

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta pedagogická

Bakalářská práce

**HODNOCENÍ ZMĚN TOXIKOLOGICKÝCH
PARAMETRŮ V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ ČR ZA
OBDOBÍ 1994 - 2010**

Kateřina Grossová

Plzeň 2012

Prohlašuji, že jsem práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury
a zdrojů informací.

V Radnicích, 16. 7. 2012

.....

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat doc. Ing. Zdeňku Zlochovi, CSc. za jeho odborné vedení, rady, ochotu a trpělivost, které mi poskytoval při psaní této práce.

Obsah

Obsah	4
1 Úvod	5
2 Teoretická část.....	6
2.1 Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí.....	6
2.1.1 Cíle a obsah monitoringu.....	7
2.1.2 Organizace monitoringu	8
2.1.2.1 Rozsah.....	8
3 Výsledky.....	10
3.1 Subsystem I – Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší.....	13
3.1.1 Znečištění ovzduší	14
3.1.2 Výpočet indexu kvality ovzduší	15
3.1.3 Zdravotní dopady.....	15
3.1.4 Toxické účinky látek znečišťujících volné ovzduší.....	16
3.2 Subsystem II- zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody	21
3.2.1 Znečištění pitné vody.....	21
3.3 Subsystem IV- Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice	25
3.3.1 Třetí projektová část	25
3.3.2 Čtvrtá projektová část	26
3.3.2.1 Organické látky	26
3.3.2.2 Anorganické látky	28
3.4 Subsystem V- Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí, biologický monitoring.....	28
4 Závěr.....	32
5 Seznam literatury	35
6 Resumé	36

1 Úvod

Technický a technologický rozvoj společnosti v novověku (od průmyslové revoluce) je spojen ve stále rostoucí míře s únikem škodlivých látek do životního prostředí. Závažnosti této skutečnosti se začala věnovat odborná veřejnost, až když byla konfrontována se závažným poškozováním přírody ve všech jejích složkách, včetně přírodních zdrojů pro život lidí, a následně s chronickými a později akutními toxickými účinky na zdraví flóry, fauny a posléze i lidské populace. Ve druhé polovině 20. století se začalo s organizovaným a plánovaným dozorem nad stavem a vývojem poškozování životního prostředí a jeho dopadem na lidské zdraví. V ČSSR se od 60. let systematicky kontrolovala čistota povrchových vod, později byla zavedena kontrola škodlivých emisí z energetických zdrojů. V současné době se uskutečňuje organizovaný projekt Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí.

2 Teoretická část

2.1 Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí

Monitoring zdraví a životního prostředí představuje ucelený systém sběru a vyhodnocování údajů o stavu znečištění životního prostředí a o dopadech na zdraví občanů České republiky. Hlavním posláním celého projektu je odhad rozšířenosti cizorodých látek a posuzování negativních faktorů z poškozeného životního prostředí, které sebou následně přinášejí rizika pro zdraví obyvatel. Systém monitorování poskytuje základní údaje pro rozhodovací sféru v oblasti kontroly a řízení zdravotních rizik. Informuje také širokou veřejnost, tudíž poskytuje nasměrování k prevenci a péči o vlastní zdraví (www.szu.cz). Vzhledem k relativní dlouhodobosti, po kterou se monitoring a biomonitoring u nás provádí, je zároveň možné hodnotit časový vývoj znečištění našeho životního prostředí a aktuální problémy s jeho kvalitou, které je nutné nově řešit. Uvedený projekt se v podobném zaměření a rozsahu realizuje v řadě dalších evropských zemí; výsledky umožňují vzájemné srovnávání úrovně životního prostředí a běžnou se také stává vzájemná spolupráce v metodickém a instrumentálním provádění monitoringu.

Zkoumání jednotlivých oblastí (subsystémů) probíhá každoročně již od roku 1994. Systém monitorování se průběžně vyvíjí podle aktuality rozšířenosti, popřípadě velikosti rizika cizorodých látek, ale i dalších nežádoucích složek životního prostředí. Vyvíjí se i způsob prezentace získaných informací.

Sborníky Systému monitorování zdravotního ústavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí vycházejí každý rok v tištěné formě, jak v češtině, tak v angličtině, a archivy sborníků jsou k dispozici i na internetu na stránkách Státního zdravotního ústavu. Monitorování organizuje a koordinuje Státní zdravotní ústav (SZÚ), podřízený Ministerstvu zdravotnictví, vlastní měření provádějí akreditované laboratoře hygienické služby (event. Veterinární správy); na měření chemického znečištění ovzduší se také podílí Hydrometeorologická služba, která je organizačně a metodologicky řízena Ministerstvem životního prostředí. Státní zdravotní ústav shromažďuje a vyhodnocuje výsledky měření získané vždy během

celého roku a ve zpracované a přehledné formě je spolu s kvalifikovaným a kritickým komentářem publikuje v tištěné formě na svých webových stránkách.

2.1.1 Cíle a obsah monitoringu

Hlavním cílem Systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí je poskytování kvalitních informací pro rozhodování sféry státních orgánů, pomocí těchto dat kontrolují zdravotní rizika a vytvářejí patřičná legislativní opatření – stanovování a korekce limitů (tj. nejvýše přípustných koncentrací) znečišťujících látek. Prvořadým záměrem systému je sledování a hodnocení časových řad vybraných ukazatelů kvality složek životního prostředí a zdravotního stavu populace. Na základě výsledků se pak vyvozují možné zdravotní dopady a rizika. Monitoring zdraví a životního prostředí také poskytuje komplexní údaje pro ostatní státy, kvůli zjištění úrovně zdravotního stavu naší populace a posouzení rizik vyplývajících ze znečištění životního prostředí v České republice.

Systém monitorování dodržuje určité principy monitorování – jsou stanoveny konkrétní cíle, dodržuje se komplexnost, vícesložkovost a integrita, monitoring je koncipován na dlouhodobé pozorování přesně určených ukazatelů v přesně určených místech a monitoring samozřejmě respektuje mezinárodní úmluvy.

Monitoring probíhá v různých subsystémech. Subsystémy jsou konkrétní oblasti pozorování. Systém monitorování probíhá v osmi subsystémech:

- Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší (subsystém I)
- Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody (subsystém II)
- Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku (subsystém III)
- Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice (subsystém IV)
- Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí, biologický monitoring (subsystém V)
- Zdravotní stav obyvatel a vybrané ukazatele zdravotní statistiky (subsystém VI)
- Zdravotní rizika pracovních podmínek a jejich důsledky (subsystém VII)
- Zdravotní rizika kontaminace půdy městských aglomerací (subsystém VIII)

2.1.2 Organizace monitoringu

2.1.2.1 Rozsah

Monitoring je prováděn ve vybraných sídlech- Praha, krajská města, některá bývalá okresní města a některá další vybraná místa. Celkový počet obyvatel žijících ve městech, ve kterých je realizována aspoň část programu, je přibližně 3,5 milionu, tj. více než 30 % celé naší populace. Ve všech oblastech však nejsou provozovány všechny subsystemy, většinou z technických, nebo ekonomických důvodů. Naproti tomu subsystemy II a VII jsou realizovány na celostátní úrovni. Mapa s účastnickými městy je na Obr. 1 (pro rok 2010)

Obr. 1 **Přehled míst, ve kterých se monitoring ŽP (zpravidla jen některých jeho složek) provádí a uvedení subsystemů, které jsou v nich realizovány** ¹

Město	Realizace v subsystému:						Kód města	Počet obyvatel
	I	III	IV	V	VI	VIII		
Benešov	x		x	x	x		BN	16 208
Brno	x	x	x		x		BM	367 729
České Budějovice	x	x	x		x	x	CB	94 622
Děčín	x	x			x		DC	51 820
Havlíčkův Brod	x	x			x		HB	24 296
Hodonín	x						HO	26 290
Hradec Králové	x	x	x		x	x	HK	94 694
Jablonec nad Nisou	x	x	x		x	x	JN	44 571
Jihlava	x	x			x		JI	49 865
Jindřichův Hradec					x		JH	22 666
Karviná	x				x	x	KI	63 467
Kladno	x	x			x		KL	69 355
Klatovy	x				x	x	KT	22 893
Kolín	x	x			x		KO	29 489
Kroměříž	x				x	x	KM	29 041
Liberec	x	x			x	x	LB	97 400
Mělník	x				x		ME	19 053
Most	x				x		MO	67 815
Olomouc	x	x			x	x	OL	100 752
Ostrava	x	x	x				OS	311 402
Plzeň	x	x	x	x	x	x	PM	162 627
Praha	x	x	x		x ¹⁾		AB	1 170 571
Příbram	x	x			x		PB	35 147
Sokolov	x						SO	24 724
Svitavy	x				x		SY	17 322
Šumperk	x		x		x	x	SU	28 475
Ústí nad Labem	x	x	x	x	x	x	UL	93 859
Ústí nad Orlicí	x	x			x		UO	15 007
Znojmo		x	x		x		ZN	35 177
Zďár nad Sázavou	x	x	x	x	x		ZR	23 976

Poznámky:

Subsystemy II a VII probíhají celostátně.

¹⁾ Praha 10

Jednotlivé pražské obvody jsou značeny kódem A1–A10.

Počet obyvatel je aktualizován k 31. 12. 2004 (Český statistický ústav, www.czso.cz).

Vlastním cílem Monitoringu ŽP je stanovení velikosti expozice obyvatel vybrané lokality určitým chemickým, nebo fyzikálním (hluk) škodlivinám. Jako výchozí podklady slouží výsledky měření škodlivých faktorů a přímá kontrola zdravotních účinků těchto faktorů.

Monitorované škodlivé látky byly pečlivě vybrány, a to podle hlediska:

- jejich závažnosti dopadu na lidské zdraví
- reálné koncentrace po významnou část roku v dané lokalitě
- ekonomické a technické dostupnosti metod, jimiž je škodlivina stanovována (zavedení jedné nové metody na měření koncentrace škodliviny v ovzduší, v pitné vodě nebo v potravinách si vyžaduje náklady mnoha miliónů Kč).

Analytické metody, které jsou jednotně k měření škodlivin používány, jsou důkladně testovány na správnost, spolehlivost a reprodukovatelnost výsledků. Laboratoře, které jsou do analýz zapojeny, jsou kontrolovány z hlediska kvality jejich analytické práce na principu QC/QA (Quality Control and Quality Assurance).

3 Výsledky

V úvodu výsledkové části této práce uvádím výklad vybraných odborných pojmů, které jsou při monitorování kvality ŽP a jeho dopadů na zdraví lidí často používány a budou zmiňovány také v textu této práce. Následuje výběr zásadních výsledků monitoringu získávaných v rámci realizace tohoto projektu, ovšem zpravidla jen v určitých kratších (několikaletých) časových etapách. Tento „sestřih“ vybraných změn různých faktorů našeho životního prostředí charakterizuje typické a závažné změny, které jsou konkrétně a přesvědčivě doloženy a svědčí o účinnosti aktivní ochrany, jež je našemu životnímu prostředí dlouhodobě věnována. Charakterizuje také velikost a změny zdravotních rizik pro celou naši populaci, která s kvalitou životního prostředí přímo souvisí.

Výběr subsystémů, charakteristických výsledků a jejich interpretace jsou v této práci zaměřeny výhradně na toxikologickou část monitoringu, konkrétně na problematiku chemické kontaminace pitné vody, ovzduší a potravin a na zásadní ukazatele expozice obyvatel chemickým kontaminantům (biomonitoring).

