární zdroj nemění svou polohu v prostoru a času, naopak zdroj mobilní ano. **Podle doby trvání** rozlišujeme zdroje na kontinuální a diskontinuální [4].

**Podle tepelného příkonu** nebo výkonu se dělí spalovací zdroje do kategorií zvláště velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším, velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu vyšším než 5 MW do 50 MW, střední spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu od 0,2 MW do 5 MW, malé spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu nižším než 0,2 MW [19].



## **4. Atmosférický aerosol**

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou složkou atmosféry Země. Významně se podílí na vzniku srážek a teplotní bilanci Země.

Hobbs (2000) uvádí, že se atmosféra skládá ze směsi plynů, malých pevných částic a malých kapek. Směsi vzduchu s malými pevnými částicemi a malými kapičkami jsou nazývány aerosoly. Malé částice a kapičky mají svůj význam nejen v chemii zabývající se vzduchem, ale i při určování viditelnosti, vytváření částic oblaků, záření atmosféry a vzniku atmosférické elektřiny.

Dle Holoubka (2005) je atmosférický aerosol definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti a rozsahu od 1 nm do 100  $\mu\text{m}$ , suspendovaných v atmosféře minimálně po dobu umožňující jejich detekci [14].

### **4.1. Druhy aerosolu**

Aerosoly rozdělujeme na disperzní, kondenzační, aerosoly s pevnou fází a kapalnou fází. Disperzní aerosoly vznikají přímým rozptýlením pevných nebo kapalných částic v ovzduší, kdežto aerosoly kondenzační se tvoří přímo v atmosféře kondenzačními ději. Disperzní aerosoly bývají hrubší než kondenzační. Disperzní jsou obvykle tvořeny nepříliš silně agregujícími částicemi, kdežto kondenzační většinou obsahují agregáty složené z velkého počtu prvotních částic pravidelných krystalických tvarů vzniklých krystalizací z kondenzované kapalně fáze [2].

Mezi aerosoly patří **mlha**, což je aerosol vzniklý kondenzací přesycených vodních par nebo atomizací kapaliny. Částice mají kruhový tvar a velikost v rozsahu desetin mikrometru do 100  $\mu\text{m}$ . Novák (2004) uvádí, že mlha vzniká nahromaděním produktů kondenzace, které snižují dohlednost pod 1 km. Je tvořena jemnými kapičkami nebo ledovými krystalky o průměru  $5 \cdot 10^{-3}$  až  $5 \cdot 10^{-2}$  mm. Aby vznikla, musí být vzduch nasycen vodní parou, musí být přítomna kondenzační jádra a většinou jen slabé proudění. **Opar** je aerosol mající vliv na viditelnost v atmosféře. **Dým** je aerosol z pevných částic menších než 0,05  $\mu\text{m}$ , které mají tvar shluků nebo řetězců. **Kouř** obsahuje pevné částice rozptýlené v plynu a je výsledkem nedokonalého spalování. **Prach** je soubor hrubých částic větších než 0,5  $\mu\text{m}$ , vzniklých působením mechanických sil na různé povrchy. **Smog** označuje viditelné znečištění atmosféry, zejména v městských nebo průmyslových aglomeracích [4, 6].

## 4.2. Velikost částic aerosolu

Nejdůležitějšími parametry aerosolu jsou velikost, tvar a měrná hustota částic. Částice o velikosti průměrné molekuly vzduchu (asi 0,37 nm) se pohybují převážně Brownovým pohybem daným difuzí, kdežto částice viditelné pouhým okem se pohybují hlavně setrvačností a gravitací. Atmosférický aerosol je soubor částic značného počtu ( $10^2 - 10^8$  v  $\text{cm}^{-3}$ ) a různé velikosti [8, 11].

## 4.3. Zdroje atmosférického aerosolu

Hobbs (2000) dělí aerosoly podle zdroje na biologické, biogenní, hygroskopické a organické. Dále uvádí, že biologické aerosoly se uvolňují do ovzduší z rostlin a živočichů. Patří mezi ně semena, pyl, výtrusy, zlomky těl zvířat a rostlin, bakterie, řasy, prvoci, houby a viry. Dalším důležitým zdrojem biogenních aerosolů jsou oceány. Hlavním mechanismem pro vstup aerosolu z mořské vody do atmosféry je prasknutí bubliny. Mezi hygroskopické soli v oceánech patří NaCl s 85 %, KCl,  $\text{CaSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Také kouř z lesních požárů může být velkým zdrojem především organických sloučenin a elementárního uhlíku. Přenos částic do atmosféry od zemského povrchu je způsoben větrem a atmosférickou turbulencí. V celosvětovém měřítku jsou, dle Hobbse (2000), pouště, které pokrývají asi třetinu půdního povrchu, velkým zdrojem atmosférických aerosolů na zemském povrchu, dále prach z cest, větrná eroze, obdělávání půdy, spalování paliv a průmyslová výroba. Velké částice mají v ovzduší krátké doby zdržení, ale malé částičky mohou být přepravovány po celém světě.

Podle vzniku lze rozdělit aerosol na primární a sekundární. U primárního aerosolu vstupují částice do ovzduší přímo ze zdroje, kdežto sekundární aerosol vzniká chemickou reakcí plynných složek atmosféry nebo jako resuspense. Bioaerosol zahrnuje životaschopné organismy jako viry, bakterie, houby [6, 7].

## 4.4. Vertikální distribuce atmosférického aerosolu

Atmosférický aerosol se podílí na globálním skleníkovém efektu, který může zesílit, nebo zeslabit. To závisí na jeho chemickém složení, velikosti částic a vzdálenosti částic od zemského povrchu. V delším časovém horizontu platí, že hmotnostní koncentrace aerosolu v troposféře klesá exponenciálně se vzdáleností ( $z$ ) od povrchu až do výšky ( $H_p$ ).

$$M(z) = M(o) \exp(-z/H_p),$$

kde:  $M(o)$  je přízemní koncentrace,  $H_p$  je funkce kvality povrchu [4].

#### **4.5. Chemické složení atmosférického aerosolu**

Chemické složení atmosférického aerosolu je dáno jeho původem [14].

Holoubek (2005) uvádí, že převážnou část hmotnosti atmosférického aerosolu tvoří nitráty, sulfáty, amonné ionty, organický materiál, částice půd, zvětralých hornin a minerálů, mořská sůl, vodíkové ionty a voda. **Jemný aerosol** tvoří převážně sulfáty, amonné ionty, organický a elementární uhlík, některé přechodné kovy a nitráty. **Hrubý aerosol** tvoří materiál zemské kůry jako křemík, vápník, hořčík, hliník, železo, bioaerosol, pyl, spory, části rostlin a nitráty [6, 7].

Dle Braniše a kol. (2009) má **městský aerosol** různorodé chemické složení v závislosti na zdroji znečištění. Nejvyšších koncentrací dosahují železo, olovo, měď, méně oxid uhelnatý, rtuť a antimon. Hobbs (2000) konstatuje, že organický aerosol v městském prostředí tvoří alkany s vyšší molekulovou hmotností.

Atmosférický aerosol lze rozdělit na ve vodě rozpustné anorganické soli, minerály zemské kůry, které jsou nerozpustné ve vodě, a organické látky rozpustné ve vodě [5].

## 5. Atmosférická depozice

Atmosférická depozice představuje významný propad látek v atmosféře. Díky depozici nedochází v atmosféře ke kumulaci látek, ale naopak k jejímu samočištění, což pro všechny ostatní složky životního prostředí představuje významný zdroj znečištění.

Dle Holoubka (2005) je depozice přenos látek z atmosféry k zemskému povrchu, vyjádřený jako hmotnost sledované látky na jednotku plochy za určitou časovou jednotku [ $\text{gm}^{-2}\text{rok}^{-1}$ ,  $\text{kg km}^{-2}\text{rok}^{-1}$ ].

### 5.1. Celková atmosférická depozice

Celková atmosférická depozice je tvořena suchou a mokrou depozicí. **Suchá depozice** je tok částic a plynů směrem k zemskému povrchu díky gravitaci. Dochází k zachytu nečistot vegetací, půdou a vodou, vždy v závislosti na velikosti částic. **Mokrá depozice** je zachyt plynů a částic deštěm, mlhou a oblačnou vodou a jejich přenos ve formě srážek k zemskému povrchu. Nejstabilnější složkou atmosférického aerosolu jsou částice o průměru 0,1 až 2,5  $\mu\text{m}$ . Jejich setrvání v atmosféře se pohybuje kolem 10 dnů, což je dostačující pro dálkový transport. Jemné částice způsobují zhoršení viditelnosti [6].

#### 5.1.1 Mokrá depozice

Při mokré depozici dochází k vymývání nečistot z atmosféry pomocí srážek. Srážková voda je nejdříve znečištěna v zóně oblaku vystupujícím vzduchem a následně během pádu kapek k zemskému povrchu. Také může docházet k takzvané skryté depozici, což je zachyt vody oblaků a mlh na povrchu vegetace. Po odpaření vody zůstanou chemické látky z oblačné vody na rostlinách. Podíl skryté depozice na celkové mokré depozici může přesáhnout v horských lesích až 50 % [12].

Dle Braniše a kol. (2009) se znečišťující látky do srážkové vody dostávají při vzniku vodních kapek nebo ledových částic uvnitř oblaků nebo v průběhu jejich vypadávání. Srážkové kapky zachytávají nejen pevné nečistoty, ale pohlcují i plynné složky znečištění. Nečistoty odstraněné z ovzduší mohou negativně působit na vegetaci, zamořovat půdu, povrchové i podzemní vody, poškozovat stavby [4].

Mokrou depozici lze dále dělit na vertikální (děšť, sníh, kroupy) a horizontální (námraza, jinovatka, mlha). Mokrú depozice vertikální se snadno měří. Je možné ji vypočítat dle vztahu:

$$D = c * P,$$

kde: **c** je průměrná koncentrace měřené složky [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ], **P** je srážkový úhrn za vyčíslené období [mm]. Průměrná koncentrace měřené složky se udává jako průměr vážený srážkovým úhrnem a vypočítá se:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n P_i c_i}{\sum_{i=1}^n P_i},$$

kde: **c** je průměrná koncentrace měřené složky [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ], **c<sub>i</sub>** je průměrná měsíční koncentrace měřené složky [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ], **P** je srážkový úhrn za vyčíslené období [mm] [6].

Atmosférické srážky obsahují v různých koncentracích všechny látky, které se v atmosféře vyskytují. Do srážek se dostávají vypršením nebo vymýváním. Při vypršení působí znečišťující látky jako kondenzační částice, kdežto při vymývání jsou zachytávány padajícími kapkami.

### 5.1.2. Suchá atmosférická depozice

U částic způsobujících suchou depozici se uplatňuje gravitace. Plyny jsou vázány na povrchu rostlin v důsledku adsorpčních dějů nebo se dostávají do rostlinných orgánů absorpcí nebo se rozpouštějí v oceánech. Suchou depozici ovlivňuje atmosférická turbulence, chemické vlastnosti látek a povrch, na který látky dopadají. Hobbs (2000) odhaduje, že 10 až 20 % hmotnosti aerosolů z atmosféry je odstraněno právě sedimentací.

Hodnota suché depozice se získává výpočtem ze vztahu:

$$F = C_a * v_d,$$

kde: **F** je kondenzační tok látky, **C<sub>a</sub>** je koncentrace látky v přízemní vrstvě atmosféry [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ], **v<sub>d</sub>** je depoziční rychlost [ $\text{cm s}^{-1}$ ] [5, 6].

## **6. Účinky znečištění ovzduší na zdraví lidí, zvířat a vegetace**

Vliv znečišťujících látek na zdraví lidí, zvířat a vegetace ovlivňuje doba expozice, tedy doba nebo koncentrace, které může být člověk vystaven. Koncentrace škodlivých látek se liší v různých prostředích, v různých lokalitách, v čase a v závislosti na klimatických podmínkách. Expozici lze rozdělit na vnější, která je součástí vzduchu, a vnitřní, vyjadřující množství látek vstupujících do organismu, dále na dlouhodobou a krátkodobou.

Vlivy znečištění ovzduší na zdraví lidí, zvířat a vegetace se projevují různě, vždy v závislosti na koncentraci znečišťující látky, délce a způsobu expozice a na fyziologických parametrech. Lidé mohou být vystaveni znečištění ovzduší přímo dýchacími cestami, pokožkou nebo nepřímo vstupem těchto látek do potravních řetězců.

Znečišťující látky jsou rozdělovány podle chemického složení na sloučeniny síry, dusíku, uhlíku, halogenové sloučeniny, oxidy, kovy; podle skupenství na plyny, kapaliny a pevné látky; podle vstupu do ovzduší na primární a sekundární. Další možné členění je podle účinku na zdraví lidí, zvířat a vlivu na vegetaci. Mezi nejběžnější znečišťující látky v ovzduší patří, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, uhlovodíky, aerosoly, částice PM<sub>10</sub>, těžké kovy [4].

### **6.1. Toxické vlastnosti těžkých kovů**

Těžké kovy mohou vstupovat do organismu buněčnou stěnou a dále se vázat na vnitrobuněčné struktury. Některé ionty kovů blokují prostupnost buněčných stěn pro živiny, přičemž toxicita kovů je ovlivněna **fyzikálně chemickými faktory**, mezi které patří forma kovu (organická, anorganická) a rozpustnost ve vodě, **faktory fyziologickými**, jako je stav organismu (vývojové stádium, pohlaví, imunita), přítomnost jiných toxických látek, **vlivem na fyziologii** (teplota, pH, světlo). Nejzávažnějším působením těžkých kovů je jejich karcinogenita, mutagenita (Cd, Pb, Se, As, Cr, Ni) a embryologické (Hg, Pb) účinky [12].

#### **6.1.1. Olovo**

Olovo se v lidském organismu kumuluje z 90 % v kostech, kde negativně ovlivňuje syntézu hemoglobinu. V případě nedostatku vápníku se může z kostí uvolňovat a vstupovat do krve, a tím toxicky působit na další orgány, např. játra, ledviny a reprodukční systém. U dětí může působit na nervový systém, a tím být příčinou mentální retardace. Olovnaté ionty mohou prostupovat placentou a způsobit potrat nebo poškození nervového systému plodu.

Nejcitlivější částí populace jsou děti a nenarozené plody. Olovo může zhoršit funkci ledvin, narušit syntézu hemoglobinu a poškodit nervový systém. Do organismu je distribuováno vdechnutím nebo požitím. Boubel et al. (1994) uvádí, že 80 % olova vstupuje do organismu požitím a 20 % vdechnutím.

Pohyb olova v lidském těle může být zastoupen červenými krvinkami, měkkými tkáněmi, kde představuje potenciálně větší toxické nebezpečí, a kostmi. K akumulaci dochází v játrech a ledvinách, vždy v závislosti na délce působení. Většina olova je z těla vyloučena močí a výkaly, menší část potem, vlasy a nehty [3, 12].

### **6.1.2. Kadmium**

K expozici kadmiem dochází hlavně požitím, méně inhalací, která je však významná u kuřáků. K biotransformaci dochází prostupem střešní stěnou (asi 5 - 25 %), většina je vyloučena stolicí. Plicní resorpce činí asi 10 - 50 %. Absorbované kadmium je přenášeno krevní cestou do jater a ledvin, kde se ukládá. Vylučuje se močí, žlučí, vlasy, potem a mlékem. Mezi toxické účinky patří nefrotoxicita, účinek na cévní systém, karcinogenita a porucha metabolismu vápníku. Intoxikace kadmiem se projevuje zvýšením krevního tlaku, poškozením ledvin, reprodukčních orgánů a rozpadem červenýchrvinek.

Kadmium vstupuje do půdy společně s hnojivy a následně do rostlin. Některé rostliny mají schopnost kumulovat kadmium v pletivech. Z půdy se také vymývá do vodních toků. Kadmium akumulují zejména mušle, ústřice, krabi a méně ryby. Antagonisticky na kadmium působí zinek a selen [12, 15, 18].

### **6.1.3. Rtuť**

Rtuť se vyskytuje v různých podobách, ať již organické, anorganické nebo jako kov. K expozici rtuťi dochází ingescí, inhalací i kožní resorpcí. Hlavním zdrojem organických sloučenin rtuťi je maso ryb. Hlavní riziko expozice představuje neurotoxické působení methylrtuťi, která se kumuluje v mozku. Do rizikové skupiny patří těhotné ženy. Kovová rtuť se po inhalaci absorbuje až z 80 %. Vylučuje se močí a stolicí. Anorganické sloučeniny jsou vylučovány ledvinami, které mohou být poškozeny. Rtuť poškozuje krevní buňky, váže se do buněčných membrán, čímž může omezit transport živin a způsobit poruchy přenosu nervových impulsů. Páry rtuťi jsou po vdechnutí rychle absorbovány krví do krevního oběhu, kde dochází k jejich transportu především do mozku. U dětí se jedná o reakci způsobující

světloplachost, horečku, vyrážky, otoky prstů, zduření mízních uzlin, zrohovatění a odlupování pokožky. Methylrtuť patří mezi embryotoxické a mutagenní látky. Nejčastěji se vyskytuje ve vodním prostředí, kde se kumuluje v tělech sladkovodních i mořských ryb. Sladkovodní ryby jsou méně odolné než mořské, neboť selen přítomný v mořské vodě plní funkci antagonisty.

Lidský organismus je vystaven rtuti v potravinách, pitné vodě a v zubních amalgámech [12, 15].

## **6.2. Vliv znečištění ovzduší na zdraví lidí**

Znečištění ovzduší, jeho negativní krátkodobý i dlouhodobý vliv má nezvratně dopad na lidské zdraví, na zdraví dětí, ale i na zdravotní stav příštích generací [9].

Matoušek (1988) konstatuje, že je prokázáno, že znečištění ovzduší oslabuje přirozenou odolnost organismu a jeho adaptabilitu vůči infekčním chorobám.

Boubel et al. (1994) publikoval, že lidské tělo a další biologické systémy mají obrovskou kapacitu, aby využily různé chemické látky buď pro podporu některých tělesných funkcí, nebo aby je vyloučily z těla. Chemické látky byly v různých koncentracích pozorovány ve všech částech těla, přičemž některé látky byly zaznamenány ve vyšších koncentracích a následně byla prokázána jejich schopnost kumulace v organismu.

Nejvíce toxických látek se vyskytuje v moči, krvi, měkkých tkáních, vlasech, zubech a nehtech. Z moči a krve jsou toxické látky odstraňovány rychleji než z měkké tkáně, vlasů a kostí, kde dochází k rychlému ukládání a pomalejšímu odstranění. Vliv akumulace v různých částech těla závisí na způsobu vstupu a množství znečišťujících látek. Mnoho látek může být detekováno v lidském těle v koncentracích nižších, než je množství, které může ovlivnit lidské zdraví. Nejsnazším vstupem nečistot do lidského těla jsou sliznice dýchacích cest, které jsou lehce zranitelné a mají ve srovnání s kůží vysokou absorpční kapacitu. Vstup aerosolu do dýchacích je uskutečněn asi ze 75 % vdechováním, přičemž dvě třetiny se zachytí v horních cestách dýchacích nebo se odstraní činností řasinkového epitelu v dolních částech respiračního systému. Povrch sliznic dýchacích cest má významnou ochrannou funkci díky produkci hlenu a činnosti řasinek. Do plic pronikne asi 25 % vdechnutých částic. Snadno rozpustné látky se rychle vstřebávají alveolární cestou a krví se dostávají do ostatních orgánů. Část nerozpuštěných látek může být ještě asi 120 dní odstraňována z plic. Každá plíce



obsahuje asi 300 miliónů plicních sklípků a jejich plocha, se kterou je člověk v přímém kontaktu s okolním prostředím, představuje plochu asi 280 m<sup>2</sup> [1, 3, 10, 13, 17].

### **6.3. Účinky znečištění ovzduší na vegetaci**

Vegetace reaguje na znečištění ovzduší v různém rozsahu koncentrací znečišťujících látek. Mezi faktory ovlivňující růst rostlin patří druh rostliny, půdní podmínky, teplota, vlhkost půdy. Při nízkých koncentracích znečišťujících látek nemusí být pozorovány žádné, nebo jen velmi malé účinky. Se zvyšující se úrovní expozice teprve dochází k viditelným příznakům poškození až k úhynu. Znečišťující látky mohou vstoupit do rostliny primární nebo sekundární cestou. Primární cesta se podobá lidskému vdechování. K prostupu dochází přes průduchy v listech a následně k šíření do cévních svazků. K přímé kontaminaci rostlin dochází suchou a mokrou depozicí na povrchu listu, k nepřímé vstupem kořenovým systémem. Příznakem jsou odchylky od normálního vzhledu listu, pozměněná buněčná struktura, barva a nekrózy. U okrasných a ovocných stromů mohou být poškozené také květy, což vede ke snížení výnosu [3].

### **6.4. Vliv znečištění ovzduší na zvířata**

Na vodní živočichy má neblahý vliv kyselá depozice a změna pH ve vodních ekosystémech vedoucí k okyselení jezer a rybníků na různých místech světa. Těžké kovy v kombinaci s nízkou hodnotou pH jsou mobilnější a snadněji vstupují do potravních řetězců vodních živočichů. Také účinky insekticidních přípravků, které mohou vstupovat do vodního prostředí, mají vliv na nervový systém živočichů. Suchá a mokrá depozice ovlivňuje suchozemské živočichy při spásání potravy, což je příčinou vstupu do potravních řetězců [3].

## **7. Monitoring kvality ovzduší**

Monitoring kvality ovzduší slouží k posuzování míry znečištění ovzduší a jeho kvality. Výstupem je měření emisí a imisí znečišťujících látek ze zdrojů znečištění do ovzduší. Monitoring imisí společně s měřením depozice je podkladem pro posuzování účinků znečištění ovzduší. Jeho hlavním úkolem je sbírání reprezentativních dat, jejich poskytování vědcům, expertům, politikům v oblasti plánování, aby mohli kvalifikovaně rozhodovat o řízení a zlepšování kvality ovzduší [3, 4, 12].

V České republice jsou získaná emisní a imisní data ukládána v Informačním systému kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu [12].

Jednou z metod je mobilní monitoring, který se provádí s využitím mobilní stanice, již může být letadlo nebo vozidlo. Ze získaných dat lze odvodit vznik a transport fotochemického smogu, kyselé spady a rozptýl látek znečišťujících ovzduší. Mobilní monitorovací stanice umožňují transport do různých oblastí dle potřeby. Výhodou použití je možnost jejich přesunu a nevýhodou pouze omezené množství přístrojů [3].

### **7.1. Emisní monitoring**

Emisní monitoring je systém nepřetržitého měření a vyhodnocování emisních dat z jednoho nebo více zdrojů znečištění ovzduší, který poskytuje informace o druzích a množstvích látek vypouštěných do ovzduší v reálném čase [12].

### **7.2. Imisní monitoring**

Braniš a kol. (2009) uvádí, že díky imisnímu monitoringu je zjišťována míra znečištění venkovního ovzduší. Kvalita ovzduší je hodnocena porovnáváním zjištěných koncentrací znečišťujících látek s imisními limity. Imisním limitem se rozumí hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu za určité teploty a tlaku [12].

Cílem imisního monitoringu dle WHO (2000) je poskytování podkladů o aktuálním stavu znečištění ovzduší pro veřejnost, pro krátkodobá opatření v období vzniku smogových situací, poskytování objektivních údajů pro řízení kvality ovzduší. K dalším údajům patří identifikace zdrojů znečištění a vyhodnocení dopadů, poskytování údajů pro studium dálkového transportu

znečišťujících látek, poskytování údajů pro mezinárodní výměny dat o kvalitě ovzduší na území státu [4].

### **7.2.1. Imisní monitorovací síť**

Na území České republiky jsou provozované imisní monitorovací síť ČHMÚ, síť Státního zdravotnického ústavu a hygienické služby i účelově zaměřené imisní měřicí síť Organizace pro racionalizaci energetických zařízení, Výzkumného ústavu lesnictví a myslivosti, Výzkumného ústavu rostlinné výroby, společnosti Ekotoxa, spol.s. r. o., Opava a dalších. Data ze všech stanic uchovává ČHMÚ v imisní databázi Informačního systému kvality ovzduší.

Stanice se podle umístění dělí na dopravní, průmyslové a pozad'ové. **Dopravní stanice** je přímo ovlivněna dopravou, nachází se asi 10 m od vozovky. **Průmyslová** je přímo ovlivněna průmyslem, umístěna v areálu továrny. **Pozad'ová** se vztahuje na pozadí měst a průmyslových oblastí, není přímo ovlivněna žádným zdrojem.

### **7.2.2. Umístění měřících stanic**

Stanice zaměřené na ochranu zdraví jsou umístěny v oblastech s výskytem nejvyšších koncentrací znečišťujících látek tak, aby nereprezentovaly pouze své blízké okolí.

Měřicí odběrové sondy, jsou umístěny tak, aby tok vzduchu okolo vstupního otvoru vzorkovací sondy nebyl omezován žádnou překážkou. Vstupní otvor vzorkovací sondy by měl být umístěn ve výši 1,5 m až 4 m nad zemským povrchem v bezprostředním okolí emisních zdrojů.

## **7.3. Metody měření imisí**

Imisní metody se dělí na manuální a kontinuální. Kontinuální jsou součástí automatizovaných imisních měření. Manuální se používají pouze k dokreslování vzniklé situace. Celkové informace o kvalitě ovzduší lze získat spojením monitorování stavu kvality ovzduší a jeho modelováním [4].

## Stanovení znečišťujících látek

Znečišťující látky	Automatizovaná měření	Manuální měření
benzen	Plynová chromatografie	Plynová chromatografie s hmotnostně selektivní detekcí
Těžké kovy		Hmotnostní spektroskopie s indukčně vázanou plazmou
PM <sub>10</sub>	Radiometrie	Gravimetrie

### Referenční metody pro zjištění koncentrací:

Pb	Atomová absorpční spektroskopie (ISO 9855),
PM <sub>10</sub>	Odběr na filtr a následná gravimetrie (EN 12341),

#### **7.3.1. Metody manuálního monitoringu**

Mezi metody manuálního monitoringu patří filtračně gravimetrická metoda, atomová absorpční spektrometrie, Rtg- fluorescence, hmotnostní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou, nízkoteplotní plynová atomová fluorescenční spektrometrie, neutronová aktivační analýza, plamenoionizační detekce, plynová chromatografie s hmotnostně selektivní detekcí, vysokotlaká kapalinová chromatografie [4,12].

#### **7.3.2. Metody automatizovaného monitoringu**

Mezi metody měření automatického monitoringu patří radiometrická metoda měření atmosférického aerosolu a metoda oscilačních mikrovah [4].

## **8. Praktická část - charakteristika tepelných elektráren**

Tepelné elektrárny jsou technologické celky, které vyrábí elektrickou energii přeměnou z chemické energie vázané v palivu. energii získávají spalováním fosilních paliv nebo biomasy. Vzniklým teplem se ohřívá pára, která pohání parní turbínu turbogenerátoru. Tepelné elektrárny bývají kombinovány s teplárnami a pára z parní turbíny je dále rozváděna odběratelům pro účely vytápění a ohřevu vody.

### **Elektrárna Mělník**

Elektrárna Mělník leží 13 km pod soutokem řek Labe s Vltavou. Původně se skládala ze tří technologických celků EMĚ I, EMĚ II a EMĚ III vybudovaných jako komplex kondenzačních elektráren spalujících hnědé uhlí ze severočeských a západočeských dolů [20].

### **Elektrárna Ledvice**

Elektrárna leží na úpatí východní části Krušných hor, mezi lázeňskými městy Teplice a Bílina. Byla postavena v letech 1966 - 1969, s původním výkonem 640 MW. Turbíny byly koncipovány jako kondenzační rovnotlaké, třítělesové, jednokřídlové stroje s jedním přehříváním, s osmi neregulovanými odběry páry pro ohřev napájecí vody pohánějící trojfázové alternátory s cirkulačním chlazením vodíkem.

Elektrárna Ledvice kromě výroby elektrické energie zajišťuje i dodávku tepla do nejbližšího okolí. Teplu dodává pro město Teplice a Bílina. Společná výroba elektřiny a tepla v jednom cyklu, snižuje spotřebu paliva na vyrobenou jednotku energie a tím šetří i životní prostředí [21].

### **Elektrárna Pruněřov**

Elektrárny Pruněřov jsou největším uhelným elektrárenským komplexem v ČR. Leží na západním okraji severočeské hnědouhelné pánve v blízkosti Chomutova. Elektrárny dodávají kromě elektrické energie také teplo do Chomutova, Jirkova a Klášterce nad Ohří. Hnědé uhlí se těží v lomech Dolů Nástup Tušimice, Severočeských dolů, a. s. [22].

### **Elektrárna Tušimice**

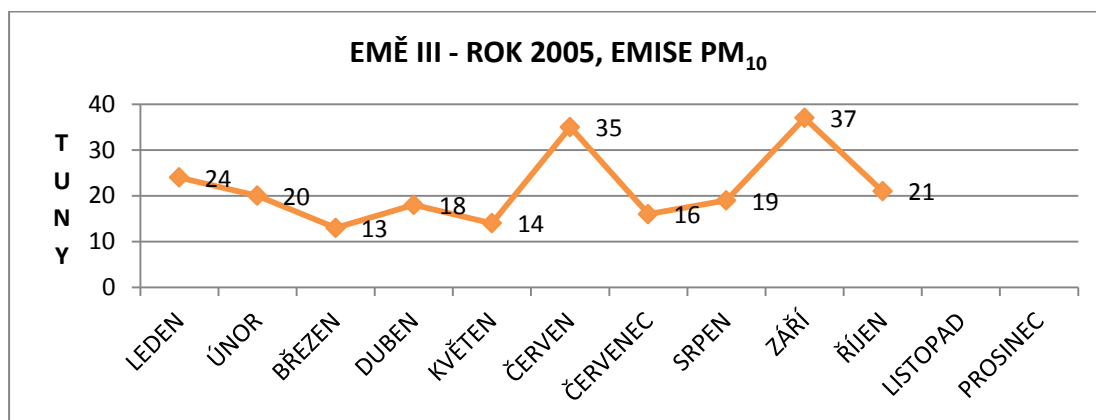
Elektrárna Tušimice I byla uvedena do provozu v letech 1963 - 1964, Elektrárna Tušimice II v letech 1973 - 1974 s instalovaným výkonem 4 x 200 MW.

Elektrárna byla postavena v centru výskytu hnědého uhlí s pásovou dopravou od těžebních strojů až do elektrárny. To výrazně snížilo náklady na výrobu elektrické energie a řadí elektrárnu mezi nejefektivnější provozny v České republice [23].

