



CEMENTÁRNA ČÍŽKOVICE

MODELOVÉ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ



ZADÁNÍ MODELOVÉHO HODNOCENÍ

Zadal: Lafarge Cement, a. s., Čížkovice

Vypracoval: ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.
Mgr. Jan Karel, Ing. Josef Martinovský

Termín: březen 2012

Zadání: Vypracovat **rozptylovou studii** vlivů cementárny na kvalitu ovzduší za předpokladu spoluspalování paliva **GEOBAL4 vyrobeného z ostravských kalů**, do hodnocení zahrnout **všechny zdroje emisí** v areálu cementárny, modelovat **všechny relevantní znečišťující látky**.

DŮVODY ZADÁNÍ STUDIE

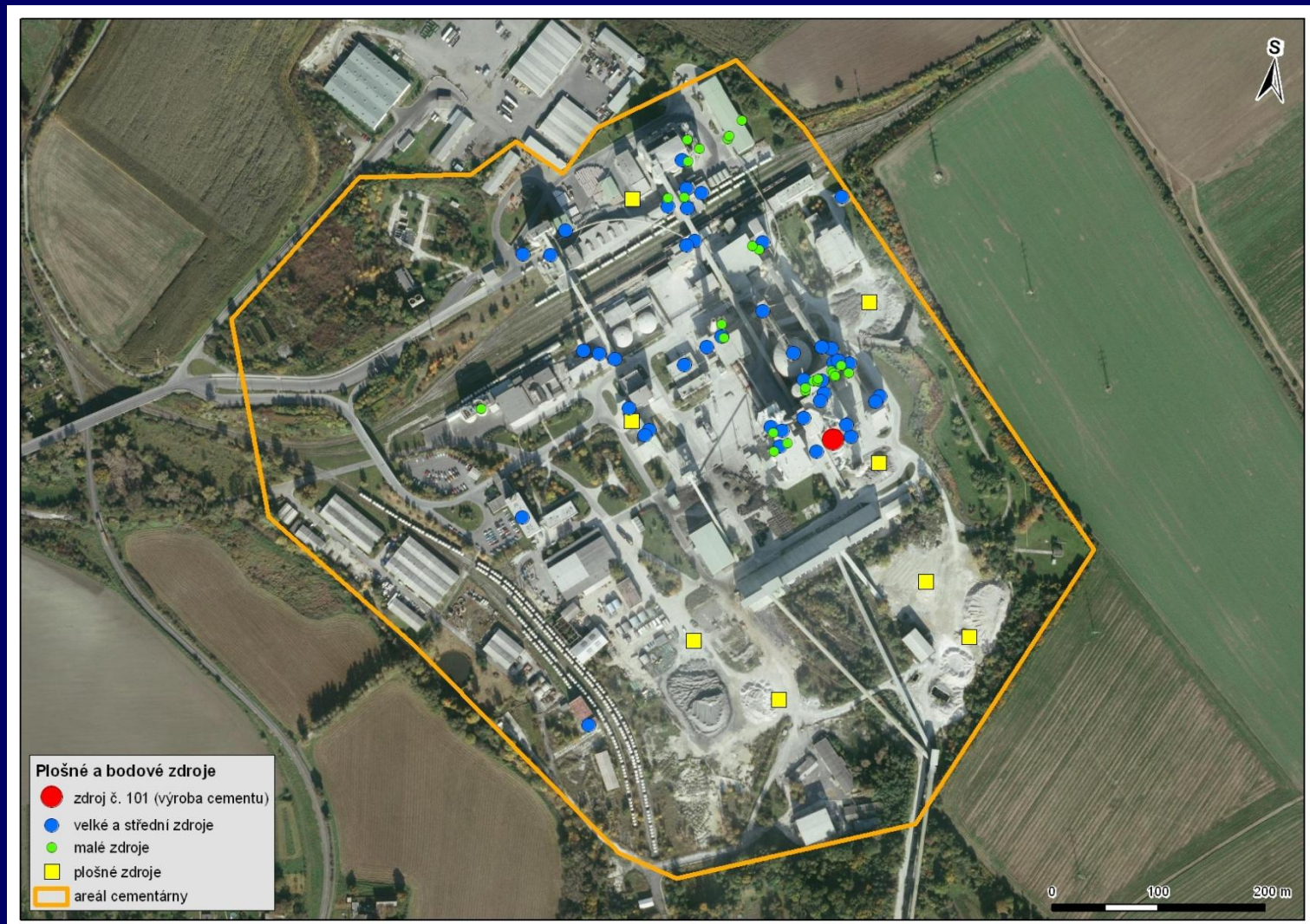
- v roce 2011 byl zveřejněn **záměr spalování ostravských kalů** (resp. z nich vyrobeného paliva **Geobal4**) v cementárně Čížkovice poblíž Litoměřic
- **záměr byl medializován a setkal se s ostře negativní reakcí části veřejnosti** - tato reakce však byla založena na značně zkreslených informacích o vlivu spalování kalů na zdraví obyvatel žijících v okolí
- **ve snaze předložit veřejnosti reálná data o vlivu závodu na zdraví lidí nechal provozovatel cementárny provést nejprve veřejnou spalovací zkoušku a následně vypracovat rozptylovou studii, vycházející z výsledků této zkoušky**
- **nejvíce byla medializována zejména rizika spojená s emisemi běžně nesledovaných znečišťujících látek – PAH, dioxiny, těžké kovy atd.**
- **vedle spalování Geobalu4 byly do rozptylové studie zahrnuty i veškeré další zdroje v prostoru cementárny, aby byly doloženy vlivy všech částí provozu**

POSUZOVANÉ ZDROJE EMISÍ

- **hlavní komín** (emise z výroby cementu) – emisní bilance dle výsledků spalovacích zkoušek provedených při spalování GEOBALu4 v listopadu 2011
- **všechny ostatní velké, střední a malé zdroje** znečišťování ovzduší dle provozní evidence
- **manipulace surovinami** těžkou technikou ve skladovacích prostorech závodu (výfukové emise i prašnost)
- pohyb vozidel po **areálových komunikacích** i po nezpevněných plochách prostoru cementárny (výfukové emise i prašnost)
- pohyb vozidel na příjezdových a odjezdových **trasách mimo areál**
- **železniční doprava** související s provozem cementárny (v areálu i mimo něj)

ROZLOŽENÍ ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVDUŠÍ

Detail zdrojů v prostoru cementárny



POSUZOVANÉ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY

Hodnoceny byly **všechny relevantní znečišťující látky**, tj. všechny látky, u kterých:

- **jsou zaznamenány emise** (tj. jsou při provozu hodnocených zdrojů produkovány)
- **existují data o zdravotní rizikovosti** (imisní limity, referenční koncentrace)

Tj.:

- **suspendované částice** frakcí **PM₁₀** a **PM_{2,5}**
- **oxid dusičitý, oxid siřičitý, oxid uhelnatý**
- **těžké kovy: olovo, arsen, kadmium, rtuť**
- **organické polutanty: VOC** – těkavé organické látky, polycyklické aromatické uhlovodíky – zástupce **benzo(a)pyren**, **PCB** - polychlorované bifenyly, **PCDD/PCDF** - polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany
- **halogenovodíky: HCl** (resp. chlor a jeho anorg. sloučeniny), **HF** (fluor a jeho anorg. sloučeniny)

STANOVENÍ EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Stanovení emisí zvláště velkých, velkých a středních zdrojů emisí v závodu:

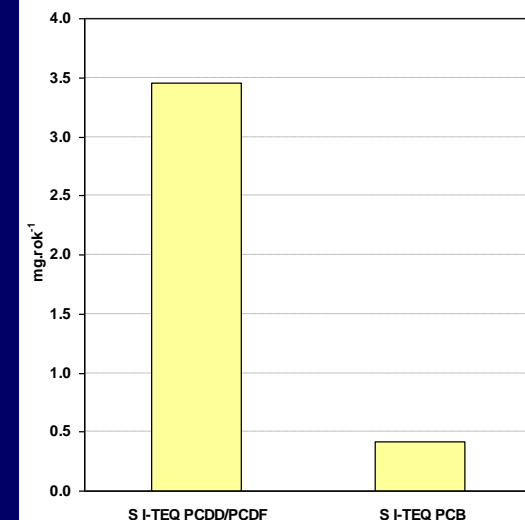
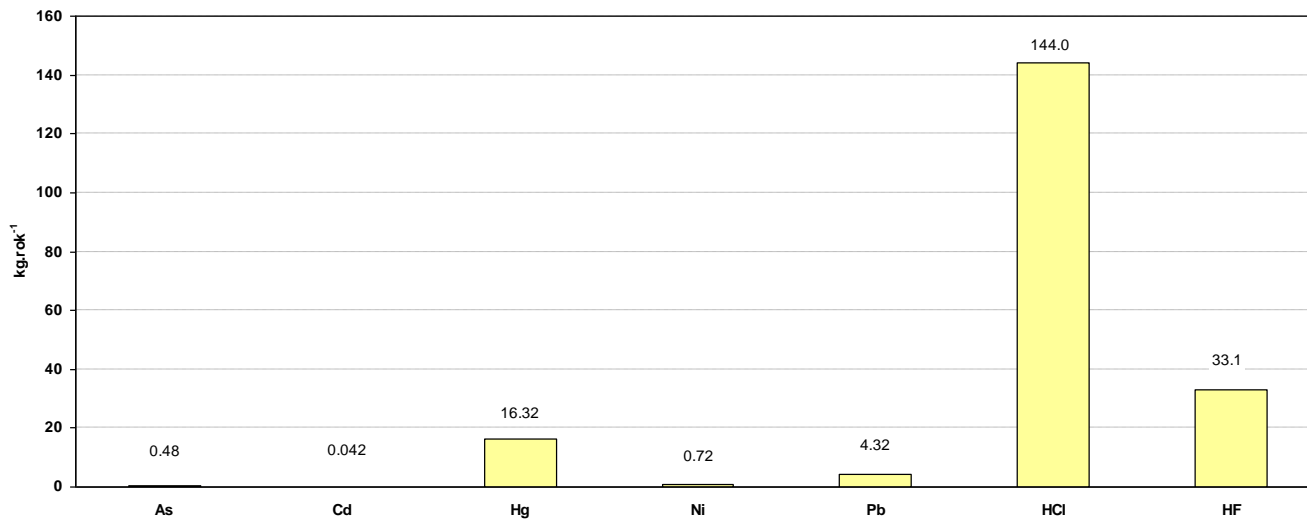
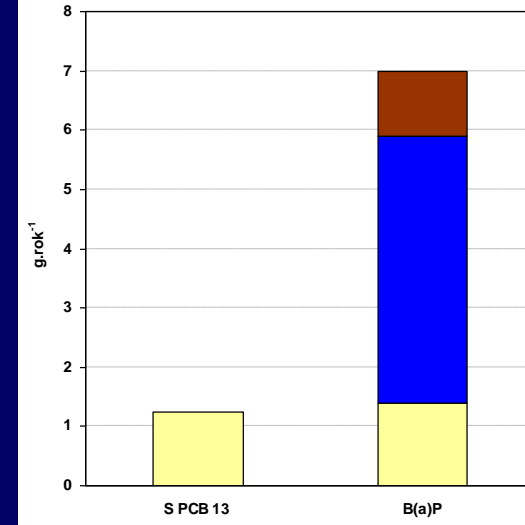
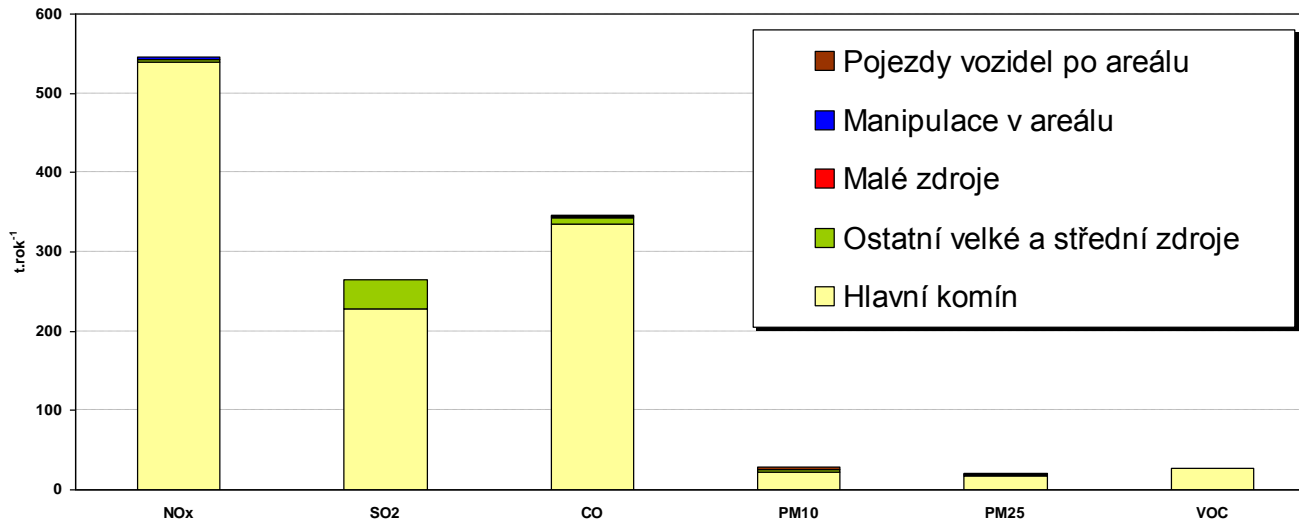
- emise z hlavního komína (zdroj 101 – výroba cementu) byla stanovena emisní bilance na základě výsledků spalovací zkoušky , provedené v listopadu 2011
- při zkoušce byl spolu s ostatním palivem spalován také Geobal4, a to v podílu 4:2:1 (Geobal4 : drcené pneumatiky : brikety)
- v předchozích letech bylo na zdroji spalováno 5 tun kalů z Růžodolu ročně, nyní dochází k navýšení podílu kalů, předpokládá se spotřeba 15 tun Geobalu4 za rok
- celková roční emise byla vypočtena na základě provozních dat dle souhrnné evidence za rok 2010, avšak s použitím měrných emisí dle výsledků spalovací zkoušky
- emise z ostatních velkých a středních zdrojů – dle provozní evidence za rok 2010

STANOVENÍ EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Stanovení emisí zdrojů neobsažených v provozní evidenci:

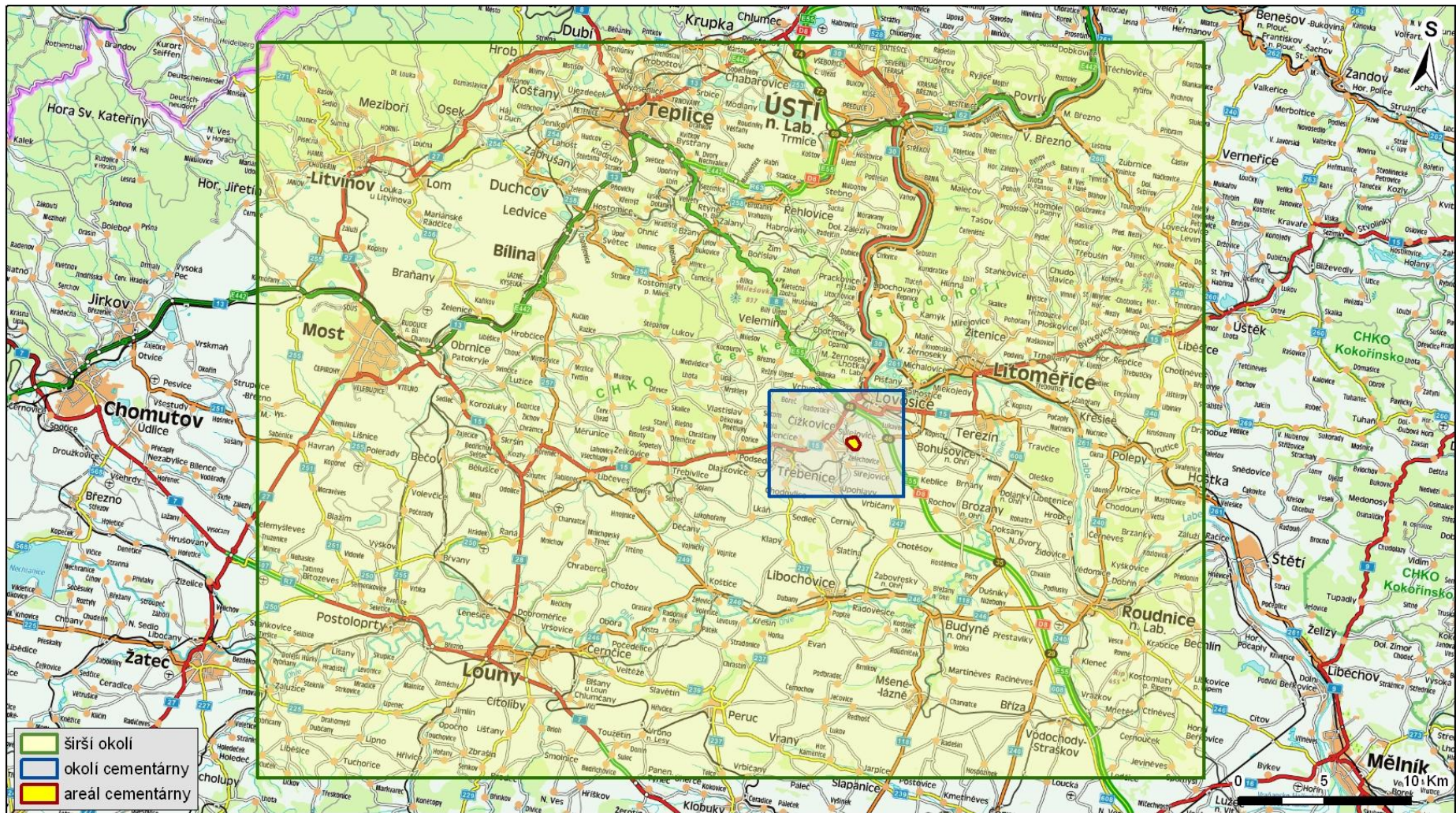
- emise PM_{10} a $PM_{2,5}$ ze zvířeného prachu a z procesů v prostoru cementárny
 - z EF dle vyhl. č. 205/2009 Sb.
 - z metodiky US EPA „*AP-42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors*“
- výfukové emise z nákladních automobilů – program MEFA-06
- emise z provozu strojů, volnoběhy vozidel, železniční doprava – databáze emisních faktorů zpracovatele
- sekundární prašnost z provozu strojů a z dopravy – metodika US EPA AP-42
- dopočet VOC = $TOC/0,8$ dle vyhlášky 337/2010 Sb.

STANOVENÍ EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK



VYMEZENÍ ÚZEMÍ

3 výpočtové oblasti – různý detail řešení



ROZLOŽENÍ REFERENČNÍCH BODŮ

Bezprostřední okolí cementárny



ZDRAVOTNÍ RIZIKOVOST ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Hodnocení výsledků modelových výpočtů je vztaženo k hodnotám „mezních koncentrací“, jejichž hodnoty odrážejí míru zdravotního rizika spojeného s inhalací dané látky:

- u látek, které měly stanoven **imisní limit nebo cílový imisní limit** dle Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., je vyhodnocení vztaženo **k hodnotě limitu**. Jedná se o:
oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid siřičitý, oxid uhelnatý, olovo, arsen, kadmium, benzo(a)pyren a v určitém smyslu i **těkavé organické látky**
- u látek, které **neměly stanovené limity**, byly použity **referenční koncentrace**, převzaté nebo odvozené z následujících zdrojů (v tomto pořadí):
 - referenční koncentrace **Státního zdravotního ústavu (2003)**
 - **Světová zdravotnická organizace – WHO Air quality guidelines for Europe (2000)**
 - **US EPA – databáze IRIS (Integrated Risk Information System)**Jedná se o: **rtuť, HCl, HF, PCB a PCDD/PCDF**

ZDRAVOTNÍ RIZIKOVOST ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Určení mezních hodnot látek, které nemají stanoven limit:

- **Těkavé organické látky (VOC)** – směs mnoha sloučenin, jejichž působení na zdraví člověka se značně liší
- Většina je neškodná, některé mají ve vyšších koncentracích různé účinky (např. neurotoxické, alergenní apod.).
- Vzhledem k velmi malé úrovni imisních příspěvků cementárny bylo možné použít jako referenční hodnotu imisní limit pro nejrizikovější z VOC – **benzen** s tím, že tento postup je výrazně na straně bezpečnosti výpočtu. Jeho limit činí **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pro roční průměr.
- **Rtuť (Hg)** – WHO stanoví směrnou hodnotu ve výši **1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pro roční průměr, přičemž nejnižší hodnota, při které byly pozorovány účinky na zdraví, (LOAEL) je kolem **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , faktor /20 je použit pro vyjádření nejistot.