Expozice je vystavení organismu působení chemikálie² Následky vystavení organismu toxické látky závisí na velikosti její dávky (v mg nebo v μg) vztažené obvykle na osobu a den. Velikost dávky je úměrná velikosti koncentrace škodliviny v příslušném médiu (ovzduší, pitná voda, potraviny). Právě koncentrace škodlivin při monitoringu je předmětem měření. Kritériem zdravotní škodlivosti látek je jejich toxicita, která se vyjadřuje nejčastěji hodnotou **LD₅₀** (střední smrtelná dávka, tj. dávka v mg na 1 kg tělesné hmotnosti a den, která u pokusných zvířat po 10denní expozici způsobí úmrtí poloviny pokusné skupiny; ta je tvořena 10 – 20 zvířaty, nejčastěji hlodavci). **Expozice** může být podle časového průběhu **akutní** (jednorázová), **chronická** (dlouhotrvající), **přetržitá** (intermitentní), **okamžitá** a **průměrná**. Paralelní dělení je podle cesty vstupu do organismu, kdy rozlišujeme expozici **inhalační** - dochází ke vstupu dýchacím ústrojím, pro lidský organismus je to nejnebezpečnější druh expozice a také je nejvíce častý. Sleduje se tak především expozice oxidu siřičitému, prachovým částicím (PM₁₀), oxidům dusíku (nověji pouze oxidu dusičitému), oxidu uhelnatému a ozónu. Další velmi častou cestou vstupu škodlivých látek do organismu je cesta **perorální**, nejčastěji potravou včetně pitné vody.

Nepravidelně se v atmosféře a částečně v pitné vodě měří koncentrace tzv. **těžkých organických látek** (benzen a jeho deriváty, halogenované uhlovodíky) a skupina tzv. **polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)**, jejichž hlavním představitelem je benzo(a)pyren. V potravinách rostlinného i živočišného původu se také monitorují zbytky pesticidů, které se sice již v zemědělské praxi nepoužívají, ale v důsledku svého dlouhodobého rozkladu v životním prostředí se zde stále vyskytují a jsou z hlediska veřejného zdraví stále rizikové (jedná se zejména o polychlorované uhlovodíky, jako je DDT, HCCH, HCB, polychlorované bifenyly aj.).

Z hlediska přítomnosti škodlivých látek v ovzduší je možno uvažovat pouze chronickou expozici. Expozice orální, čili ústy, mívá povahu akutní nebo chronickou. Při přenosu kůží nebo sliznicí se jedná o expozici **transdermální** nebo **dermální**. V tomto případě se může jednat o expozici akutní, chronickou, ale i přetržitou. Míra a úroveň expozice lidské populace toxickým látkám se vypočítává na základě výsledků monitoringu koncentrací těchto látek. Monitoring pitné vody a potravin navíc pracuje se statisticky zpracovanými údaji o spotřebě vody a různých druhů potravin u nás a velikost expozice různým škodlivinám tak může být hodnocena velmi diferencovaně.

Koncentrace škodlivin v atmosféře se monitoruje zčásti stacionárními laboratořemi, které jsou rozmístěny na vybraných místech v různých regionech nebo přímo ve městech a z části odděleným sběrem vzorků v terénu (absorpcí na vhodné sorbenty) a jejich analýzou v laboratořích. Kontaminace pitné vody škodlivými látkami a přítomnost dalších chemických látek a také výskyt škodlivin v potravinách nebo v povrchové půdě dětských hřišť se analyzují ve specializovaných a akreditovaných laboratořích hygienické služby.

Výše popsaným způsobem se měří tzv. **vnější expozice škodlivinám**. Při přesném hodnocení skutečné expozice populace chemickým látkám se zvažuje velikost podílu dávky, která je člověkem přijímána (vdechováním, orálně, transdermálně) a podílu, který je z těla ihned vyloučen, aniž by na organismus přímo působil (vydechováním, vyloučením stolicí nebo močí). Z rozdílu vyplývá skutečná velikost biologicky (toxicky) účinné dávky, která je úměrná tzv. vnitřní expozici.

Výsledky monitoringu jsou vždy porovnávány s tzv. **požadovými hodnotami** a s tzv. hygienickými limity. Požadové hodnoty se stanovují jen pro koncentrace škodlivin ovzduší, a to ve vybraných lokalitách, které jsou minimálně zasaženy průmyslovými nebo automobilovými imisemi (Českomoravská vrchovina).

Hygienické limity představují velmi obsáhlý soubor koncentračních hodnot všech měřených škodlivých látek v ovzduší, ve vodách, v potravinách, v půdě aj., které by neměly být překračovány. Jsou vyjádřeny v mg nebo v μg na 1 m^3 , na 1 litr nebo na 1 kg. Označují se běžně jako **nejvyšší přípustné koncentrace (NPK)**. Mají zákonnou platnost a jejich vytyčení je značně zodpovědné a také dosti složité. Čas od času se mnohé z nich pozměňují v koordinaci s analogickými limity platnými v jiných zemích EU.

Zjednodušená definice **NPK** zní: Jsou to takové koncentrace látek v ovzduší, v potravinách apod., které ani po celoživotním tj. 70letém působení (expozici) nezpůsobí u minim. 99,9% populace žádné poškození zdraví.

Monitoring ŽP je tedy založen jednak na pravidelném měření koncentrací různých škodlivin v různých médiích (včetně hluku ve městech) a jednak na vyhodnocování, do jaké míry jsou dodržovány nebo naopak překračovány hygienické limity.

Druhou částí monitoringu je tzv. **biomonitoring ŽP**. V příslušných dokumentech se charakterizuje jako hodnocení dopadu škodlivých vlastností ŽP na zdraví populace. Jeho praktické provádění spočívá např. v odběru biologických vzorků, jako je lidská krev, vzorky tukových tkání lidí a tuků v mateřském mléce, vzorky placent, pupečnickové krve, vzorky vlasů a lidské moči. V těchto materiálech se analyzují obsahy škodlivých látek, které pocházejí z vnějšího prostředí, např. těžké kovy, rezidua pesticidů, dusičnany, polychlorované uhlovodíky. Také v tomto případě jsou kritériem bezpečnosti tzv. **biologické limity**, tj. maximální přijatelné koncentrace látek v biologickém materiálu, které ještě svědčí o relativní neškodnosti pro populaci. V počátcích monitoringového projektu se např. s měřením obsahu škodlivin v ovzduší paralelně analyzovaly zdravotně statistické údaje o nemocnosti obyvatel v monitorovaných oblastech, zejména dětí, se zaměřením na nemoci dýchacího ústrojí. Cílem bylo zjistit, zda existuje statisticky významná asociace mezi vyšší chemickou kontaminací ovzduší a výskytem chorob, které mohly být těmito vlivy způsobeny.

Kromě chemické kontaminace ŽP se monitorují **fyzikální škodlivé faktory**, především hladiny hluku. Hluk se měří v síti stacionárních měřicích stanic, a to prakticky nepřetržitě jako tzv. **intenzita** nebo **hladina hluku** (dB). Ve větších městech se rozlišuje měření v tzv. tichých a tzv. hlučných lokalitách, z výsledků 12h měření (v době denní a v době noční) se vypočítává

průměrná denní a noční hodnota označovaná jako **ekvivalentní hladina hluku** (dB). Zdravotní dopady hluku na zdraví lidí se hodnotí mnohem obtížněji; nejčastěji se pomocí dotazníků zasílaných vybraným skupinám obyvatel zjišťuje povaha a rozsah subjektivních potíží způsobených hlukem (nespavost, neurotické poruchy), často se zpracovává zdravotnická dokumentace a odvozují se možné kauzální vztahy mezi morbiditou populace a hlukem. Tento přístup se překrývá s aplikací tzv. epidemiologických studií, které jsou různého typu a bývají zpravidla časově náročné.

Analýza dopadu chemické kontaminace ŽP na zdraví lidí musí – kromě objektivních dat získaných při monitoringu ŽP – přihlídnout k povaze a mechanismům účinku škodlivých látek na lidský organismus. Jsou především využívány poznatky o **biotransformacích xenobiotika in vivo**, tj. o hydroxylačních aj. převážně oxidačních přeměnách v 1. fázi a o navazujících konjugačních reakcích (2. fáze), jimiž jsou organické polutanty přeměněny na formy, ve kterých se vylučují z těla. Do této skupiny analýz patří stanovení reziduí pesticidů a jejich metabolitů (**kongenerů**) v biologickém materiálu (krev, lidská tuková tkáň a mateřské mléko, vlasy aj.) a v moči (kovy a metaloidy).

Samostatnou a velmi důležitou částí biomonitoringu je stanovení numerické četnosti chromozómových aberací ve vzorcích lymfocytů izolovaných z lidské krve. Jím se určuje zátěž různých populačních skupin různými mutageny ze životního prostředí a také míra rizika onemocnění nádorovými chorobami. Jedná se o velmi důležitý ukazatel zdravotně nebezpečné kontaminace ŽP.

V posledních letech je navíc věnována pozornost výskytu alergií různého typu a u různých populačních skupin. Také výskyt přírodních alergenů, na něž je mnoho obyvatel citlivých, a který mívá sezónní charakter, je monitorován a veřejnost je o jejich rizicích informována.

3.1 Subsystém I – Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Tento subsystém zahrnuje pozorování vybraných ukazatelů zdravotního stavu obyvatel ČR a kvality vnitřního a venkovního ovzduší. Výsledky o zdravotním stavu jsou poskytovány praktickými lékaři, kvalita ovzduší je poskytována měřicími stanicemi, které jsou spravovány Českým hydrometeorologickým ústavem. Pozorování kvality vnitřního ovzduší je prováděno ve spolupráci se zdravotními ústavy.

3.1.1 Znečištění ovzduší

Ve velkých městech a aglomeracích je hlavním znečišťovatelem ovzduší doprava a procesy, které jsou s ní spojené (primární emise). Tyto procesy jsou hlavním zdrojem oxidů dusíku, z nichž nejtoxičtější je oxid dusičitý. Monitoruje se také oxid uhelnatý, který je po své oxidaci na oxid uhličitý skleníkovým plynem a blokuje vázání kyslíku v krvi, aerosolových částic frakcí PM_{10} , $PM_{2,5}$, které nejvíce zatěžují dýchací ústrojí, včetně ultrajemných a submikroskopických částic, dále ovzduší kontaminuje chrom, který je ve sloučeninách toxický pouze šestimocný. Dvojmocné a trojmocné sloučeniny nejsou akutně toxické, avšak může docházet k biotransformaci v lidském organismu, během níž může dojít ke změně valence chromu. Ovzduší zatěžuje i nikl a jeho sloučeniny, které jsou karcinogenní. Samotný nikl jako prvek je alergenní. Ovzduší kontaminují dále těkavé organické látky ze zážehových motorů, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) ze vznětových motorů, které jsou nebezpečné především proto, že jsou silnými karcinogeny, hlavně benzo(a)pyren s pěti benzenovými jádry, nebo methylcholanthren. Další významnou složkou narušující ovzduší tvoří ozon, který vzniká z těkavých organických látek fotochemickými reakcemi; ty jsou iniciovány intenzivním slunečním zářením a zejména jeho ultrafialovou složkou. Ozon může silně zatěžovat dýchací aparát a dráždit oči.