### **Elektrárna Počerady**

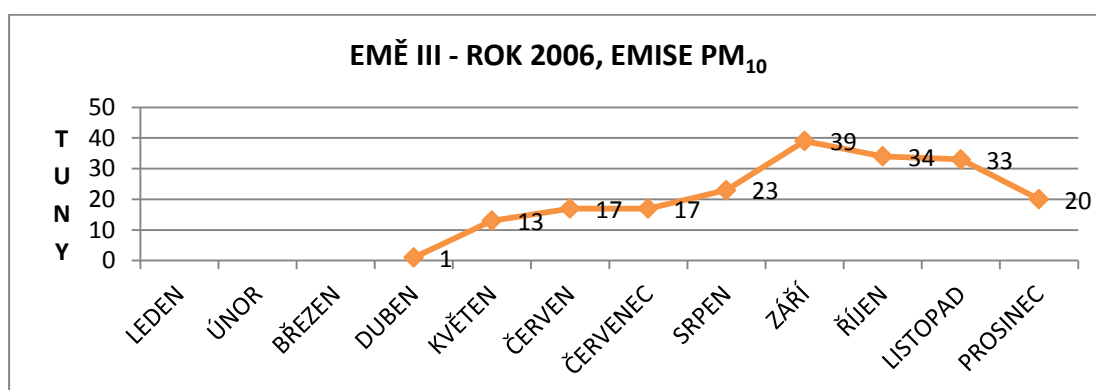
Elektrárna leží v severozápadní části České republiky. Výstavba probíhala ve dvou fázích. Elektrárna Počerady I byla uvedena do provozu v letech 1970- 1971. V rámci útlumového programu byla k 1. 1. 1994 odstavena. Elektrárna Počerady II byla uvedena do provozu v roce 1977 [24].

## 9. Přehled produkce emisí PM<sub>10</sub> tepelných elektráren v letech 2005- 2010



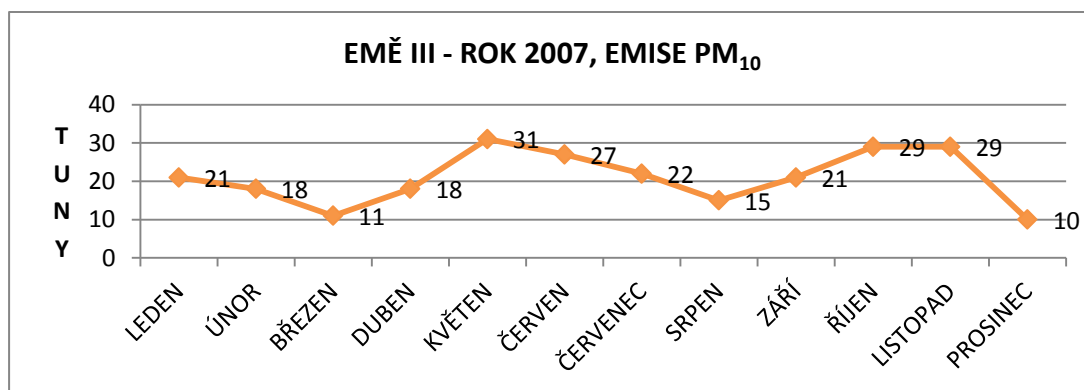
graf 1

Z výše uvedených hodnot vyplývá, že nejvyšší podíl emisí je patrný v měsíci červnu a září, naopak nejnižší v březnu a květnu.



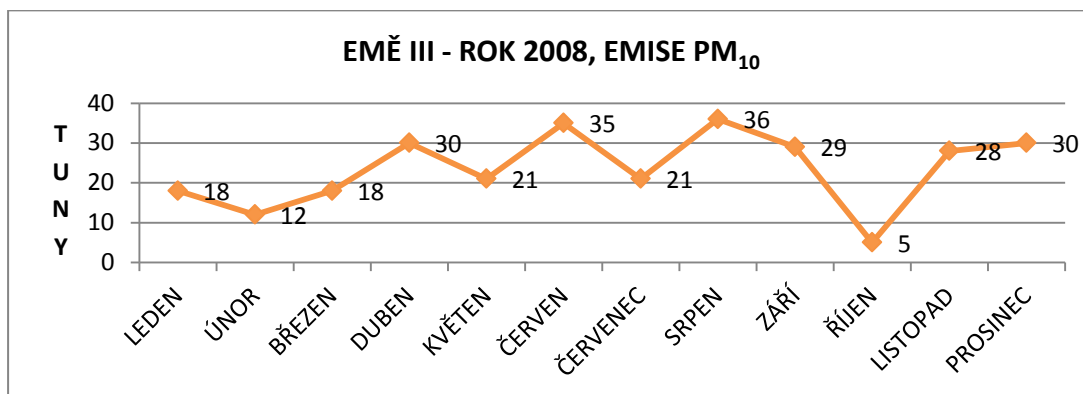
graf 2

Hodnoty za měsíc leden, únor, březen a duben nejsou dostupné. Ze zbývajících měsíců v hodnotách v produkci PM<sub>10</sub> vyčnívá měsíc září.



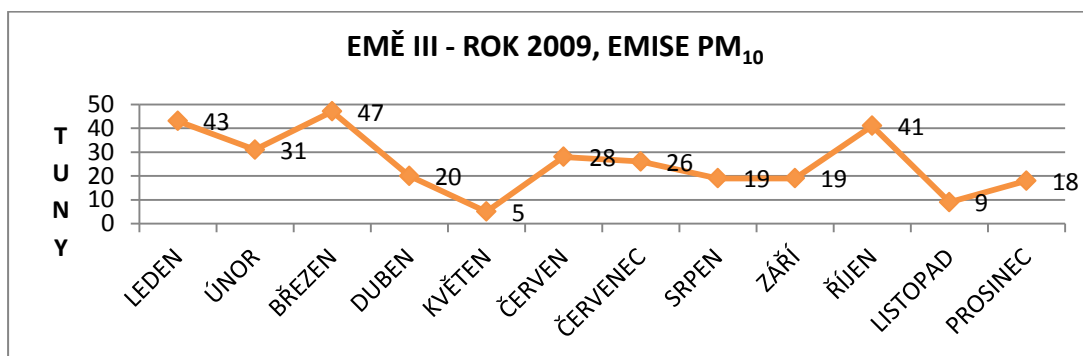
graf 3

Rok 2007 je vcelku vyrovnaný, k propadu dochází pouze v měsíci březnu a prosinci. Nárůst koncentrací je patrný v květnu, říjnu a listopadu.



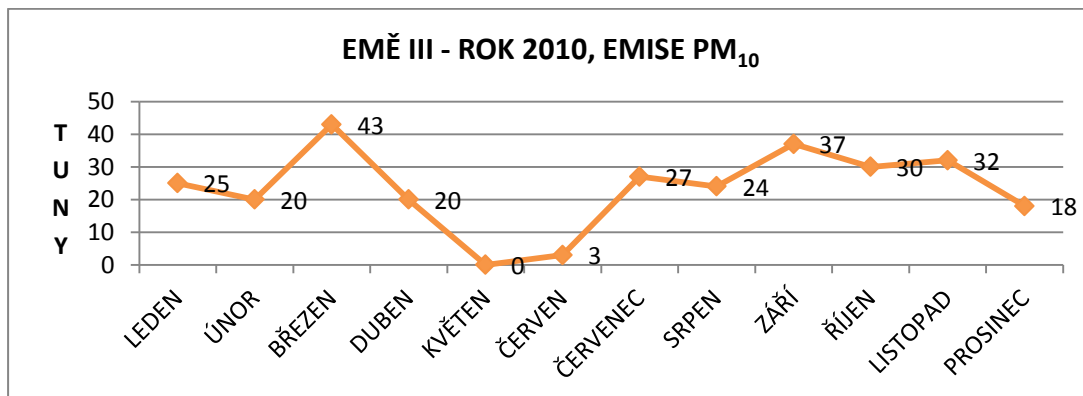
graf 4

Rok 2008 přináší pravidelné výkyvy emisí PM<sub>10</sub>. K nejvyšší produkci dochází v měsíci červnu a srpnu, k propadu naopak v měsíci říjnu.



graf 5

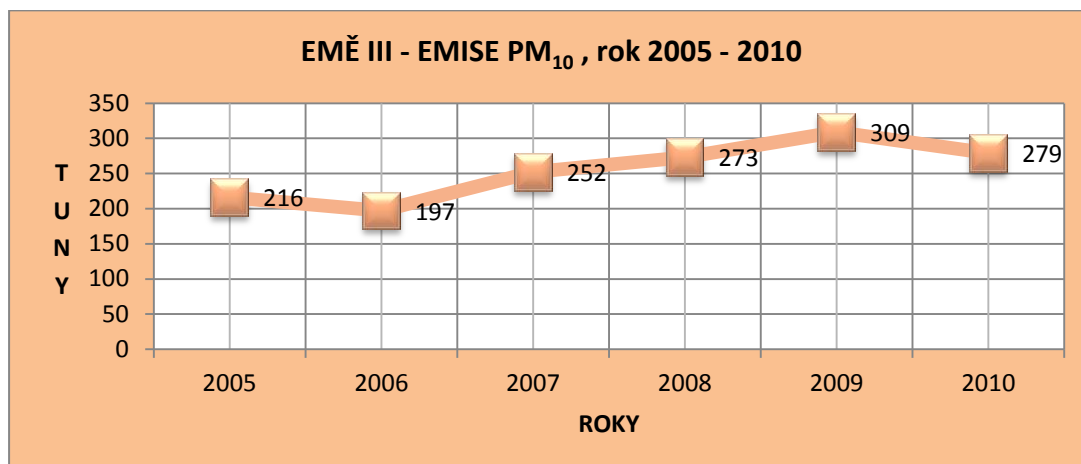
Rok 2009 dosahuje značných výkyvů převážně v březnu a říjnu, kdy jsou hodnoty nejvyšší, a naopak v květnu a listopadu, kdy jsou nejnižší.



graf 6

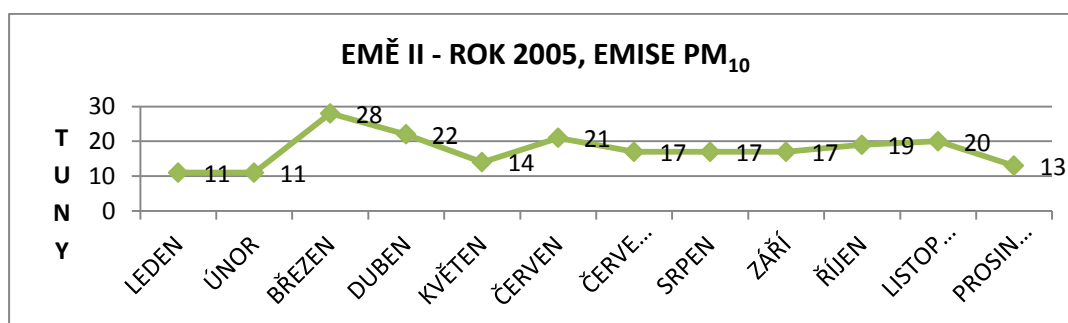


Z výše uvedených hodnot je patrné, že k propadu produkce PM<sub>10</sub> dochází v červnu a k výraznému zvýšení v měsíci březnu.



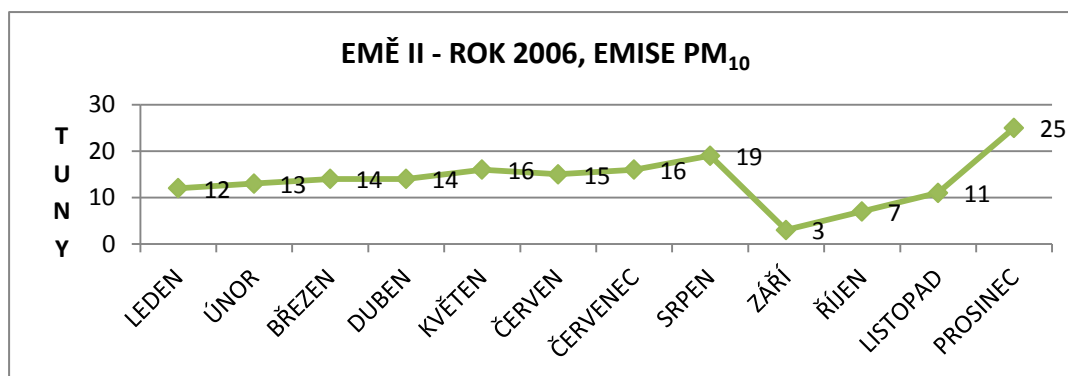
graf 7

Z grafu je patrné postupné zvyšování produkce částic PM<sub>10</sub> od roku 2005 do roku 2009. V průměru za toto období dochází k produkci 254 tun za rok. Během šesti let došlo pouze z tohoto zdroje k produkci 1526 tun částic PM<sub>10</sub>.



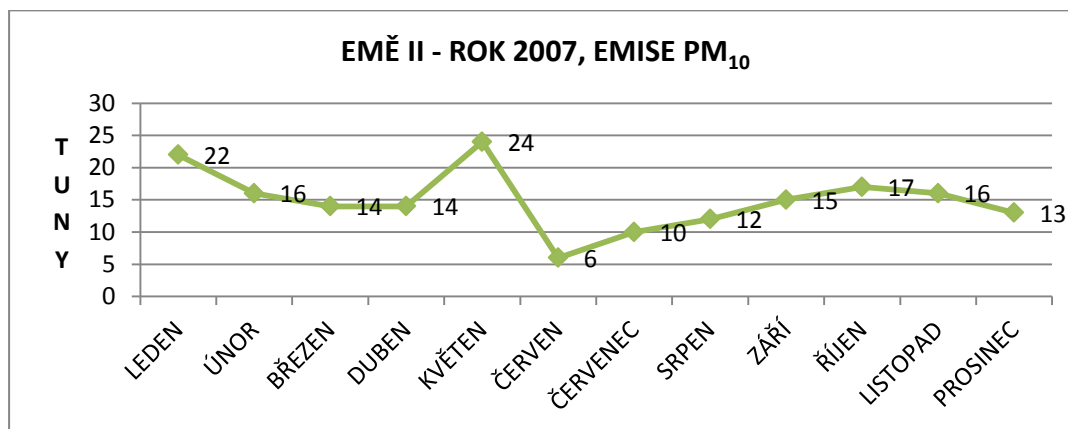
graf 8

Produkce částic PM<sub>10</sub> je v průběhu roku celkem vyrovnaná, k výraznému výkyvu dochází pouze v měsíci březnu, kdy jsou hodnoty nejvyšší.



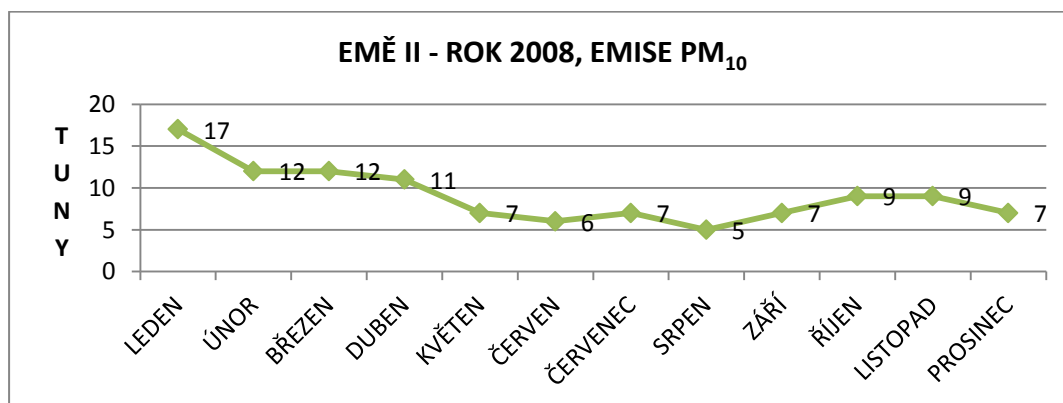
graf 8

Rok 2006 přináší vyrovnanou produkci částic PM<sub>10</sub>, k propadu dochází v měsíci září, k vrcholu v prosinci, kdy jsou dosaženy nejvyšší hodnoty za celý rok.



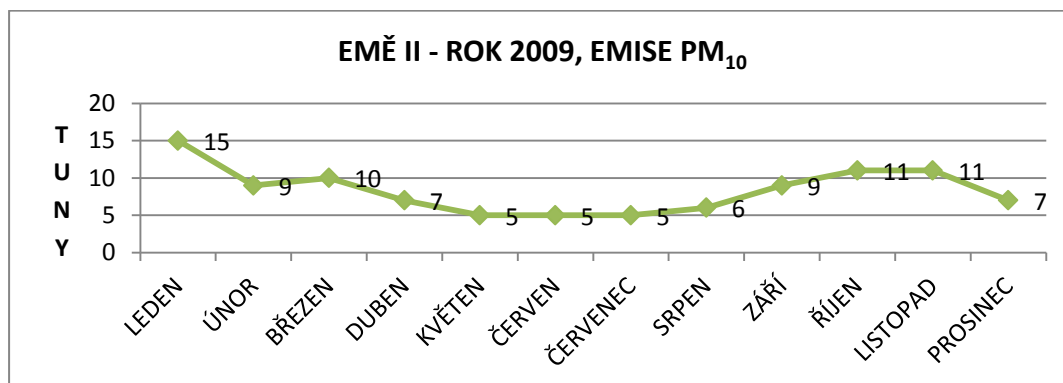
graf 9

Rok 2007 je v produkci částic PM<sub>10</sub> vyrovnaný, k výkyvu dochází v květnu a následnému propadu v měsíci červnu.



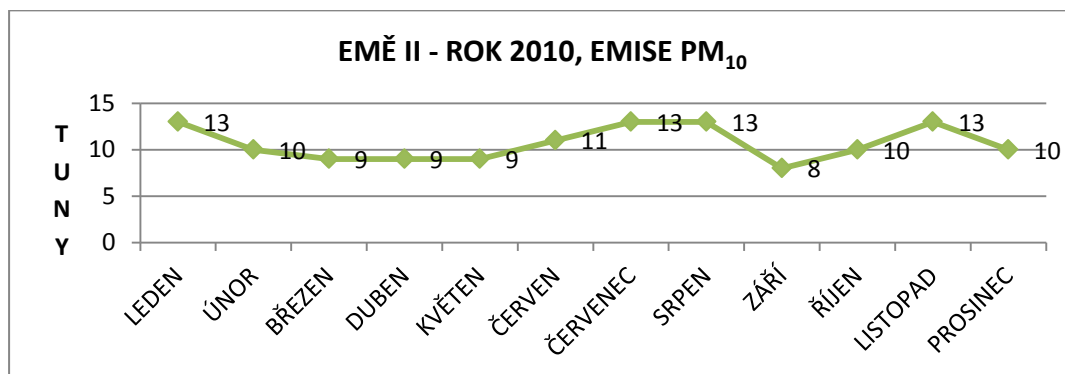
graf 10

Z grafu je patrné postupné snižování produkce částic PM<sub>10</sub> v průběhu celého roku 2008.



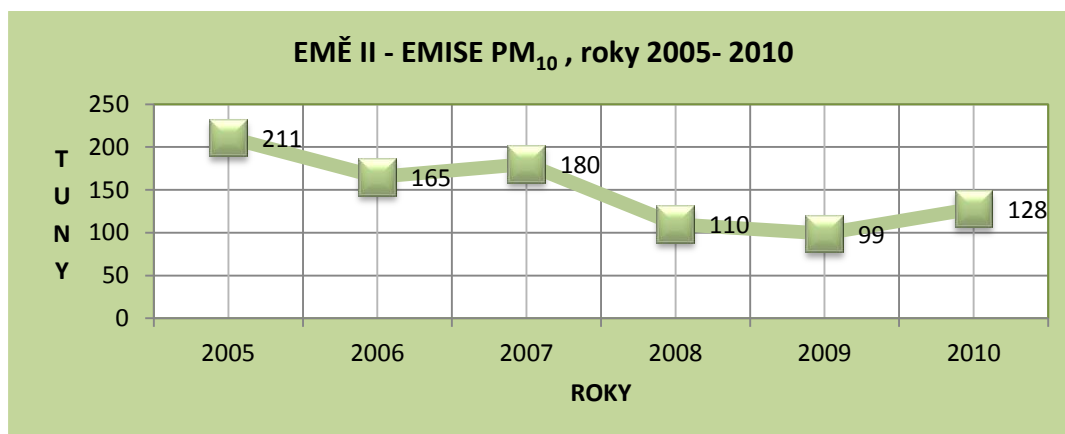
graf 11

Začátek a konec roku 2009 přináší zvýšené hodnoty v produkci částic PM<sub>10</sub>. Střed je v podstatě vyrovnaný.



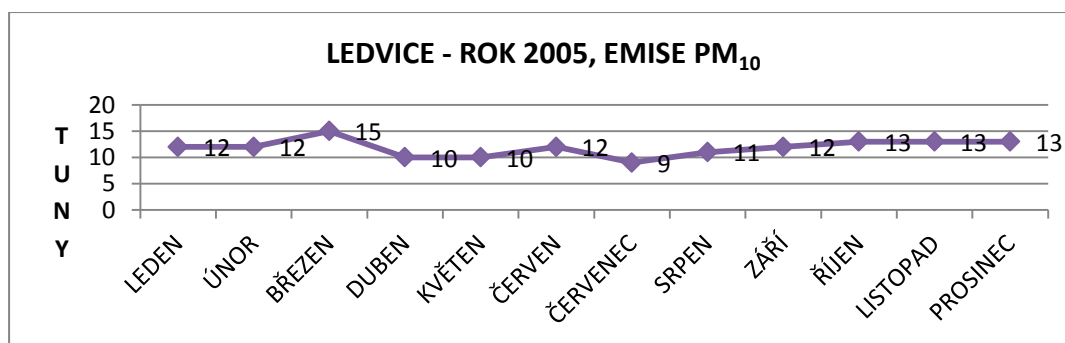
graf 12

Rok 2010 je v produkci emisí PM<sub>10</sub> v celku vyrovnaný. K mírnému propadu dochází v září.



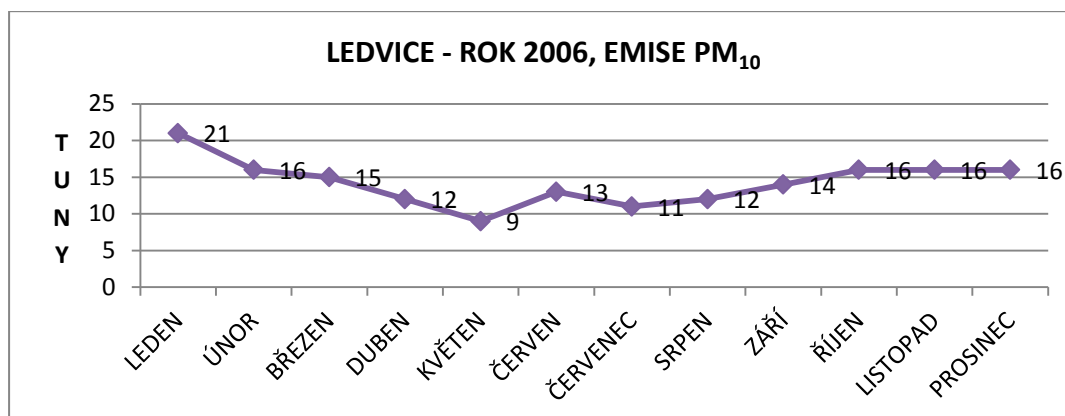
graf 13

Z grafu je patrný postupný pokles produkce emisí PM<sub>10</sub> za období od roku 2005 do roku 2010. V průměru za toto období dochází k produkci 149 tun za rok. Celková emise PM<sub>10</sub> za šest let činí z tohoto zdroje 893 tun.



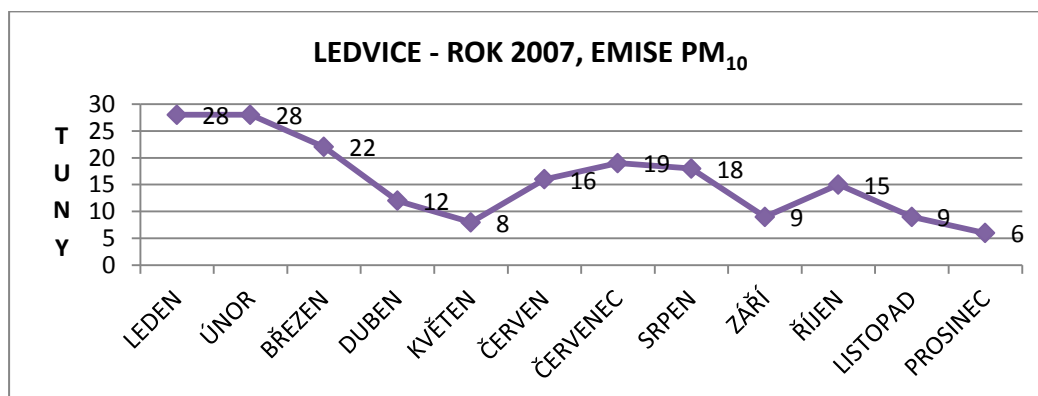
graf 14

Rok 2005 je v produkci částic PM<sub>10</sub> vyrovnaný.



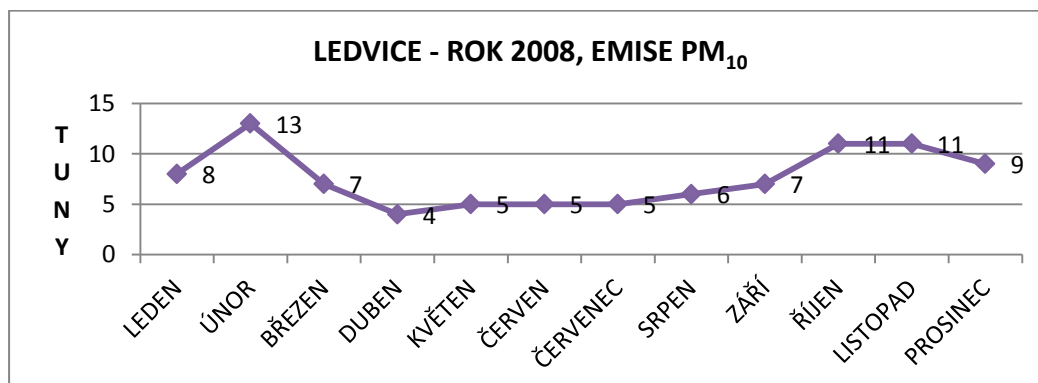
graf 15

Nejvyšší podíl na emisi PM<sub>10</sub> má měsíc leden, nejnižší naopak měsíc květen, zbytek roku je vyrovnaný.



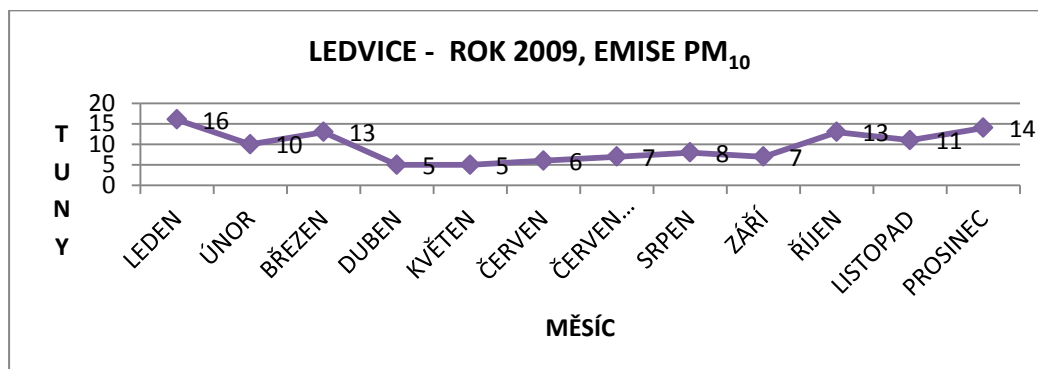
graf 16

Hodnoty částic PM<sub>10</sub> v průběhu roku kolísají, maxima je dosaženo v lednu a únoru, k propadu dochází v měsíci květnu, září a prosinci



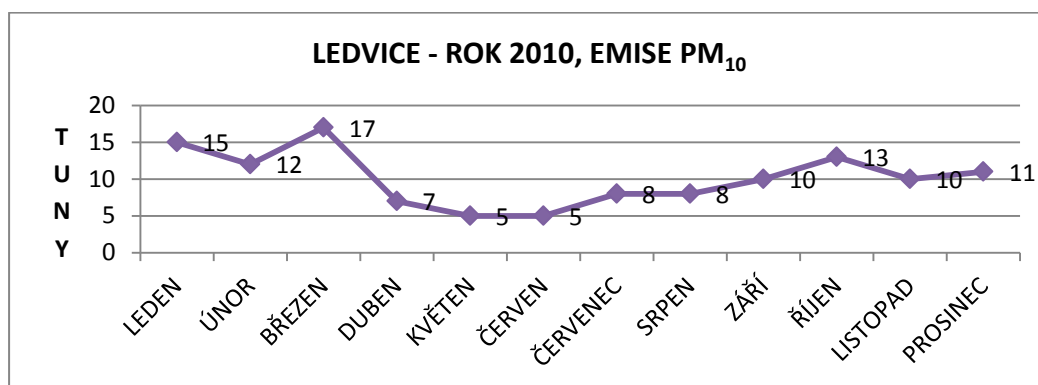
graf 17

Hodnoty PM<sub>10</sub> jsou v průběhu roku vyrovnané, ke zvýšení dochází v měsíci únoru a ke konci roku, kdy je mírné navýšení v měsíci říjnu a listopadu.



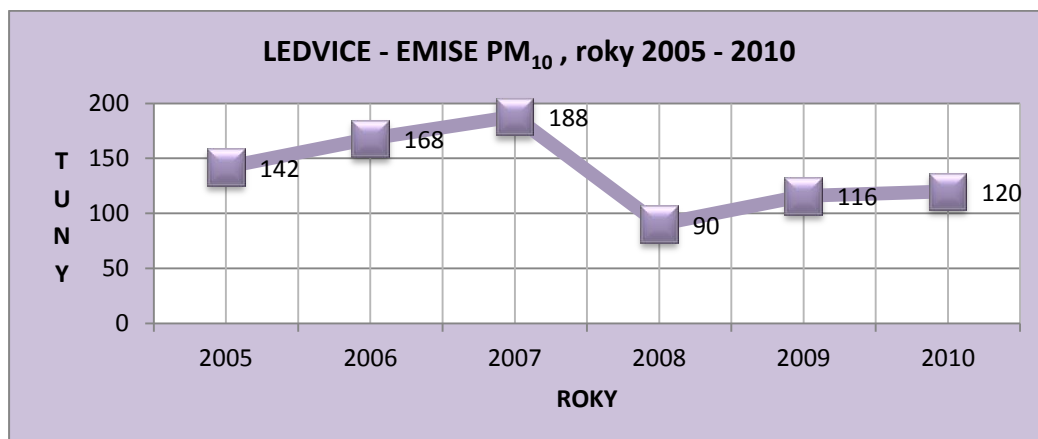
graf 18

Vývoj produkce částic PM<sub>10</sub> je v teplejších měsících vyrovnaný. K nárůstu dochází v měsíci lednu a březnu. K mírnému zvýšení pak ještě koncem roku.