ZDRAVOTNÍ RIZIKOVOST ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Určení mezních hodnot látek, které nemají stanoven limit:

- **Fluorovodík (HF)** – byla použita hodnota **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pro roční průměr stanovená jako referenční koncentrace pro „fluor a jeho anorganické sloučeniny“ Národní referenční laboratoří pro venkovní ovzduší SZÚ
- **Chlorovodík (HCl)** – SZÚ ani WHO neuvádí
- Databáze EPA IRIS uvádí pro chronickou inhalační expozici HCl referenční koncentraci **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Hodnota byla opět odvozena z podstatně vyšší LOAEL (6 mg/m³) a faktoru nejistoty /300

ZDRAVOTNÍ RIZIKOVOST ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Určení mezních hodnot látek, které nemají stanoven limit:

- **Polychlorované bifenyly (PCB)** – směrná hodnota ani referenční koncentrace pro inhalační expozici neexistuje, neboť dle WHO dosahuje denní příjem PCB z ovzduší jen cca 1-2 % v porovnání s příjmem v potravě.
- Databáze IRIS nicméně uvádí alespoň jednotkové riziko pro inhalační expozici PCB ve výši $1 \times 10^{-4} \text{ (mg/m}^3\text{)}^{-1}$ s tím, že se jedná o horní hranici odhadu rizika.
- Při použití doporučené hodnoty přijatelného rizika ve výši 1×10^{-6} (obecně respektovaná hodnota užívaná mezinárodně i v ČR) byla odvozena referenční koncentrace odpovídající hranici přijatelného rizika: **$0,01 \mu\text{g/m}^3$**

ZDRAVOTNÍ RIZIKOVOST ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Určení mezních hodnot látek, které nemají stanoven limit:

- **Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD/PCDF, obecně označovány jako „dioxiny“)** – jsou vyjadřovány přepočtem na ekvivalentní množství nejtoxičtějšího dioxinu, kterým je 2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin (označeno jako I-TEQ PCDD/PCDF)
- směrná hodnota ani referenční koncentrace pro inhalační expozici dioxinů nebyla stanovena, neboť dle WHO je > 95 % denního příjmu představováno potravinami.
- WHO nicméně uvádí, že koncentrace > **0,3 pg/m³ (tj. 0,0000003 μg/m³)** již indikují přítomnost lokálně významných zdrojů emisí dioxinů. Jako referenční hodnota pro účely kontroly (ale nikoli nutně indikující zdravotní riziko) byla proto použita tato hodnota.

VÝSLEDKY MODELOVÝCH VÝPOČTŮ

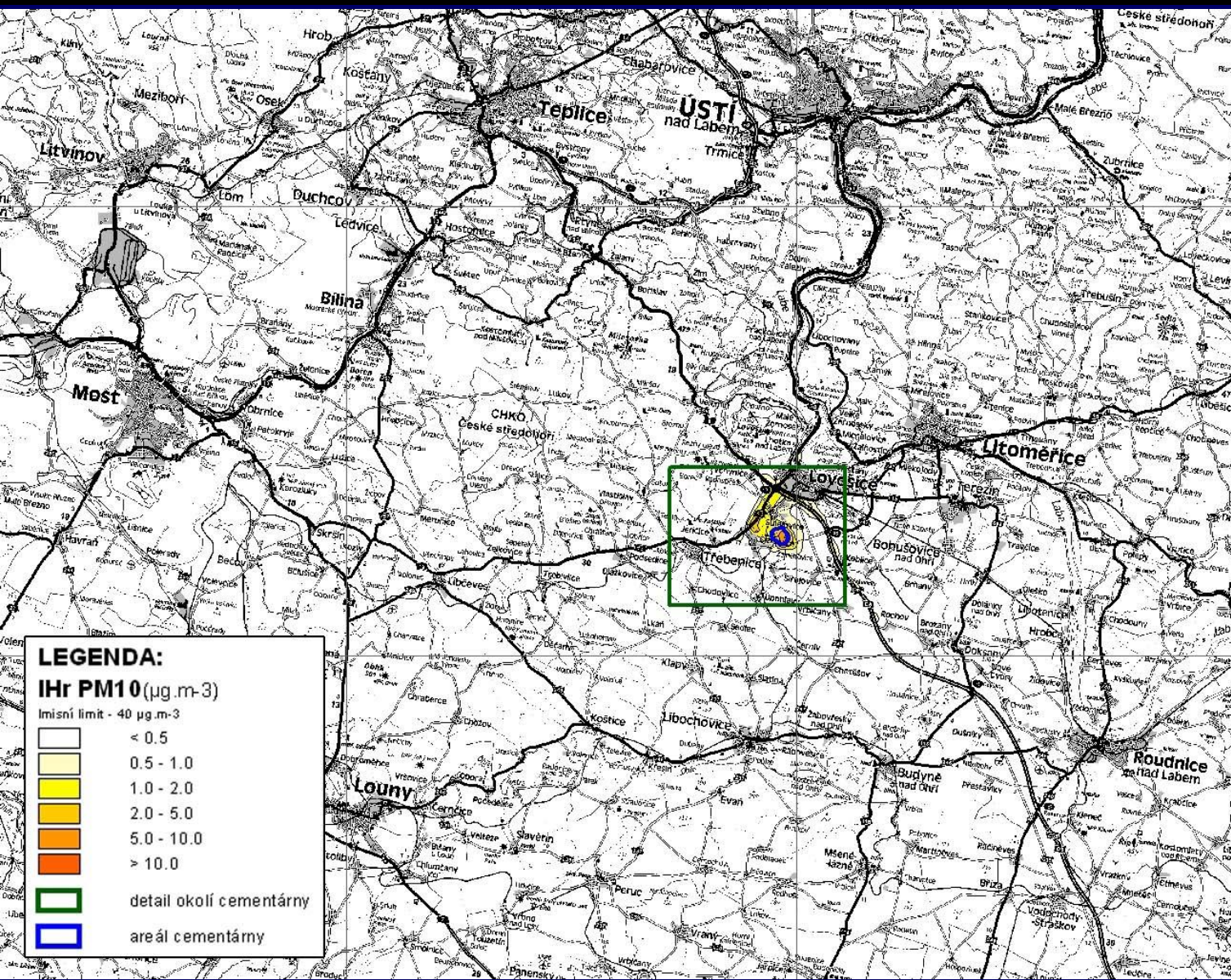
Dva základní typy modelových imisních veličin:

- **průměrné roční koncentrace** – vyjadřují reálný vliv zdroje v průměru za celý rok při uvažování celkové roční emise a charakteristického zastoupení meteorologických podmínek.
Jsou **jednoznačně nejvhodnější imisní veličinou** při posuzování vlivu zdroje znečišťování ovzduší.
- **maximální krátkodobé (hodinové, denní) koncentrace** – vyjadřují **teoretickou hodnotu**, která nastane při setrvalém proudění přímo od zdroje k výpočtovému bodu po zadaný časový interval (hodina, den) a současně při nepříznivých rozptylových podmínkách.
Používají se pouze tehdy, pokud je imisní limit nebo referenční hodnota vztažena k danému intervalu.

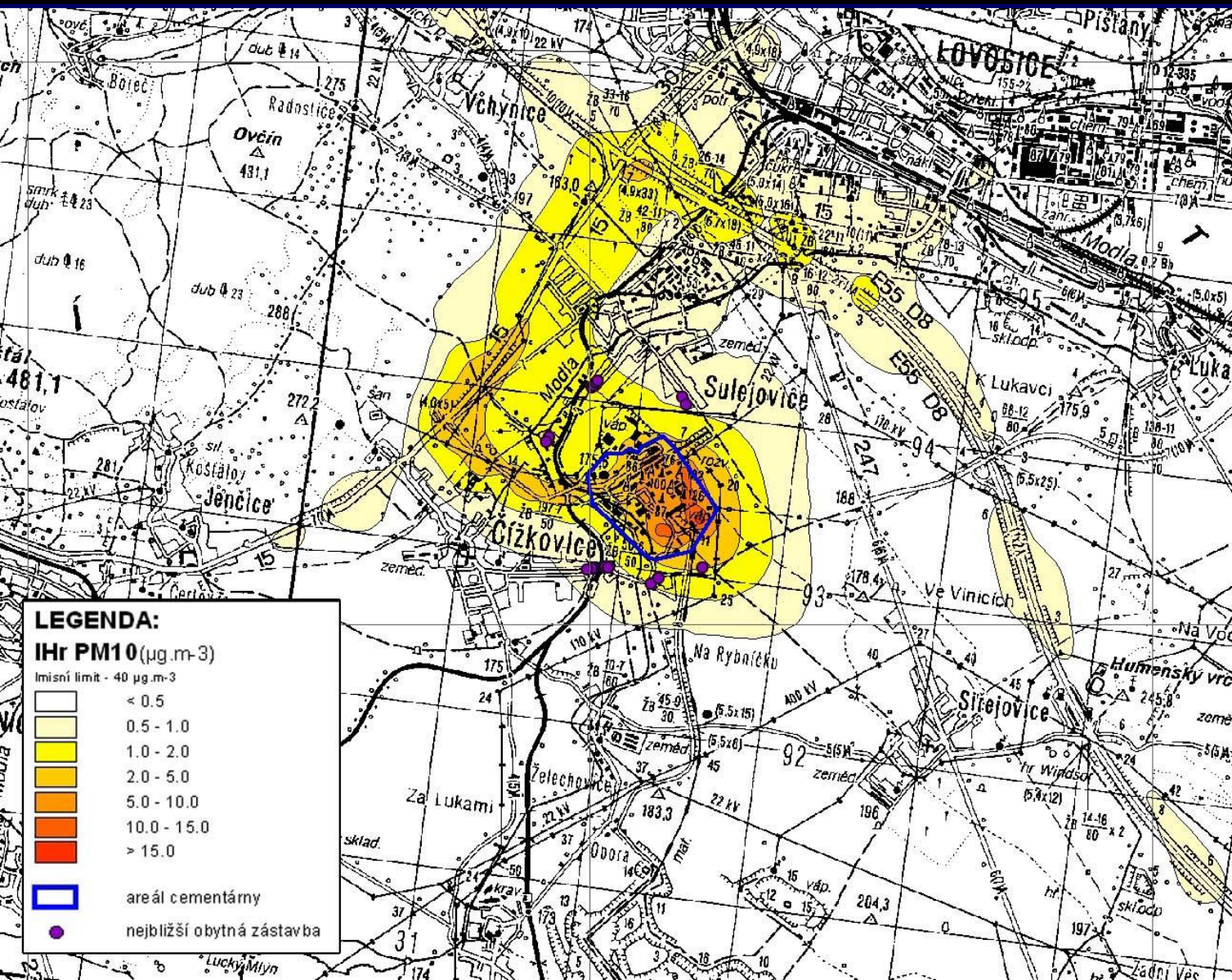
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀ – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE

ŠIRŠÍ OKOLÍ

**Imisní limit:
40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$**



SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀ – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE



LEGENDA:

IHr PM10 (µg.m⁻³)
Imisní limit - 40 µg.m⁻³

	< 0.5
	0.5 - 1.0
	1.0 - 2.0
	2.0 - 5.0
	5.0 - 10.0
	10.0 - 15.0
	> 15.0

areál cementárny

nejbližší obytná zástavba

**OKOLÍ
CEMENTÁRNY**

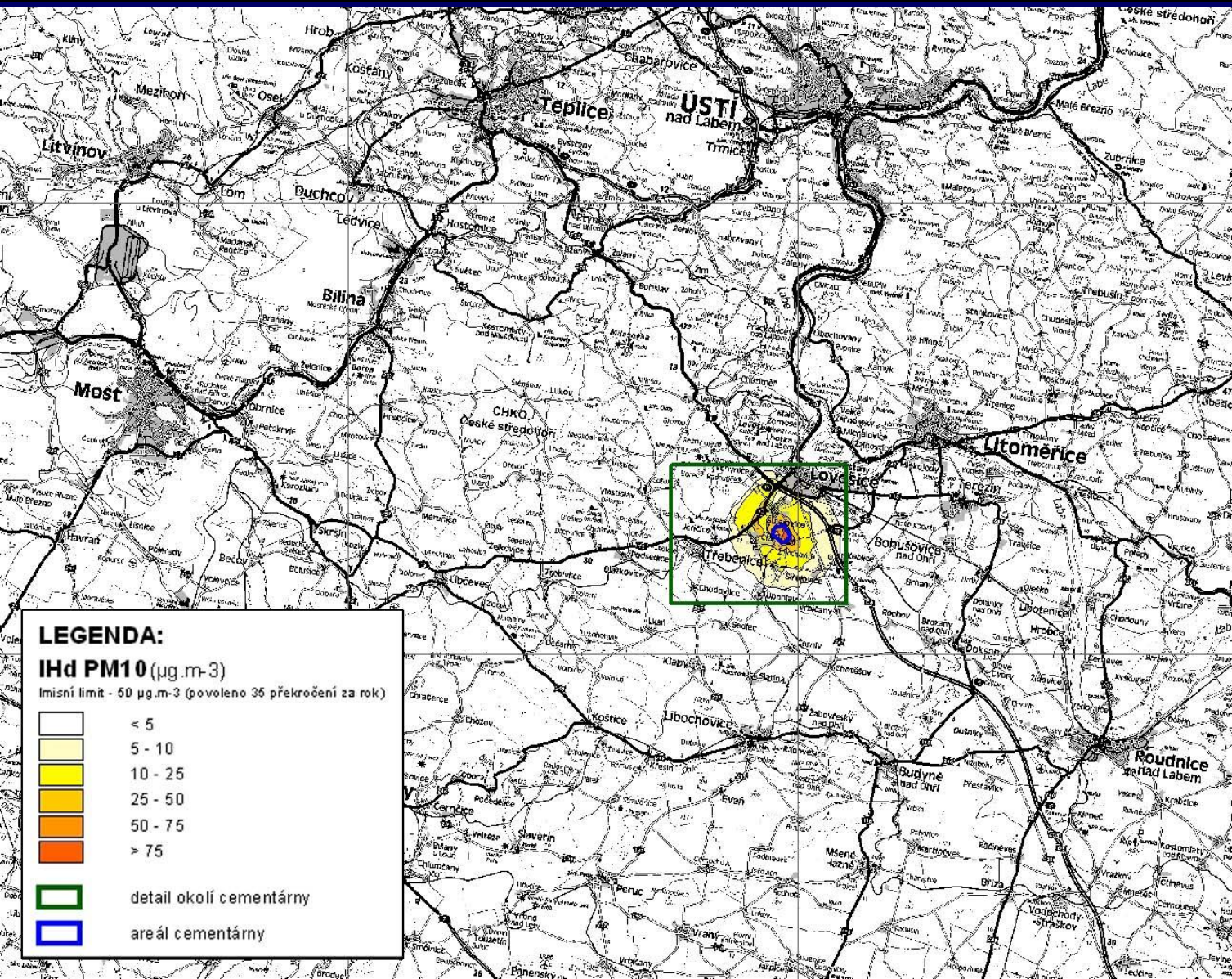
**Imisní limit:
40 µg.m⁻³**

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀ – MAXIMÁLNÍ DENNÍ KONCENTRACE

ŠIRŠÍ OKOLÍ

**Imisní limit:
50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$**

(povoleno 35
překročení za rok)

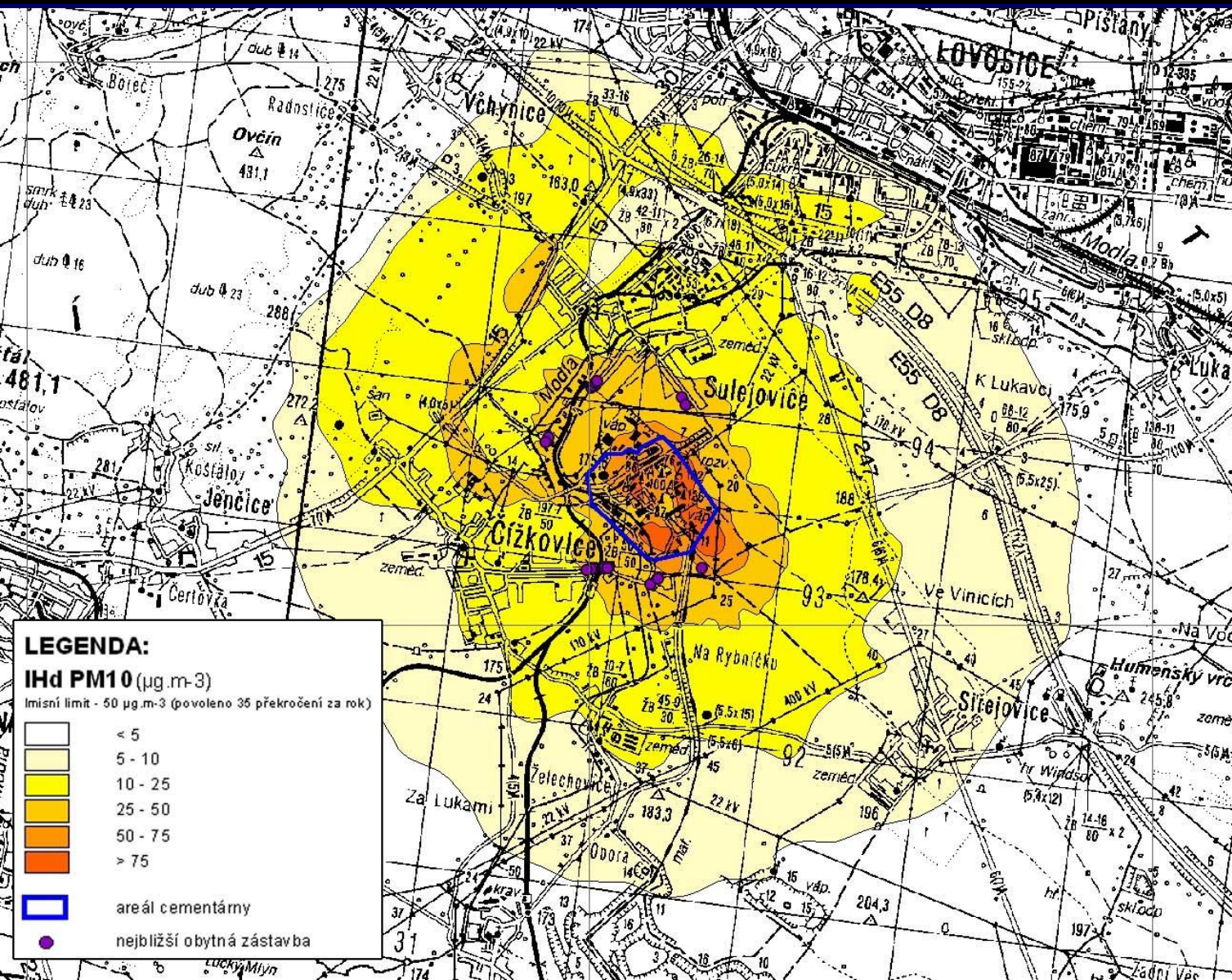


SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀ – MAXIMÁLNÍ DENNÍ KONCENTRACE