Emise, tvořené dopravou motorovými vozidly, obsahují skleníkové plyny – oxid uhelnatý a oxid uhličitý. (přibližně 10^2 až 10^3 g CO_2 / 1km/vozidlo). Doprava je považována za majoritní zdroj znečištění ovzduší ve velkých městech. Největší ohrožení lidského zdraví výfukovými plyny spočívá v tom, že se výfukové spaliny dostávají do ovzduší přímo v centrech měst, a tak jsou lidé vystaveni expozici bezprostředně. Při posuzování znečištění ovzduší se zkoumají i typy zdrojů vytápění nebo spolupodíl průmyslových zdrojů, jako jsou teplárny, železárny, koksovny aj. Zjišťují se hmotnostní koncentrace vybraných těžkých kovů v ovzduší (chrom, mangan, olovo, kadmium...), avšak činnosti tepláren, vytápění, nebo činnost průmyslových podniků mají spíše lokální význam. Na znečištění ovzduší mají vliv i klimatické podmínky – rychlé změny počasí, dlouhodobé období sucha v letních měsících a inverzní stavy v zimních měsících.

3.1.2 Výpočet indexu kvality ovzduší

Index kvality ovzduší se označuje zkratkou IKO a vychází ze stanovených limitních koncentrací. Do výpočtu jsou zahrnovány roční hodnoty aritmetického průměru koncentrace oxidu dusičitého, arsenu, kadmia, niklu, olova, benzenu, benzo(a)pyrenu a suspendovaných částic frakce PM₁₀. Výsledky ročních středních hodnot (IKOR) ukazují rozdíly v lokálním zastoupení a významnosti různých složek, negativně zasahujících kvalitu ovzduší. Kvalita ovzduší se dělí do šesti tříd. Nejhorší stupeň znečištění se v naší republice nachází v ostravsko-karvinské oblasti, kde byl v roce 2007 stanoven šestý stupeň IKOR, tedy hodnoty středního ročního indexu kvality ovzduší zde dosahují maximálních hodnot.

3.1.3 Zdravotní dopady

Zátěž škodlivinami z ovzduší je závislá na době, po kterou jsme cizorodým látkám vystaveni, a na tom, jak je koncentrace těchto látek v ovzduší vysoká. Během života i během roku dochází ke kolísání, nejsme vystaveni stále stejnému riziku, záleží na pracovním prostředí, místě bydliště – ve velkých městských aglomeracích je znečištění ovzduší vyšší, a na životním stylu. Oxid uhelnatý a oxid siřičitý nepředstavují velké zdravotní riziko, ozon může představovat jisté riziko pouze v letních měsících za vysokých teplot, kdy dochází k tvorbě letního smogu. Olovo v aerosolu již od uzákonění používání bezolovnatého benzínu také nepředstavuje zvýšenou zátěž na lidské zdraví, mangan a kadmium též nepředstavují riziko, kontaminace ovzduší chromem je problematická kvůli nemožnosti identifikace trojmocného a šestimocného chromu ve sloučeninách (šestimocný chrom je zdaleka toxicitější a je karcinogenní).

Mezi zdravotně nejvíce ohrožující látky patří aerosolové částice a v oblastech silně zatížených dopravou i hmotnostní koncentrace oxidů dusíku (především oxid dusičitý) a jiných emisí vznikajících při spalování motorových paliv. Působení oxidu dusičitého je obtížné oddělit od negativního působení aerosolu. Nejvíce jsou vystaveni riziku obyvatelé městských lokalit. Bylo zjištěno, že obyvatelé silně dopravně zatížených částí Prahy častěji trpí na plicní onemocnění, astma a alergie, lze tudíž očekávat i celkové snížení plicních funkcí. Zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ mají podíl na zvýšení celkové nemocnosti a úmrtnosti

obyvatelstva, především na onemocnění srdce, cévního systému, na nárůst kojenecké úmrtnosti a zvýšení výskytu onemocnění dýchacího ústrojí.

Další rizikovou oblastí je možnost zvýšení výskytu nádorových onemocnění. Jako karcinogenní látky se sledují koncentrace arzenu, niklu, benzo(a)pyrenu, chromu a benzenu (pro rok 2010). Teoretické zvýšení rizika nádorových onemocnění pro jednotlivé karcinogenní látky se pohybuje v rozmezí o jeden případ více na deset milionů obyvatel až na deset tisíc. Největší riziko představují PAU, u kterých bylo zjištěno v určitých oblastech (městských a průmyslových) zvýšení rizika nádorového onemocnění až o jeden případ na tisíc obyvatel.

Obr. 2 **Kategorie městských měřicích stanic podle charakteru zátěže¹**

Kategorie Category	Charakterizace zóny Zone description
1	Městská pozadová bez významných zdrojů (parks, sportoviště apod.) <i>Urban background without major sources (parks, sports grounds etc.)</i>
2	Městská obytná s lokálními zdroji REZZO 3, doprava do 2 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential with local sources REZZO 3, traffic up to 2 thous. vehicles/24h</i>
3	Městská obytná bez lokálních zdrojů, dálkové vytápění, doprava do 2 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential without local sources, district heating, traffic up to 2 thous. vehicles/24h</i>
4	Městská obytná s lokálním i dálkovým vytápěním, doprava 2–5 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential with both local and district heating, traffic 2–5 thous. vehicles/24h</i>
5	Městská obytná s lokálním i dálkovým vytápěním, doprava 5–10 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential with both local and district heating, traffic 5–10 thous. vehicles/24h</i>
6	Městská obytná s lokálním i dálkovým vytápěním, doprava nad 10 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential with both local and district heating, traffic over 10 thous. vehicles/24h</i>
7	Městská obytná s více než 10 tis. vozidel/24 hod., tranzitní komunikace (hot spots) <i>Urban residential with more than 10 thous. vehicles/24h, transit roads (hot spots)</i>
8	Městská průmyslová s významným vlivem průmyslu, doprava do 10 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban industrial with significant effect of industry, traffic up to 10 thous. vehicles/24h</i>
9	Městská průmyslová s významným vlivem dopravy (10–25 tis. vozidel/24 hod.) <i>Urban industrial with significant effect of traffic (10–25 thous. vehicles/24h)</i>
10	Městská průmyslová s velmi výrazným vlivem dopravy (nad 25 tis. vozidel/24 hod.) <i>Urban industrial with highly significant effect of traffic (over 25 thous. vehicles/24h)</i>

V této tabulce (Obr. 2) jsou rozděleny městské měřicí stanice do deseti kategorií. Rozlišení zón je posuzováno podle způsobu vytápění v dané lokalitě, hustoty dopravy a zatížení průmyslem. Nejvíce se znečišťuje ovzduší v desáté kategorii, kde je zóna charakterizována jako průmyslová a výrazně zatížená dopravou. REZZO = registr emisních zdrojů znečišťujících ovzduší, je systematicky veden již od 70. let minulého století.

3.1.4 Toxické účinky látek znečišťujících volné ovzduší

Při hodnocení toxických účinků sloučenin kontaminujících ovzduší se nejvíce vyskytují karcinogenita (polycyklické aromatické uhlovodíky), inhibice přenosu kyslíku (oxid uhelnatý), mutagenita (polycyklické aromatické uhlovodíky), teratogenita

(polycyklické aromatické uhlovodíky) nebo hypersenzibilizující účinek (alergeny, např. nikl). Většina těchto sloučenin nemusí být sama o sobě toxická v takové míře, daleko nebezpečnější mohou být jejich metabolity vznikající v organismu při biotransformaci. Jedna z nejtoxičtějších sloučenin je benzo(a)pyren. Od této polycyklické aromatické sloučeniny se dále určuje míra toxicity ostatních polycyklických aromatických uhlovodíků. Od benzo(a)pyrenu se odvažuje toxický ekvivalent benzo(a)pyrenu, který se označuje TEQ BaP a je dán součtem součinnů toxických ekvivalentových faktorů (TEF) stanovených US EPA (Environment Protection Agency). Na Obr. 3. jsou uvedeny toxické ekvivalentové faktory pro karcinogenní PAU. Z tabulky vyplývá, že největší TEF mají benzo(a)pyren a dibenz(ah)anthracen, a tudíž jsou nejtoxičtější a mají největší karcinogenní účinek.

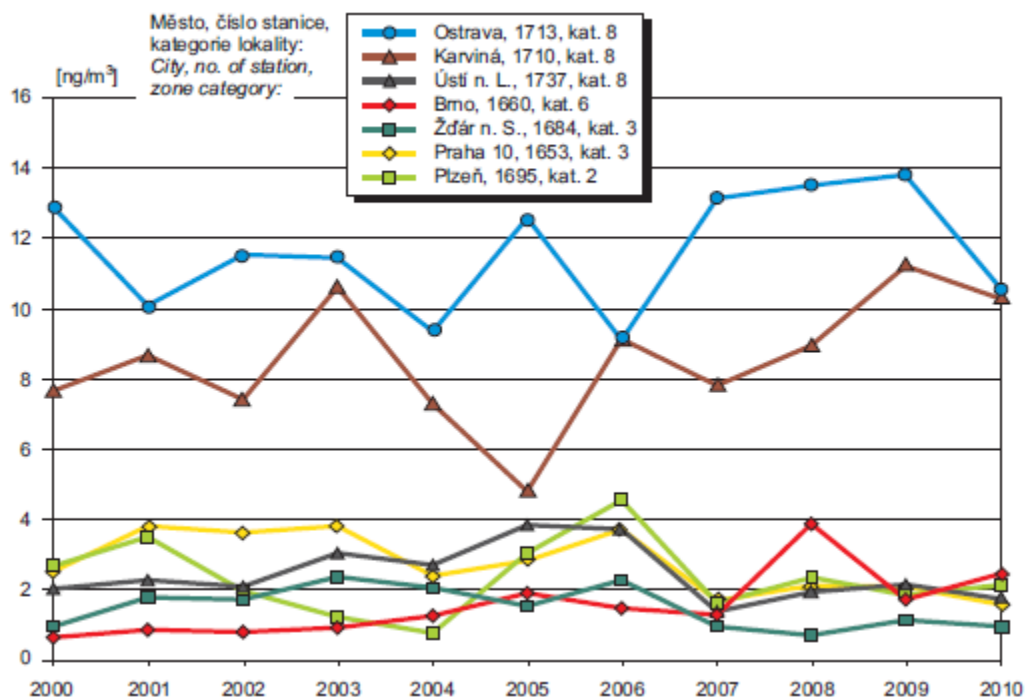
Obr. 3 Toxické ekvivalentové faktory pro karcinogenní PAU ¹

	TEF		TEF		TEF
Benzo[a]pyren <i>Benzo[a]pyrene</i>	1	Benzo[b]fluoranthen <i>Benzo[b]fluoranthene</i>	0.1	Dibenz[ah]anthracen <i>Dibenz[ah]anthracene</i>	1
Benzo[k]fluoranthen <i>Benzo[k]fluoranthene</i>	0.01	Benzo[a]anthracen <i>Benzo[a]anthracene</i>	0.1	Indeno[1,2,3-c,d]pyren <i>Indeno[1,2,3-c,d]pyrene</i>	0.1

Na Obr. 4 je zobrazen toxický ekvivalent benzo(a)pyrenu v sedmi městech naší republiky v letech 2000-2010. Největší koncentrace benzo(a)pyrenu jsou v Ostravě a Karviné. Jedním z důvodů vyšší koncentrace je uhelná těžba, v této oblasti jsou dvě koksovny, hutě a železárny, čili obě města jsou silně průmyslově zatížena, s čímž souvisí i větší zatížení dopravou, proto se tato města, nebo měřící stanice, které jsou v městech umístěné, řadí do kategorie 8, která je popsána na Obr. 2. Situaci ještě ztěžují meteorologické vlivy (teplotní inverze). Nejnižší hodnoty byly naměřeny v Brně a Žďáru nad Sázavou, ale i ostatní města se téměř nedostávají přes hranici 4 ng/m³. Poklesy nebo nárůsty znečištění během těchto let mohou být způsobeny aktuálními podmínkami v průběhu daného roku. V průmyslových oblastech, kde je znečištění ovzduší ovlivněné například těžbou uhlí, je toxický ekvivalent benzo(a)pyrenu vyšší v letech, kdy se těžilo více. V oblastech kde je zdrojem benzo(a)pyrenu doprava, může na množství v ovzduší mít vliv například výstavba obchvatů, která výrazně sníží expozici toxickým sloučeninám v ovzduší přímo v centrech měst, nebo obytných oblastech. S dopravou může souviset i hospodářská krize, která omezila dopravu kvůli bankrotu a krachování menších a i velkých firem, které potřebují ať už ve větší nebo menší míře dovoz zboží nebo rozvoz produktů.