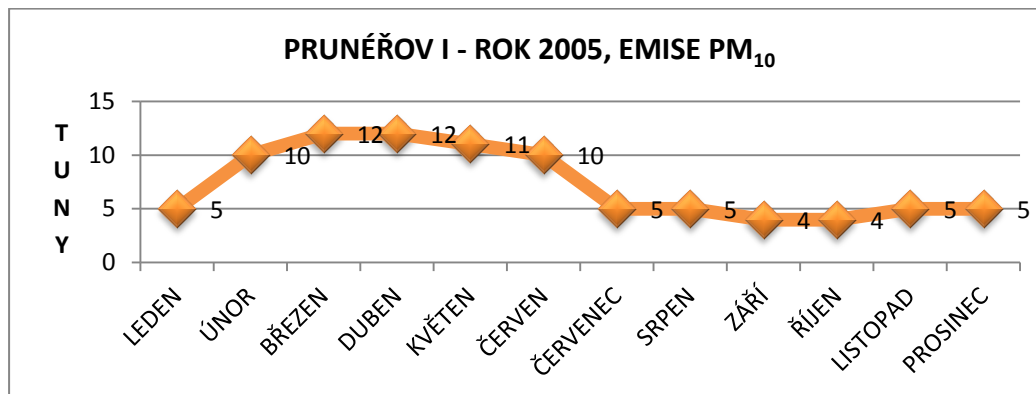
graf 19

Ke zvýšené produkci částic PM<sub>10</sub> dochází v měsíci lednu a březnu, zbytek roku je spíše vyrovnaný.



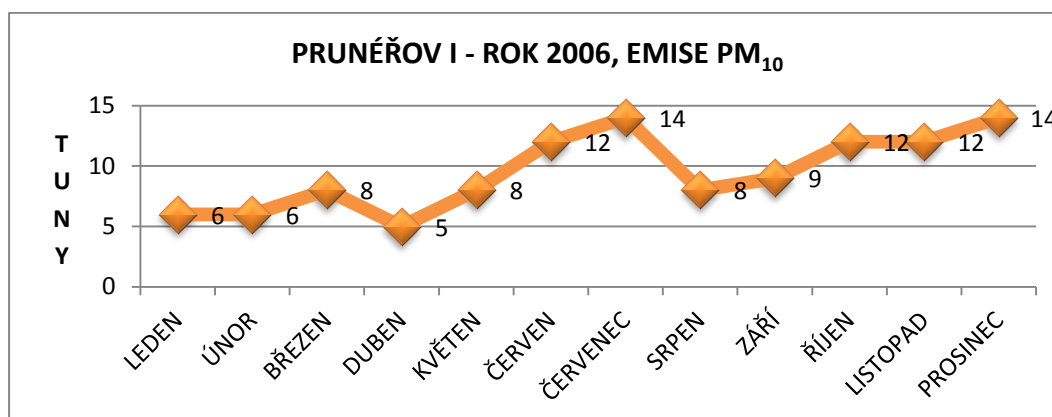
graf 20

Z grafu je patrný nejprve nárůst emisí PM<sub>10</sub>, pak značný pokles a opět mírné zvyšování množství znečištění. Za toto období dochází v průměru k produkci 137 tun částic za rok. Za období šesti let se jedná o 824 tun.



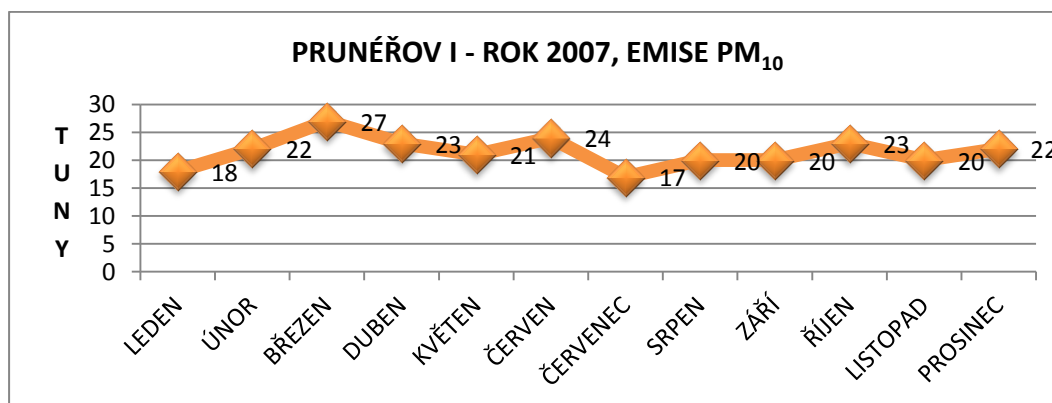
graf 21

První část roku je v produkci částic PM<sub>10</sub> vyšší, k propadu dochází v měsíci červenci, kdy nastává setrvalý stav až do konce roku.



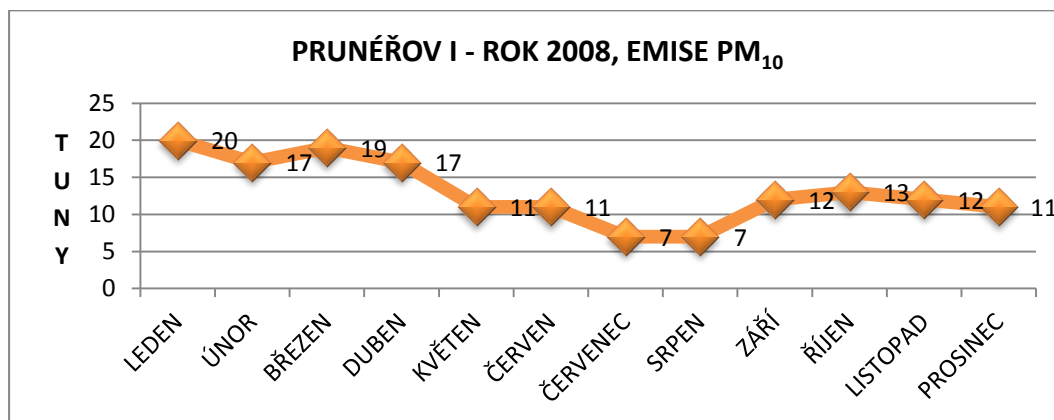
graf 22

V průběhu celého roku dochází k postupnému zvyšování produkce PM<sub>10</sub>.



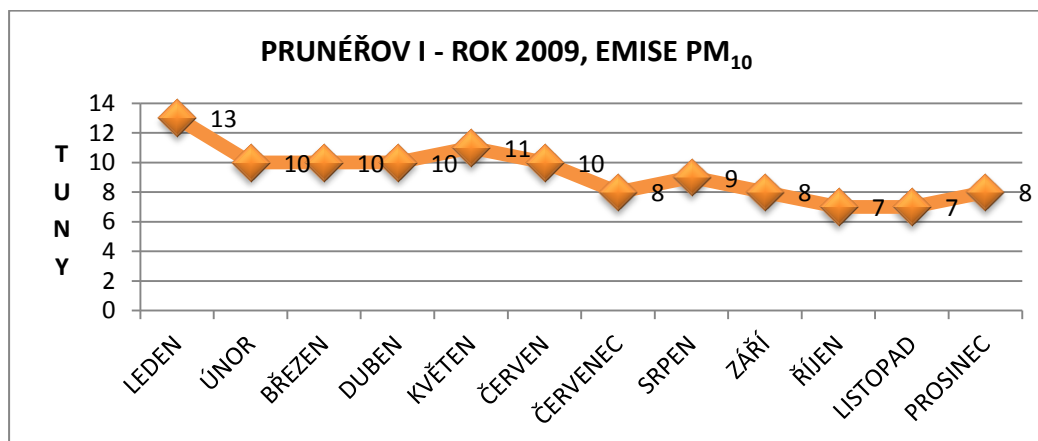
graf 23

Produkce částic PM<sub>10</sub> je v průběhu celého roku spíše vyrovnaná, k výraznějšímu navýšení dochází pouze v měsíci březnu.



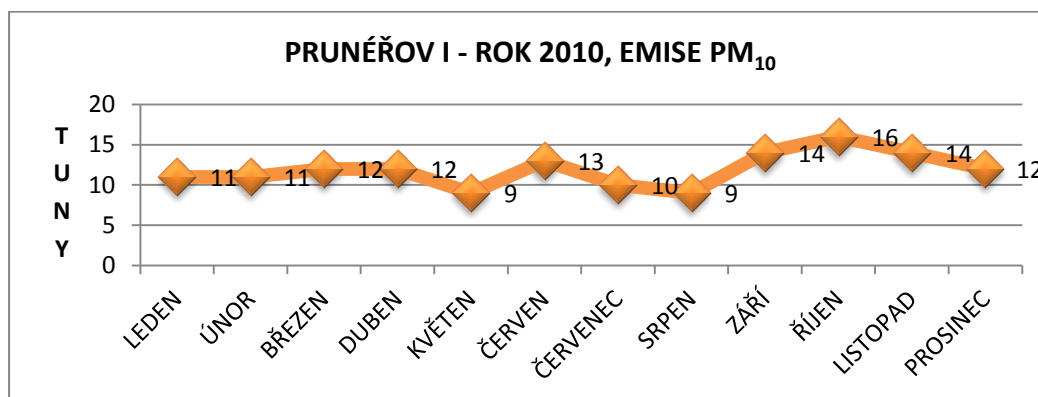
graf 24

Produkce částic je začátkem roku vyšší, k propadu dochází v měsíci červenci. Následně od září se množství PM<sub>10</sub> opět postupně zvyšuje.



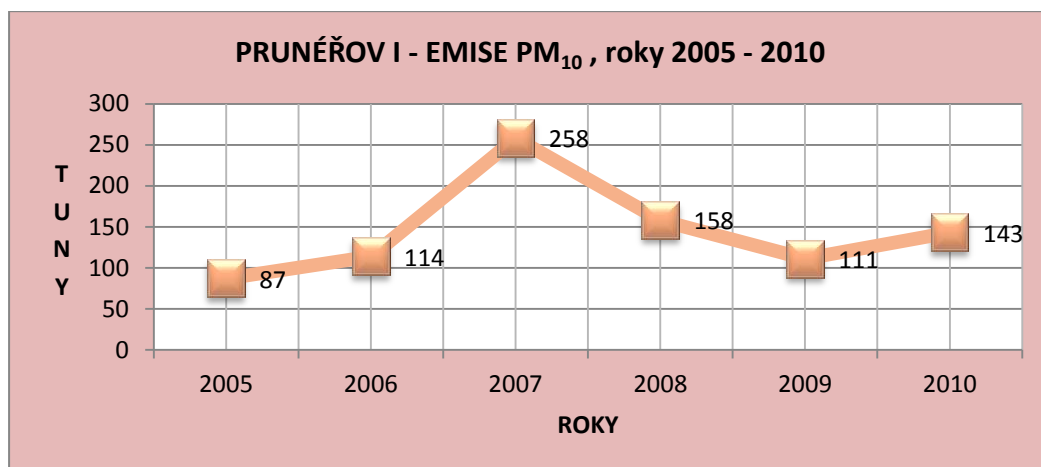
graf 25

V průběhu celého roku dochází k postupnému snižování emisí PM<sub>10</sub>.



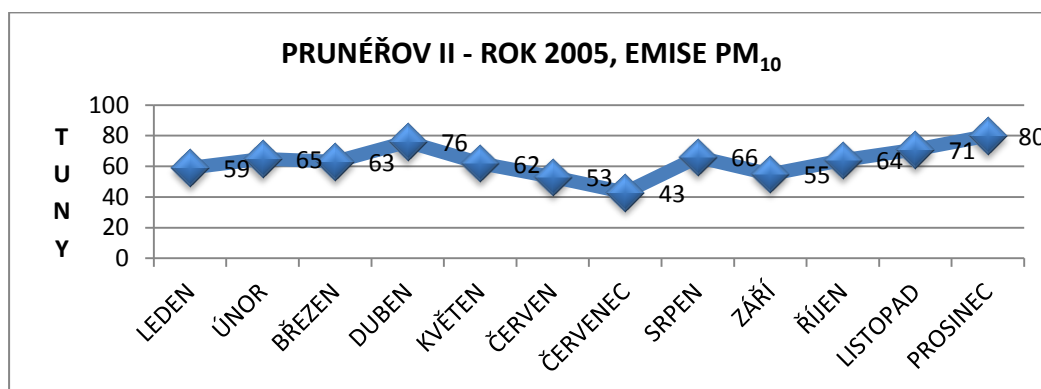
graf 26

V roce 2010 produkce emisí PM<sub>10</sub> nepatrně kolísá, větší výkyv je pouze v měsíci říjnu.



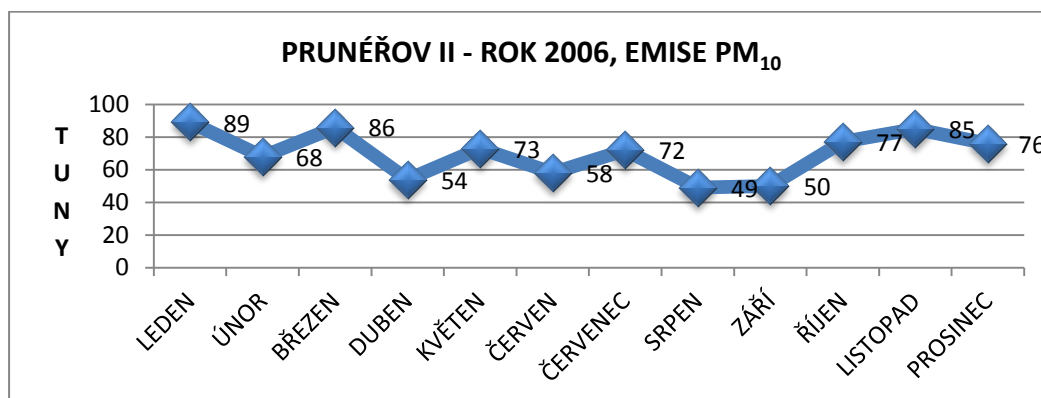
graf 27

Z grafu je patrné kolísání množství emisí PM<sub>10</sub>. V průměru za toto období dochází k produkci 145 tun za rok. Za šest let činí množství emisí PM<sub>10</sub> 871 tun.



graf 28

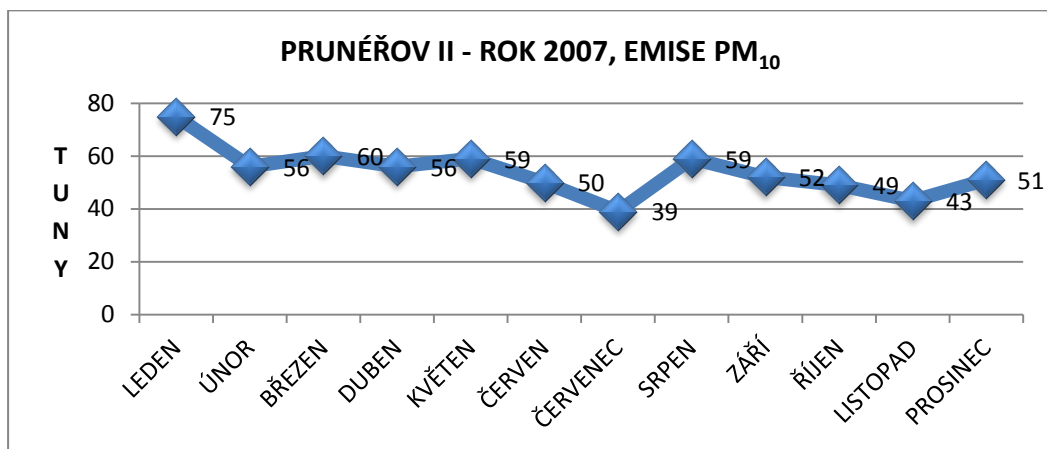
Hodnoty emisí částic PM<sub>10</sub> v průběhu roku kolísají. Maxima je dosaženo v prosinci a naopak minima v červenci.



graf 29

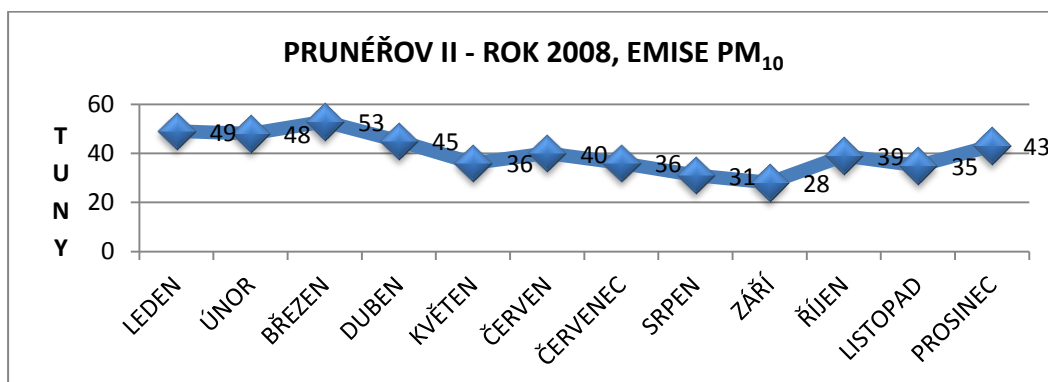


Z grafu je patrné pravidelné kolísání hodnot emisí PM<sub>10</sub>. Maxima je dosaženo v měsíci lednu, minima v srpnu.



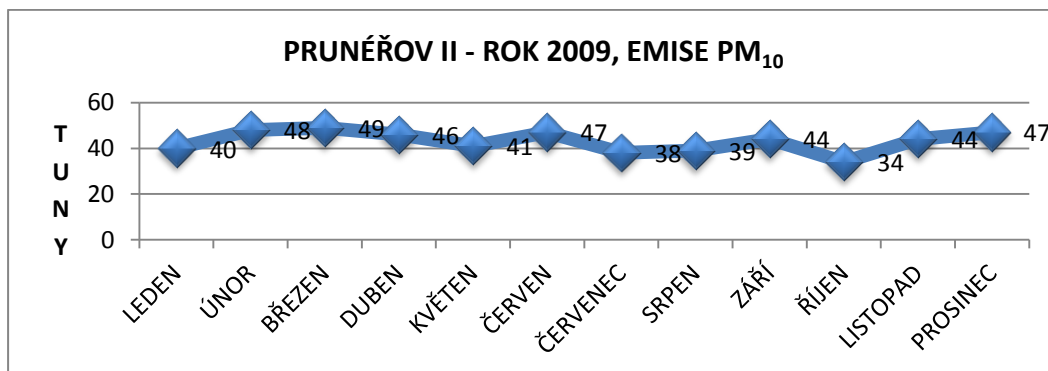
graf 30

Vývoj produkce emisí PM<sub>10</sub> je kolísavý. Maxima je dosaženo v měsíci lednu, tato hodnota se výrazně liší od ostatních. Minima je dosaženo v červenci.



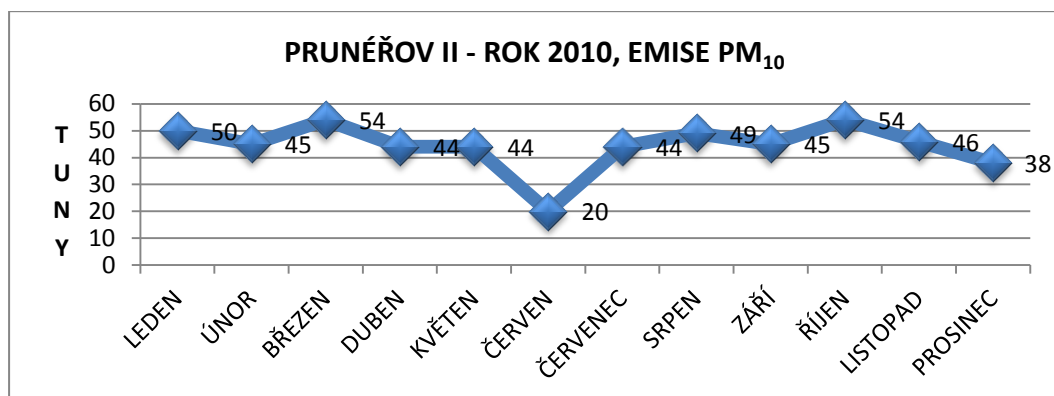
graf 31

V produkci částic PM<sub>10</sub> dochází nejprve k mírnému navýšení, poté k poklesu a od září k opětovnému růstu. Maxima je dosaženo v březnu, minima v září.



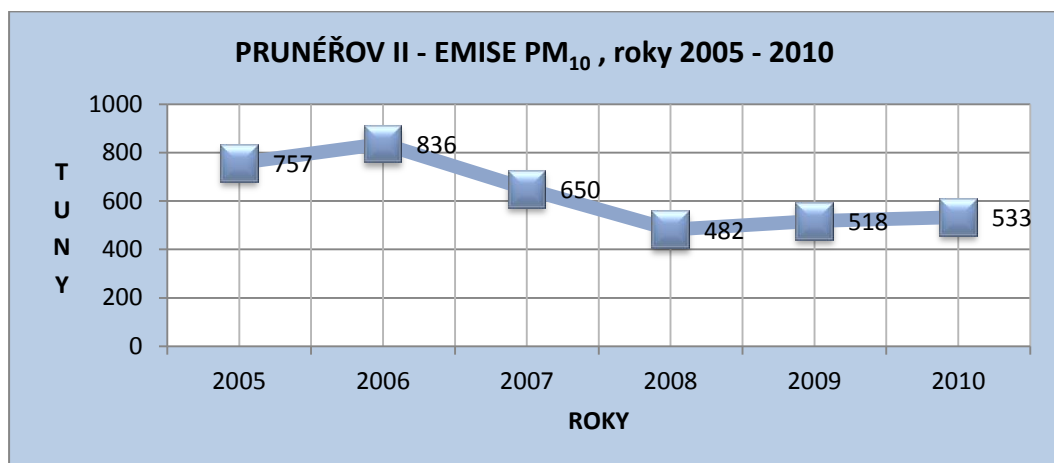
graf 32

V průběhu celého roku dochází k mírnému kolísání v produkci částic PM<sub>10</sub>.



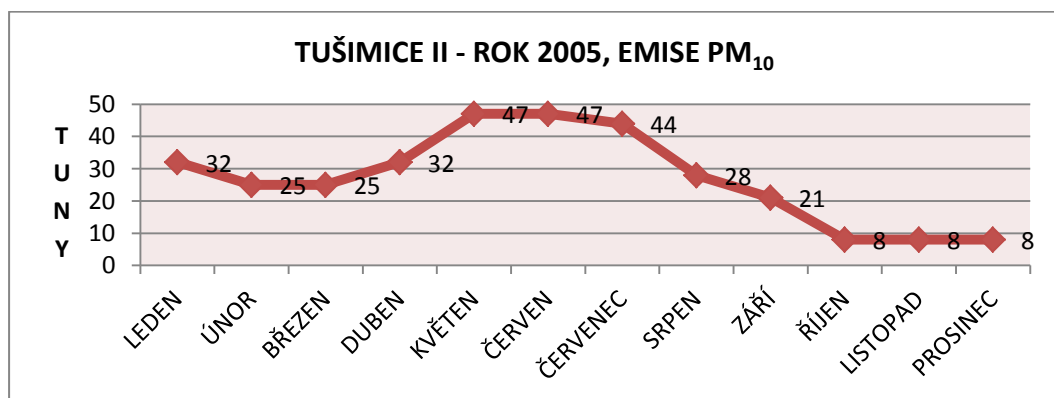
graf 33

Množství emisí PM<sub>10</sub> v průběhu roku kolísá. K výraznému propadu dochází především v měsíci červnu a o něco mírnějšímu v prosinci.



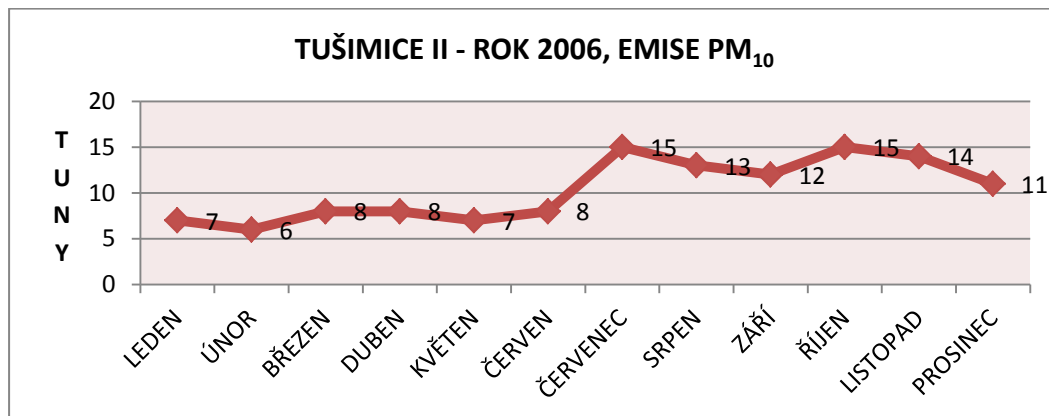
graf 34

Z grafu je patrný nejprve nárůst emisí PM<sub>10</sub>, pak postupný pokles a opět nárůst. V průměru za toto období dochází k produkci 629 tun za rok. Za šest let je to 3776 tun.



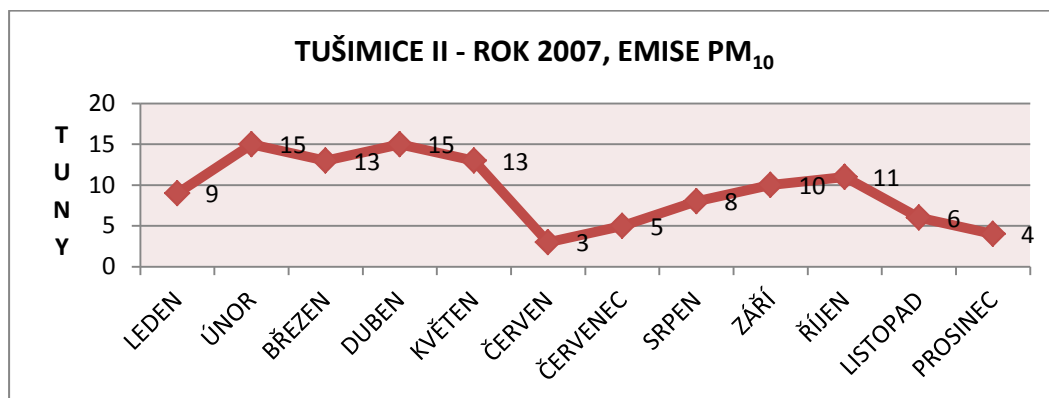
graf 35

Z grafu je patrný postupný pokles emisí PM<sub>10</sub>. V dubnu dochází k postupnému nárůstu a následnému propadu. Maxima je dosaženo v květnu a červnu, minima v říjnu, listopadu a prosinci.



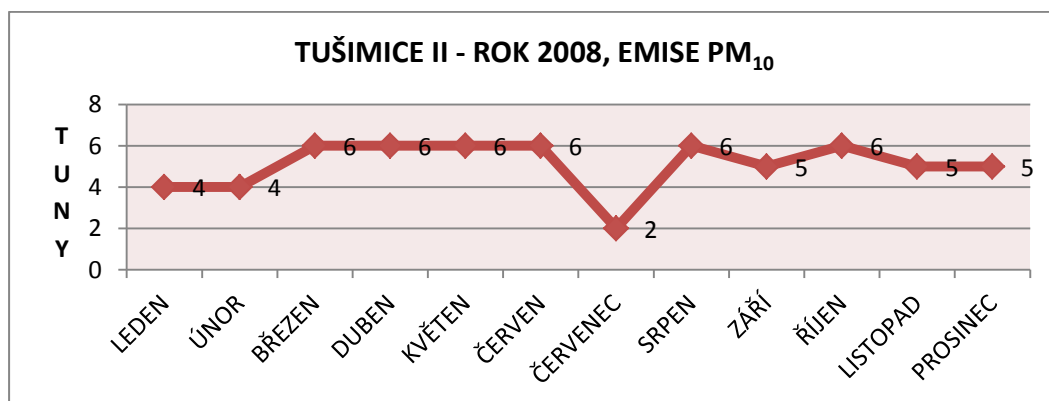
graf 36

K nárůstu emisí PM<sub>10</sub> dochází v červenci a říjnu.



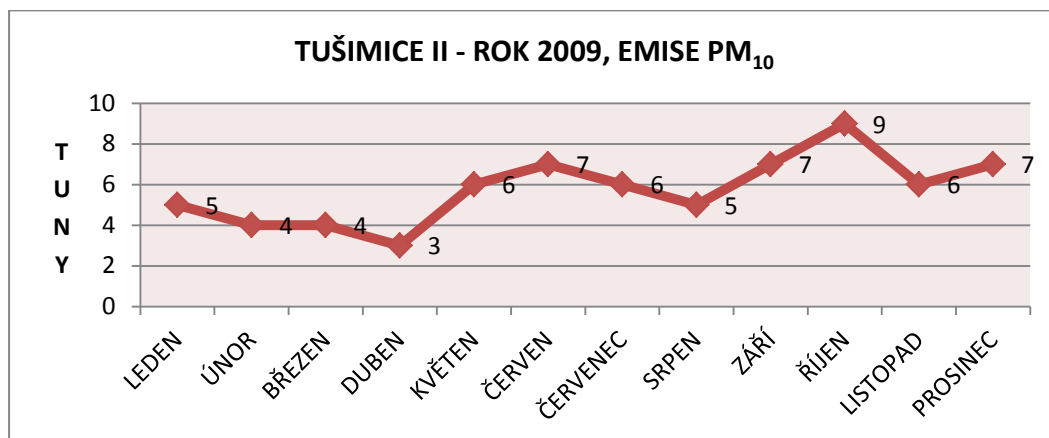
graf 37

Z grafu je patrné kolísání hodnot emisí PM<sub>10</sub>. Maxima je dosaženo v měsíci únoru a dubnu, minima v červnu.



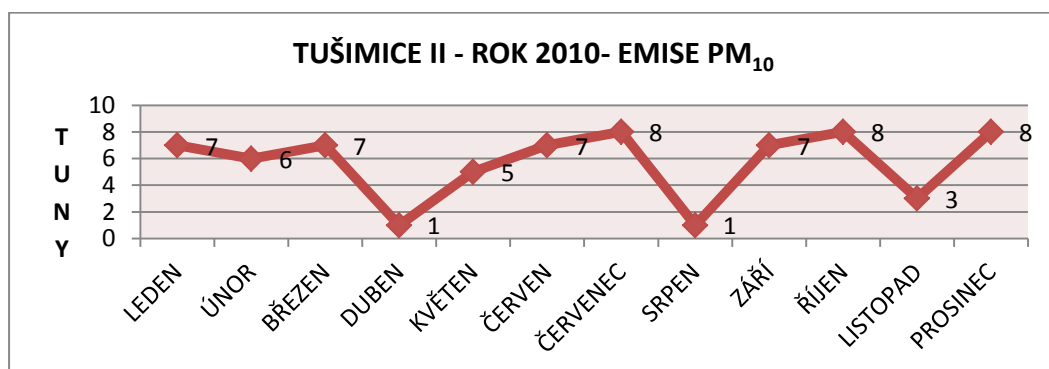
graf 38

Během roku jsou emise  $PM_{10}$  vyrovnané s drobným kolísáním. Minima je dosaženo v červenci.