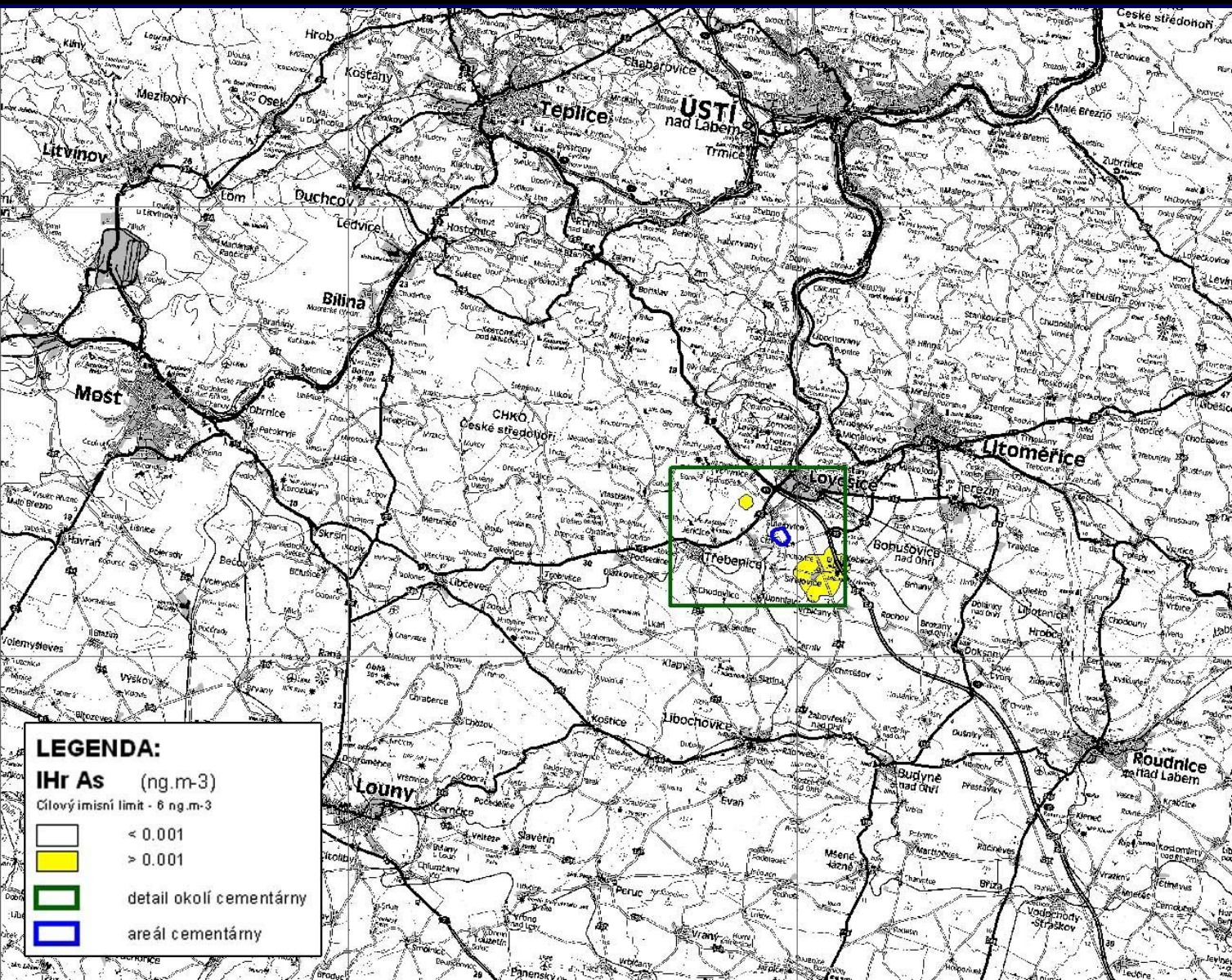
OKOLÍ CEMENTÁRNY

Imisní limit:
50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

(povoleno 35
překročení za rok)



ARSEN – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE



LEGENDA:

I_{Hr} As (ng.m⁻³)