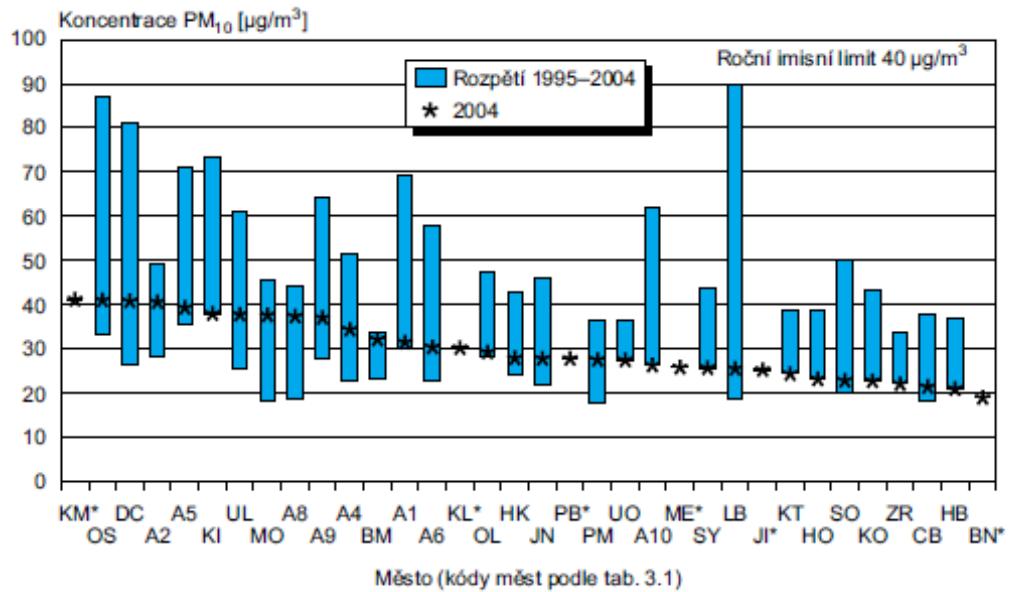
Obr. 4 Toxický ekvivalent benzo(a)pyrenu ve vybraných stanicích 2000-2010

1



Na Obr. 5 jsou znázorněny imise suspendovaných částic frakce PM₁₀ mezi roky 1995 a 2004. Roční imisní limit je 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, což hlavně v dřívějších letech bylo značně překračováno. Největší rozmezí v množství suspendovaných částic frakce PM₁₀ je v Liberci, kde bylo nejméně naměřeno pod 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a nejvyšší hodnoty se pohybují okolo 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, což je silně nadlimitní hodnota. Konkrétně v roce 2004 však byla naměřena hodnota pod limitem. Vyšší hodnoty byly naměřeny zejména v oblastech silně zatížených dopravou a průmyslem. Nejnižší rozmezí imisí bylo naměřeno v Ústí nad Orlicí a Brně, v těchto městech se hodnoty imisí téměř nemění a ani nepřekračují stanovený limit.

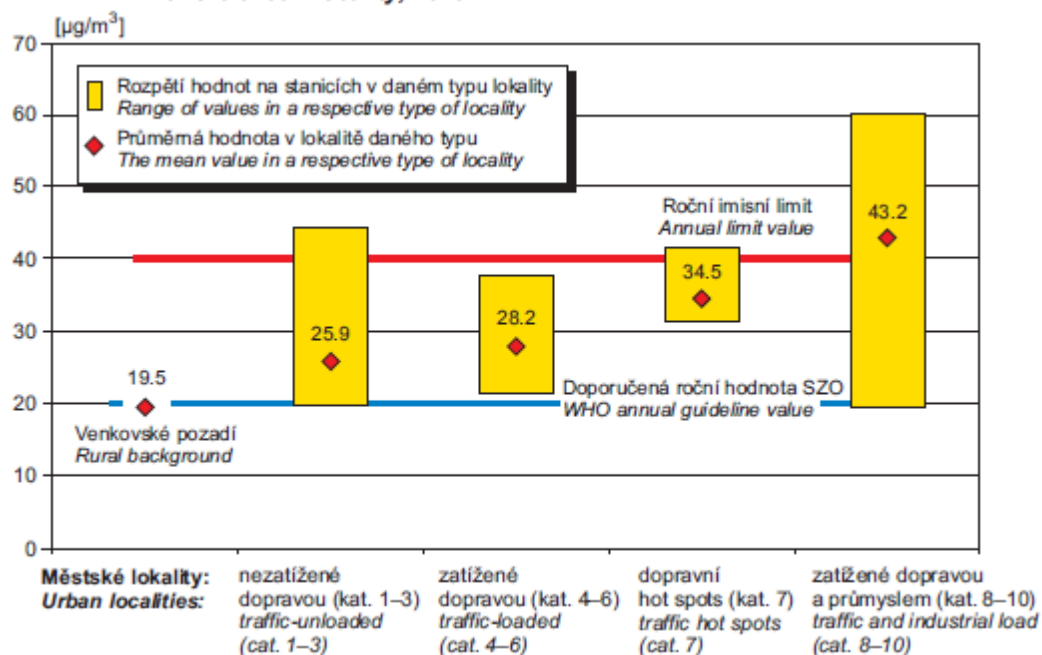
Obr. 5 Imise suspendovaných částic frakce PM₁₀, 1995- 2004, roční aritmetický průměr 2004³



* měření zahájeno v roce 2004

Na druhém grafu (Obr. 6) je znázorněno téměř totéž za rok 2010 a není zde rozděleno měření podle měst, ale podle zátěže dané oblasti. Nejvíce imisí suspendovaných částic frakce PM₁₀ bylo naměřeno v místech, která jsou silně zatížená dopravou a průmyslem, ale v tomto roce již žádná z oblastí nedosahuje tak vysokých imisí jako je to znázorněno na předchozím grafu (Obr. 5) v Liberci, Ostravě nebo Děčíně. Ani v nejvíce zatížené lokalitě nepřesahují imise hodnoty nad 60µg/m³, takže je patrná snižující se tendence znečištění suspendovanými částicemi frakce PM₁₀, které způsobují především onemocnění cévní a dýchací soustavy.

Obr. 6 Průměrné roční koncentrace částic frakce PM_{10} podle typu městských lokalit, 2010¹



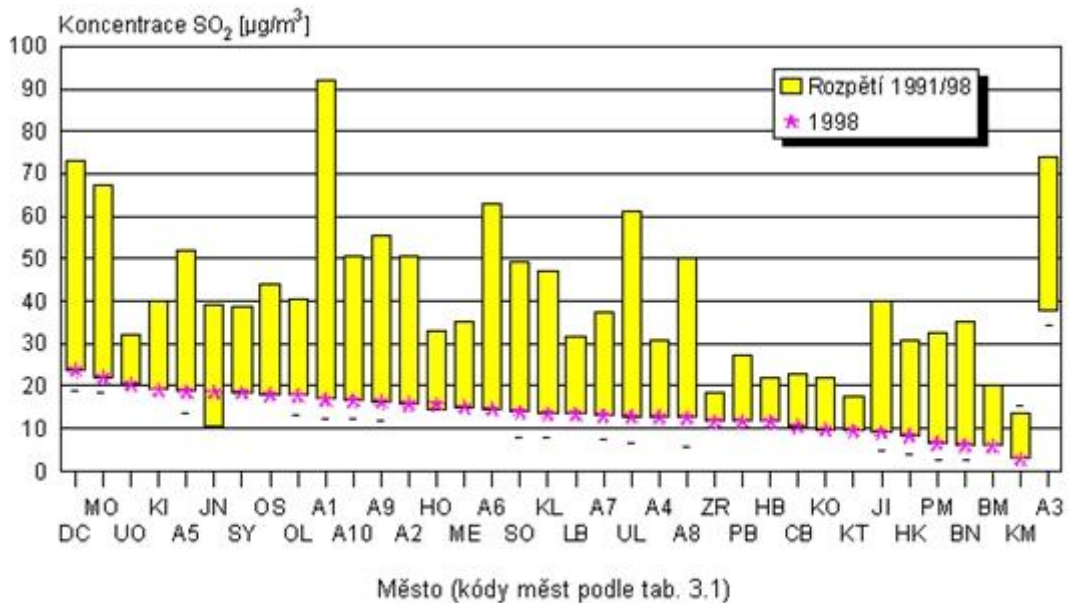
V ovzduší se sledovaly hodnoty ročních imisních hodnot pro oxid siřičitý, na tomto grafu (Obr. 7) je také zahrnuto měření i z dřívějších let, do roku 1994, které ještě nebylo pod záštitou projektu Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, ale probíhalo monitorování kvůli rizikosti vysokého obsahu oxidu siřičitého v ovzduší.

Vysoké koncentrace oxidu siřičitého byly způsobeny především spalováním tuhých paliv při výrobě elektřiny, tepla a při různých výrobních procesech. Od 90. let minulého století byly všechny významné zdroje vybaveny velmi účinnými odlučovači oxidů síry a také tuhých částic, což se projevilo ve výrazném snížení koncentrace těchto škodlivin v ovzduší. Na tomto grafu je patrná velmi výrazná sestupná tendence, v některých městech (Praha 1) dosahovaly koncentrace SO_2 v okolním ovzduší až hodnoty nad $90 \mu g/m^3$, velmi vysoké hodnoty byly naměřeny i v Děčíně (přes $70 \mu g/m^3$), Mostě, Praze 6 (přes $60 \mu g/m^3$) nebo Praze 8, kde byly naměřeny koncentrace přes $50 \mu g/m^3$. V dalších městech ČR jsou koncentrace SO_2 nižší, ale v drtivé většině všech měst (mimo Jičín) je situace nejpříznivější v roce 1998, kdy obsah SO_2 po rapidním klesání nepřesahuje hodnoty $30 \mu g/m^3$ a hodnotu $20 \mu g/m^3$ přesahuje jen v Děčíně, Mostě a v Ústí nad Orlicí.