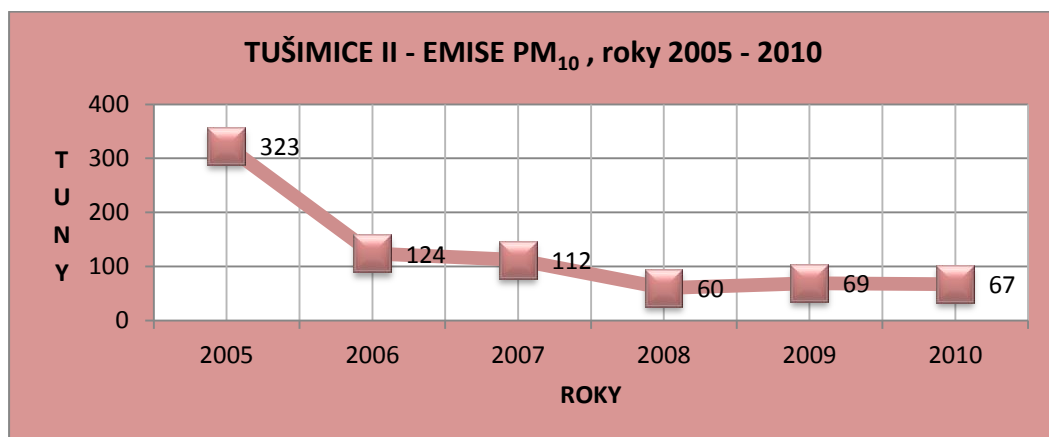
graf 39

Emise  $PM_{10}$  jsou v průběhu roku kolísavé. Maxima je dosaženo v měsíci říjnu, minima v dubnu.



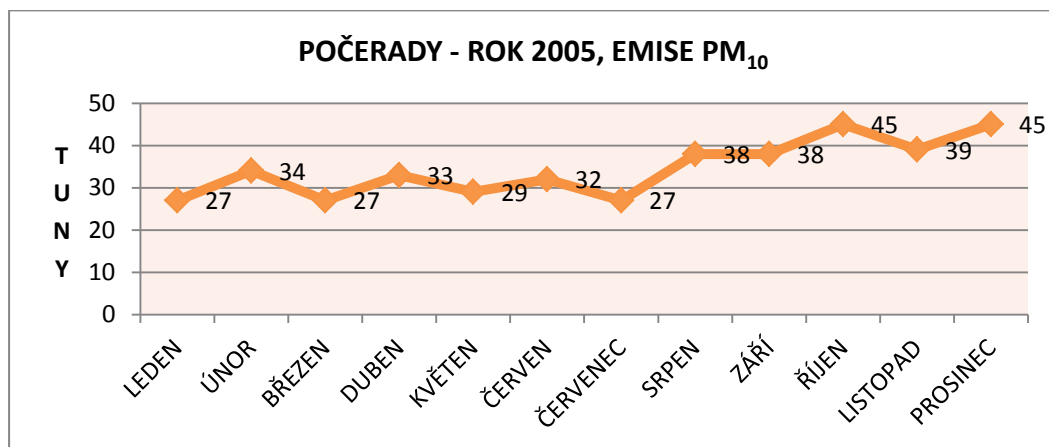
graf 40

Během roku nejsou měřena data v měsíci dubnu a srpnu. Minima je dosaženo v listopadu.



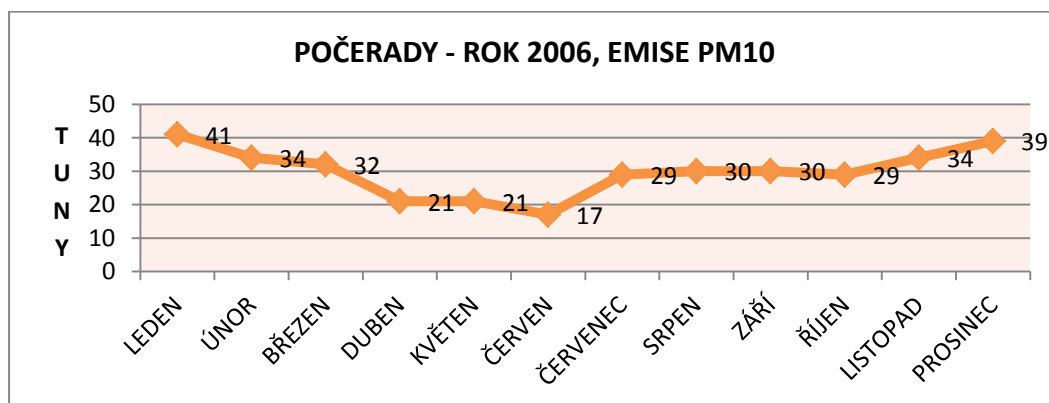
graf 41

Z grafu je patrný velký pokles emisí PM<sub>10</sub> v roce 2006. Za šestileté období došlo k produkci 764 tun emisí. Průměr za rok činí 127 tun.



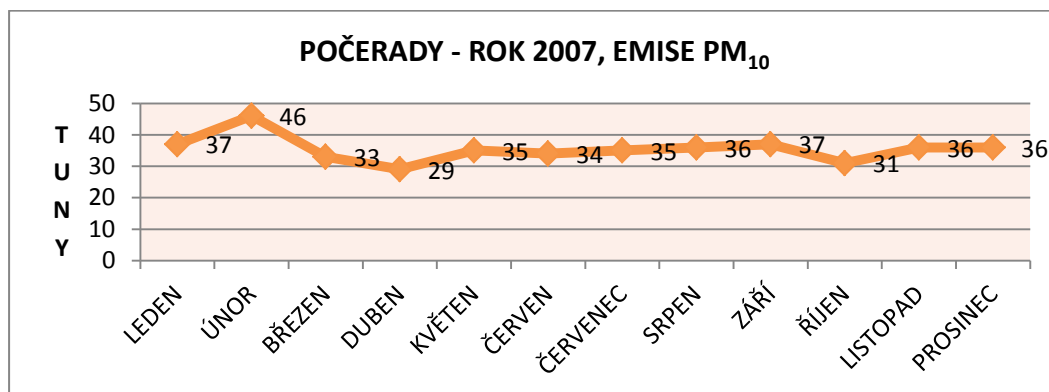
graf 42

Z grafu je patrný postupný nárůst produkce PM<sub>10</sub>. Maxima je dosaženo v měsíci říjnu a prosinci, minima v lednu, březnu a červenci.



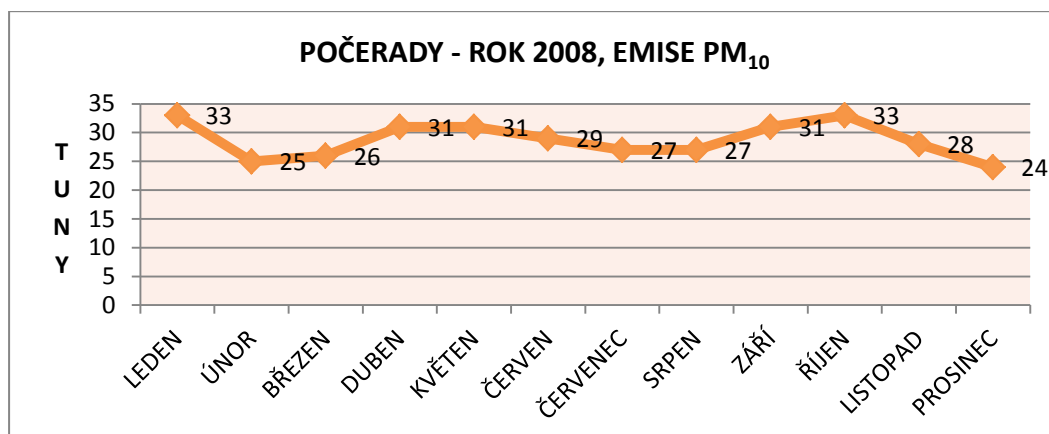
graf 43

V průběhu roku jsou hodnoty emisí PM<sub>10</sub> kolísavé. Maxima je dosaženo v měsíci lednu.



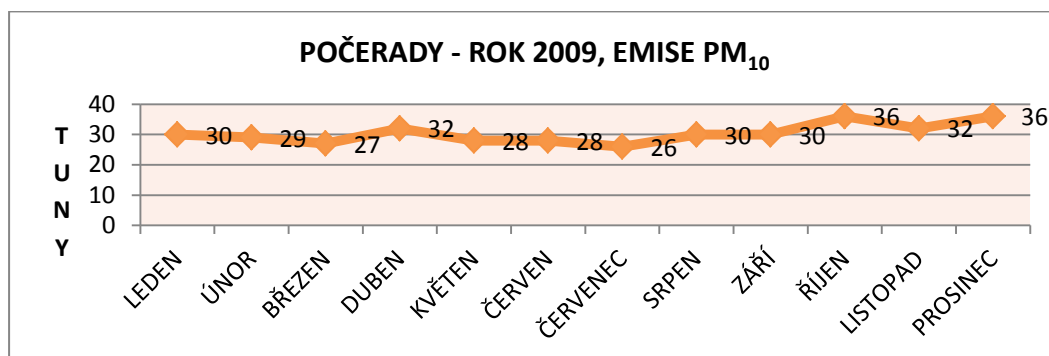
graf 44

Produkce PM<sub>10</sub> je vyrovnaná v průběhu roku, ke zvýšení dochází v měsíci únoru.



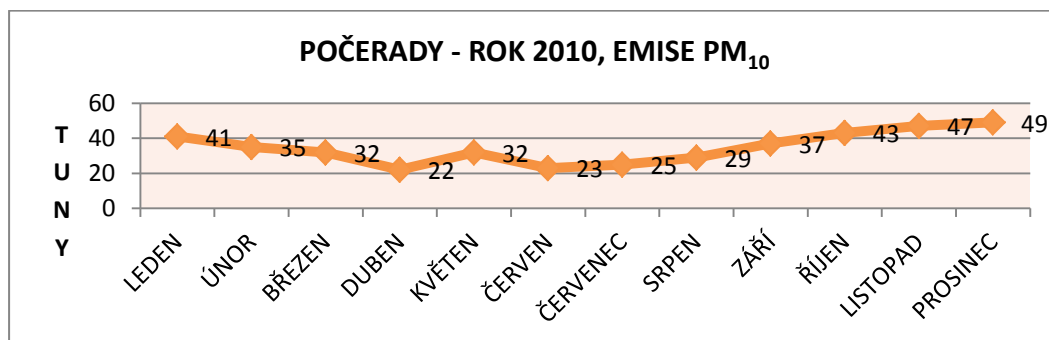
graf 45

Emise PM<sub>10</sub> v průběhu roku kolísá. Maxima je dosaženo v měsíci lednu a říjnu, minima v prosinci.



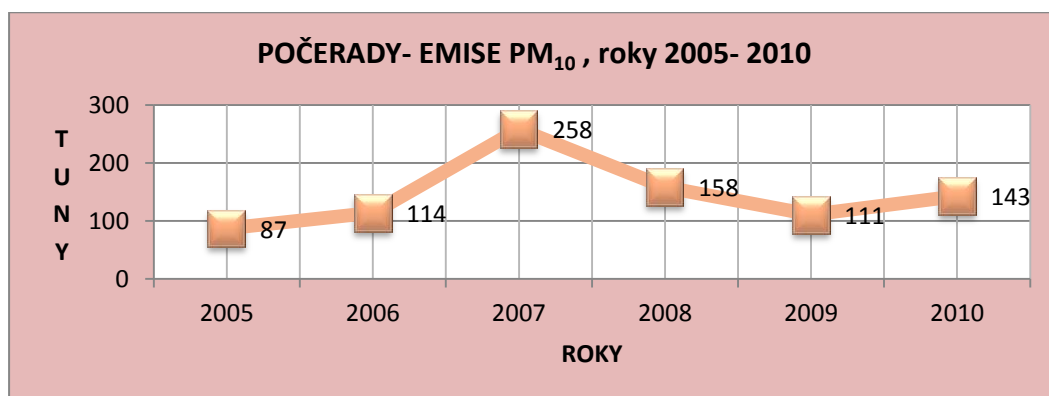
graf 46

Hodnoty emisí PM<sub>10</sub> v průběhu roku drobně kolísají. Maxima je dosaženo v měsíci říjnu a prosinci, minima v červenci.



graf 47

Z grafu je patrné, že hodnoty emisí PM<sub>10</sub> nejprve klesají a následně od června opět rostou. Maxima je dosaženo v měsíci prosinci a minima v dubnu.



graf 48

Z grafu je patrný postupný nárůst a následný pokles množství emisí PM<sub>10</sub>. V průměru za období od roku 2005 do 2010 došlo k produkci 145 tun emisí za rok. Za šest let je to 871 tun emisí.

Ze sledovaných sedmi zdrojů znečištění ovzduší došlo v průběhu let 2005 až 2010 k celkové emisi 6378 tun emisí PM<sub>10</sub>. To je v průměru za rok 911 tun [25].

#### Přehled nejvyšší produkce emisí PM<sub>10</sub> v jednotlivých elektrárnách

Rok	EMĚ III	EMĚ II	Ledvice	Pruněřov I	Pruněřov II	Tušimice II	Počerady
2005	červen	březen	březen	duben, květen	prosinec	květen, červen	říjen, prosinec
2006	září	prosinec	leden	červenec, prosinec	leden	červenec, říjen	leden
2007	květen	květen	leden, únor	březen	leden	únor, duben	únor
2008	srpen, červen	leden	únor	leden	březen	březen, červen, srpen, říjen	leden, říjen
2009	březen	leden	březen	leden	březen	říjen	říjen, prosinec
2010	březen	leden, červenec, srpen, listopad	březen	říjen	březen, říjen	červenec, říjen, prosinec	prosinec

Tab.1 Přehled emisí tepelných elektráren

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že nejvyšších emisí částic  $PM_{10}$  je mnohdy dosaženo v letních měsících, kdy by měl být snížen nejen odběr tepla, ale i elektrické energie. V letních měsících dochází k pravidelným odstávkám jednotlivých bloků tepelných elektráren. Po odstávkách jsou najížděny kotle do provozu bez čištění spalin, tudíž dochází k nárůstu emisí prachových částic. K nepravidelným odstávkám jednotlivých kotlů dochází také při regulaci množství získaného tepla a elektřiny v průběhu celého letního období.

V zimních měsících k odstávkám kotlů nedochází, naopak jsou naplno využity všechny kotle k výrobě elektrické energie a tepla. Proto je dosaženo nejvyšších stupňů znečištění.

Ze sledovaných elektráren je v jedenácti případech dosaženo nejvyšší produkce prachových částic v měsíci březnu. Roky 2005, 2008, 2009 a 2010 jsou typické ještě nízkými březnovými teplotami spojenými s velkou koncentrací  $PM_{10}$  z jednotlivých elektráren.



## **10. Informace o meteorologických stanicích**

Přehled a popis jednotlivých měřicích stanic využitých k hodnocení pohybu emisí z uhelných elektráren [26].

### **Kladno - střed města**

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Středočeský
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	303 m
<b>Umístění</b>	V panelové zástavbě u parkoviště, asi 50 m od stanice je komunikace se slabým provozem.
<b>Datum vzniku</b>	10. 2. 1999

### **Kladno Švermov**

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Středočeský
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	219 m
<b>Umístění</b>	Na náměstí blízko nízkopodlažní bytové zástavby s četnými lokálními topeništi, v blízkosti stanice parkují automobily. Hlavní komunikace je vzdálena asi 80 m.
<b>Datum vzniku</b>	10. 2. 1999

### Brandýs nad Labem

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Středočeský
<b>Typ stanice</b>	pozaďová
<b>Typ zóny</b>	předměstská
<b>Nadmořská výška</b>	179 m
<b>Umístění</b>	Na zahradě rodinného domu ve vilové čtvrti.
<b>Datum vzniku</b>	1. 7. 2003

### Mladá Boleslav

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Středočeský
<b>Typ stanice</b>	pozaďová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	224 m
<b>Umístění</b>	Ve sportovním areálu blízko sídliště
<b>Datum vzniku</b>	16. 4. 1998

### Karlovy Vary

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Karlovarský
<b>Typ stanice</b>	dopravní
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	411 m
<b>Umístění</b>	V centru města, v blízkosti autobusového nádraží. Charakterizuje imise z dopravy do vzdálenosti 200 m. Umístění cca 25 m od frekventované křižovatky.
<b>Datum vzniku</b>	21. 7. 2003

### Děčín

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	131 m
<b>Umístění</b>	Prostranství mezi domy, na rovině mimo plné ovlivnění dopravou, částečně vilová zástavba, částečně průmyslová.
<b>Datum vzniku</b>	19. 3. 1992

### Sněžník

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	venkovská
<b>Nadmořská výška</b>	590 m
<b>Umístění</b>	V otevřené krajině, západně pod horou Sněžník.
<b>Datum vzniku</b>	20. 5. 2004

### Chomutov

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Charakteristika zóny</b>	obytná
<b>Nadmořská výška</b>	344 m
<b>Umístění</b>	Ve městě - volné prostranství obklopené rodinnými domy, mimo přímé ovlivnění dopravou, travnatý porost.
<b>Datum vzniku</b>	20. 1. 1992

### Měděnec

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	venkovská
<b>Nadmořská výška</b>	827 m
<b>Umístění</b>	Na samotě u rekreačního střediska, v okolí pole, nízká zeleň, ve vrcholové partii mírný svah
<b>Datum vzniku</b>	12. 3. 1992

### Doksany

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	venkovská
<b>Nadmořská výška</b>	158 m
<b>Umístění</b>	Samota v polích.
<b>Datum vzniku</b>	1. 11. 1968

### Litoměřice

<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	požad'ová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	190 m
<b>Umístění</b>	Na západním okraji města, vedle průjezdu u železniční tratě, na travnatém pozemku na okraji sídliště.
<b>Datum vzniku</b>	20. 4. 2003

## Most

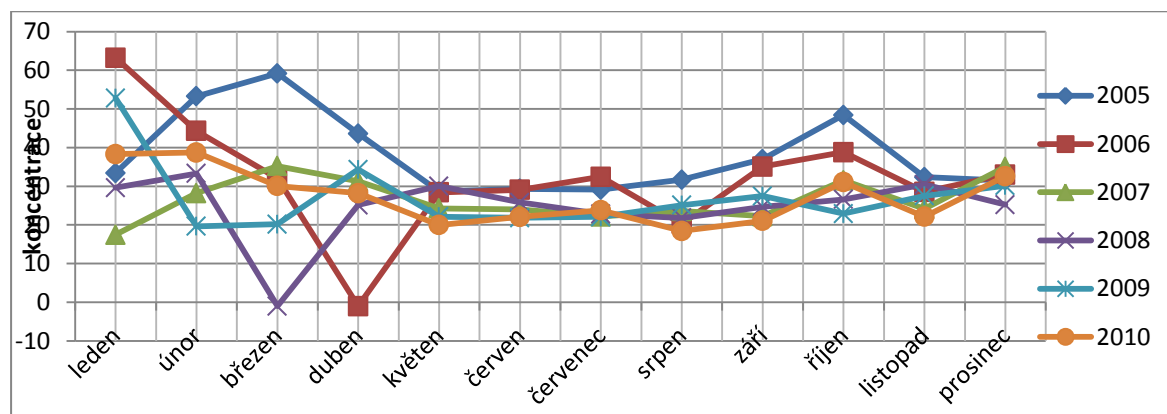
<b>Vlastník</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>Kraj</b>	Ústecký
<b>Typ stanice</b>	pozad'ová
<b>Typ zóny</b>	městská
<b>Nadmořská výška</b>	221 m
<b>Umístění</b>	Na otevřené rovné travnaté ploše mezi sídlištěm a stadionem, uprostřed města.
<b>Datum vzniku</b>	12. 8. 1992

## **11. Vývoj koncentrací PM<sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách v letech 2005- 2010**

Hodnoty koncentrací PM<sub>10</sub> zaznamenané v jednotlivých měřicích zařízeních jsou v některých případech značně rozdílné. Nejvyšší hodnoty koncentrací PM<sub>10</sub> jsou pravidelně dosahované v měsíci lednu, kdy dochází k nárůstu i o několik desítek  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . K pravidelnému poklesu dochází v dubnu.

V teplejších měsících jsou naměřené koncentrace spíše v rovnováze, pouze s menšími výkyvy. K pravidelnému nárůstu dochází v září s vrcholem v měsíci říjnu nebo méně často v prosinci.

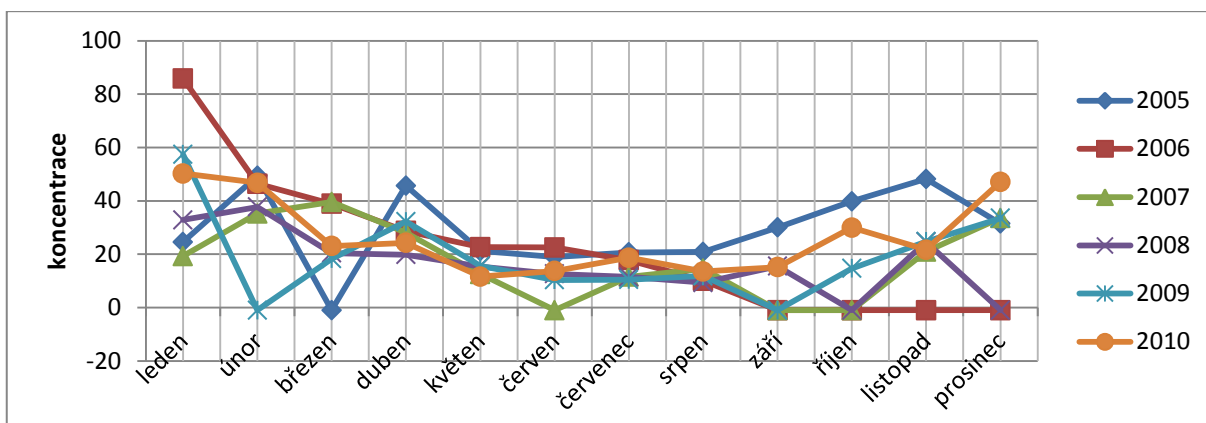
### **Koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Karlovy Vary v letech 2005 - 2010**



graf 49

Z grafu je patrné, že nejvyšší naměřené koncentrace PM<sub>10</sub> jsou v lokalitě Karlovy Vary hlavně v měsíci lednu a únoru, zřejmě v závislosti nejen na velkých zdrojích znečištění, ale i na zvýšeném počtu malých zdrojů znečištění, tedy lokálních topeništích. Od února do března dochází k postupnému poklesu, ale rok 2005 je výjimečný, neboť zde koncentrace roste i v měsíci březnu. Na podobných hodnotách se drží koncentrace v měsíci květnu, červnu, červenci a částečně v srpnu, zřejmě v důsledku poklesu využívání lokálních topenišť. V červenci roku 2006 dochází k nepatrnému nárůstu koncentrace na  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a v srpnu ke značnému poklesu na  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z podzimních měsíců je nejvyšší koncentrace naměřena ve většině případů v měsíci říjnu. K největšímu propadu dochází v lednu roku 2006, kdy koncentrace nad  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  spadá během dvou měsíců na polovinu. Výrazný je také nárůst koncentrace v lednu 2005 z  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na březnové hodnoty  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ostatní výkyvy koncentrací jsou méně nápadné.

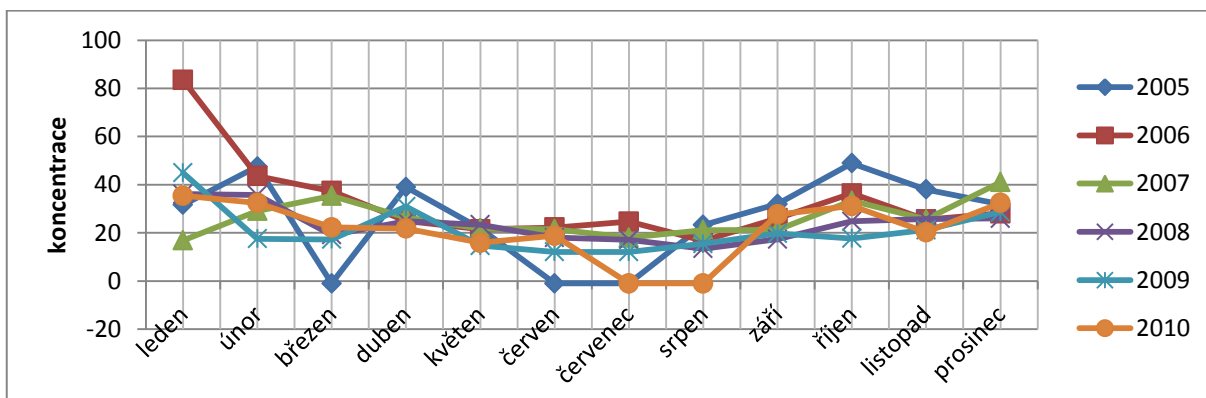
### Koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem v letech 2005 - 2010



graf 50

Z grafu je zřejmé, že lednové hodnoty koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem jsou značně vysoké, dosahují maxima 86 µg/m<sup>3</sup> v lednu 2006, poté dochází ke značnému propadu na březnovou hodnotu 39 µg/m<sup>3</sup>. V únoru dochází na všech stanicích ke snížení koncentrace PM<sub>10</sub>. Měsíc duben je ještě typický vysokými koncentracemi a nárůstem oproti březnovým hodnotám. Koncentrace se pohybují v rozmezí od 45 do 19 µg/m<sup>3</sup>. Měsíce květen, červen a červenec se drží ve vyrovnaných hodnotách. K nárůstu dochází opět v září, zřejmě v závislosti na začátku topné sezóny. Nejvyšší koncentrace je dosaženo v listopadu 2005 (48 µg/m<sup>3</sup>) a prosinci 2010 (47 µg/m<sup>3</sup>).

### Koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno – střed města v letech 2005 - 2010

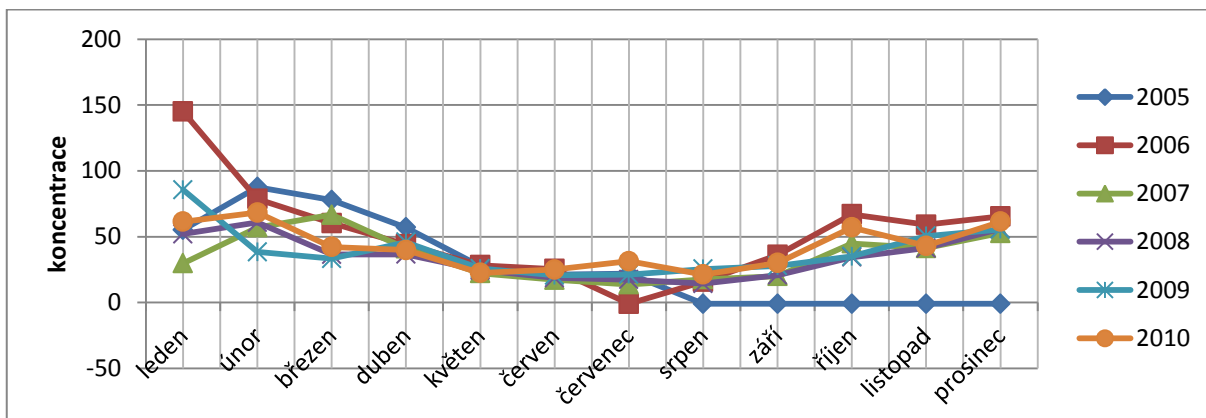


graf 51

Z grafu je patrné, že nejvyšší koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města byla naměřena v lednu 2006 (84 µg/m<sup>3</sup>). Ostatní lednové hodnoty nejsou tak vysoké. V únoru dochází ve většině případů ještě k nárůstu koncentrace, v březnu naopak k pozvolnému poklesu. Koncentrace v dubnu až srpnu spíše stagnují, výkyvy jsou pouze drobné. Ve většině

případů dochází v srpnu k postupnému nárůstu koncentrací. Vysokých hodnot je dosaženo v měsíci říjnu ( $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Zajímavý je opětovný listopadový propad a prosincový mírný nárůst.