Cílový imisní limit - 6 ng.m⁻³

- < 0.001
- > 0.001
- detail okolí cementárny
- areál cementárny

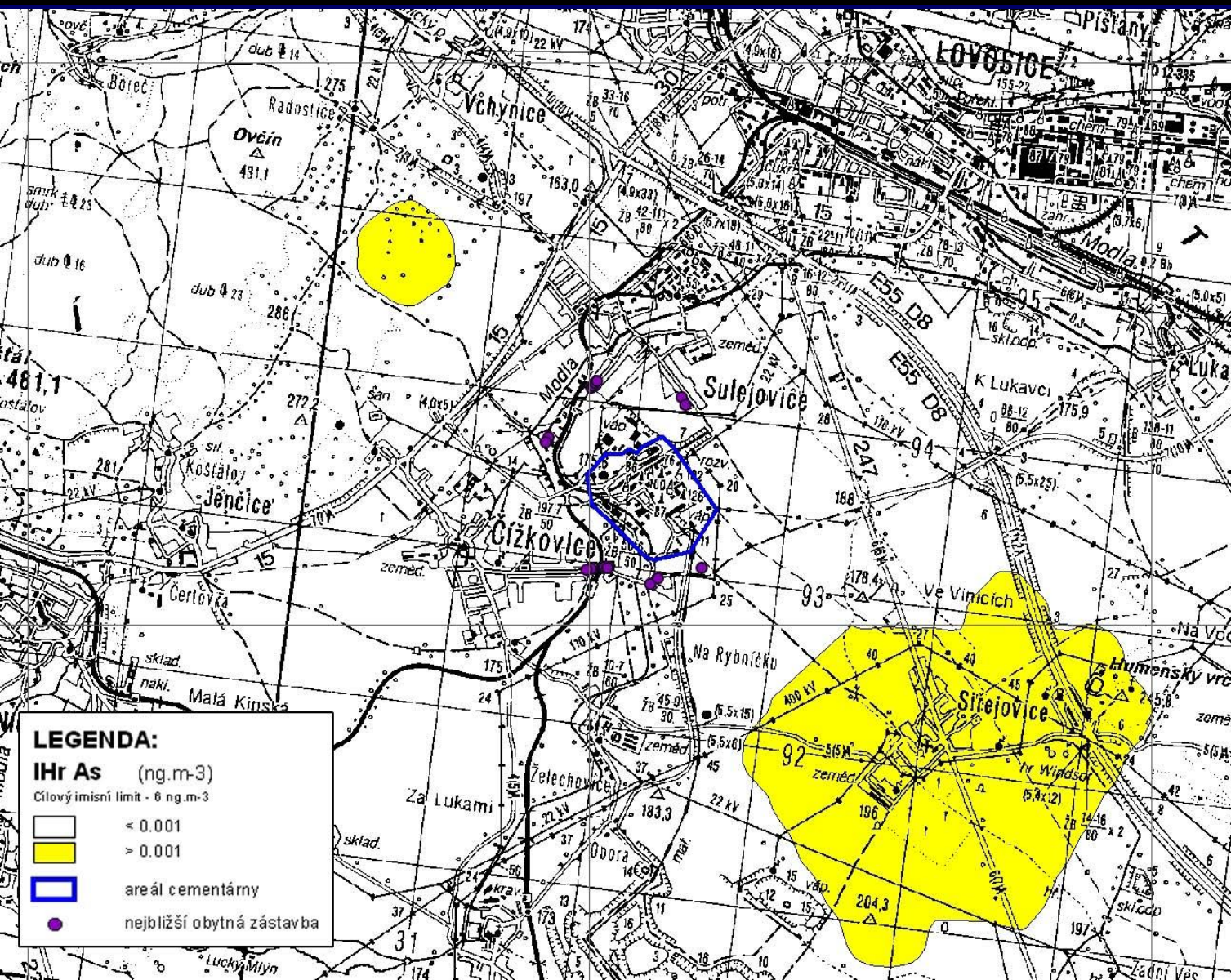
ŠIRŠÍ OKOLÍ

Cílový imisní limit:
6 ng.m⁻³

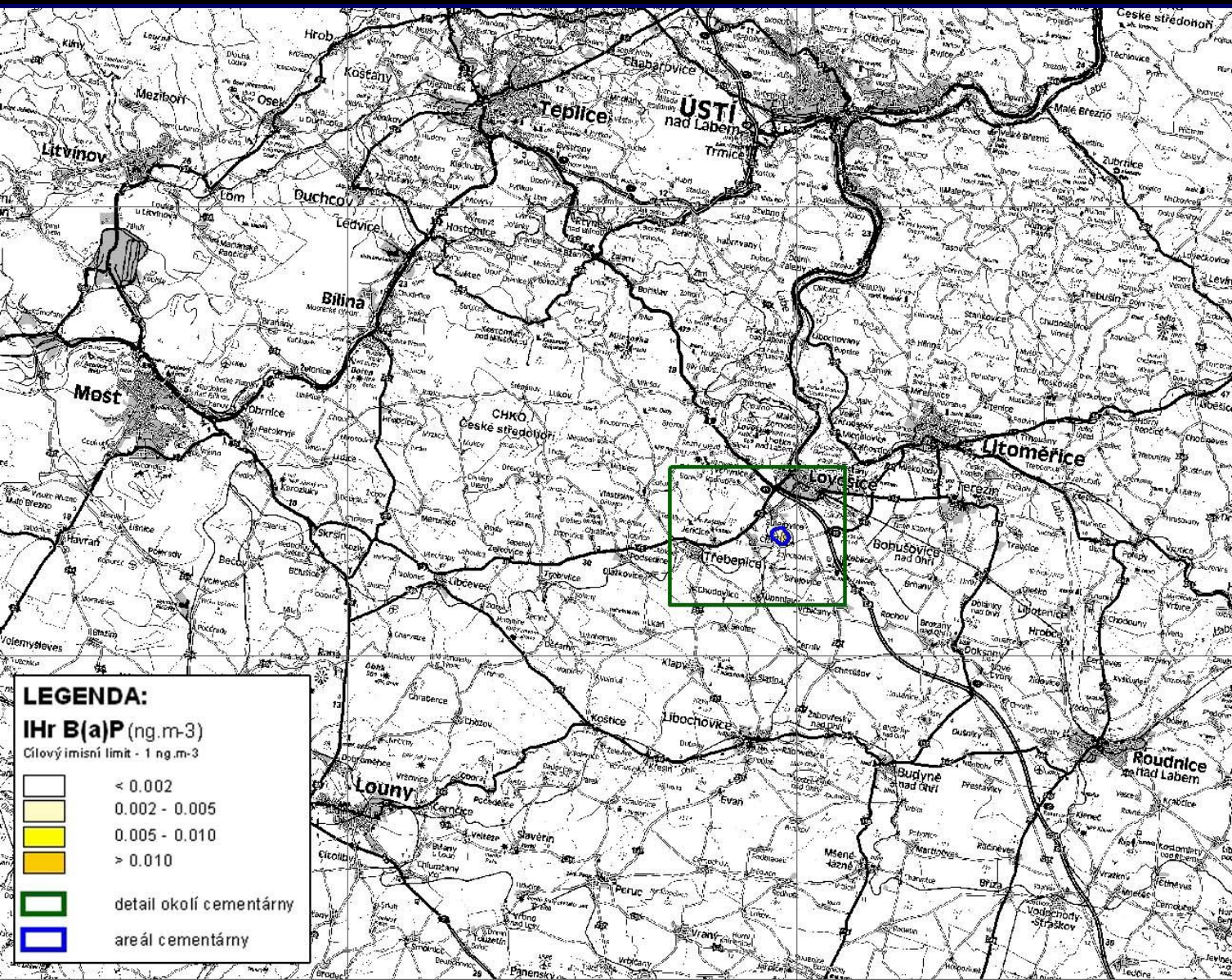
ARSEN – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE

**OKOLÍ
CEMENTÁRNY**

**Cílový
imisi limit:
6 ng.m⁻³**



BENZO(A)PYREN – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE



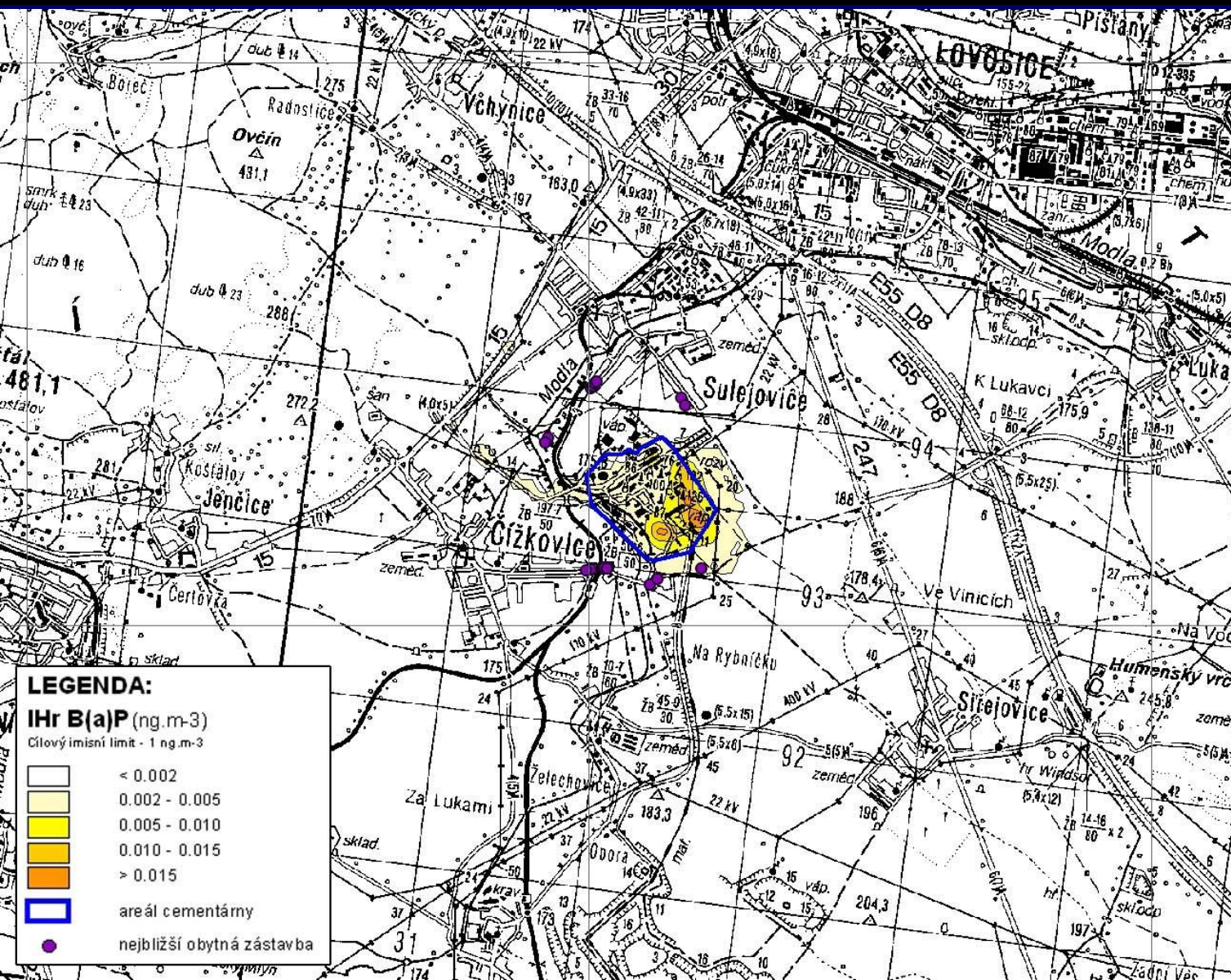
ŠIRŠÍ OKOLÍ

**Cílový
imisiční limit:
1 ng.m⁻³**

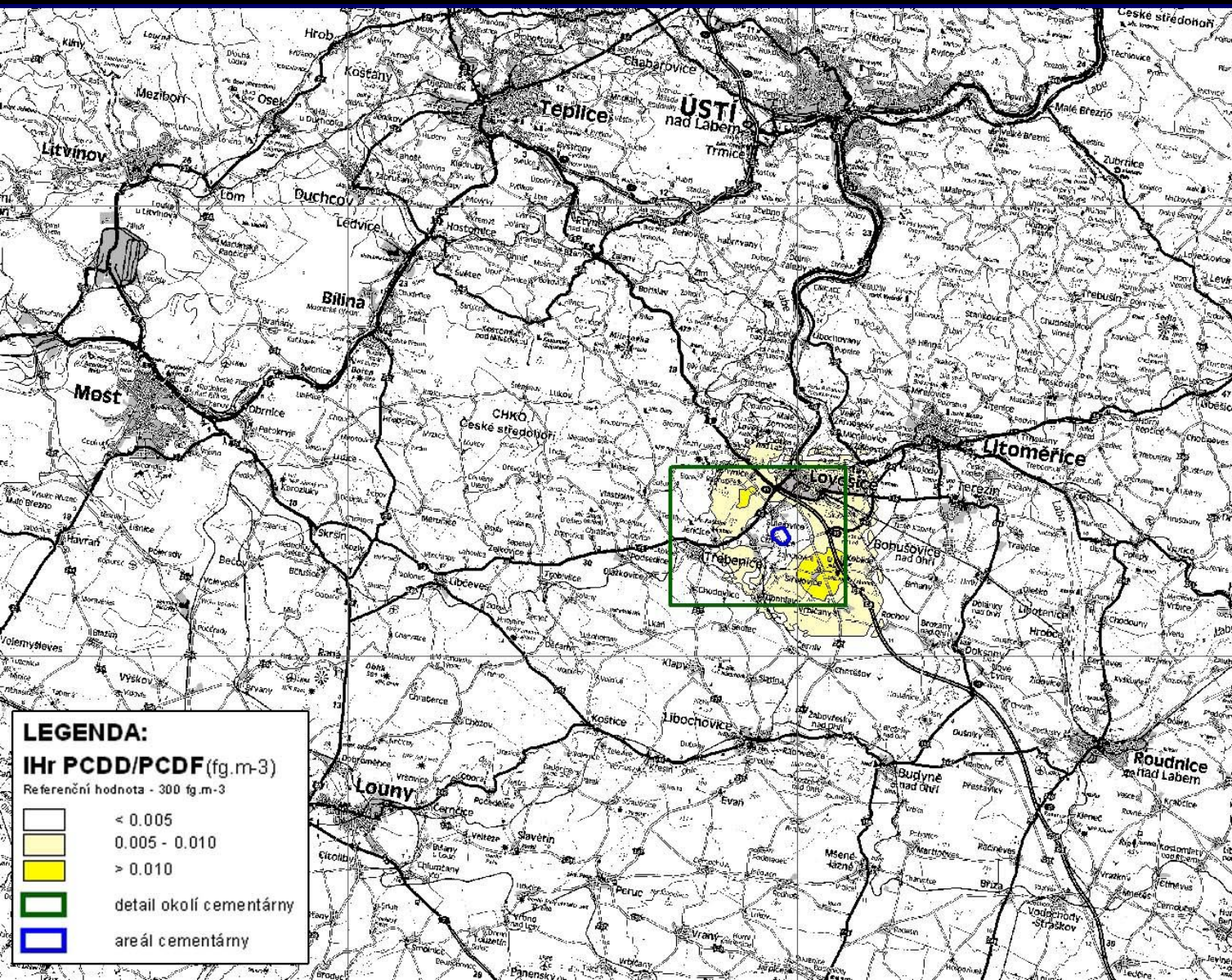
BENZO(A)PYREN – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE

**OKOLÍ
CEMENTÁRNY**

**Cílový
emisní limit:
1 ng.m⁻³**








PCDD/PCDF – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE



ŠIRŠÍ OKOLÍ

**Referenční
hodnota:
300 fg.m⁻³**

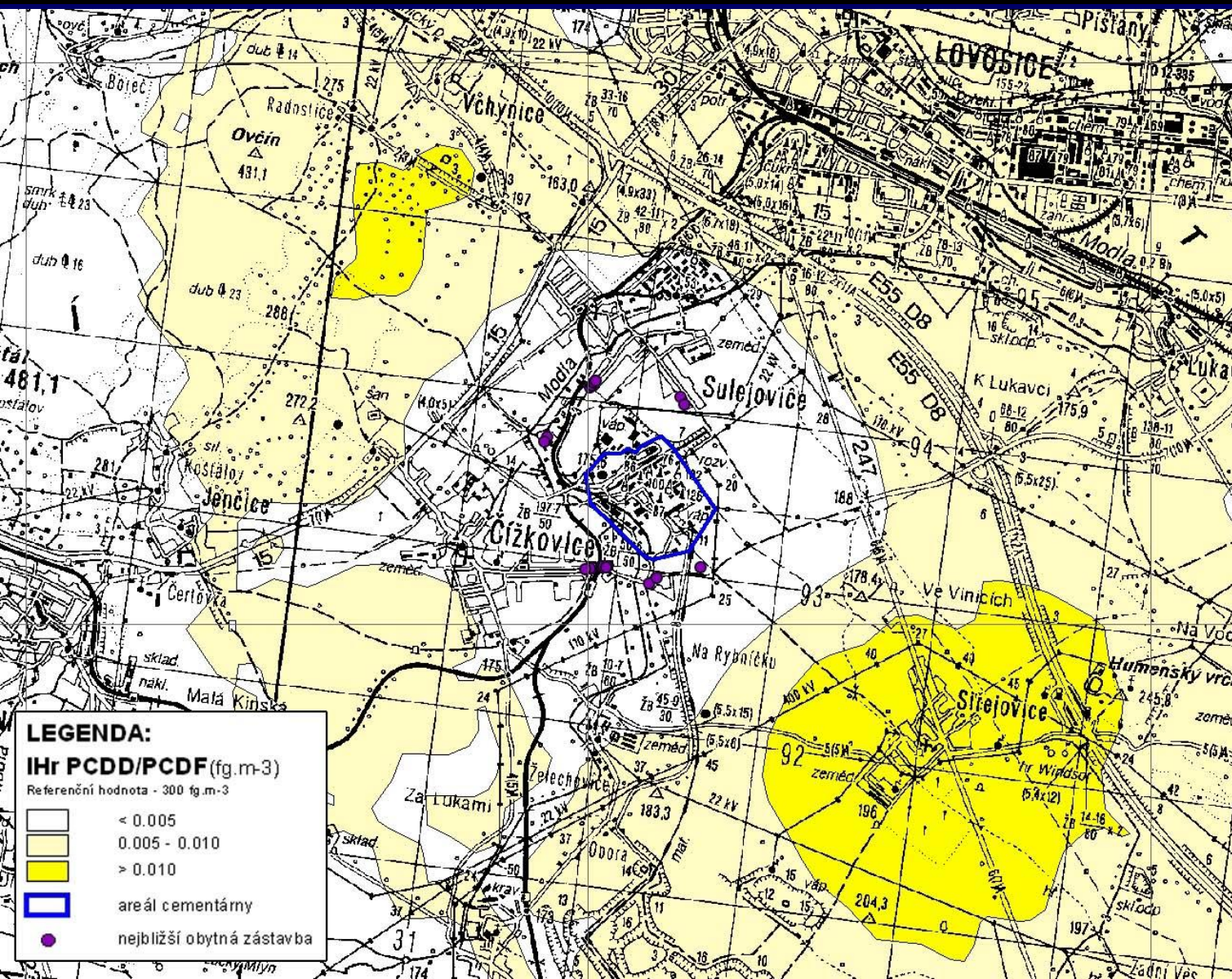
LEGENDA:
Ihr PCDD/PCDF (fg.m⁻³)
Referenční hodnota - 300 fg.m⁻³

-  <math>< 0.005</math>
-  $0.005 - 0.010$
-  > 0.010
-  detail okolí cementárny
-  areál cementárny

PCDD/PCDF – PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE

**OKOLÍ
CEMENTÁRNY**

**Referenční
hodnota:
300 fg.m⁻³**

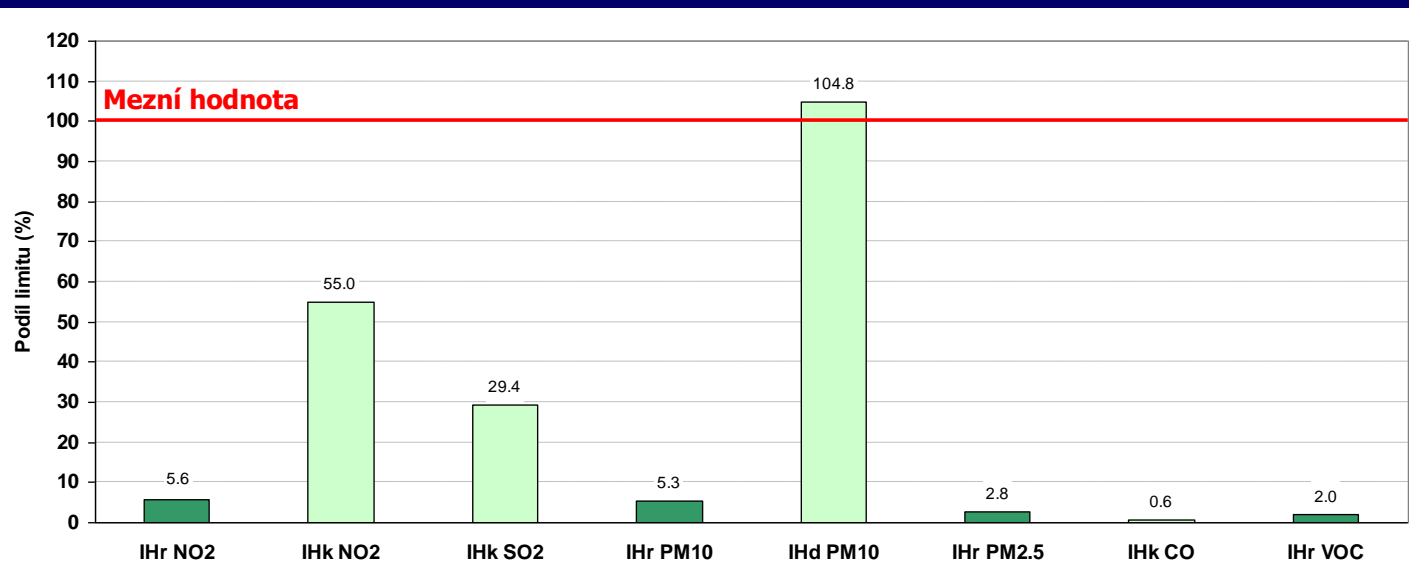
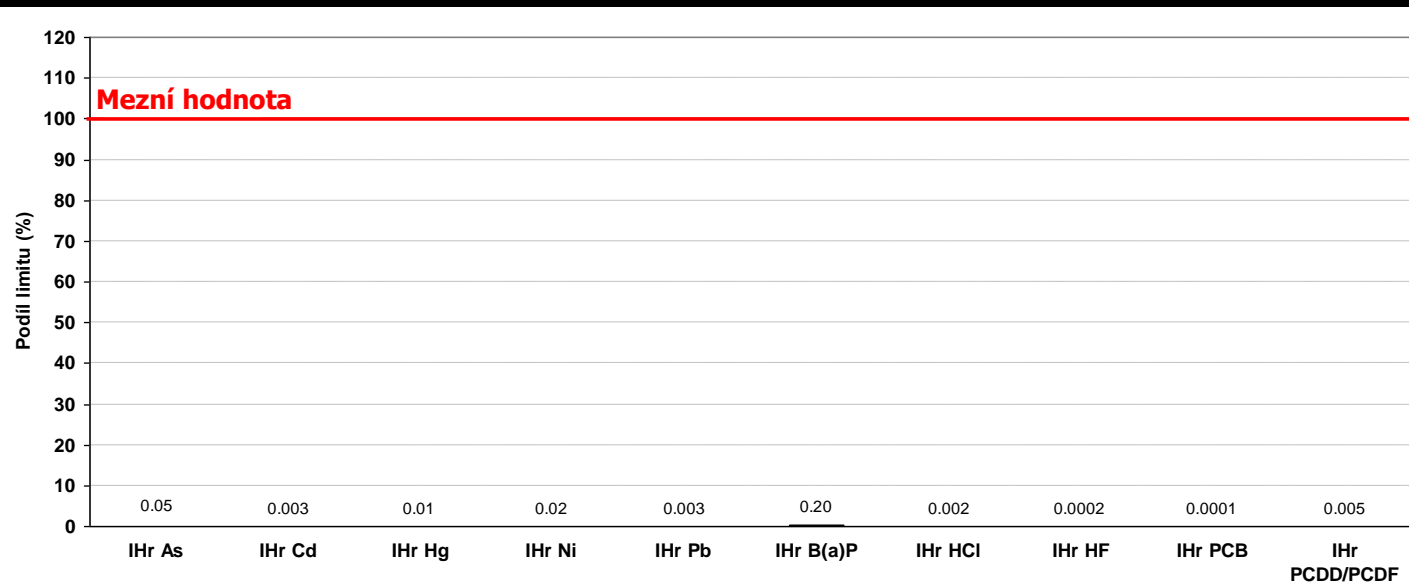