V dnešní době jsou imise SO_2 v ovzduší monitorovány jen v omezené míře, protože pomocí odlučovačů SO_2 se koncentrace v ovzduší natolik

snížily, že nepřestávají zdravotní riziko pro obyvatelstvo. Poslední měření je ve sborníku z roku 2007, kde už koncentracím SO₂ není věnována zdaleka taková pozornost. Měření jsou vyhodnocena za kraje, přičemž největší rozmezí průměrných ročních koncentrací je v Ústeckém kraji, koncentrace v některých oblastech přesahuje mírně 20 µg/m³, ale nejnižší hodnoty jsou pod 5 µg/m³. Ostatní kraje jsou všechny průměrně pod hranicí 10 µg/m³.

Obr. 7 Oxid siřičitý, hodnocení ročních imisních hodnot, 1991-1998 ⁴



Korelace: „+“ pozitivní, „-“ negativní

SZÚ Praha, Monitoring

3.2 Subsystem II- zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody

Údaje o kvalitě pitné vody jsou získávány celostátně pomocí informačního systému, jehož správcem je Ministerstvo zdravotnictví. Informace jsou získávány na základě rozborů pozorovatelů vodovodů. Jakost pitné vody se hodnotí pro menší oblasti a pro větší oblasti. Pitná voda musí podléhat limitním hodnotám obsahu zdravotně významných ukazatelů, ta se označuje jako nejvyšší mezní hodnota (NMH). Limit NMH nesmí být překročen, jinak již nelze vodu označovat a používat jako pitnou. Ukazatelem zejména organoleptických vlastností pitné vody je mezní hodnota (MH), jejíž překročení většinou nepřináší akutní zdravotní riziko.

3.2.1 Znečištění pitné vody

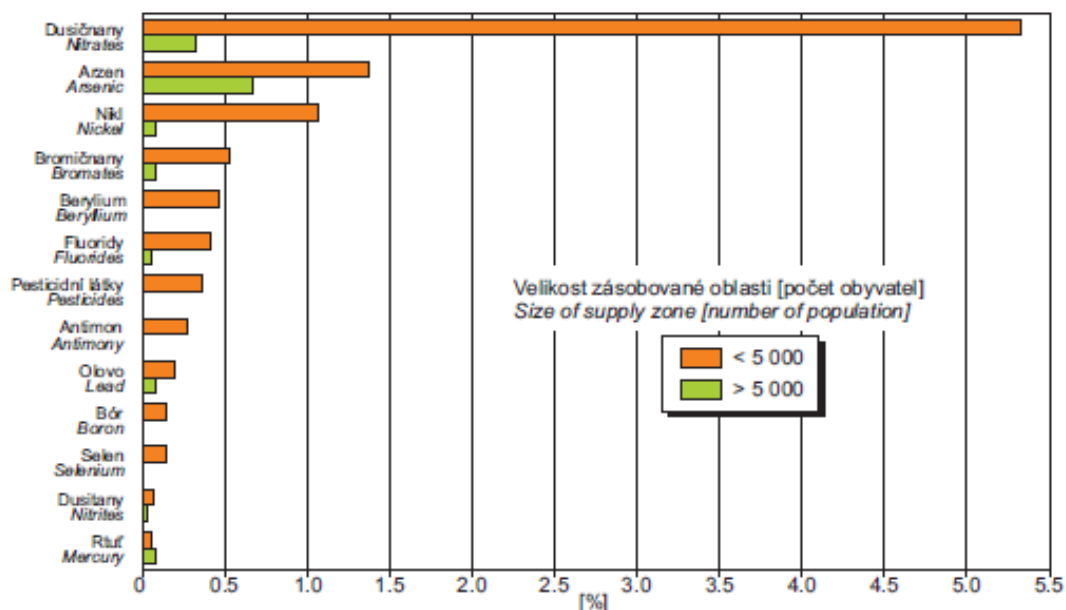
Nejproblematictější je kontaminace pitné vody dusičnany a chloroformem. Limit pro dusičnany v pitné vodě je stanoven na 50mg/l (pro kojenecké vody 15 mg/l) a pro chloroform 30µg/l. V pitné vodě se sledují také optimální obsahy vápníku

a hořčíku. Většina pitné vody neobsahuje optimální obsah hořčíku, ale pohybuje se pod jeho dolní hranicí. Obsahem Ca a Mg ve vodě je dána její tvrdost (optimální tvrdost vody: 2- 3,5 mmol/l). Z výsledků monitoringu bylo zjištěno, že pouze 27% odebírané pitné vody má vyhovující tvrdost (údaje pro rok 2010). V pitné vodě se sleduje i obsah radonu, který má přírodní původ (složka rozpadové řady uranu). Dále je hodnoceno karcinogenní riziko při konzumaci pitné vody, rozborů se zaměřují především na obsah 1,2 dichlorethanu, benzenu, benzo(a)pyrenu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(k)fluoranthenu, bromdichlormethanu, bromoformu, vinylchloridu, dibromchlormethanu a dalších látek.

Při posuzování zvýšeného rizika karcinogenních onemocnění se používají následující expoziční faktory: hmotnost jedince 64 kg, střední délka života 72 let, délka expozice po dobu 365 dnů a střední spotřeba pitné vody 1 l/ den. Při posuzování zvýšeného rizika nádorových onemocnění se zjišťují hlavně koncentrace bromdichlormethanu, vinylchloridu, dibromchlormethanu, tetrachloretanu a trichlorethanu v pitné vodě. Z výsledků monitoringu pro rok 2010 bylo zjištěno, že konzumací pitné vody se může teoreticky zvyšovat riziko nádorových onemocnění přibližně o dva případy na 10 milionů obyvatel za rok.

Na Obr. 8 je zobrazena četnost nedodržení nejvyšší mezní hodnoty pro chemické látky za rok 2010. Je patrné, že nejvíce jsou překračovány mezní hodnoty pro dusičnany, které se v četnosti nedodržení limitu pohybují v téměř 5,5 procentním navýšení. Situace je příznivější ve větších městech (nad 5000 obyvatel), v oblastech s nižším počtem obyvatel (pod 5000) je situace mnohem horší a je nebezpečná v důsledku rizika redukce dusičnanů v těle na dusitany, které jsou potenciálně karcinogenní. Nejvyšší mezní hodnota arzenu se v hustěji zalidněných oblastech také nedodržuje, ale nadlimitní hodnoty jsou již mnohem nižší a nepřesahují 1,5 procenta. Zpravidla pochází z podzemní hlubinné vody (vyluhován z půdy), která v některých obcích tvoří část pitné vody. Trojmocný arsen se považuje za karcinogen. Koncentrace arzenu je vyšší i v méně hustě zalidněných oblastech. Mezní hodnoty se dále výrazněji nedodržují u niklu a bromičnanů.

Obr. 8 Četnost nedodržení nejvyšší mezní hodnoty pro chemické látky, 2010¹

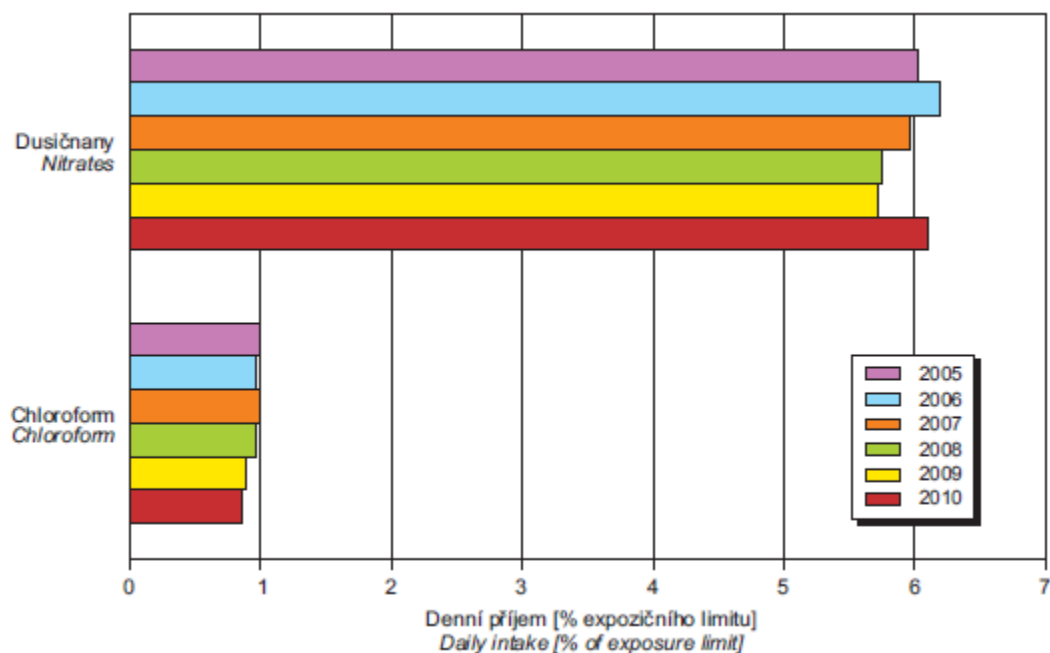


Žádné překročení nejvyšší mezní hodnoty u obou typů oblastí: 1,2-dichlorethen, chlorethen (vinylchlorid), trihalomethany, microcystin-LR, PAU, měď, sřfěbro. Žádné překročení nejvyšší mezní hodnoty u oblastí nad 5 000 obyv. a četnost překročení do 0,1 % u oblastí do 5 000 obyv.: chrom, kadmium, kyanidy, tetracllorethen, trichlorethen, benzen, benzo[a]pyren.

No excessive values in both types of supply zones: 1,2-dichloroethane, chloroethene (vinylchloride), trihalogenmethanes, microcystine-LR, PAHs, copper, silver. No excessive value in supply zones over 5,000 pop. and up to 0.1 % in supply zones below 5,000 pop.: chromium, cadmium, cyanides, tetrachloroethene, trichloroethene, benzene, benzo[a]pyrene.

Na Obr. 9 je znázorněn podíl pitné vody na celkové expozici dusičnanům a chloroformu v rozmezí let 2005-2010. Není zde patrná nějaká výrazná změna, ale spíše kolísavá tendence, takže nelze říci, zda se situace zlepšuje nebo zhoršuje. Dusičnany mají mnohem vyšší podíl na expozici v některých letech až přes 6 procent, naproti tomu chloroform v pitné vodě se na celkové expozici podílí nanejvýš jedním procentem. Zde se může očekávat další zlepšování situace, protože hlavní zdroj chloroformu chlorová dezinfekce pitné vody – se postupně omezuje. Z těchto údajů lze usoudit, že podíl na celkové expozici dusičnanům a chloroformu se dusičnany a chloroform v pitné vodě podílí jen ve velmi malé míře, mnohem více těchto škodlivých látek přijímáme z jiných složek životního prostředí, nebo z potravin.