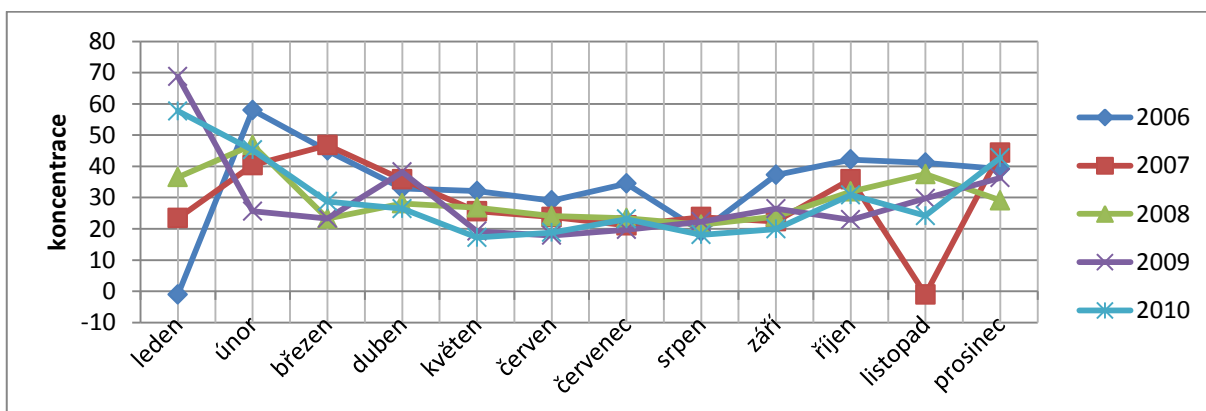
### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Kladno – Švermov v letech 2005 - 2010



graf 52

V lednu roku 2006 je opět patrná vysoká hodnota naměřené koncentrace s maximem  $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ostatní lednové koncentrace jsou výrazně nižší. Minimální koncentrace je v lednu 2007 ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Únor je typický nárůstem koncentrací ve všech případech, kromě poklesu z  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v roce 2009. Jarní měsíce březen a duben jsou ve znamení poklesu. Teplejší měsíce stagnují na hodnotě okolo  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . K nepatrnému zvýšení koncentrace dochází pouze v červenci 2010 ( $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), v září hodnoty narůstají. Nejvyšší podzimní koncentrace je dosaženo v říjnu 2006 ( $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Mladá Boleslav

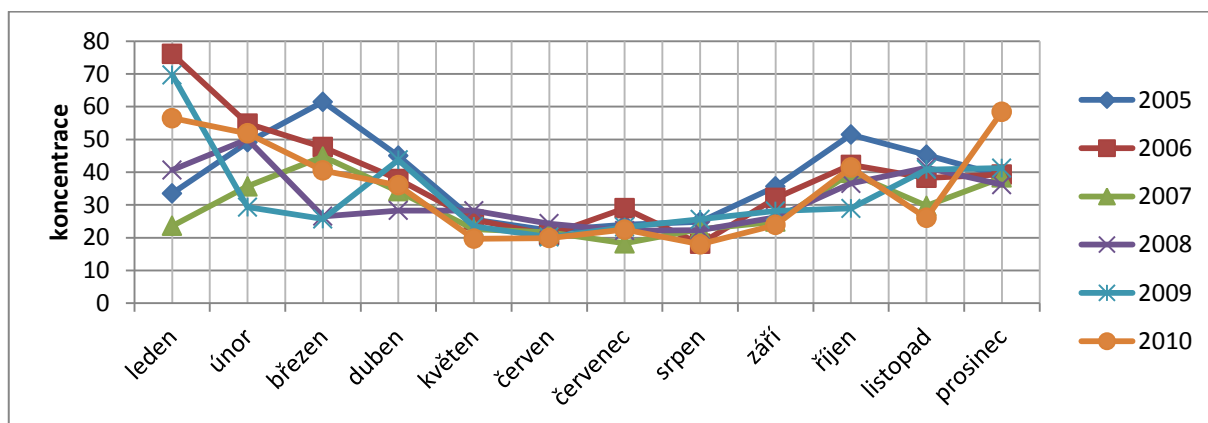


graf 53



V lokalitě Mladá Boleslav jsou patrné vcelku vyrovnané koncentrace v jednotlivých letech. Nejvyšší koncentrace byla naměřena v lednu 2009 ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Měsíc únor je ve znamení postupného nárůstu koncentrací, s výjimkou let 2009 a 2010. Zajímavé je, že v roce 2007 roste koncentrace  $\text{PM}_{10}$  ještě v měsíci březnu ( $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), zatímco v ostatních letech je trend opačný. Jarní a letní měsíce jsou vcelku vyrovnané v rozmezí od  $17$  do  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . K drobnému výkyvu dochází v červenci 2006, kdy se hodnota  $\text{PM}_{10}$  pohybuje okolo  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tradiční nárůst začíná v měsíci září a nejvyšší hodnoty dosahuje v prosinci 2007 ( $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

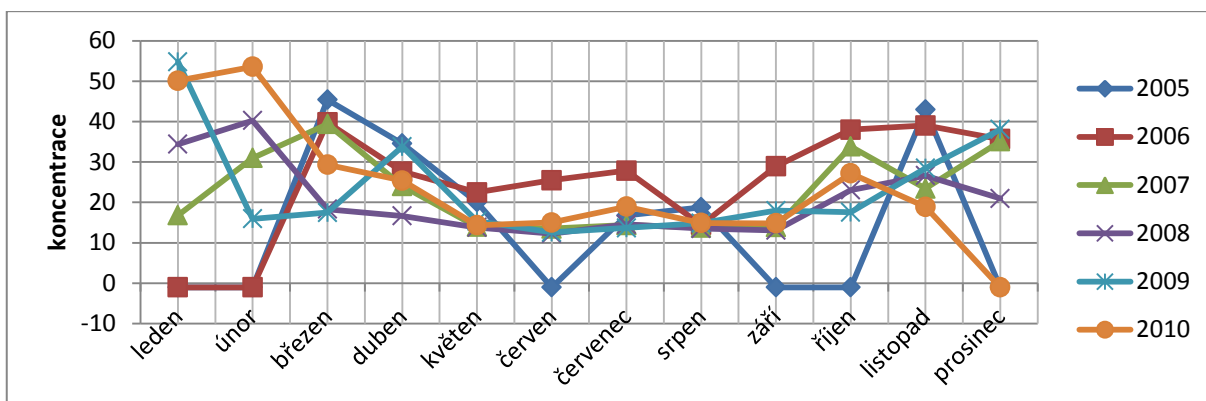
### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Děčín v letech 2005 - 2010



graf 54

Lokalita Děčín je opět typická vysokými lednovými koncentracemi, které se v jednotlivých letech výrazně liší. Maxima je dosaženo v roce 2006 ( $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a minima v roce 2007 ( $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Typický únorový nárůst je v letech 2005, 2007, 2008, v ostatních měsících dochází k poklesu koncentrací. Březnové hodnoty rostou ještě v letech 2005 ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 2007 ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ostatní jsou v přirozeném poklesu až do května. Měsíc duben je výjimečný pouze v roce 2009, kdy dochází k nárůstu koncentrace na  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Letní měsíce jsou ve znamení pouze drobných výkyvů. Opětovný nárůst se objevuje v měsíci září s následným maximem v prosinci 2010 ( $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Zajímavý je i pokles v listopadu 2007 z hodnoty  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . K prudkému poklesu došlo taky v období z října na listopad 2010 ( $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a opětovnému prudkému nárůstu v prosinci 2010 na hodnotu  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

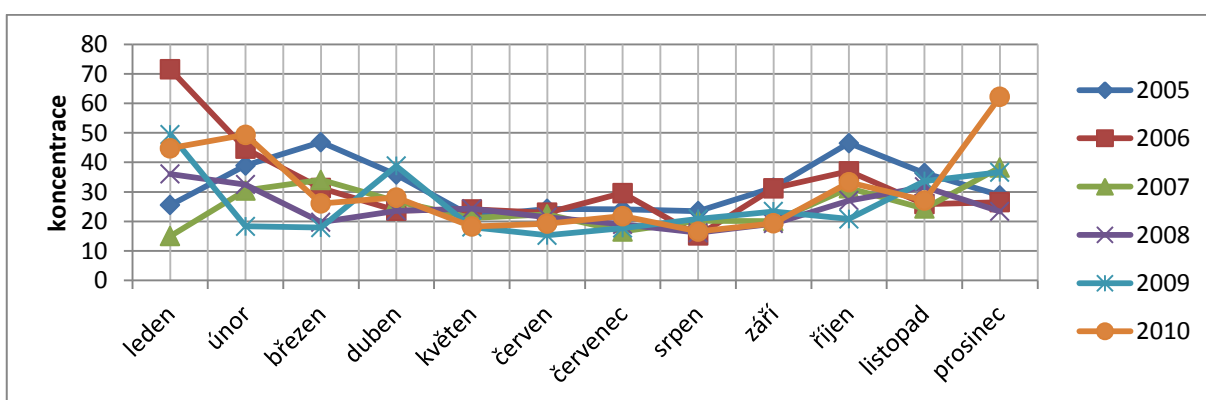
### Koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Doksany v letech 2005 - 2010



graf 55

Z grafu je na první pohled patrný značný rozsah koncentrací v jednotlivých měsících i letech. K největšímu propadu došlo v lednu 2009 z koncentrace 55 µg/m<sup>3</sup> na únorovou hodnotu koncentrace PM<sub>10</sub> 16 µg/m<sup>3</sup>, dále následoval pozvolný nárůst na březnové hodnoty 17 µg/m<sup>3</sup> a následně prudký nárůst v dubnu na hodnotu 34 µg/m<sup>3</sup>. Únorové hodnoty koncentrací jsou v letech 2007, 2008 a 2010 vyšší než lednové. Ani letní hodnoty koncentrací nejsou vyrovnané, hlavně rok 2006 dosahuje nejvyšších koncentrací v rozmezí 22 - 27 µg/m<sup>3</sup>. Říjen je typický nárůstem s maximální hodnotou v listopadu roku 2005 (43 µg/m<sup>3</sup>). K zajímavému propadu došlo také v listopadu 2010 z hodnoty 27 µg/m<sup>3</sup> na prosincovou koncentraci 18 µg/m<sup>3</sup>.

### Koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Chomutov v letech 2005 - 2010

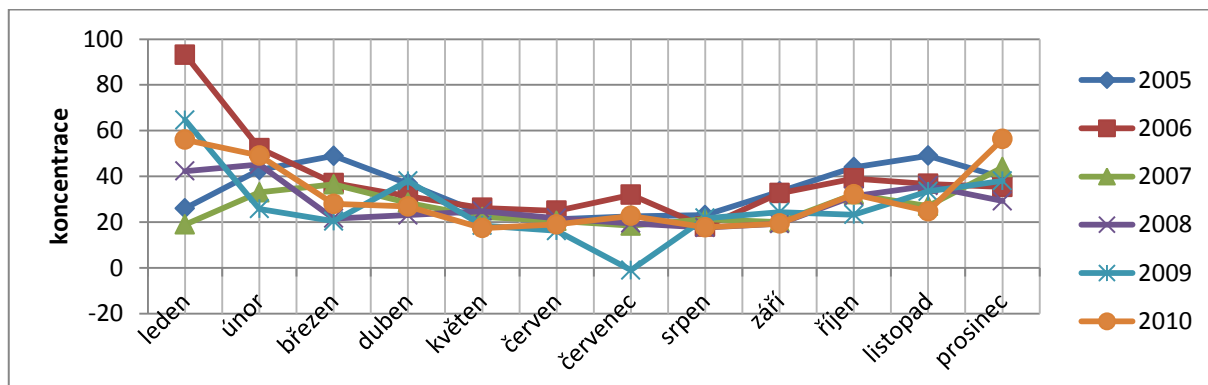


graf 56

Maxima je dosaženo v lednu roku 2006 s koncentrací 72 µg/m<sup>3</sup> v lokalitě Chomutov. Ve většině případů narůstají únorové hodnoty koncentrací PM<sub>10</sub> a následně v březnu klesají. Zajímavý je dubnový nárůst z koncentrace 18 µg/m<sup>3</sup> na koncentraci 39 µg/m<sup>3</sup> v roce 2009.

Měsíc květen až srpen jsou bez větších výkyvů. Výjimečný je červenec 2006 s koncentrací  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pro září je charakteristický pozvolný nárůst koncentrací. Maximální koncentrace bylo dosaženo v prosinci roku 2010 ( $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

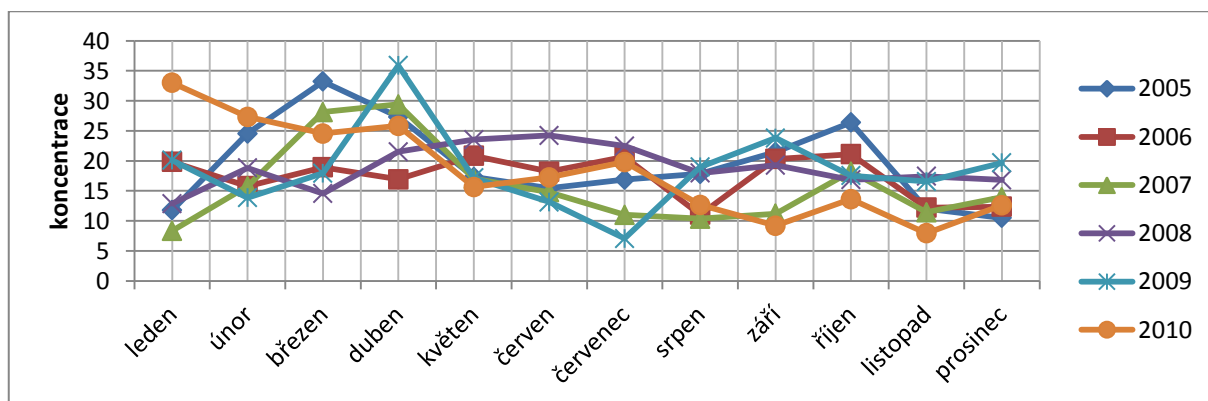
### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Litoměřice v letech 2005 - 2010



graf 57

Lokalita Litoměřice je typická vyrovnanými hodnotami koncentrací v průběhu jednotlivých měsíců. Výkyv je již tradičně v lednu 2006, kdy koncentrace  $\text{PM}_{10}$  dosáhla hodnoty  $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V letech 2006, 2009 a 2010 dochází v únoru k poklesu koncentrací, ve zbývajících letech k postupnému nárůstu. Měsíce květen až červen jsou vcelku vyrovnané. V září dochází k typickému nárůstu s gradací v prosinci roku 2010 na koncentraci  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Měděnec v letech 2005 - 2010

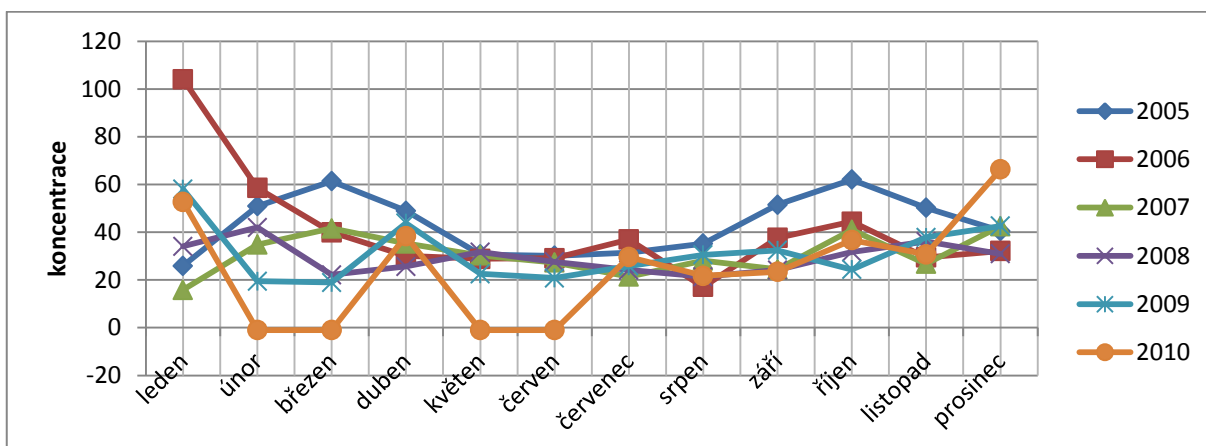


graf 58

Koncentrace naměřené v lokalitě Měděnec jsou značně rozsáhlé v jednotlivých měsících i letech. Zajímavý je rok 2009 a jeho nárůst dubnové koncentrace na hodnotu  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  z únorové hodnoty  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lednové koncentrace jsou v letech 2005 ( $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2007 ( $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 2009 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) výrazně nižší než hodnoty koncentrací březnové a dubnové. Rok

2008 je v průběhu celého roku vyrovnaný. Zajímavé jsou nejvyšší dosažené koncentrace v letních měsících v rozmezí 22- 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Za pozornost stojí měsíc srpen, kde již ve většině případů dochází k postupným nárůstům koncentrací. Z podzimních měsíců koncentrace  $\text{PM}_{10}$  graduje v říjnu 2005 na hodnotě 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

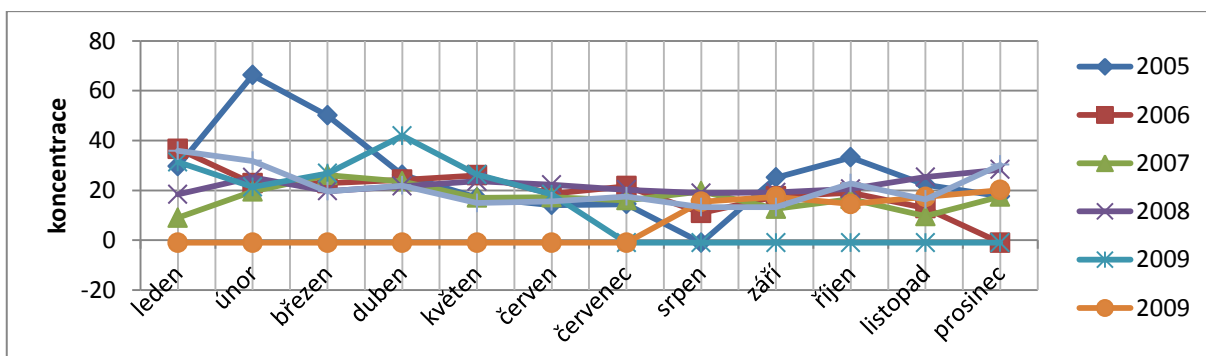
### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Most v letech 2005 - 2010



graf 59

Lokalita Most je opět vyrovnanější, hodnoty koncentrací  $\text{PM}_{10}$  se pohybují po většinu roku v rozmezí 20 až 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . V lednu 2006 opět graduje hodnota koncentrace na 104  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . V letech 2006 (59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 2009 (19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dochází v únoru k jejich poklesu, naopak v letech 2005, 2007 a 2008 k mírnému nárůstu. Duben je ve znamení ještě vysokých koncentrací (43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). K většímu snížení dochází až v květnu a červnu, drobný nárůst je zaznamenán v červenci (37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a opětovný pokles v srpnu (30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Podzim je spojený s typickým zářijovým nárůstem koncentrací. Nejvyšší naměřenou hodnotu představuje koncentrace 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  v prosinci 2010.

### Koncentrace $\text{PM}_{10}$ v lokalitě Sněžník v letech 2005 - 2010



graf 60

V lokalitě Sněžník je z grafu patrný prudký nárůst v roce 2005 z lednové koncentrace  $\text{PM}_{10}$   $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na únorovou koncentraci  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , následně je ještě velmi vysoká hodnota březnové koncentrace  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Většina naměřených hodnot se v průběhu roku pohybuje v rozmezí koncentrací od  $10$  do  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vysoká hodnota koncentrace byla zaznamenána v dubnu roku 2009 ( $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Od května do července dochází k postupnému mírnému propadu koncentrací, tyto nízké hodnoty přetrvávají i v měsíci září a říjnu. Výjimku tvoří rok 2005, v němž došlo ke zvýšení z koncentrace  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v září na říjnovou  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  s následným listopadovým propadem na koncentraci  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Listopad i prosinec jsou ve znamení koncentrací do  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Zajímavá je hodnota koncentrace  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v listopadu 2007.

Ze zjištěných výsledků lze usuzovat, že na hodnoty koncentrací  $\text{PM}_{10}$  má vliv celá řada faktorů. Mezi nejpravděpodobnější v chladných měsících patří stagnující vzduchové pole nad územím sledované oblasti a s ním spojená teplotní inverze a špatné rozptylové podmínky, dále pak nízké teploty vzduchu vedoucí k nárůstu znečištění ovzduší z lokálních topenišť. Díky menšímu podílu srážek nedochází k pročišťování ovzduší vlivem mokré depozice. Také pomalé proudění vzduchu má vliv na rozptyl škodlivin a jejich transport na velké vzdálenosti.

## 12. Zpracování dat ČHMU Praha - Libuš

Z dat ČHMU v Praze Libuši vyplývá, že za období od roku 2005 - 2010 proudil vítr ve směru proudění v rozmezí 0 - 250° v 98,6 %.

### 12.1. Statistické hodnocení - výpočty korelace

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EMĚ III - Mladá Boleslav		0,3971	-0,5615	-0,5079	0,2816	0,1279
EMĚ II - Mladá Boleslav		-0,2793	0,0149	<b>0,5849</b>	<b>0,6978</b>	0,1536
Ledvice- Mladá Boleslav		<b>0,6602</b>	0,0232	<b>0,8060</b>	0,4847	<b>0,6546</b>
Pruněřov I - Mladá Boleslav		-0,1055	<b>0,7114</b>	0,4918	0,5264	0,0159
Pruněřov II - Mladá Boleslav		0,1373	0,0328	0,3921	-0,0171	0,2332
Tušimice- Mladá Boleslav		-0,2547	0,3655	-0,2666	-0,2607	0,3388
Počerady- Mladá Boleslav		0,4942	0,0086	-0,0392	0,2549	0,4878
EMĚ III - Brandýs nad Labem	-0,1457	-0,9006	-0,6611	-0,6991	0,2105	0,1026
EMĚ II - Brandýs nad Labem	0,1206	-0,8372	-0,1952	<b>0,8308</b>	<b>0,6908</b>	0,0908
Ledvice- Brandýs nad Labem	0,3841	<b>0,9187</b>	0,1652	<b>0,7873</b>	<b>0,6134</b>	<b>0,6060</b>
Pruněřov I - Brandýs nad Labem	0,1324	-0,4923	<b>0,8069</b>	<b>0,7653</b>	0,5167	0,0727
Pruněřov II - Brandýs nad Labem	<b>0,5741</b>	<b>0,7037</b>	0,1283	<b>0,6327</b>	0,1341	0,1890
Tušimice - Brandýs nad Labem	-0,6259	-0,5587	0,3561	-0,2458	-0,3062	0,3295
Počerady - Brandýs nad Labem	0,4038	<b>0,7103</b>	0,1497	-0,0265	0,3003	<b>0,5461</b>
EMĚ III – Kladno - střed města	0,0714	0,3842	-0,4578	0,5209	0,2169	0,3426
EMĚ II – Kladno - střed města	0,1758	0,2064	0,0741	<b>0,7716</b>	<b>0,6562</b>	0,1849
Ledvice - Kladno - střed města	0,4799	<b>0,8238</b>	0,2279	<b>0,6037</b>	0,4514	<b>0,6329</b>
Pruněřov I – Kladno - střed města	0,0098	0,3802	<b>0,6567</b>	<b>0,6731</b>	0,4637	0,1730
Pruněřov II – Kladno - střed města	0,1322	<b>0,5727</b>	-0,1369	<b>0,5888</b>	0,0429	0,3363
Tušimice – Kladno - střed města	-0,5347	-0,3813	0,1202	0,2389	-0,2659	0,5096
Počerady – Kladno - střed města	0,3378	<b>0,6069</b>	0,0883	0,1174	0,3782	<b>0,5430</b>

Tab. 2 Statistické výpočty korelace

Z výše uvedené tabulky je patrná statistická závislost emisí PM<sub>10</sub> vyprodukovaných tepelnými elektrárnami a pozadřovými koncentracemi PM<sub>10</sub> zachycenými jednotlivými měřicími stanicemi ve zvolených lokalitách.

## 12.2. Dny vyjadřující směr proudění větru pod úhlem 0°- 250°

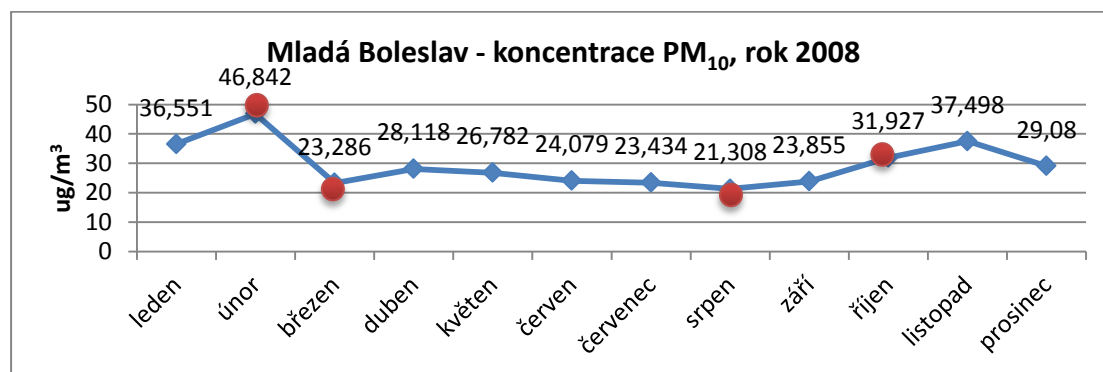
Západní proudění na naše území přichází ze západu. Pro účely práce byly vybrány dny, ve kterých proudil vzduch pod úhlem 0 – 250°. Červeně vyznačené hodnoty v tabulce byly zvoleny jako reprezentativní pro odvození závislosti produkce emisí tepelných elektráren na naměřených koncentracích PM<sub>10</sub> ve vybraných reprezentativních lokalitách.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	Počty dnů					
Leden	21	11	25	19	14	10
Únor	18	18	15	20	17	19
Březen	16	20	18	20	19	19
Duben	13	22	15	15	5	14
Květen	14	14	13	11	15	20
Červen	18	15	14	18	15	18
Červenec	20	12	24	16	20	17
Srpen	14	24	14	20	15	23
Září	11	12	20	17	15	17
Říjen	8	16	13	22	21	10
Listopad	12	18	18	15	13	21
Prosinec	23	19	17	11	16	18

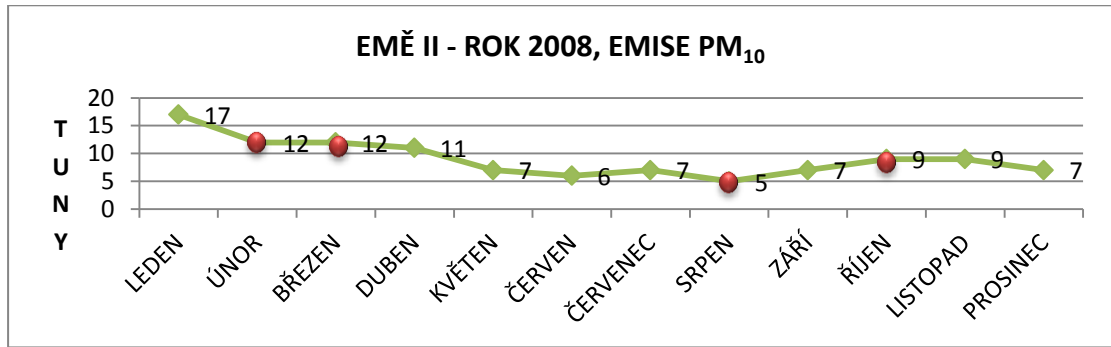
Tab. 3 Proudění vzduchu

### 12.2.1. Vliv emisí EMĚ II na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Mladá Boleslav

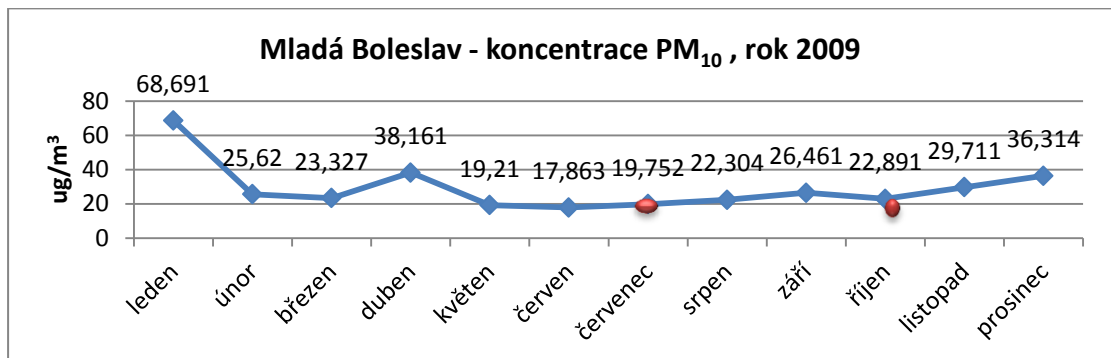
Červené body v jednotlivých grafech naznačují měsíce, ve kterých se potvrdil výrazný vliv na pozad'ovou koncentraci PM<sub>10</sub>.