PŘEHLED NEJVYŠŠÍ VYPOČTENÝCH HODNOT

Látka	Doba průměrování	Lokalita (bod)	Mezní koncentrace	Stupeň ochrany	Příspěvky cementárny	
					max. hodnota	% mezní konc.
NO ₂	rok	Šiřejovice	40 µg.m ⁻³	limit	2,25 µg.m ⁻³	5,6
NO ₂	hodina	Radostice	200 µg.m ⁻³	limit	110 µg.m ⁻³	55,0
SO ₂	rok	bod 11	–	limit	2,1 µg.m ⁻³	–
SO ₂	hodina	bod 7	350 µg.m ⁻³	limit	103 µg.m ⁻³	29,4
PM ₁₀	rok	bod 11	40 µg.m ⁻³	limit	2,1 µg.m ⁻³	5,25
PM ₁₀	den	bod 11	50 µg.m ⁻³	limit	52,4 µg.m ⁻³	104,8
PM ₂₅	rok	bod 11	25 µg.m ⁻³	limit	0,7 µg.m ⁻³	2,8
CO	hodina	Radostice	10 000 µg.m ⁻³	limit	62 µg.m ⁻³	0,6
VOC	rok	bod 6	5 µg.m ⁻³ (benzen)	limit	0,1 µg.m ⁻³	2,0
As	rok	Šiřejovice	6 ng.m ⁻³	c. limit	0,003 ng.m ⁻³	0,05
Cd	rok	Šiřejovice	5 000 pg.m ⁻³	c. limit	0,17 pg.m ⁻³	0,003
Hg	rok	Šiřejovice	1 000 ng.m ⁻³	ref. h.	0,065 ng.m ⁻³	0,0065
Ni	rok	Šiřejovice	20 ng.m ⁻³	c. limit	0,003 ng.m ⁻³	0,015
Pb	rok	Šiřejovice	500 ng.m ⁻³	limit	0,017 ng.m ⁻³	0,003
B(a)P	rok	bod 11	1 ng.m ⁻³	c. limit	0,002 ng.m ⁻³	0,2
HCl	rok	Šiřejovice	20 000 ng.m ⁻³	ref. h.	0,48 ng.m ⁻³	0,0024
HF	rok	Šiřejovice	50 000 ng.m ⁻³	ref. h.	0,11 ng.m ⁻³	0,0002
PCB	rok	Šiřejovice	10 000 pg.m ⁻³	ref. h.	0,005 pg.m ⁻³	0,00005
PCDD/PCDF	rok	Šiřejovice	300 fg.m ⁻³	ref. h.	0,014 fg.m ⁻³	0,005

bod 6: Sulejovice - Ke Mlýnu 74, bod 7: Čížkovice - Benešova 307, bod 11: Čížkovice - U Cementárny 292

PODÍL NEJVYŠŠÍ VYPOČTENÉ A „MEZNÍ HODNOTY“



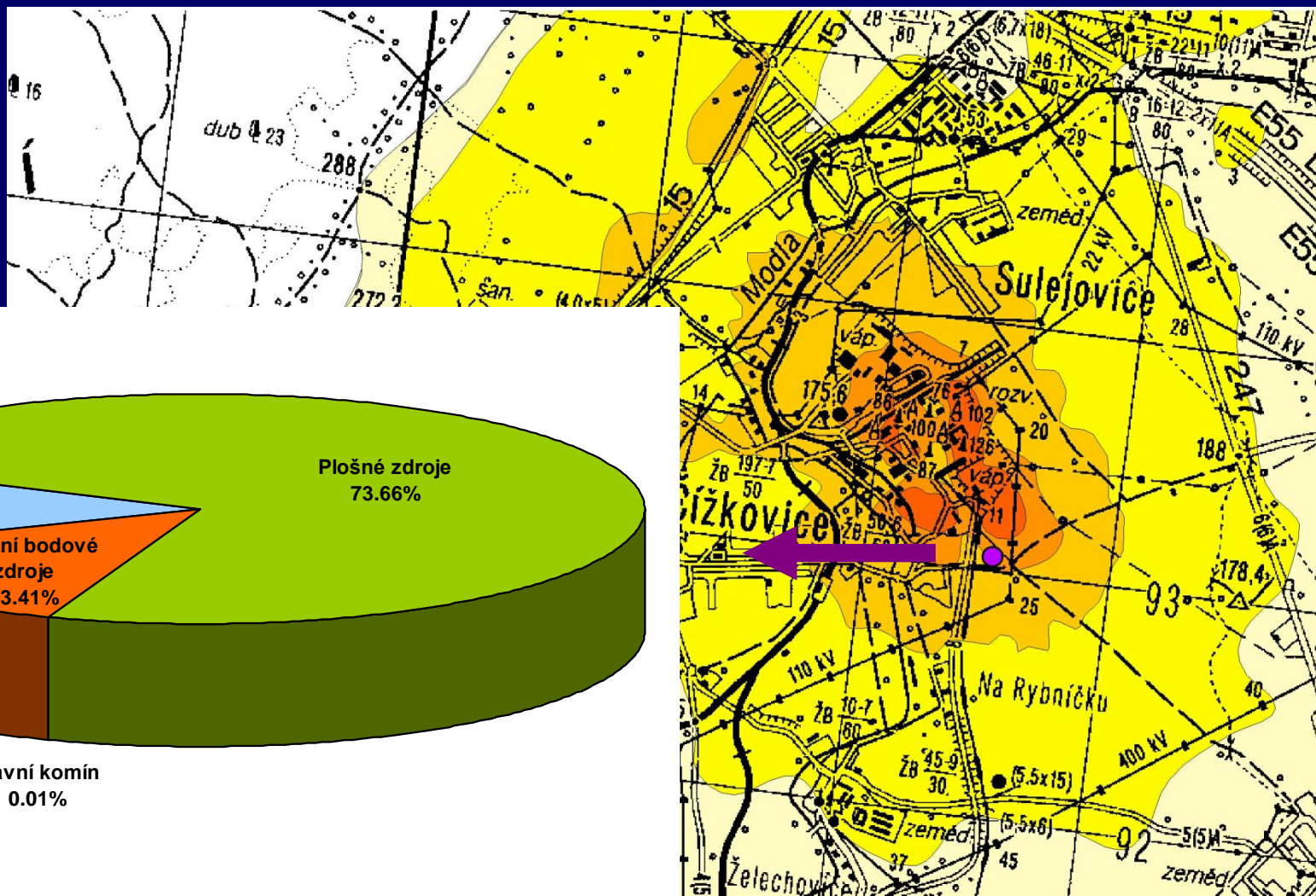
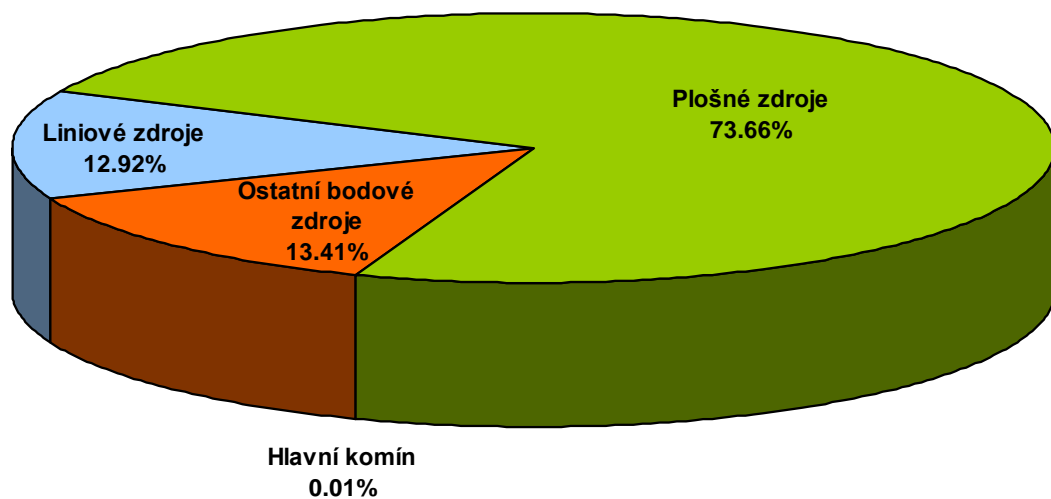
SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ MODELOVÝCH VÝPOČTŮ

Z výsledků modelových výpočtů vyplývají následující závěry:

- **průměrné roční koncentrace** všech sledovaných znečišťujících látek **jsou výrazně pod úrovní imisních limitů či referenčních koncentrací**
- u „specifických polutantů“ (těžké kovy, PAH, PCB, PCDD/PCDF, HCl, HF) dosahují vypočtené imisní příspěvky **nejvýše 0,2 % mezní hodnoty**.
- **příspěvek cementárny** je tedy u těchto látek **minimální**, v praxi takové koncentrace **nelze měřením postihnout**.
- **maximální hodnoty** (hodinové, denní) jsou ve vztahu k limitům položeny výše, což je dáno skutečností, že se jedná o teoretickou hodnotu při nejhorších uvažovaných podmínkách. I v tomto případě jsou však vypočtené hodnoty **výrazně pod úrovní limitů, s výjimkou max. 24hodinových hodnot PM₁₀**
- z tohoto důvodu **následovala analýza příspěvků** jednotlivých skupin zdrojů emisí k vypočtené hodnotě **PM₁₀**

ANALÝZA IMISNÍCH PŘÍSPĚVKŮ PM₁₀

Podíl jednotlivých skupin zdrojů na výsledné koncentraci PM₁₀
v místě s nejvyšší vypočtenou hodnotou



ANALÝZA IMISNÍCH PŘÍSPĚVKŮ PM₁₀

Výsledky analýzy:

- rozhodujícím zdrojem imisní zátěže PM₁₀ v daném místě jsou **jednoznačně plošné zdroje** (manipulace se surovinou)
- podíl imisních příspěvků z **hlavního komína je nižší než 0,1 %**

Návrh opatření:

- zastřešení hald sypkých materiálů nebo alespoň ohrazení stěnou
- dosadba protiprašné zeleně
- využití mlžících či skrápěcích zařízení
- intenzivnější čištění komunikací a pojezdných ploch v době suchých dnů
- omezení prací s buldozerem v době suchých dnů



CEMENTÁRNA ČÍŽKOVICE

MODELOVÉ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

DĚKUJI ZA POZORNOST

ATEM - Ateliér ekologických modelů s.r.o.
Hvožd'anská 3, 148 01 Praha 4
tel: 241 494 425, e-mail: atem1@atem.cz
<http://www.atem.cz>