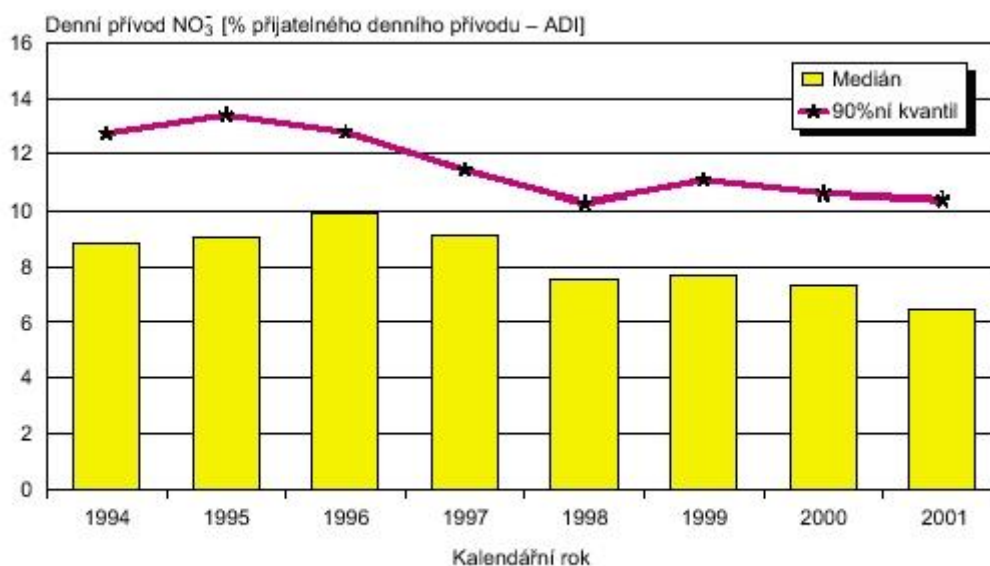
Obr. 9 Podíl pitné vody na celkové expozici dusičnanům a chloroformu, 2005-2010 ¹



Na Obr. 10 jsou graficky zpracovány výsledky, které nejsou zdaleka tak závažné z hlediska výskytu primárních forem chemických škodlivin, ale mnohem nebezpečnější jsou jejich sekundární deriváty, vzniklé při biotransformaci.

U dusičnanů se jedná o zmíněnou endogenní redukci na dusitany a jejich následnou kondenzaci s aminy na N-nitrosoaminy. Ty se po hydroxylaci systémem CYP 450 transformují na silné karcinogeny. Chloroform se během biotransformačních přeměn přeměňuje na různé radikálové formy, které jsou silně hepatotoxické a pravděpodobně karcinogenní. Na grafu je vidět sestupná tendence, u většiny obyvatel (90%) sledovaných měst se denní přívod dusičnanů z pitné vody pohyboval mezi deseti až čtrnácti procenty z celkového denního příjmu dusičnanů. V dalších letech se procentní podíl z celkové expozice dusičnanům snižuje až na šest procent, čili je zde zaznamenáno snižování koncentrace dusičnanů v pitné vodě a snižování podílu na celkové expozici.

Obr. 10 Expozice obyvatel dusičnanům z pitné vody, 1994-2001 ⁵



Medián – 50 % obyvatel monitorovaných měst má expozici dusičnanům do výše této hodnoty
 90%ní kvantil – 90 % obyvatel monitorovaných měst má expozici dusičnanům do výše této hodnoty

3.3 Subsystem IV- Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice

Tento subsystem je rozdělen do čtyř projektových částí a nově se již v roce 2010/2011 monitoruje v 16 městech (dříve ve 12) České republiky a to ve dvouletých cyklech. První projektová část sleduje výskyt patogenních bakterií v potravinách, druhá část se zaměřuje na případný obsah a koncentraci plísní v potravinách, třetí část na výskyt geneticky modifikovaných potravin a čtvrtá projektová část analyzuje výskyt toxických látek v potravinách.

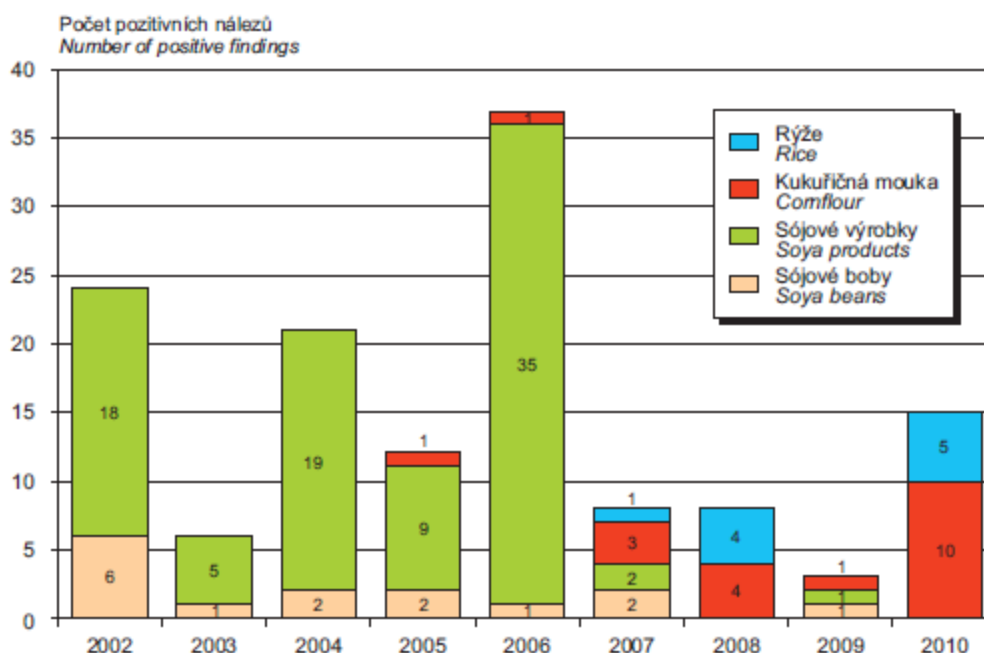
3.3.1 Třetí projektová část

Tento úsek je věnován výskytu geneticky modifikovaných organismů v potravinách. Zatím není novými studii prokázán negativní účinek GMO na lidský organismus.

Na Obr 11 jsou výsledky monitoringu zaměřeného v rozmezí let 2002 až 2010 na pozitivní nálezy geneticky modifikovaných organismů. GMO se sleduje v rýži, kukuřičné mouce, sojových výrobcích a sojových bobech. Nejvíce pozitivních nálezů bylo v roce 2006 v sojových výrobcích, což se po roce 2006 začalo rapidně snižovat. Naopak v posledních letech se zvyšuje počet GMO v rýži (5 pozitivních nálezů) a kukuřičné mouce (10 pozitivních nálezů). U nás jsou geneticky modifikované

potravin (GMP) povoleny, ale jen v těchto konkrétních případech, což je znázorněno na grafu, a na obalu GMP musí být označení.

Obr. 11 Pozitivní nálezy GMO v letech 2002-2010 ¹



3.3.2 Čtvrtá projektová část

Tato část se věnuje mapování obsahu vybraných chemických látek v potravinách. Jsou vyvozovány souvislosti se stravovacími zvyklostmi obyvatelstva a různými onemocněními, která mohou být způsobena reziduy toxických látek ve vybraných vzorcích potravin. Potraviny jsou soustředěny do jediné laboratoře, jsou kulinářsky upraveny a teprve pak se provádí jednotlivé analýzy. Vzorky potravin jsou vybírány podle standardního jídelníčku většiny obyvatel. Testování je realizováno jednou za dva roky, takže nejnovější výsledky budou známy až ve sborníku pro rok 2011. Monitoring je rozdělen do dvou částí, na xenobiotika organického a anorganického původu.

3.3.2.1 Organické látky

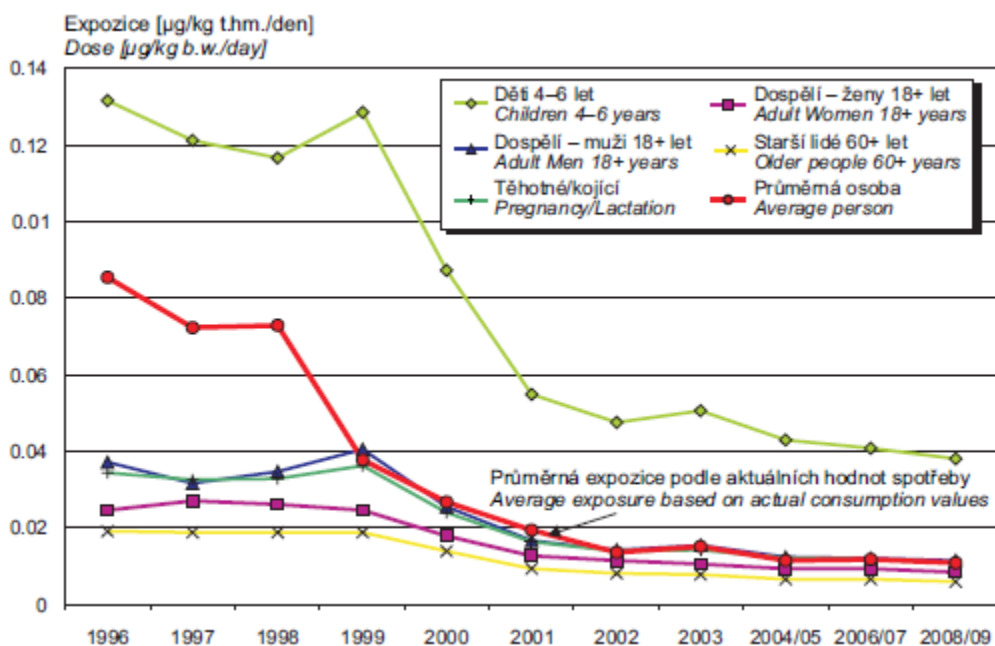
Z analýzy organických látek v potravinách jsou vyhodnocovány především obsahy polychlorovaných bifenyly (PCB), hexachlorbenzenu, hexachloreklochhexanu nebo DDT a DDE [1,1-bis-(4-chlorfenyl)-2,2-dichlorethan]. Polychlorované bifenyly nejsou akutně toxické, ale mnohem nebezpečnější je jejich chronická toxicita, jsou perzistentní a v organismu mají schopnost kumulace. Vyznačují se vysokou karcinogenitou, nebo snižováním plodnosti. DDT [1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-

chlorfenyl)ethan) bylo dlouhá léta používáno jako insekticid, aniž by byla známa jeho silná toxicita. DDT silně působí na hormonální systém, vlivem tohoto insekticidu se snižuje plodnost a je karcinogenní. Expozice DDT je nevyhnutelná v důsledku jeho dlouhého poločasu rozpadu a jeho bioakumulace (přenáší se z těla matky na plod a v době kojení také mateřským mlékem). Používání DDT je dnes již u nás zakázáno, přesto je stále obsaženo v potravinách, ale toxicita se již snížila na minimum, čili se již hodnotí jako nekarcinogenní. Z výsledků chemických analýz vzorků potravin vyplývá, že jsou zvýšené hodnoty u polychlorovaných bifenyly, DDT a DDE.

Obr. 12 je zaměřený na expozici sumě kongenerů (tj. isomerů vzniklých pomalou katabolickou přeměnou těchto látek) polychlorovaných bifenyly v rozmezí let 1996 až 2009. Graf je rozdělen podle věku a pohlaví; nejvíce zasaženou skupinou jsou děti, které v letech 1996-1999 přijímaly kolem 0,12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tělesné hmotnosti/den, později se hodnoty začaly rapidně snižovat a v roce 2009 to bylo již pouze těsně pod hranicí 0,04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tělesné hmotnosti/den, ale i tak zůstávají děti nejrizikovější skupinou obyvatelstva.