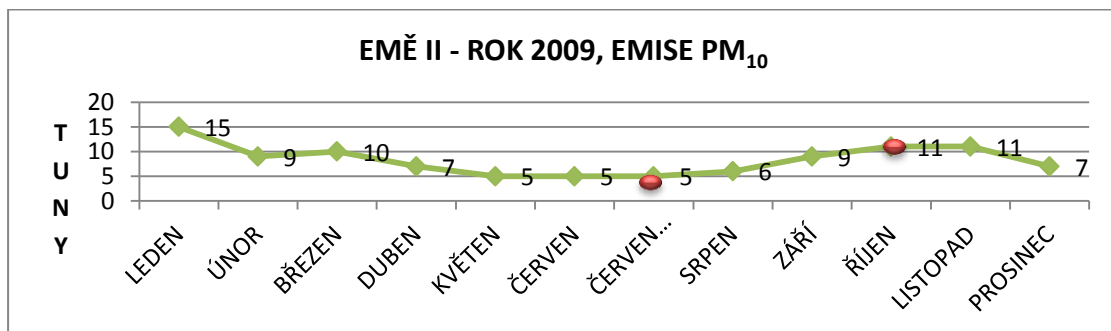
graf 61



graf 62

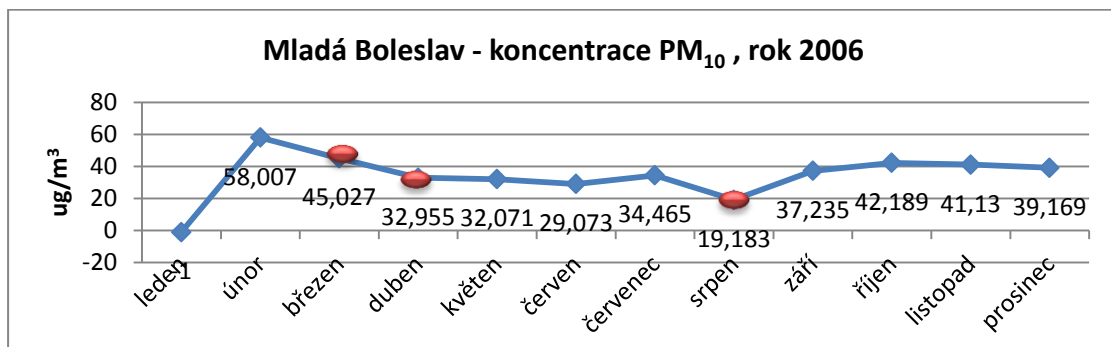


graf 63



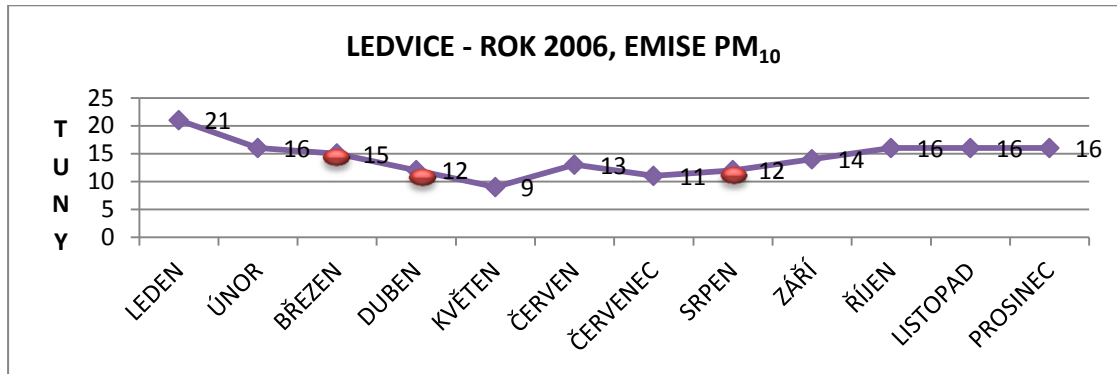
graf 64

**12.2.2. Vliv emisí Elektrárny Ledvice na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Mladá Boleslav**

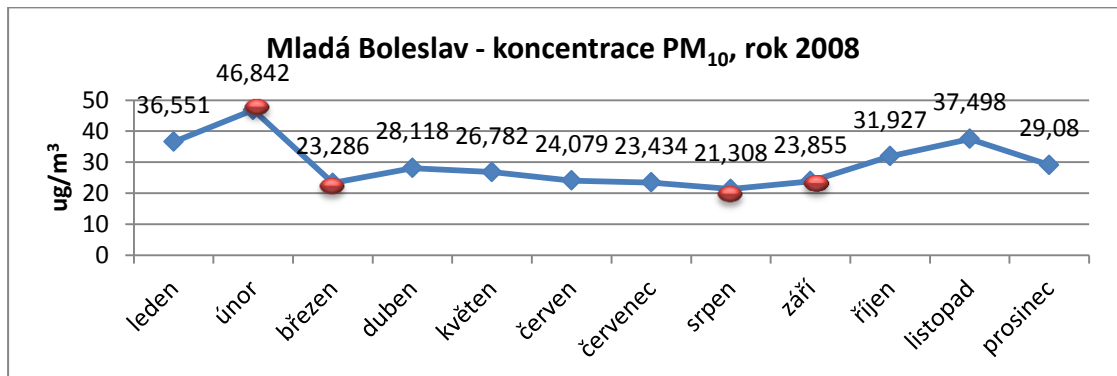


graf 65

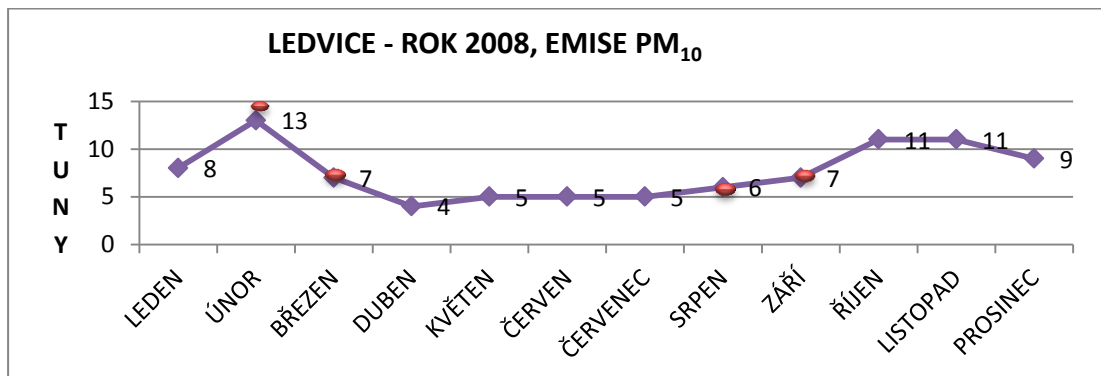




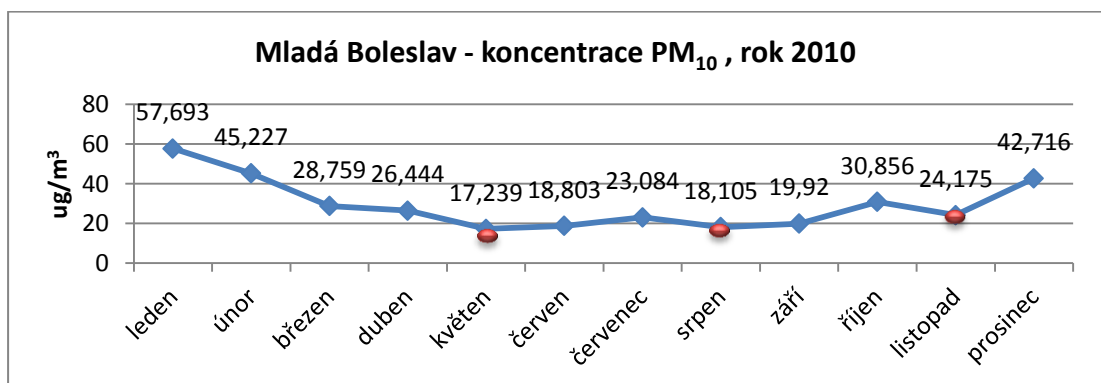
graf 66



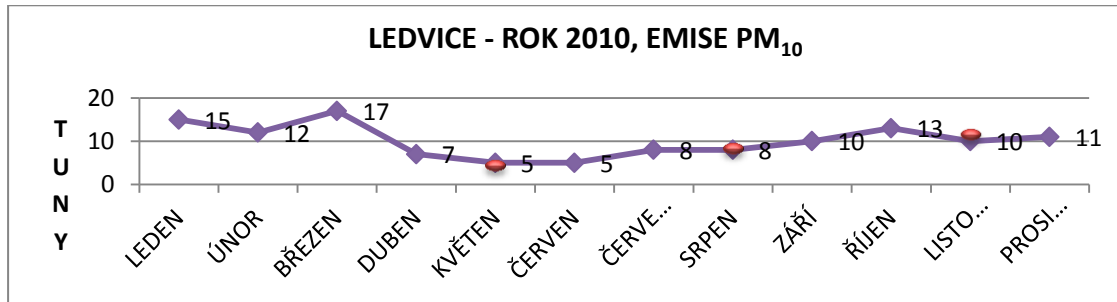
graf 67



graf 68

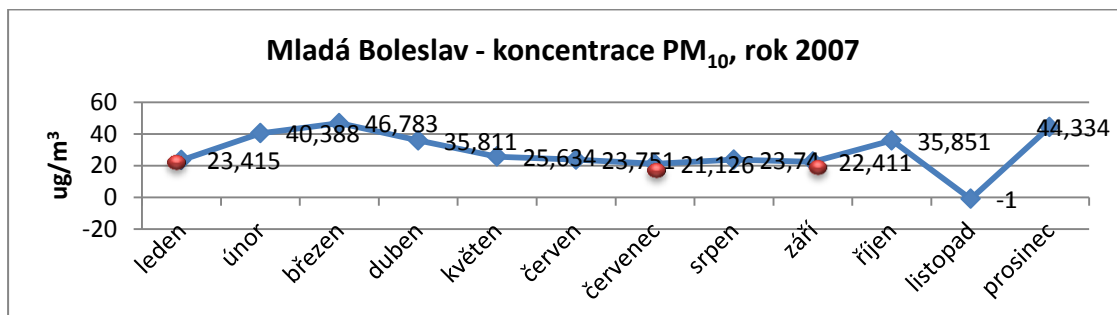


graf 69

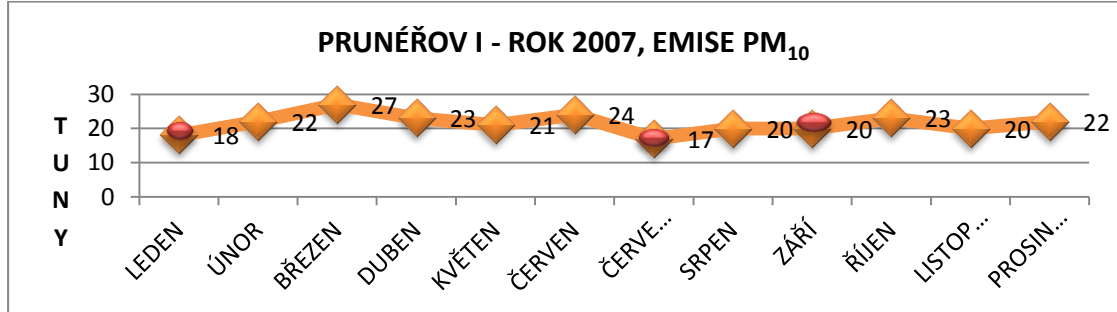


graf 70

**12.2.3. Vliv emisí Elektrárny Pruněrov I na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Mladá Boleslav**

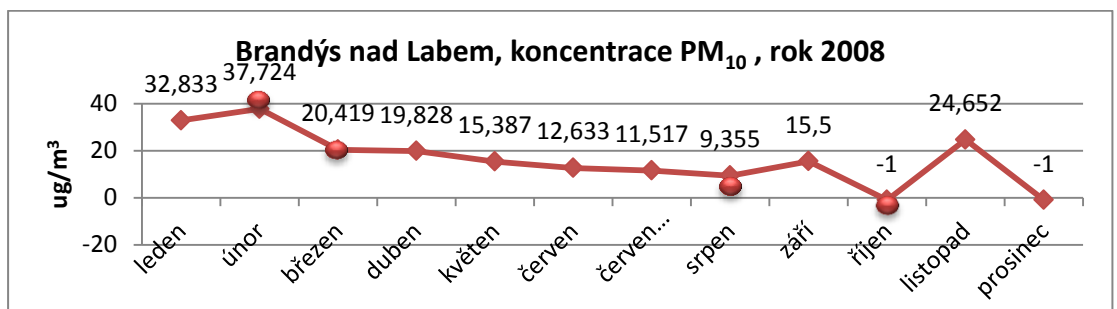


graf 71

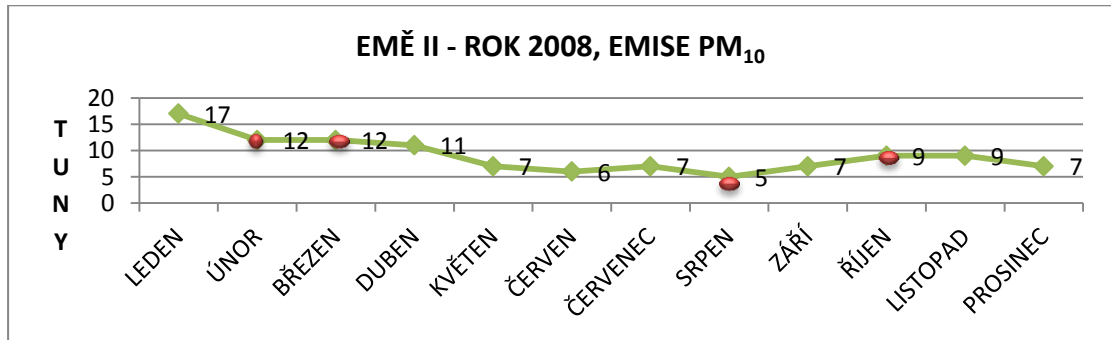


graf 72

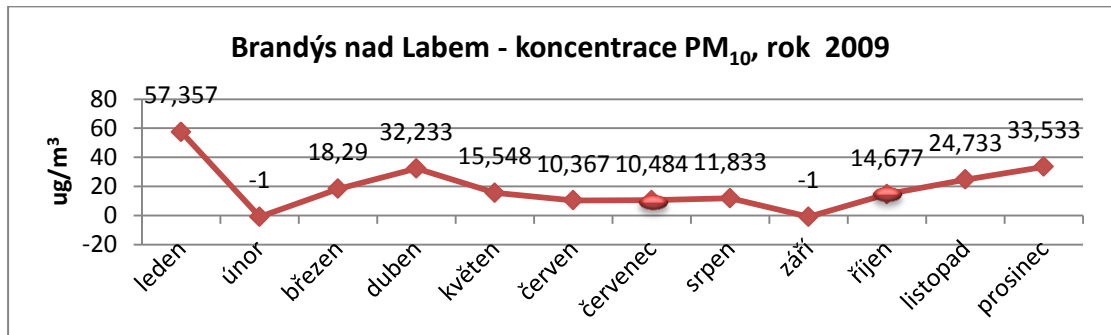
**12.2.4. Vliv emisí EMĚ II na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem**



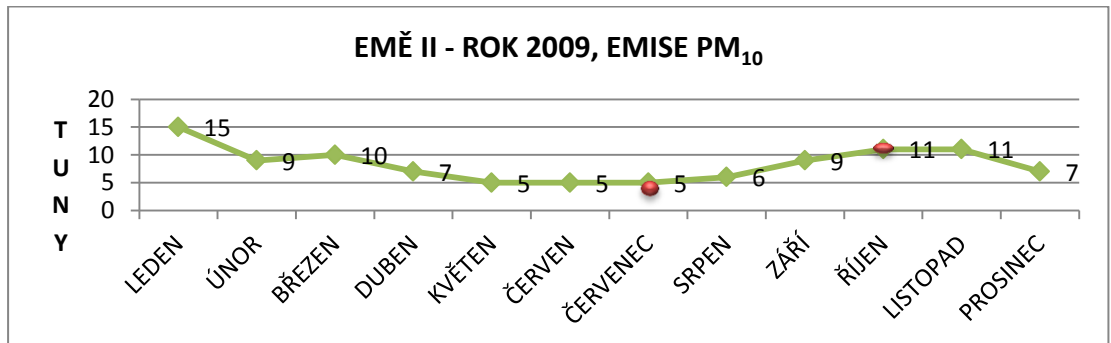
graf 73



graf 74

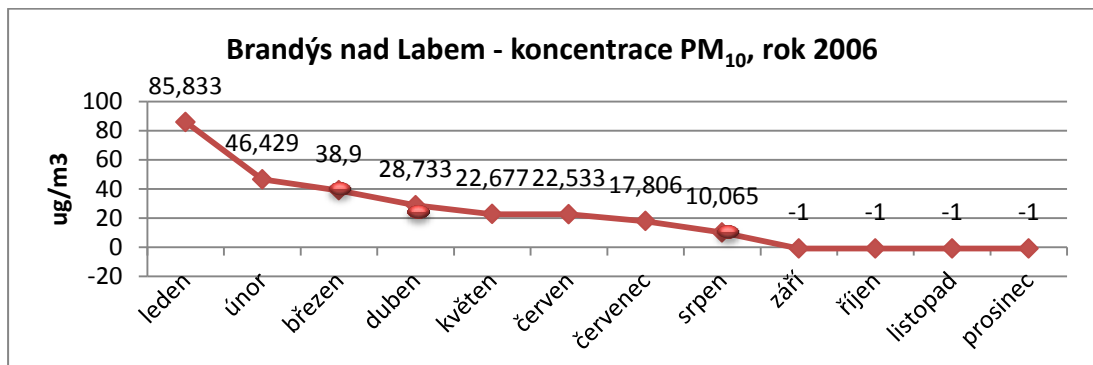


graf 75

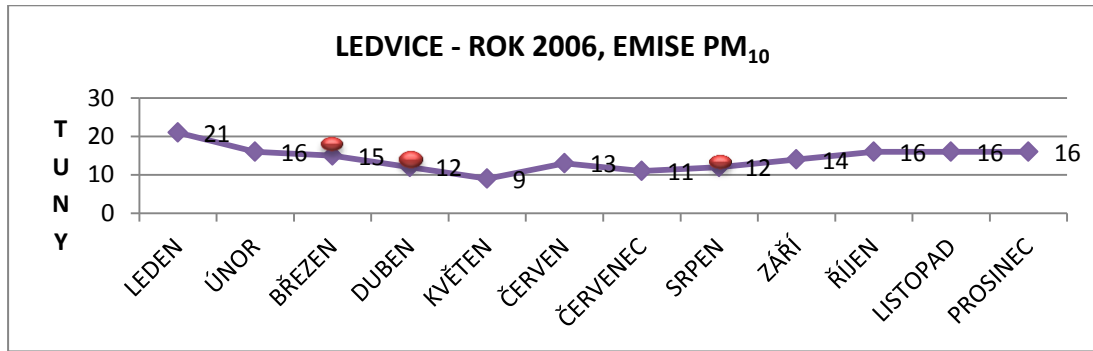


graf 76

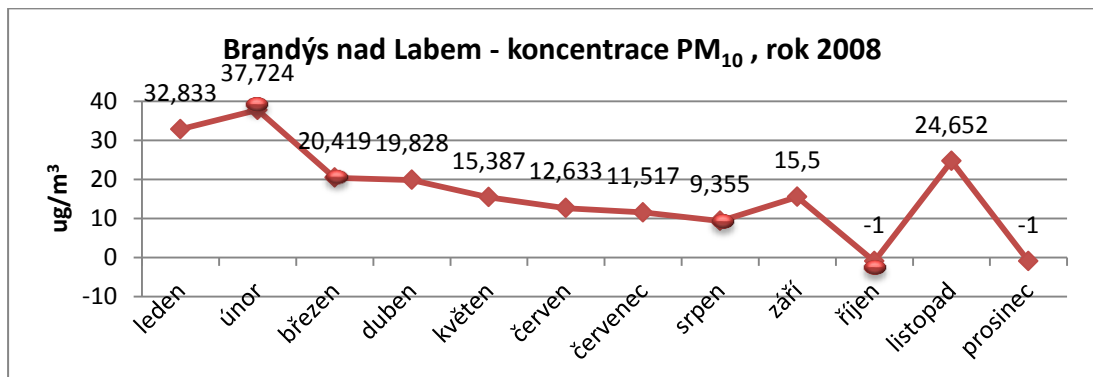
**12.2.5. Vliv emisí Elektrárny Ledvice na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem**



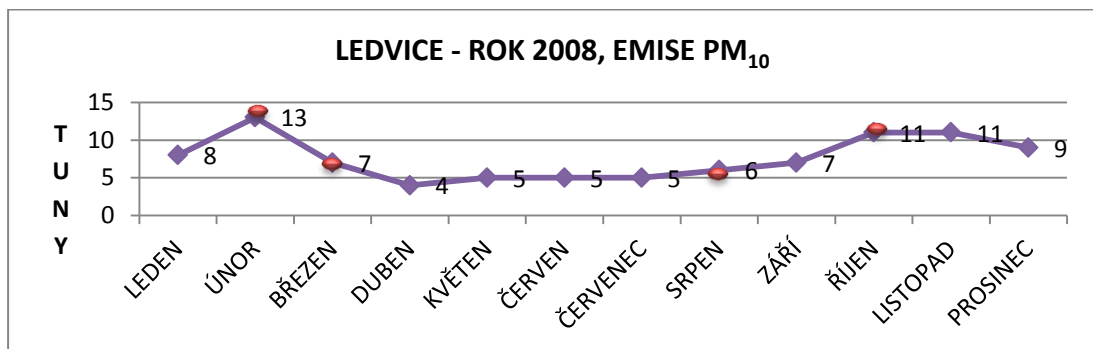
graf 77



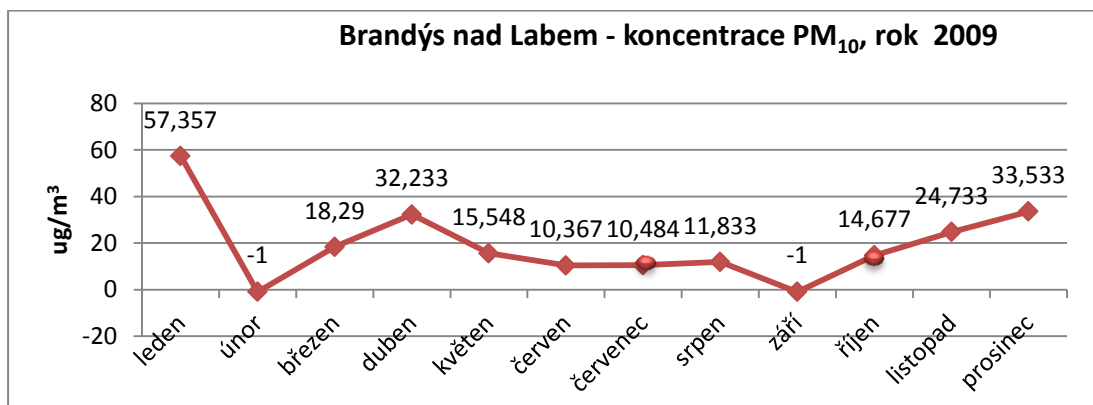
graf 78



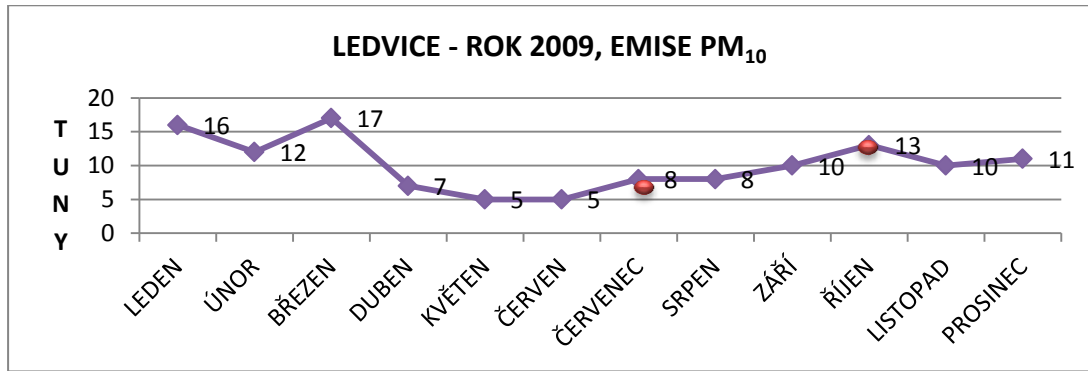
graf 79



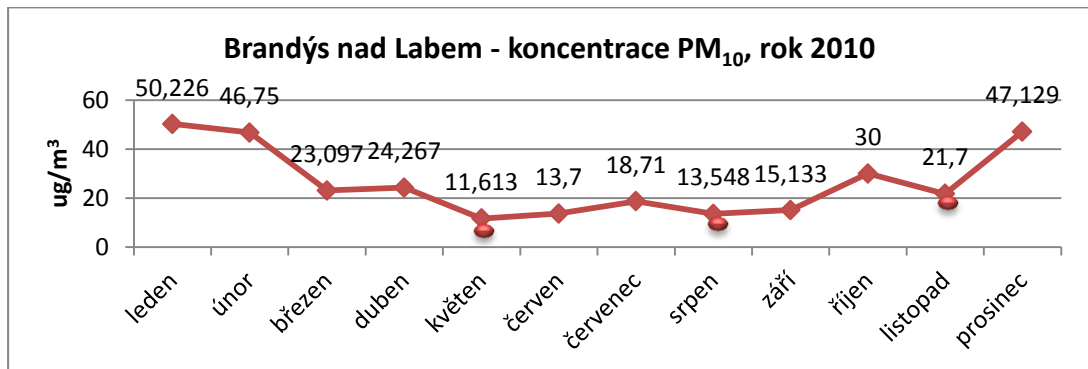
graf 80



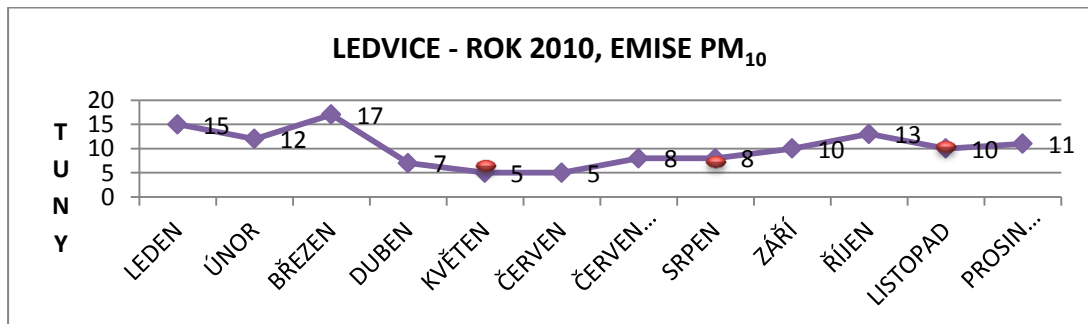
graf 81



graf 82

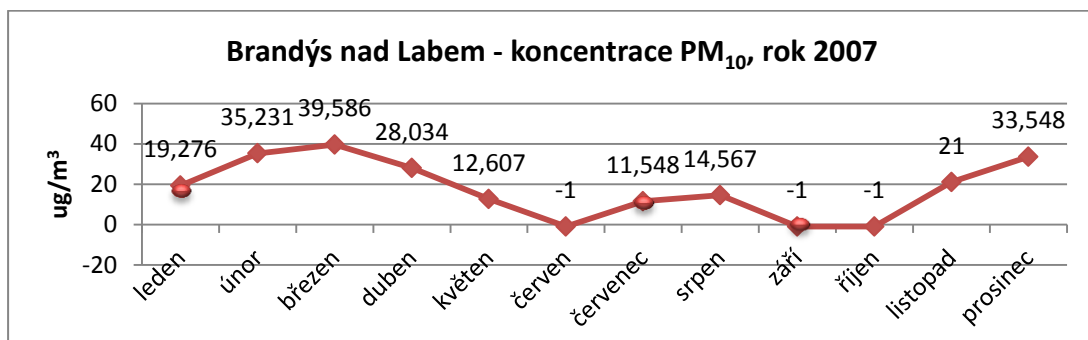


graf 83

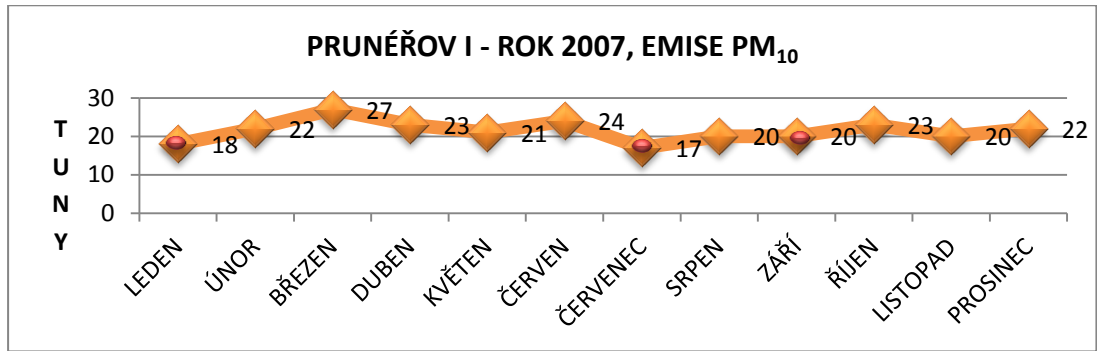


graf 84

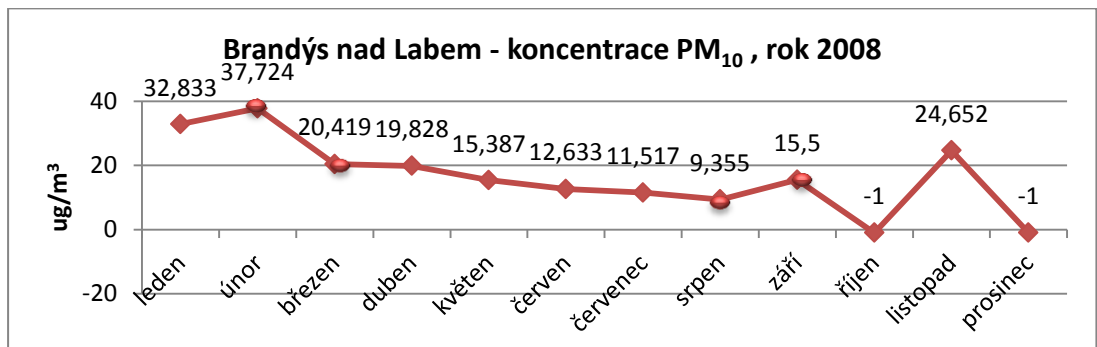
**12.2.6. Vliv emisí Elektrárny Pruněrov na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem**



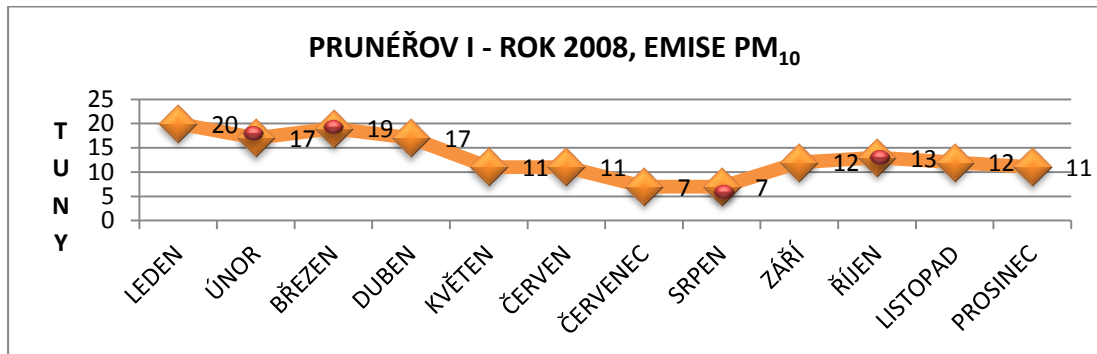
graf 85



graf 86

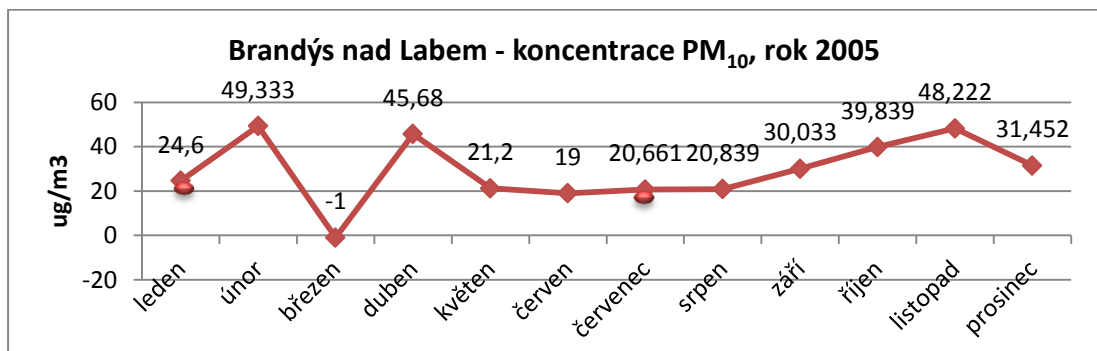


graf 87

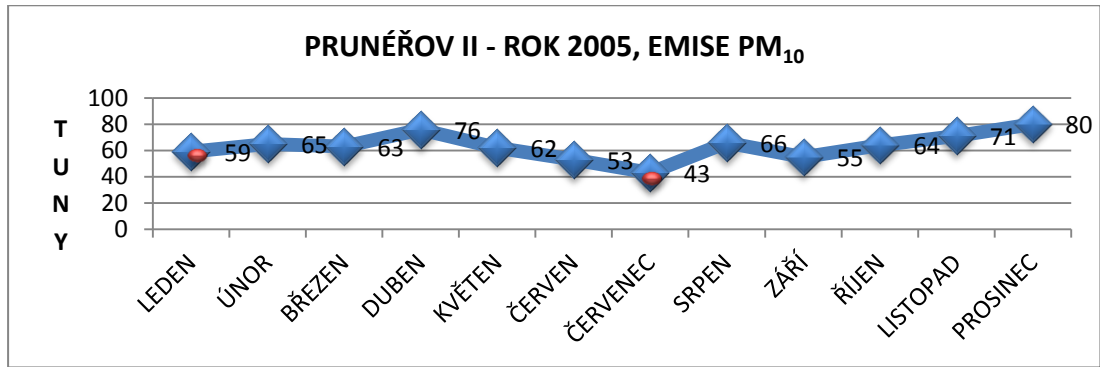


graf 88

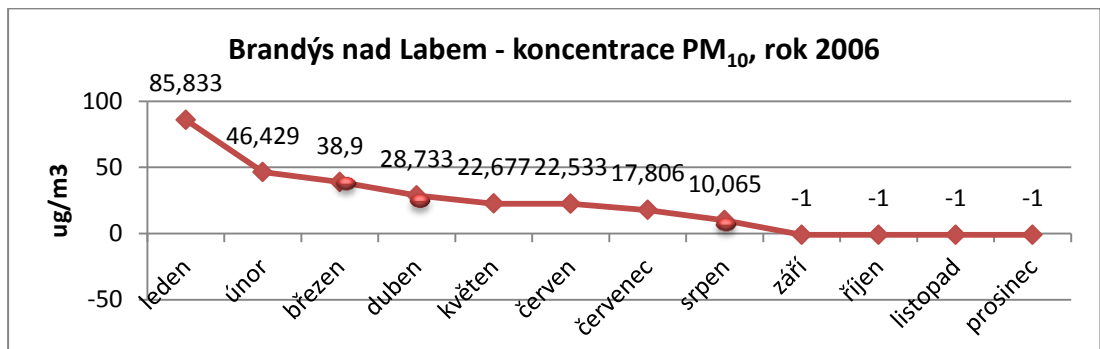
**12.2.7. Vliv emisí Elektrárny Prunéřov II na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem**