Sestupná hodnota koncentrací je patrná u všech ostatních skupin (dospělí muži, dospělé ženy, lidé starší šedesáti let, těhotné a kojící ženy a průměrné osoby), od roku 2001 koncentrace PCB nepřesahuje 0,02 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tělesné hmotnosti/den ve všech skupinách obyvatel, kromě dětí.

Obr. 12 Expozice sumě kongenerů PCB z příjmu potravin, 1996-2009 ⁶



3.3.2.2 Anorganické látky

V potravinách se stanovují obsahy dusičnanů, dusitanů, kadmia, olova, rtuti, arzenu, zinku, manganu, hořčíku, selenu, niklu, hliníku, chromu, železa a jódu. Žádný z těchto prvků nepřesahuje svoji koncentrací stanovené limity, tudíž jsou hodnoceny jako s nekarzinogenním efektem.

3.4 Subsystem V- Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí, biologický monitoring

Tento subsystem je založen na odběru biologického materiálu- krve, moči, mateřského mléka, tukové tkáně lidí, placent, pupečnickové krve nebo mléčných zubů. Na základě rozborů je zjišťována zátěž lidského organismu toxickými látkami z vnějšího prostředí. Mezi sledované látky patří toxické kovy- kadmium, rtuť a olovo, z organických látek polychlorované bifenyly, DDT a hexachlorbenzen.

Kadmium se zjišťuje v krvi a moči, jeho toxicita ohrožuje především ledviny a ve vztahu k vápníku zrychluje jeho vylučování z těla, což může způsobovat osteoporózu. Tento prvek je také značně karcinogenní. Obsah kadmia v těle je různý u kuřáků a nekuřáků. Výsledky testů bylo prokázáno, že kuřáci mají přibližně 3 krát vyšší koncentrace kadmia než lidé, co nekouří.

Toxicita olova se projevuje především změnami vývoje u malých dětí, protože olovo prochází placentou. Ale vzhledem k tomu, že olovo znečišťuje životní prostředí již méně, tak i jeho koncentrace v lidském organismu mají sestupnou tendenci. Při expozici olovu se tento prvek ukládá v kostech.

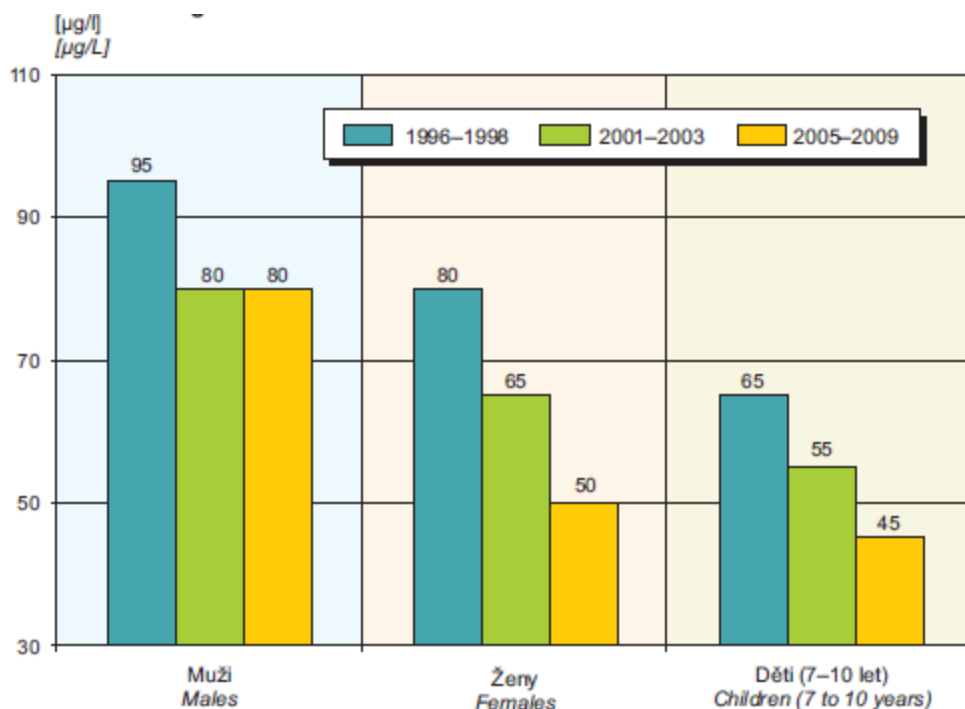
Rtuť se považuje za vysoce toxickou, nejtoxičtější je v organické formě v podobě methylrtuti; způsobuje především poruchy nervového systému a dochází k poškození plodu během těhotenství.

V dřívějších letech se sledovaly koncentrace mědi, zinku nebo selenu, ale nikoli z důvodu toxicity, ale esenciality.

Z látek organického původu se monitorují koncentrace kongenerů polychlorovaných bifenyly, DDT a hexachlorbenzenu v mateřském mléce prvorodiček kvůli perzistenci v životním prostředí, karcinogenitě nebo negativnímu vlivu na hormonální systém. Tyto látky se kumulují v tucích a do lidského organismu se dostávají především z potravin. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u PCB u kongeneru 153, který se pak používá ke stanovení referenčních hodnot.

Na grafu (Obr. 13) jsou shrnuty referenční hodnoty pro obsah olova v krvi, pro muže, ženy a děti v časovém rozmezí 1996 až 2009. Měření se vyhodnocuje jednou za dva roky, čili za delší časový interval. Nejvíce olova v krvi mají muži a to v rozmezí let 1996 až 1998 – 95 $\mu\text{g/l}$. obecně je z grafu patrné, že nejvyšší byly hodnoty u mužů, žen i dětí v rozmezí těchto dvou let, postupně se situace zlepšuje. V posledním časovém úseku je nejpříznivější, u mužů není zlepšení tak rapidní, spíše pozvolné, ale u žen a dětí je během let sestupná tendence obsahu olova v krvi mnohem více zřetelná. U žen rozdílem 30 $\mu\text{g/l}$ a u dětí 20 $\mu\text{g/l}$. Snižující se koncentrace olova v krvi obyvatelstva souvisí se snahou odstraňování olova z ovzduší, vody a potravin, jedním krokem bylo například zakázání používání olovnatého benzínu, dnes se používá výhradně bezolovnatý.

Obr. 13 Referenční hodnoty pro obsah olova v krvi ⁶

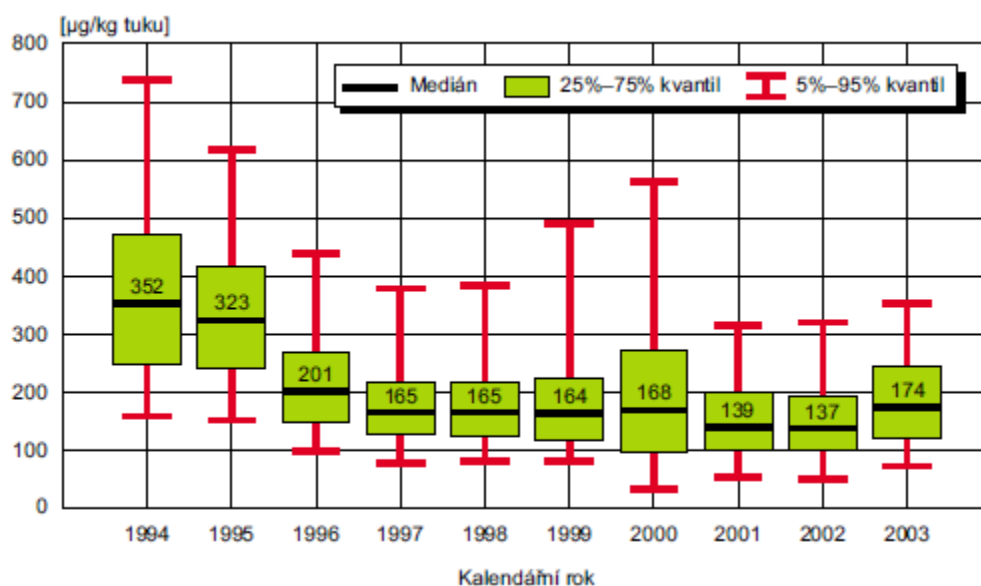


Na Obr. 14 jsou graficky zpracovány koncentrace polychlorovaných bifenylnů, konkrétně kongener 153 v mateřském mléce v jednotkách $\mu\text{g/kg}$ tuku za období 1994 až 2003. V 25% až 75% kvantilu se ukazuje, že v roce 1994 byly obsahy PCB v mateřském mléce nejvyšší, v dalších letech se situace výrazně zlepšuje a z hodnoty 352 $\mu\text{g/kg}$ tuku z roku 1994 se obsah PCB dostává nejnižší v roce 2002 na 137 $\mu\text{g/kg}$ tuku, což je méně než poloviční hodnota. V roce 2003 dochází opět k mírnému vzestupu, ale stále je patrné, že se obsahy PCB v mateřském mléce se snížily

přibližně na polovinu a to za velmi krátké období. V 5% až 95% kvantilu se obsahy PCB pohybují mezi hodnotami přibližně pod 100 µg/kg tuku a 350 µg/kg tuku pro rok 2003

V dalších studiích za následující roky jsou PCB v mateřském mléce obsaženy o něco více, v průměru však kolem hodnoty 470,5 µg/kg tuku. Došlo opět k mírnému nárůstu oproti předchozím rokům, což může být způsobeno tím, že jsou v potravinách PCB obsaženy ve větším měřítku, než tomu bylo v předchozích letech, protože PCB se dostávají do organismu především z potravin. V dopadu na lidské zdraví jsou PCB umístěny vysoko, jsou silně karcinogenní a i v dalších ohledech negativně ovlivňují lidský organismus.

Obr. 14 Polychlorované bifenylly v mateřském mléce, indikátorový kengener PCB 153³

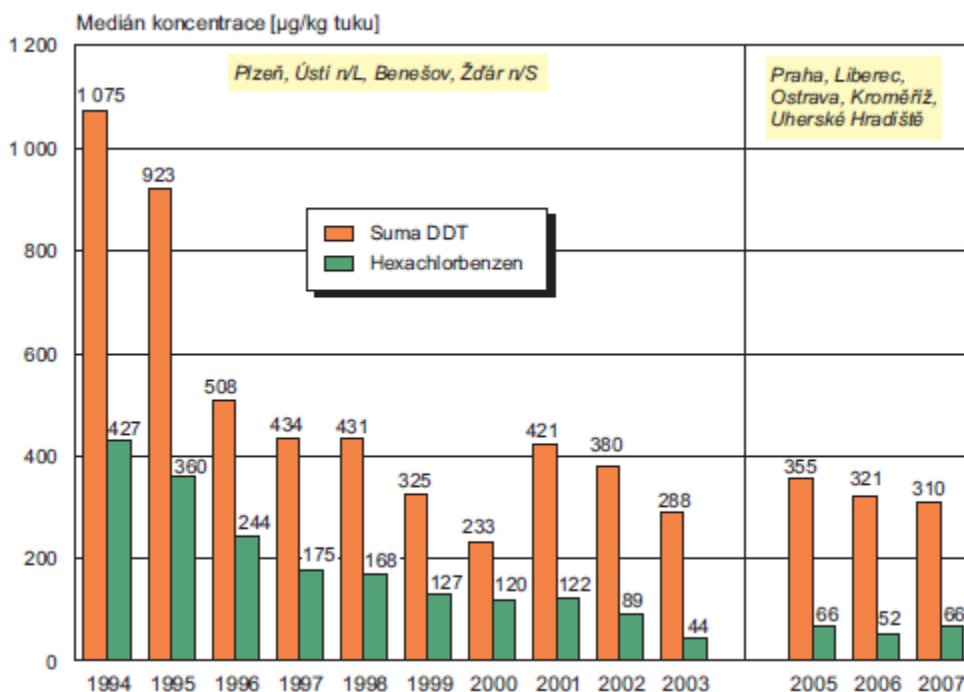


Na Obr 15 jsou graficky zpracovány obsahy DDT a hexachlorbenzenu v mateřském mléce, v časovém období 1994 až 2007 v jednotkách µg/kg tuku. Graf je rozdělen do dvou částí podle míst, kde docházelo k testování. Do roku 2003 to bylo v Plzni, Ústí nad Labem, Benešově a Žďáru nad Sázavou, od roku 2005 v Praze, Liberci, Ostravě, Kroměříži, Uherském Hradišti a Kroměříži. Nejvyšší hodnoty jak pro DDT tak pro hexachlorbenzen jsou jednoznačně v roce 1994, pro DDT 1075 µg/kg tuku a pro hexachlorbenzen 427 µg/kg tuku. Během let je patrná snižující se tendence koncentrací u obou sledovaných xenobiotik, občasně s mírným kolísáním. V roce 2007 je koncentrace DDT 310 µg/kg tuk a hexachlorbenzenu 66 µg/kg tuku, což jsou hodnoty velmi výrazně nižší oproti roku 1994, kdy se měření pod tímto