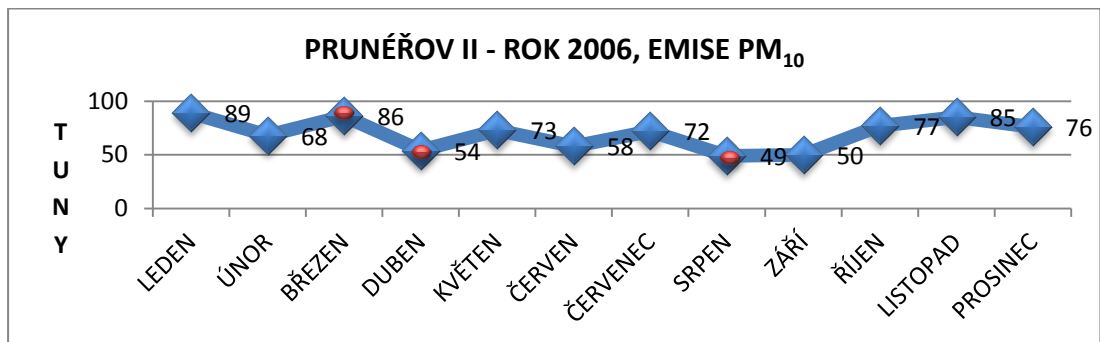
graf 89



graf 90

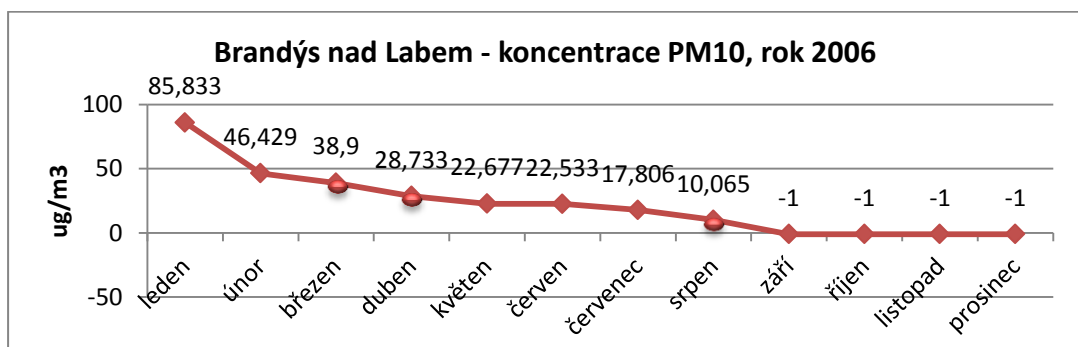


graf 91

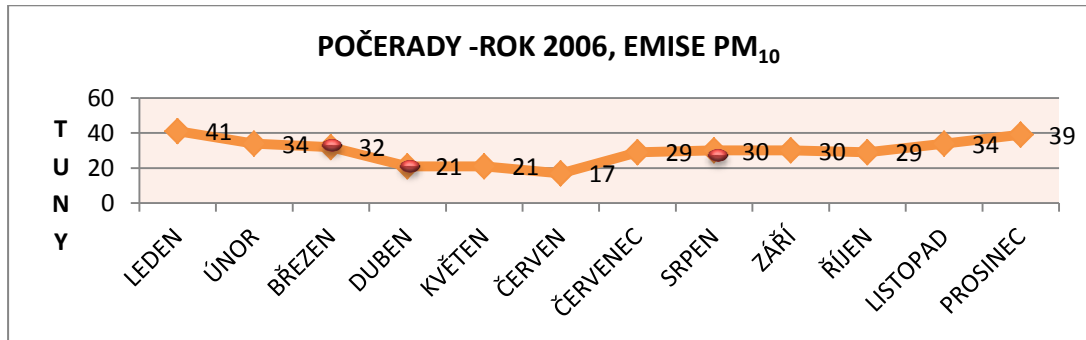


graf 92

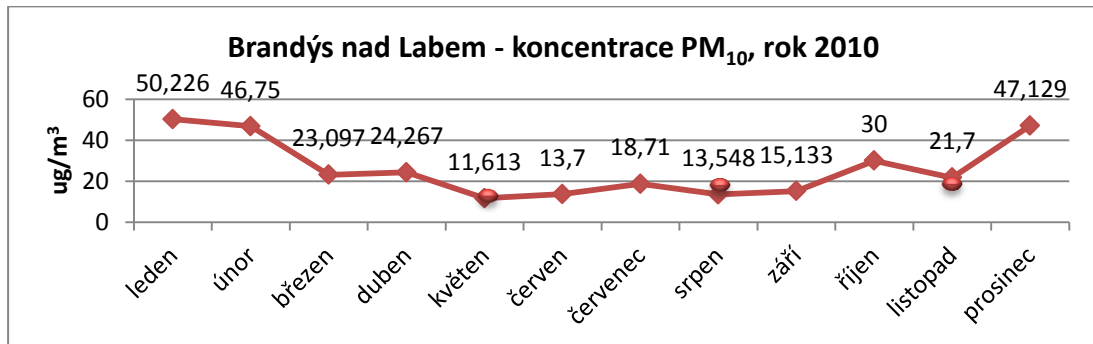
### 12.2.8. Vliv emisí Elektrárny Počerady na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Brandýs nad Labem



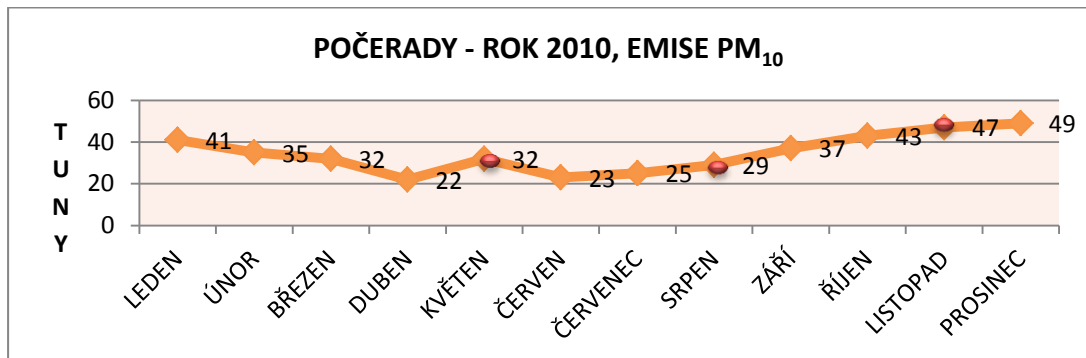
graf 93



graf 94



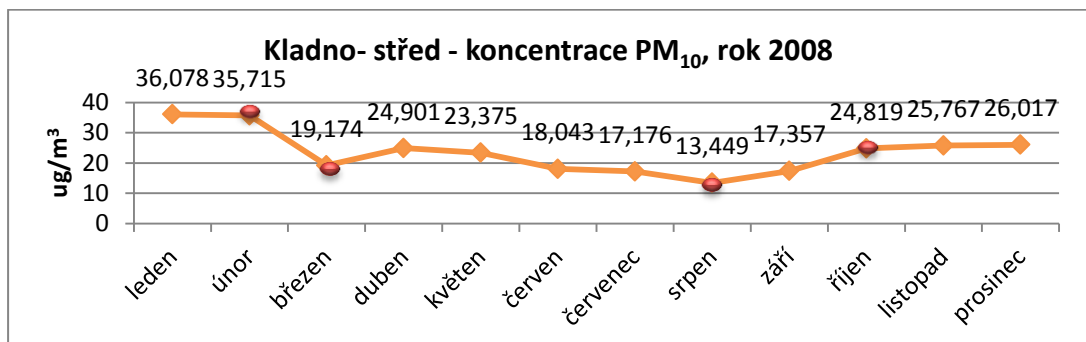
graf 95



graf 96

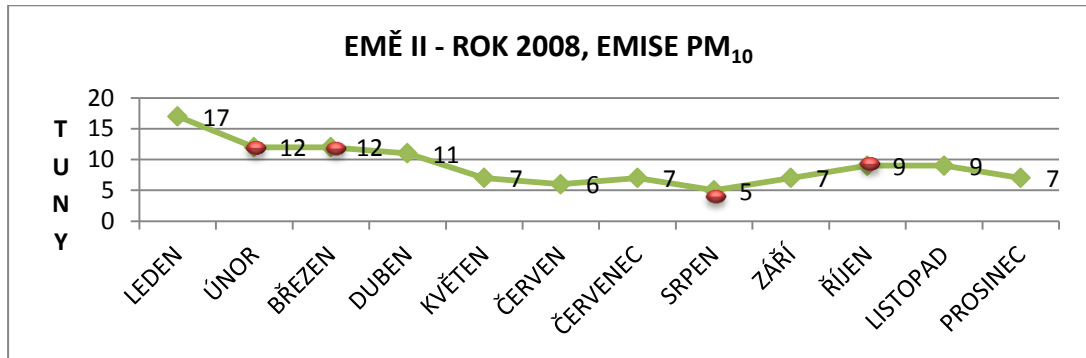
### 12.2.9. Vliv emisí EMĚ II na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě

#### Kladno- střed města

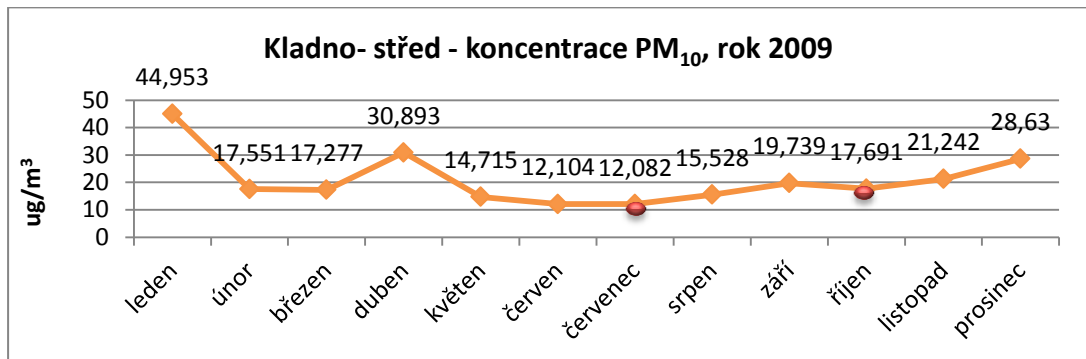


graf 97

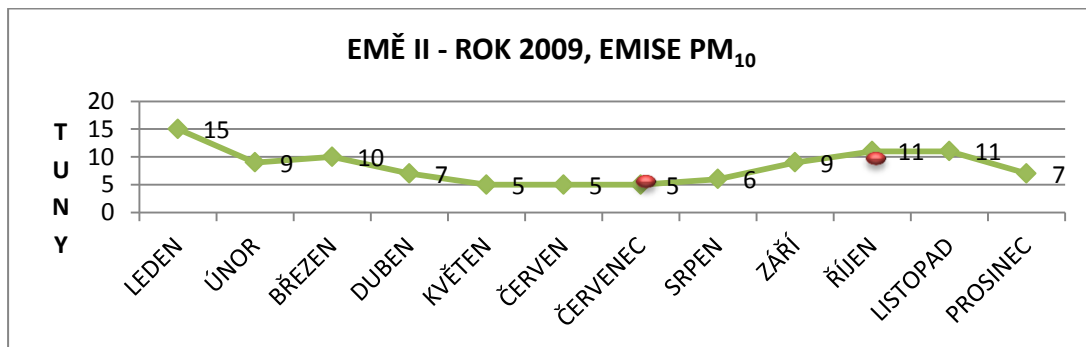




graf 98

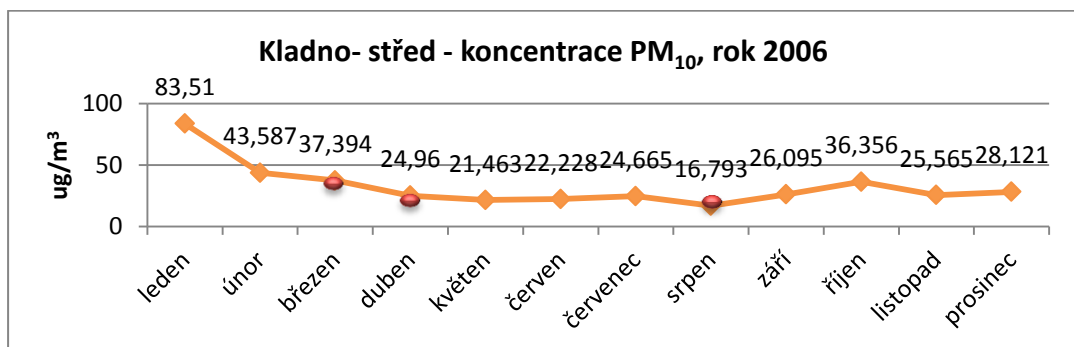


graf 99

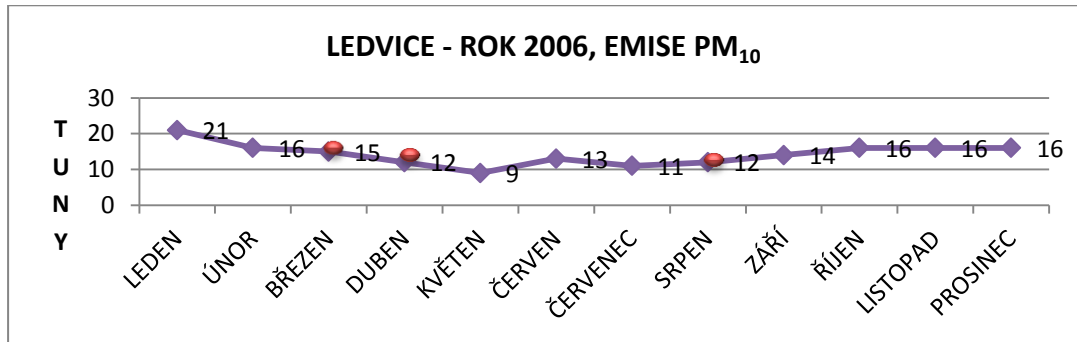


graf 100

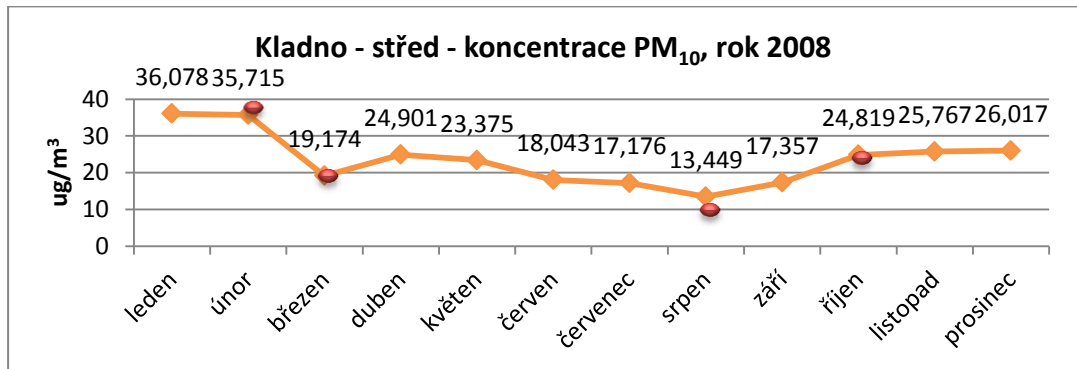
**12.2.10. Vliv emisí Elektrárny Ledvice na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města**



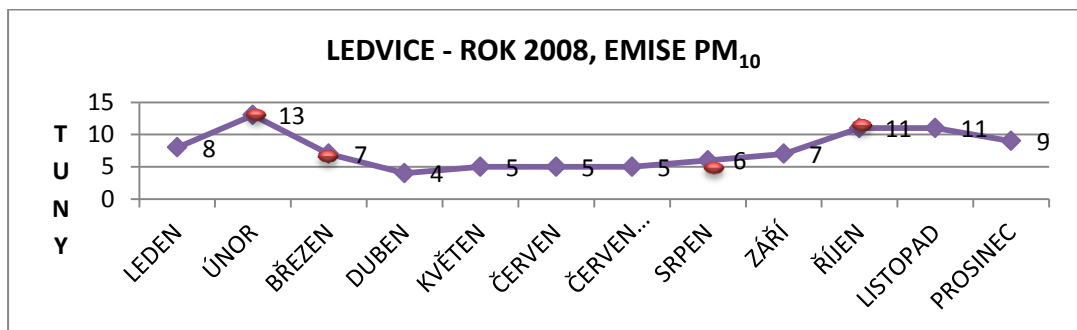
graf 101



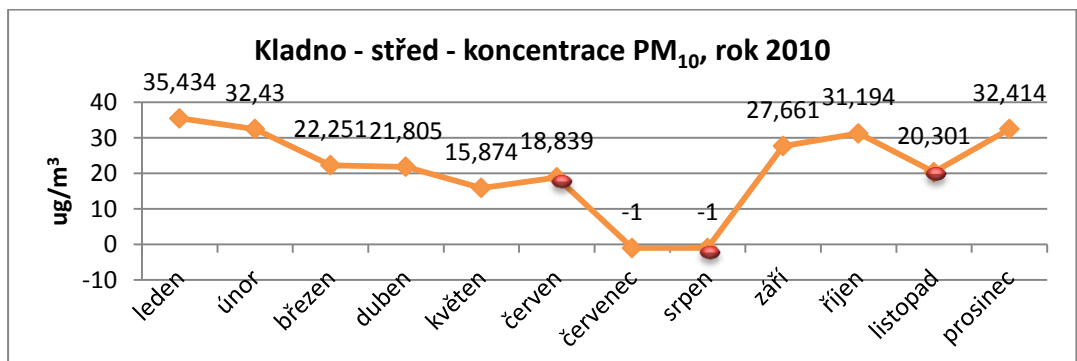
graf 102



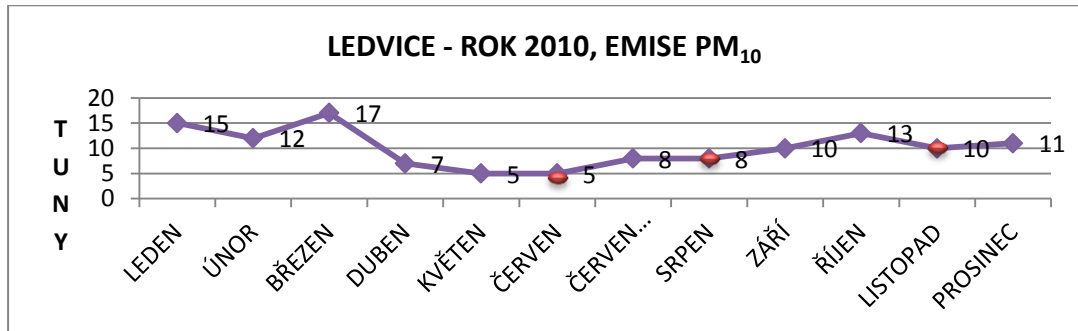
graf 103



graf 104

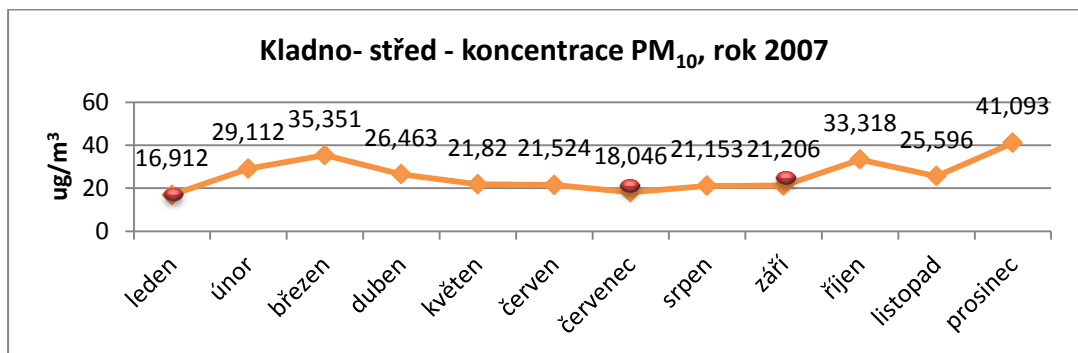


graf 105

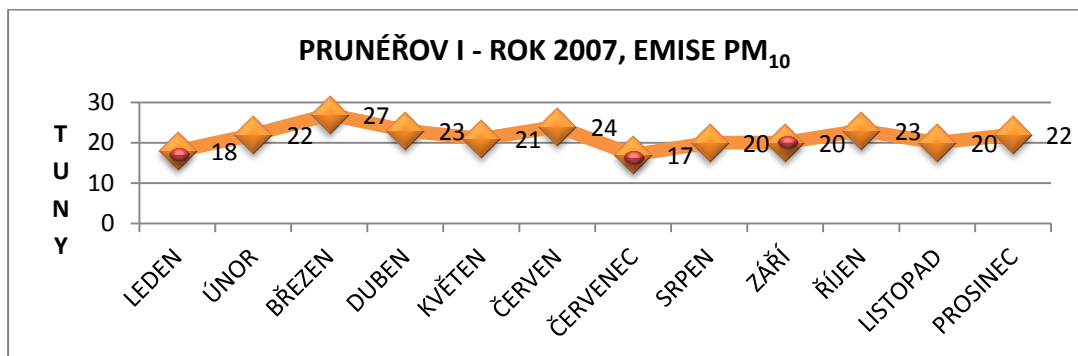


graf 106

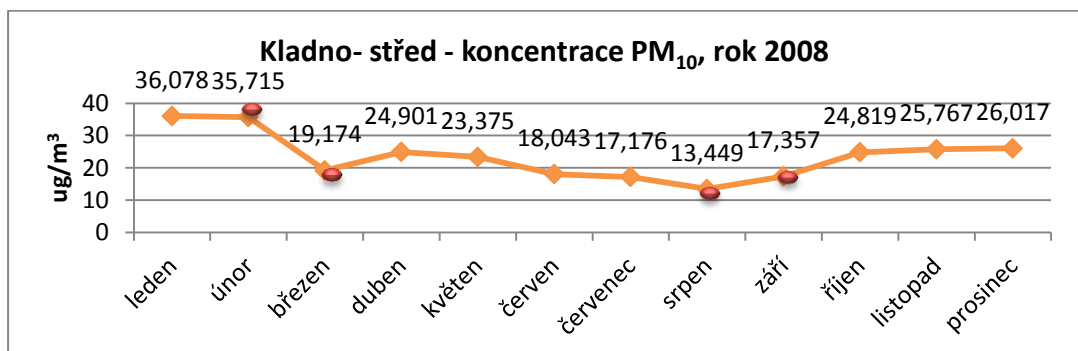
**12.2.11. Vliv emisí Elektrárny Prunéřov I na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města**



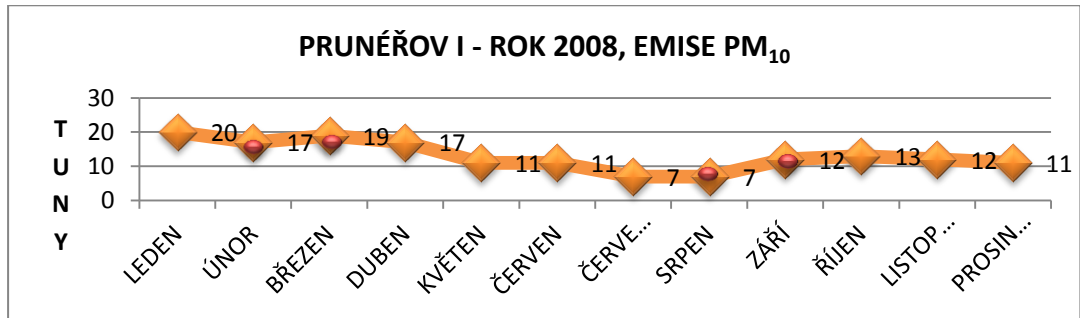
graf 107



graf 108

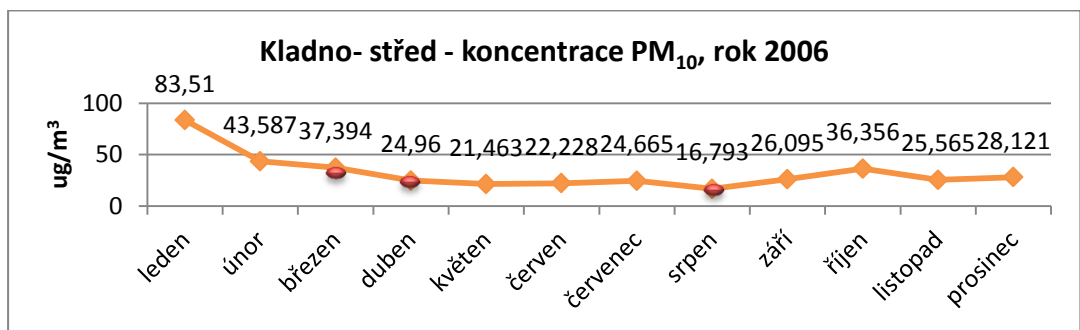


graf 109

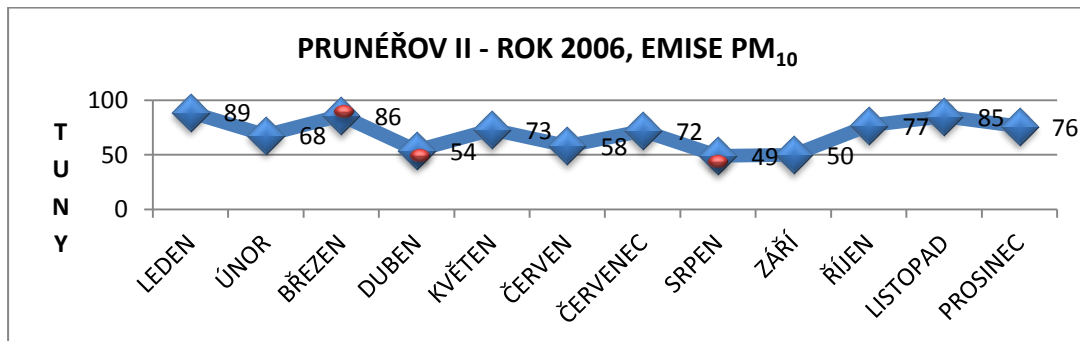


graf 110

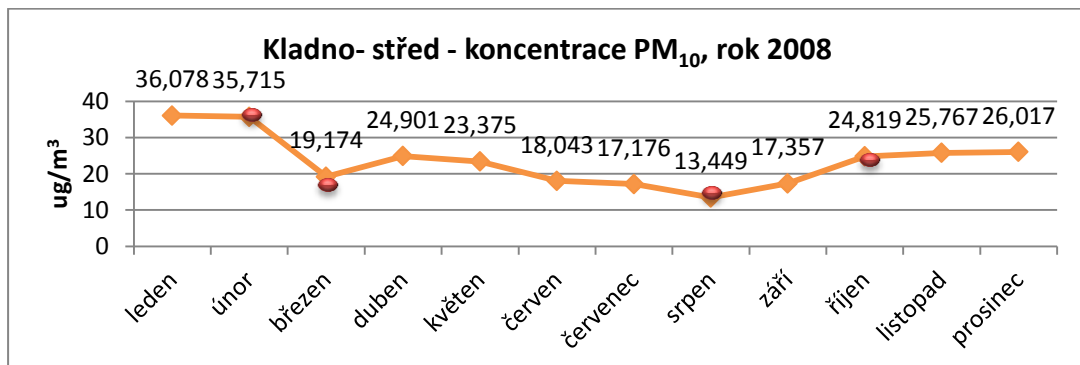
**12.2.12. Vliv emisí Elektrárny Pruněřov II na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města**