projektem začalo provádět. Ve sborníku za rok 2009 jsou uvedeny hodnoty pro rok 2008 (DDT- 280 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tuku, hexachlorbenzen 47 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tuku) a poslední zveřejněná měření z roku 2009 ukazují další snižování koncentrací DDT a hexachlorbenzenu v mateřském mléce na 242 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tuku a 37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tuku.

Klesající trendy v obsahu liposolubilních insekticidů a jejich kongenerů v tukové tkáni a v tuku mateřského mléka jsou výrazné a odrážejí postupné vylučování těchto perzistentních látek z lidského organismu. Určitá rezidua, která se v lidském tuku naší populace stále vyskytují, se považují za zdravotně minimálně riziková. Jejich určování je plánováno na celé příští období, kdy bude jejich výskyt ještě stále nad hranicí spolehlivé analytické stanovitelnosti.

Obr. 15 Obsah DDT a hexachlorbenzenu v mateřském mléce, 1994-2007 ⁷



4 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo hodnocení změn toxikologických parametrů v životním prostředí ČR za období 1994 – 2010. Zaměřila jsem se na nejrizikovější parametry a kontaminanty životního prostředí. Opírala jsem se o statistické údaje zveřejňované ve sbornících projektu Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí.

Tento projekt se začal realizovat v roce 1994, probíhá dodnes a je pod záštitou Státního zdravotního ústavu. Monitoring Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí spočívá v měření vybraných, pro lidský organismus škodlivých, xenobiotik jednak ve složkách životního prostředí (ovzduší, pitná voda, potraviny), jednak koncentrace těchto látek a jejich metabolitů v lidských tkáních a v jiných biologických vzorcích. Ze získaných údajů se poté vyvozuje případný negativní vliv na lidský organismus a spojitost s četností různých onemocnění, čili jak globálně sledované toxické látky a fyzikální veličiny ovlivňují zdravotní stav obyvatel ČR.

U konkrétních expozic chemickým látkám jsem se snažila zachytit změny v časovém období 1994 až 2010, ne vždy jsem však byla schopná dohledat celou časovou přímku, protože některá měření se v průběhu let přestala provádět, nebo naopak se s měřením začalo až v pozdějších letech. Ukončení měření bylo prováděno například proto, že problematika ustoupila natolik, až přestala ohrožovat lidské zdraví, nebo z finančních důvodů, kdy měření bylo příliš nákladné. S některými měřeními toxikologických parametrů se naopak začíná později, protože do té doby nebyl prokázán negativní vliv na zdraví, nebo s ohledem na závazné směrnice EU.

Z prvního subsystému zaměřeného na ovzduší je za období 1994 až 2010 řešena problematika expozici suspendovaným částicím frakce PM_{10} , oxidům dusíku, benzo(a)pyrenu nebo těžkým kovům. Velmi podstatný je pozitivní posun ve znečištění ovzduší oxidem siřičitým, který býval v devadesátých letech pečlivě sledován a monitorován. Jak sílila kampaň za čistější životní prostředí, tak se začaly vyvíjet a používat filtry a odlučovače, takže se koncentrace oxidu siřičitého v ovzduší snížily natolik, že dnes jeho měření silně omezuje.

Určené limity byly překračovány i v případě suspendovaných částic frakce PM_{10} , opět je během tohoto krátkého časového úseku vidět posun k lepšímu

a v posledních letech se limity překračují daleko méně. V mnoha městech se koncentrace pohybují pod limitem již stabilně.

Kontaminace ovzduší benzo(a)pyrenem se nijak výrazně nemění, spíše jsou lokality (Ostrava, Karviná), kde byly naměřeny koncentrace několikanásobně vyšší, především kvůli uhelné těžbě, výrobě koksu a výrobě železa a oceli.

Z těžkých kovů výrazně ubylo v ovzduší olova během sledovaných let, opět kvůli postupujícímu rozvoji ochrany životního prostředí a novým směrnicím, například zakázáním používání olovnatého benzínu. Ovzduší v České republice ani v dnešní době nesplňuje zcela všechna kritéria nezávadnosti. Expozice toxickým látkám stále negativně ovlivňuje lidské zdraví, ale i za relativně krátké období můžeme vidět zlepšující se tendenci.

V pitné vodě se za nejnebezpečnější kontaminanty považují dusičnany a chloroform. Dusičnany v pitné vodě se na celkové povolené expozici (tj. na maximálním denním příjmu) podílí 6 až 6,5 procenty (větší podíl připadá na potraviny rostlinného původu) a chloroform pouze jedním procentem. V časové přímce nedochází k výraznějším změnám, dá se tedy usoudit, že koncentrace zůstávají velmi podobné s pouze nepatrným zlepšením.

Velmi zajímavé v dietární expozici a biomonitoringu je postupné snižování obsahu DDT ve vzorcích potravin i v lidském těle. I když se používání tohoto insekticidu zakázalo v Československu již v roce 1974, přetrvává v životním prostředí a v lidském organismu dodnes, a to v důsledku jeho dlouhého poločasu rozpadu, špatné rozpustnosti ve vodě a také kvůli bioakumulaci. Během let 1994 až 2009 (poslední zveřejněná hodnota pro obsah DDT v mateřském mléce je z roku 2009) se obsah DDT v mateřském mléce snížil více než čtyřikrát, avšak i po tolika letech, co se DDT nesmí používat, stále v našem životním prostředí, popřípadě bioakumulovaný, přetrvává, i když se snižujícím se trendem.

Monitorují se i PCB (polychlorované bifenyly), hexachlorbenzen, nebo některé těžké kovy; také koncentrace všech těchto xenobiotik se postupně snižují, nebo jsou zjišťovány pouze mírné kolísavé tendence.

Naše životní prostředí se do 90. let minulého století velmi silně zatěžovalo průmyslem, hlavně těžkým průmyslem, výrobou energií, těžbou a dopravou a nevěnovala se dostatečná pozornost tomu, jaké dlouholeté následky to bude mít. V devadesátých letech se tato problematika začala řešit a celkově se začalo životní prostředí brát jako něco, co nás ovlivňuje, co na nás působí, v čem žijeme

a především, co musíme chránit. Vznikly nové směrnice, zaváděla se nová opatření, rozvinula se modernizace výrobních technologií, byla vybudována moderní a účinná zařízení na odlučování škodlivin (z odpadních vod, z emisí) a zpříšňovaly se limity, a to všechno vedlo ke snižování koncentrací toxických látek v našem životním prostředí. Výsledky projektu Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí dokazují, že v drtivé většině sledovaných toxikologických parametrů tomu tak skutečně je. Kontaminace životního prostředí toxickými látkami byla v roce 1994 výrazně vyšší než v roce 2010, dochází tedy během těchto let ke zlepšení celkového stavu životního prostředí v České republice, a statisticky by měl tento trend pokračovat i v dalších letech. Srovnání s analogickými charakteristikami životního prostředí ve vyspělých evropských státech ukazuje, že postavení České republiky v Evropě je důstojné, i když zčásti některé závažné problémy přetrvávají (oxidy dusíku a pevné částice v ovzduší, lokální a sezónní zvýšený výskyt karcinogenů v ovzduší, alergeny ve všech složkách životního prostředí, chemické znečištění uzavřených pobytových prostor apod.) a musí být v neztenčené intenzitě dále řešeny.

Z výsledků hodnocení kontaminace našeho životního prostředí chemickými škodlivinami vyplývá, že tento rizikový faktor má postupně se snižující závažnost, i když v celkové nemocnosti i úmrtnosti naší populace stále hraje určitou roli. Z hlediska příčin, které nejvíce ohrožují naše zdraví, se stále výrazněji uplatňují nepříznivé rysy našeho životního stylu; nikoli chemické kontaminanty v našich potravinách, ale nevhodná skladba potravy podmiňuje naše nemoci a snižuje věk dožití. Zdravotně škodlivé účinky chemicky znečištěného životního prostředí jsme schopni kompenzovat vlastními obrannými mechanismy, avšak ty jsou závislé na zdravém způsobu života. Také zde je otevřené pole pro cílevědomé působení ve prospěch celé společnosti.

5 Seznam literatury

¹ *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. 2011*, Souhrnná zpráva za rok 2010.

² Miloň Tichý: *Toxikologie pro chemiky*. Karolinum, Praha 2005

³ *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. 2005*, Souhrnná zpráva za rok 2004.

⁴ *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. 1999*. Souhrnná zpráva za rok 1998.

⁵ *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. 2002*, Souhrnná zpráva za rok 2001.

⁶ *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. 2010*, Souhrnná zpráva za rok 2009.

⁷ *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. 2008*, Souhrnná zpráva za rok 2007.

Simon K. a kol.: *Znečištění ovzduší a zdraví*. Avicenum, Praha 1998, 250 s.

Iva Hůnová, Svatava Janoušková: *Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší*. Karolinum, Praha 2004, 144 s.

Doc. Ing. Jaroslav paleček, CSc., doc. Ing. Jiří Palatý, CSc.: *Toxikologie, hygiena a bezpečnost práce v chemii*. VŠCHT Praha, Praha 1991, 99 s.

Harrison R. M. (ed.): *Understanding our environment: An introduction to environmental chemistry and pollution*. The Royal Soc. of Chemistry, Information Service, Cambridge CB 4WF, 326 s.

Haglund J. A. (ed.): *Creating supportive environments for health*. WHO Ženeva 1996, 201s.

6 Resumé

An analysis of the relevant data characterizing and summarizing the state of the environment of the Czech Republic from 1994 to 2010 is presented.

In the mentioned time period a marked improvement was noted, in particular in terms of air pollution (sulphur dioxide, lead, nitrogen dioxide), and drinking water as well as food chemical contamination (chloroform, heavy metals, resp. persistent polychlorinated hydrocarbons).

These positive changes can be considered as a consequence of organized and purposeful effort of Public aimed at reducing leaking of chemical pollutants from industrial and agricultural production and from traffic.

The improvement of the environment is likely to favourably affect the health status of population.