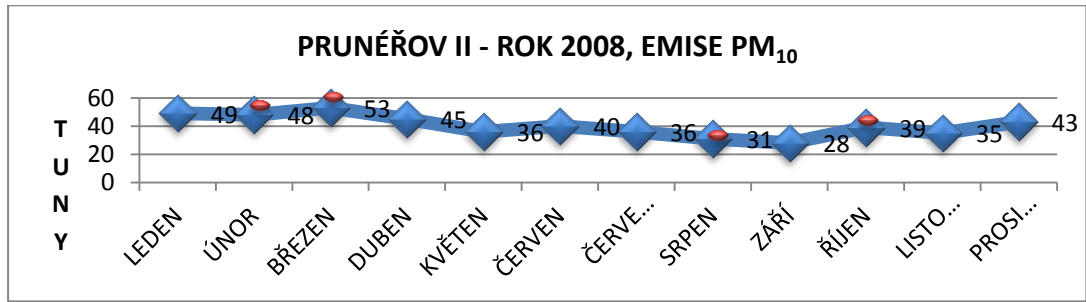
graf 111



graf 112

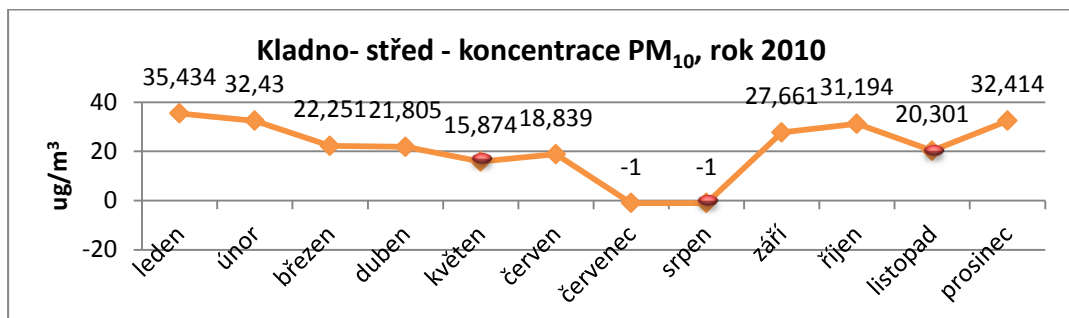


graf 113

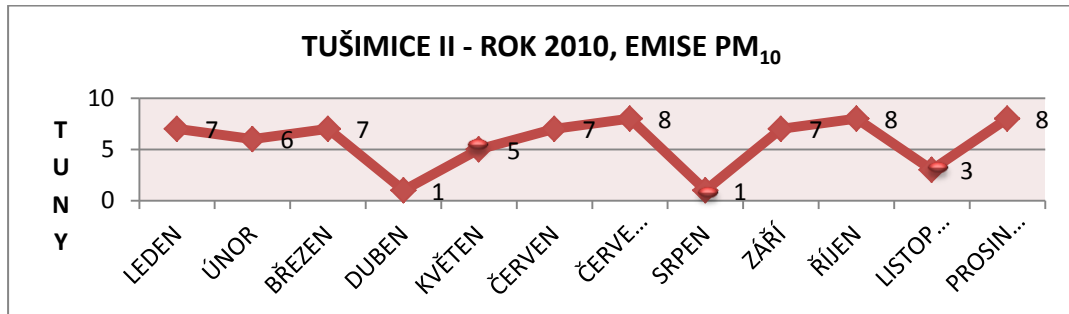


graf 114

**12.2.13. Vliv emisí Elektrárny Tušimice na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno- střed města**

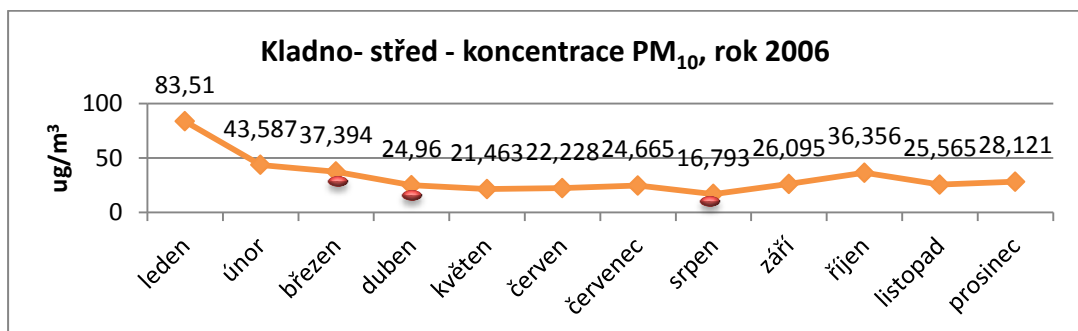


graf 115

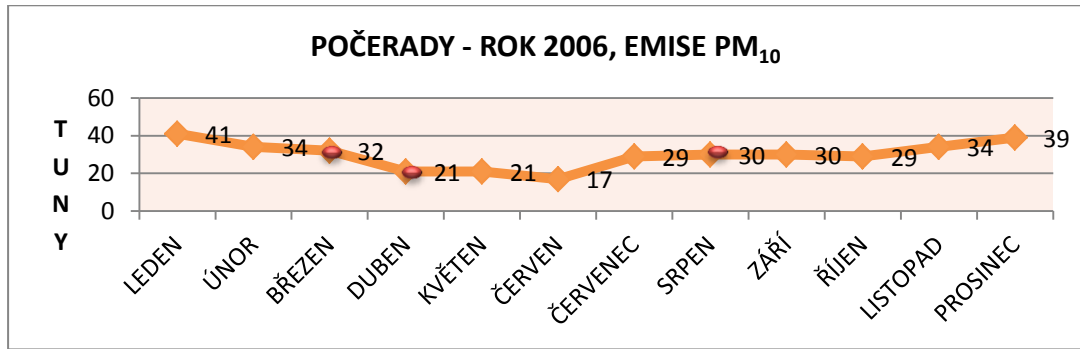


graf 116

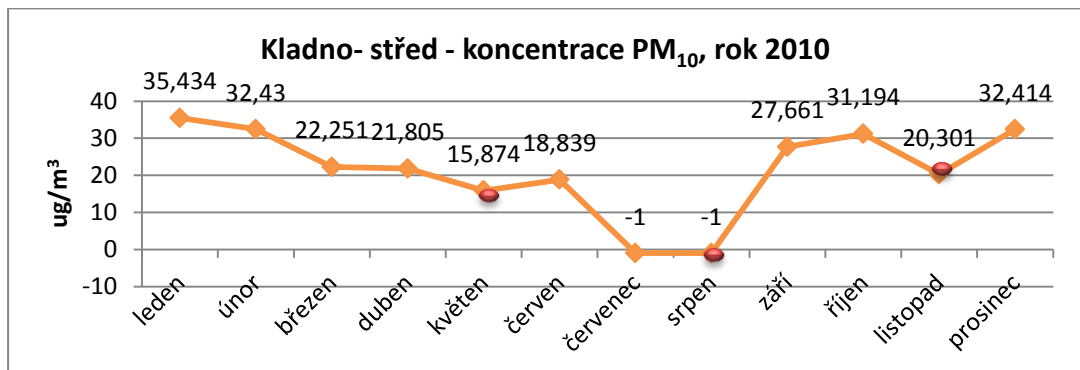
**12.2.14. Vliv emisí Elektrárny Počerady na pozad'ové koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Kladno - střed města**



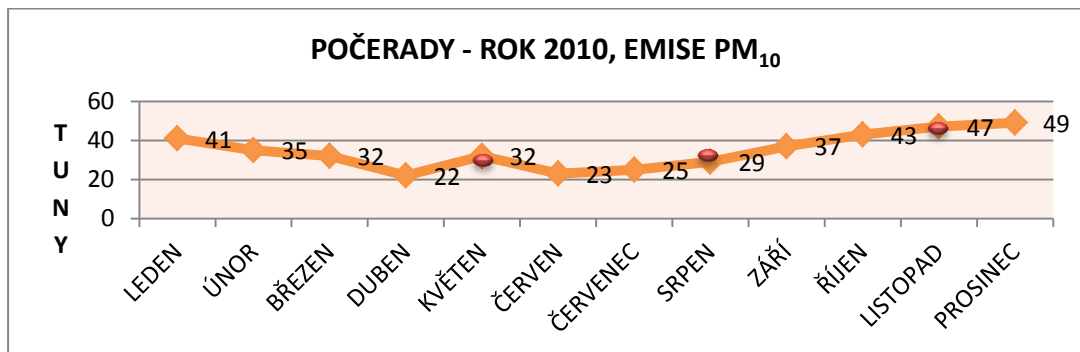
graf 117



graf 118



graf 119



graf 120

### **13. Metodika**

Pro zpracování této práce byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem měsíční data o vývoji koncentrací  $PM_{10}$  v reprezentativních lokalitách Karlovy Vary, Brandýs nad Labem, Kladno - střed města, Kladno – Švermov, Mladá Boleslav, Děčín, Chomutov, Litoměřice, Měděnec, Most a Sněžník v letech 2005 – 2010 a dále denní radiosondážní data z Prahy Libuše z nadmořských výšek 304 a 925 metrů nad mořem o směru proudění v letech 2005 – 2010. Z internetových stránek společnosti ČEZ a. s. byla stažena data charakterizující vyprodukovaná množství emisí  $PM_{10}$  Elektrárnou Mělník II a III, Elektrárnou Ledvice, Elektrárnou Prunéřov I a II, Elektrárnou Tušimice II a Elektrárnou Počerady v letech 2005- 2010.

Pro zpracování příslušných dat byl použit program Microsoft Office Excel 2010. Pro výpočty byla použita statistická funkce CORREL a pro názornost použity spojnicové typy grafů.

Nejdříve byla graficky zpracována data popisující vývoj emisí  $PM_{10}$  jednotlivých tepelných elektráren a následně odvozeny možné příčiny tohoto vývoje. Dále došlo ke grafickému znázornění vývoje koncentrací  $PM_{10}$  ve sledovaných lokalitách a k odvození statistického vztahu mezi emisemi tepelných elektráren a naměřenými koncentracemi, s využitím výpočtů korelačních koeficientů. Radiosondážní data z Prahy – Libuše byla filtrována podle západního proudění větru ve směru mezi  $0 - 250^\circ$  a poté byly spočteny dny potvrzující toto proudění za jednotlivé měsíce a roky.

Následně byly z výsledků určeny jako reprezentativní počty dnů dvacet a více a jako reprezentativní stanice zvoleny, díky své poloze, lokality Kladno střed města, Brandýs nad Labem a Mladá Boleslav.

Pro reálné zhodnocení vlivu emisí  $PM_{10}$  tepelných elektráren na pozad'ové koncentrace  $PM_{10}$  ve vybraných reprezentativních lokalitách bylo nutné propojit vypočtené korelační koeficienty s počty dnů západního proudění za jednotlivé sledované měsíce a roky.

Na základě tohoto propojení byly vytvořeny spojnicové grafy zachycující získané výsledky.

Z dostupných dat z Prahy – Libuše z nadmořských výšek 304 a 925 metrů nad mořem byly vypočteny teplotní gradienty a následně zjištěny počty inverzních dnů za jednotlivé měsíce a roky. Pro výpočet byl použit vzorec  $\gamma = (T_{925} - T_{304} / H_{925} - H_{304}) * 100$ ,

kde T je teplota a H nadmořská výška.



## **14. Výsledky**

Ze sledovaných emisí PM<sub>10</sub> vybraných tepelných elektráren vyplývá, že nejvyšších hodnot je dosaženo v zimních měsících, díky nízkým teplotám vzduchu a zvýšené produkci energie v některých případech také v březnu. V letních měsících je dosaženo maxima v jedenácti případech spojených s odstávkami tepelných elektráren. Všechny zjištěné hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 1.

Vývoj koncentrací v jednotlivých sledovaných lokalitách zachycují grafy 49 - 60. Z výsledků je patrný velký nárůst koncentrací PM<sub>10</sub> vždy v měsíci lednu, kdy dochází k nárůstu i o několik desítek  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . K pravidelnému poklesu dochází v měsíci dubnu. V teplejších měsících se pohybují naměřené koncentrace spíše v rovnováze, pouze s malými výkyvy. K pravidelnému nárůstu dochází v září nebo říjnu.

Vliv emisí tepelných elektráren na pozadovou koncentraci PM<sub>10</sub> ve vybraných měřicích stanicích je zachycen v následujících tabulkách č. 4, 5 a 6. Tyto výsledky dokazují vliv severočeských tepelných elektráren na pozadovou koncentraci PM<sub>10</sub> ve sledovaných lokalitách, přičemž jejich vztah byl charakterizován na základě výpočtů korelačních faktorů. V uvedených měsících prokazatelně proudil vítr ve směru mezi 0 - 250° ve dvaceti a více případech za daný měsíc. V ostatních měsících nebyl vliv tepelných elektráren na pozadovou koncentraci PM<sub>10</sub> tak výrazný. Přesné počty dnů a měsíců jsou zaznamenány v tabulce č. 3 a červeně označené v grafech 61 - 120. Prokazatelně byl potvrzen vztah mezi charakterizovanou stanicí Mladá Boleslav a Elektrárnou Ledvice v letech 2006, 2008 a 2010, Elektrárnou Pruněřov v roce 2007. Dále vztah mezi charakterizovanou stanicí Kladno - střed města a Elektrárnou Ledvice v roce 2008 a 2010, Elektrárnou Pruněřov I v roce 2007 a 2008, Elektrárnou Pruněřov II v roce 2006 a 2008, Elektrárnou Tušimice v roce 2010 a Elektrárnou Počerady v roce 2006 a 2010. Další závislost se potvrdila mezi charakterizovanou stanicí Brandýs nad Labem a Elektrárnou Mělník II v roce 2008 a 2009, Elektrárnou Ledvice v roce 2006, 2008, 2009 a 2010, Elektrárnou Pruněřov I v roce 2007 a 2008, Elektrárnou Pruněřov II v roce 2005 a 2006, Elektrárnou Počerady v roce 2006 a 2010, Elektrárnou Mělník v roce 2008 a 2009, Elektrárnou Ledvice v roce 2006.

Následující tabulky naznačují jasný přehled o vývoji situace.

Lokalita Kladno – střed města

<b>Elektrárna Rok Korelační koeficient</b>	<b>Měsíc</b>	<b>Emise tuny</b>	<b>Koncentrace <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Elektrárna Rok Korelační koeficient</b>	<b>Měsíc</b>	<b>Emise tuny</b>	<b>Koncentrace <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
<b>Elektrárna Ledvice 2006 0,6037</b>	březen	16	37,394	<b>Elektrárna Pruněřov II 2006 0,5727</b>	březen	86	37,394
	duben	12	24,96		duben	54	24,96
	srpen	12	16,793		srpen	49	16,793
<b>2008 0,6037</b>	únor	13	35,715	<b>2008 0,5888</b>	únor	48	35,715
	březen	7	19,174		březen	53	19,174
	srpen	6	13,449		srpen	31	13,449
	říjen	11	24,819		říjen	39	24,819
<b>2010 0,6329</b>	červen	5	18,839	<b>Elektrárna Počeradý 2006 0,6069</b>	březen	32	37,394
	srpen	8	neměřeno		duben	21	24,96
	listopad	10	20,301		srpen	30	16,793
<b>Elektrárna Pruněřov I 2007 0,6567</b>	leden	18	16,912	<b>2010</b>	květen	32	15,874
	červenec	17	18,046		srpen	29	neměřeno
	září	20	21,206		listopad	47	20,301
<b>2008 0,6731</b>	únor	17	35,715	<b>Elektrárna Mělník II 2008 0,7716</b>	únor	12	19,174
	březen	19	19,174		březen	12	13,449
	srpen	7	13,449		srpen	5	13,449
	září	12	17,357		říjen	9	24,819
				<b>2009 0,6562</b>	červenec	5	12,082
					říjen	11	17,691

Tab. 4

## Lokalita Brandýs nad Labem

Elektrárna Rok Korelace	Měsíc	Emise tuny	Koncentrace $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Elektrárna Rok Korelace	Měsíc	Emise tuny	Koncentrace $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>EMĚ II</b> <b>2008</b> <b>0,8308</b>	únor	12	32,724	<b>Elektrárna</b> <b>Pruněřov I</b> <b>2007</b> <b>0,8069</b>	červenec	17	11,548	
	březen	12	20,419		září	20	neměřeno	
	srpen	5	9,355		<b>2008</b> <b>0,7653</b>	únor	17	37,724
	říjen	9	neměřeno			březen	19	20,419
<b>2009</b> <b>0,6908</b>	červenec	5	10,484	<b>2008</b> <b>0,7653</b>	srpen	7	9,355	
	říjen	11	14,677		říjen	13	neměřeno	
<b>Elektrárna</b> <b>Ledvice</b> <b>2006</b> <b>0,9187</b>	březen	15	38,9	<b>Elektrárna</b> <b>Pruněřov II</b> <b>2005</b> <b>0,5741</b>	leden	59	24,6	
	duben	12	28,733		červenec	43	20,661	
	srpen	12	10,065		<b>2006</b> <b>0,7037</b>	březen	86	38,9
<b>2008</b> <b>0,7873</b>	únor	13	37,724	duben		54	28,733	
	březen	7	20,419	srpen		49	10,065	
	srpen	6	9,355	<b>Elektrárna</b> <b>Počerady</b> <b>2006</b> <b>0,7103</b>		březen	32	38,9
	říjen	11	neměřeno		duben	21	28,733	
<b>2009</b> <b>0,6134</b>	červenec	8	10,484		srpen	30	10,065	
	říjen	13	14,699	<b>2010</b> <b>0,5461</b>	květen	32	11,613	
<b>2010</b> <b>0,6060</b>	květen	5	11,613		srpen	29	13,548	
	srpen	8	13,548		listopad	47	21,7	
	listopad	10	21,7	<b>Elektrárna</b> <b>Mělník II</b> <b>2008</b> <b>0,7716</b>	únor	12	35,715	
<b>Elektrárna</b> <b>Pruněřov I</b> <b>2007</b> <b>0,8069</b>	červenec	17	11,548		březen	12	19,174	
	září	20	neměřeno		srpen	5	13,449	
<b>2008</b> <b>0,7653</b>	únor	17	37,724		<b>2009</b> <b>0,6562</b>	říjen	9	24,819
	březen	19	20,419	červenec		5	12,082	
	srpen	7	9,355	říjen		11	17,691	
	říjen	13	neměřeno					

Tab. 5

### Lokalita Mladá Boleslav

<b>Elektrárna Rok Korelační koeficient</b>	<b>Měsíc</b>	<b>Emise tuny</b>	<b>Koncentrace <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Elektrárna Rok Korelační koeficient</b>	<b>Měsíc</b>	<b>Emise tuny</b>	<b>Koncentrace <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
<b>Elektrárna Ledvice 2006 0,6602</b>	březen	15	45,027	<b>Elektrárna Prunéřov I 2007 0,7114</b>	leden	18	23,415
	srpen	12	19,189		červenec	17	21,125
<b>2008 0,8060</b>	únor	13	46,842		září	20	22,411
	březen	7	23,286	<b>Elektrárna Mělník 2008 0,5849</b>	únor	12	46,842
	srpen	6	21,308		březen	12	23,286
	září	7	23,855		srpen	5	21,308
<b>2010 0,6546</b>	květen	5	12,239		říjen	9	31,927
	srpen	8	18,105	červenec	5	19,752	
				říjen	11	22,891	
				<b>2009 0,6978</b>			

Tab. 6

## **15. Diskuse**

Dosud zveřejněné diplomové práce se spíše zabývají vlivem emisí polévatého prachu na lidský organismus nebo složením polévatého prachu, neřeší však problematiku pozad'ových koncentrací PM<sub>10</sub> tepelných elektráren. Pro srovnání byla proto použita data zveřejněná v ročenkách ČHMU.

Dle ročenky ČHMU z roku 2010 je patrný pozvolný nárůst koncentrací PM<sub>10</sub> v roce 2005 a 2006, v roce 2007 a 2008 dochází k mírnému poklesu a v roce 2009 a 2010 k opětovnému nárůstu. Vzestup koncentrací atmosférického aerosolu je dán opakovaným výskytem inverzí a emisí z vytápění hlavně v zimních měsících (leden, únor, říjen a prosinec). Zde se potvrdila shoda emisí jednotlivých sledovaných tepelných elektráren ( tab. č. 1) se zjištěnými výsledky zachycenými v grafech (1 - 48). Koncentrace PM<sub>10</sub> zaznamenávají i nárůst ve stanicích kvalifikovaných jako pozad'ové venkovské. K možnému důvodu překročení koncentrací PM<sub>10</sub> na venkovských stanicích v roce 2005 mohly být nižší naměřené teploty. S větší zimou souvisí intenzivnější vytápění v lokálních topeništích. Vzestup koncentrací PM<sub>10</sub> v roce 2010 byl dán opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v zimním období (leden, únor, říjen, prosinec). Nárůst koncentrací PM<sub>10</sub> byl v roce 2010 způsoben i nejdelsí topnou sezónou za posledních deset let.

Produkce částic PM<sub>10</sub> je (částečně) závislá na meteorologických podmínkách. Při nízkých teplotách vzduchu dochází ke zvýšení výkonu tepelných elektráren, všechny spalovací kotle jedou na plný výkon, který je spojen s produkcí velkého množství emisí PM<sub>10</sub>. K elektrárnám a teplárnám se přidávají ve velké míře i lokální topeniště. V letních měsících se produkce emisí PM<sub>10</sub> snižuje, ale v některých případech je dokonce dosaženo maxima. To je způsobeno pravidelnými odstávkami jednotlivých kotlů elektráren, které jsou po odstávce najížděny bez čištění spalin, čímž způsobují velký nárůst emisí PM<sub>10</sub> v ovzduší. Také nutná regulace výkonu kotlů a odstávky vedoucí ke snížení výkonu a produkce tepla vedou ke kolísání množství emisí. V jedenácti ze sledovaných případů byla produkce emisí PM<sub>10</sub> nejvyšší v měsíci březnu, na což měly vliv nízké teploty vzduchu, a tím i vysoké výkony tepelných elektráren a velké množství lokálních topenišť. Jako srovnávací byly použity radiosondáže v Praze Libuši. Všechny zjištěné hodnoty emisí tepelných elektráren jsou zaznamenány v grafech 1 - 48 a měsíce s největším množstvím emisí v tabulce č. 1.

Množství emisí v atmosféře je závislé na směru proudění, na rychlosti větru, na teplotách vzduchu a na rozptylových podmínkách. Rozptyl škodlivin ovlivňuje rychlost větru, při nízké rychlosti zůstávají nečistoty blíže u zdroje, při vysoké rychlosti proudění dochází k rozptylu na větší vzdálenosti, také teplotní inverze, které mohou trvat i několik dní. Na území České republiky byly výpočtem teplotních gradientů zjištěny počty inverzních dnů. Pro výpočty byla použita radiosondážní data z Prahy Libuše ve výškách 304 metrů nad mořem a 925 metrů nad mořem. Získané hodnoty jsou znázorněny v následující tabulce.

<b>Měsíc</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>Leden</b>	3	4	3	4	7	2
<b>Únor</b>	3	3	4	4	0	2
<b>Březen</b>	4	3	2	4	1	5
<b>Duben</b>	1	6	2	2	4	3
<b>Květen</b>	1	1	1	2	3	0
<b>Červen</b>	2	3	1	3	2	1
<b>Červenec</b>	5	5	7	2	4	3
<b>Srpen</b>	1	1	6	4	4	6
<b>Září</b>	1	2	4	3	5	3
<b>Říjen</b>	2	2	3	4	0	4
<b>Listopad</b>	3	4	1	2	6	5
<b>Prosinec</b>	3	7	3	1	4	6
<b>Ročně</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Tab. 7 Počty inverzních dnů

Ze sledovaných koncentrací PM<sub>10</sub> v lokalitách Karlovy Vary, Brandýs nad Labem, Kladno - střed města, Kladno Švermov, Mladá Boleslav, Děčín, Doksany, Chomutov, Litoměřice, Měděnec, Most a Sněžník v letech 2005 - 2010 bylo zjištěno, že nejvyšších koncentrací je dosaženo pravidelně v měsíci lednu. V teplejších měsících se pohybují naměřené koncentrace v rovnováze pouze s drobnými výkyvy. K pravidelnému nárůstu dochází v měsíci říjnu v závislosti na začátku topné sezóny. Ze zjištěných výsledků lze usuzovat, že hodnoty koncentrací PM<sub>10</sub> ovlivňuje celá řada faktorů, mezi které patří stagnující vzduchové pole a s ním spojený výskyt teplotních inverzí a dále lokálních topenišť.

Severočeské tepelné elektrárny svými emisemi ovlivňují požadové koncentrace PM<sub>10</sub> ve sledovaných měřicích stanicích v Mladé Boleslavi, Kladně - středu města a Brandýse nad

Labem. Všechny výsledky naměřených koncentrací  $PM_{10}$  ve vybraných lokalitách znázorňují grafy 49 - 60. Ze statistických výpočtů korelačních faktorů mezi emisemi tepelných elektráren a naměřenými pozadřovými koncentracemi ve sledovaných oblastech se při sledování směru větru potvrdil skutečný vztah. Tento vztah je zachycen v grafech číslo 61 - 100 a přesně znázorněn v tabulce č. 2.

Na množství emisí  $PM_{10}$  v ovzduší mají ve velké míře vliv lokální topeniště. I přes možnosti využití ekologických zdrojů tepla se lidé často vracejí z ekonomických důvodů ke spalování fosilních paliv, někteří dokonce ke spalování odpadů. Řešením této situace by byla větší motivace a ekonomická dostupnost ekologických paliv a také podpora plynofikace obcí, které tímto systémem doposud neprošly.

Z hlediska hodnocení vlivu  $PM_{10}$  na zdraví člověka by bylo vhodnější měření  $PM_{2,5}$ , neboť jejich vliv je podstatně vyšší. Tyto částice mají delší dobu setrvání v plicích, hůře se odbourávají, pronikají přes stěny sliznic do krevního řečiště a jsou transportovány do celého těla. V plicích se shromažďují na určitém místě, mohou velice pomalu uvolňovat těžké kovy a transportovat je po těle.

Legislativa řeší pouze výskyt částic  $PM_{10}$ , přičemž denní limit tepelných elektráren při produkci emisí  $PM_{10}$  je  $50 \text{ mg/m}^3$ . Od roku 2016 by mělo dojít ke snížení z 50 na  $20 \text{ mg/m}^3$ .

## **16. Závěr**

Z dosažených výsledků vyplývá, že problém částic  $PM_{10}$  není dosud vyřešený a zvyšující se koncentrace nabádají k hledání nových řešení snižování emisí  $PM_{10}$ .

K velkému nárůstu emisí  $PM_{10}$  dochází v zimních měsících díky plnému výkonu tepelných elektráren a velkému množství lokálních topenišť, která se projevují vždy při ochlazení v průběhu celého roku. Také výskyt teplotních inverzí spojených se špatnými rozptylovými podmínkami ovlivňuje množství nečistot v atmosféře a negativně působí na zdraví lidí.

Na rozptyl škodlivin v atmosféře má vliv proudění vzduchu. Ve většině roku vzduch na naše území přichází ze západu, čímž přispívá k šíření emisí severočeských tepelných elektráren směrem do Středních Čech.

Statistickými výpočty korelačních faktorů a následným pozorováním směru větru byl potvrzen vliv tepelných elektráren na pozadřovou koncentraci  $PM_{10}$  naměřenou v lokalitě Brandýs nad Labem, Mladá Boleslav a Kladno střed města.

Závěrem bych chtěla konstatovat, že tato diplomová práce cíl splnila, neboť z uvedených grafů, tabulek a výpočtů je zřejmé, že emise severočeských tepelných elektráren mají vliv na pozadřové koncentrace  $PM_{10}$  ve sledovaných lokalitách.



## **17. Seznam literatury:**

- [1] AYRES, Jon. *Astma*. Česká lékařská společnost J. E. Purkyně. Praha : [s.n.], 2001. 96 s.
- [2] BEDNÁŘ, J. a O. ZIKMUNDA. *Fyzika mezní vrstvy atmosféry*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1985, 245 s.
- [3] BOUBEL, Richard W.; FOX, Donald L. *Fundamentals of Air Pollution*. [s.l.] : Academic Press, 1994. 574 s.
- [4] BRANIŠ, Martin; HŮNOVÁ, Iva . *Atmosféra a klima : Aktuální otázky ochrany ovzduší*. Praha : Karolinum, 2009. 351 s. ISBN 970-80-246-1598-1.
- [5] HOBBS, P. V.: *Introduction to atmospheric chemistry*. Cambridge University Press. Cambridge, 2000.
- [6] Holoubek, I.: *Troposférická chemie*. Brno, 2005. 160 s. ISBN 80-210-3656-7.
- [7] HOLOUBEK, Ivan. *Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) v prostředí*. Český ekologický ústav a Odbor ekologických rizik a monitoringu MŽP ČR, 1996. 136 s. ISBN 80-85087-44-8.
- [8] HOVORKA, J.: *Atmosférický aerosol*. V: Kolektiv autorů: Aktuální otázky znečištění ovzduší. UK Praha, 2004.
- [9] JAŇOUR, Zbyněk. *Modelování mezní vrstvy atmosféry*. Praha : Karolinum, 2001. 145 s.
- [10] KAŠÁK, V. *Jak přežít smog?*. Praha: Medica, 1994, 55 s. ISBN 80-85800-07-1.
- [11] KOLEKTIV AUTORŮ. *Aktuální otázky znečištění ovzduší*. Praha: Ústav pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty a Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy v Praze, 2005. 216 s. ISBN 80-239-2187-3.
- [12] *Kompendium ochrany kvality ovzduší*. Chrudim : Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r. o., 2008. 407 s.
- [13] MATOUŠEK CSC, MuDr. Jiří. *Počasí, podnebí a člověk*. [s.l.] : Avicentrum, zdravotnické nakladatelství n.p, 1988. 150 s.
- [14] MOLDAN, B. *Geochemie atmosféry*. Praha : Academia Praha, 1997. 158 s.
- [15] *Monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí : Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí, odborná zpráva za rok 2003*. Praha : Státní zdravotní ústav, 2004. 42 s.
- [16] Novák, M.: *Meteorologie a ochrana prostředí- Úvod do meteorologie a klimatologie*. Ústí nad Labem, 2004, 184 s. ISBN 80-7044-597-1.

[17] SEIFERT, Vladimír. *100 + 1 Záludných otázek: Počasí*. Aventium, 2004, 176 s. ISBN 80-86858-02-2

[18] *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí : Souhrnná zpráva za rok 2006*. Praha : Státní zdravotní ústav Praha, 2007. 106 s.

[19] Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)

#### **Internetové zdroje:**

[20] *Google* [online]. 2011 [cit. 2011-11-26]. [Http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/melnik.html](http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/melnik.html). Dostupné z WWW: <<http://www.cez.cz/cs/uvod.html>>.

[21] *Google* [online]. 2011 [cit. 2011-11-26]. [Http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/ledvice.html](http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/ledvice.html). Dostupné z WWW: <[www.cez.cz](http://www.cez.cz)>.

[22] *Google* [online]. 2011 [cit. 2011-11-26]. [Http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html](http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html). Dostupné z WWW: <[www.cez.cz](http://www.cez.cz)>.

[23] *Google* [online]. 2011 [cit. 2011-11-26]. [Http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/tusimice.html](http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/tusimice.html). Dostupné z WWW: <[www.cez.cz](http://www.cez.cz)>.

[24] *Google* [online]. 2011 [cit. 2011-11-26]. [Http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/pocerady.html](http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/pocerady.html). Dostupné z WWW: <[www.cez.cz](http://www.cez.cz)>.

[25] *Google* [online]. 2010 [cit. 2011-11-26]. [Http://www.cez.cz/cs/odpovedna-firma/zivotni-prostredi/sledovani-parametru-pro-ochranu-ovzdusi/mnozstvi-emisi.html](http://www.cez.cz/cs/odpovedna-firma/zivotni-prostredi/sledovani-parametru-pro-ochranu-ovzdusi/mnozstvi-emisi.html). Dostupné z WWW: <[www.cez.cz](http://www.cez.cz)>.

[26] *Google* [online]. 2010 [cit. 2011-12-19]. [Http://www.chmu.cz/portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/locality/pollution\\_locality/loc\\_SBER\\_CZ.html](http://www.chmu.cz/portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_SBER_CZ.html). Dostupné z WWW: <[www.chmu.cz](http://www.chmu.cz)>.

## **18. Seznam použitých zkratk a symbolů**

°C- Celsiův stupeň je vedlejší jednotka soustavy SI pro teplotu

CaSO<sub>4</sub> – síran vápenatý

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

EMĚ I, II, III- Elektrárna Mělník

ISKO- Informační systém kvality ovzduší

KCl- chlorid draselný

MW – je odvozená jednotka soustavy SI, mega 10<sup>6</sup>

NaCl- chlorid sodný

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> – síran amonný

NO<sub>x</sub> – oxidy dusíku

ppm- jedna milióntina celku mg/l

pH- záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů

PM<sub>10</sub>- prašný aerosol

REZZO- Registr emisí zdrojů znečištění ovzduší

SO<sub>2</sub> – oxid siřičitý

WHO- Světová zdravotnická organizace