

3. ZÁTĚŽ ZÁKLADNÍCH SLOŽEK ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A JEJICH VLIV NA ZDRAVÍ OBYVATEL

Životní prostředí jako soubor vnějších podmínek působících na živé organismy a člověka je v současnosti ovlivňováno převážně činností člověka samého. Za nejdůležitější je třeba brát stav ovzduší, které všichni dýcháme, stejně jako složení vody, kterou pijeme a jejíž páry vdechujeme, nebo jí vystavujeme celý povrch těla při koupání. Lidé jsou také pod silným vlivem hluku, vibrací, elektromagnetického či ionizujícího záření a dalších faktorů fyzikálního charakteru z okolního prostředí.

Prakticky do konce 80. let 20. století byly otázky životního prostředí spíše na okraji zájmu státu. Teprve pod zvýšeným tlakem naší i zahraniční veřejnosti začala být postupně přijímána opatření ke zlepšení daného stavu.

Byly sníženy koncentrace SO₂ v ovzduší odsířením většiny tepelných elektráren. Širokou plynifikací území našeho státu, nebo postupným inovováním automobilového parku a zaváděním katalyzátorů v automobilech došlo ke zlepšení stavu ovzduší. Podobně došlo ke zlepšení stavu povrchových vod budováním sítě čističek odpadních vod. Řada provozních výjimek pro znečišťovatele životního prostředí (ŽP) byla zrušena.

Ne všechna opatření vedla jen ke zlepšení stavu. Jsme svědky trvalého nárůstu silniční dopravy, který nově způsobuje zvyšování obsahu oxidů dusíku a polévatého prachu v ovzduší.

Současné racionální používání chemických látek v zemědělství vede k postupnému zlepšování kvality podzemních vod a odtud i ke zkvalitnění potravin. Přesto nadále přetrvávají v půdách a podzemních vodách vysoké koncentrace toxických látek (zejména reziduí pesticidů, organických rozpouštědel apod.) jako dědictví minulého režimu.

Přes všechny snahy nemůžeme být se současným stavem ŽP spokojeni. Mnohé škodliviny jsou příčinou zvýšeného výskytu civilizačních chorob (kardiovaskulární choroby, diabetes mellitus, některá onkologická onemocnění a další).

Kvantitativně postihnout negativní vliv některých faktorů životního prostředí na zdraví obyvatel, zejména po našem vstupu do EU je úkolem nově vyžadovaného hodnocení zdravotních rizik.

3.1 Zátěž ovzduší kraje – hlavní složky imisní plošné zátěže

Znečišťování ovzduší je jedním z hlavních problémů v ochraně zdravého životního prostředí v lokálním, regionálním, kontinentálním i globálním měřítku, zaměstnávající odborníky nejrůznějších profesí. Informace o stavu a vývoji znečištění ovzduší mimořádně zajímají širokou veřejnost nejenom u nás.

Problematika ochrany ovzduší se dělí do dvou oblastí: **emisní část** – informace o množství emisí ze zdrojů znečišťování ovzduší, jejich limitování a případné zpoplatnění ve vztahu k překračování zákonem předepsaných emisních limitů a **imisní část** – tj. informace o koncentracích znečišťujících látek v atmosféře, jež mohou být spolehlivým indikátorem možného zdravotního ohrožení lidské populace v zájmovém území nebo ohrožení environmentální stability území poškozením některých jeho složek (zejména flóry). Není třeba zdůrazňovat, že ačkoliv emisní údaje jsou výchozí a určující, informace o imisích zajímají veřejnost více. Jsou totiž názornější díky bezprostřednímu kontaktu lidí s imisemi znečišťujících látek ve venkovním prostředí. Nelze však říci, že jsou vždy o moc lépe srozumitelné laikovi, zvláště když někdy dochází k nadměrně rozsáhlým, příliš podrobným a komplikovaným informačním přehledům, k různým způsobům statistického zpracování a interpretace stejných dat a k používání různých termínů pro tytéž pojmy.

Není to příliš dávno, kdy se sledované znečišťující látky daly počítat na prstech jedné ruky. Pokrok lidské civilizace způsobil nejen růst znečišťování a devastace životního prostředí, ale i neustálé rozšiřování vědomostí o škodlivosti různých látek a tím i rozšiřování nároků na informační systémy o znečišťování ovzduší. Roste množství druhů látek znečišťujících ovzduší, které se sledují. Občas se stává, že omezení emisí jedné znečišťující látky způsobuje vzrůst emisí látky jiné, možná ještě škodlivější. Dnes se seriózně diskutuje zda benzen, nahrazující olovo v benzínu, není pro zdraví lidí ještě nebezpečnější než olovo. Tak dochází ke změnám pohledu na preference ve sledování různých druhů a skupin látek znečišťujících ovzduší.

Roste rovněž počet míst, na nichž se znečištění ovzduší sleduje. V evropském, státním i lokálním měřítku vznikají programy měření a monitorování znečištění ovzduší. Celoevropský program měření EMEP, státní síť Automatizovaného imisního monitoringu (AIM) v České republice i měřicí systémy lokálních stanic a sítí mohou být v péči orgánů

státní správy nebo samosprávy a v poslední době již stále častěji i v péči znečišťovatelů samotných. Jde o manuální či automatizovaná měření základních, ale i některých speciálních škodlivin ať už ve městech, v okolí velkých průmyslových zdrojů či v zemědělských oblastech, jež jsou takto dalším podrobným informačním zdrojem, umožňujícím hodnocení i prognózy vlivu na zátěže ovzduší na zdraví obyvatel žijících v dané lokalitě/oblasti.

Atmosféra je rezervoárem znečišťujících látek, které do ní člověk v souvislosti se svými ekonomickými a jinými aktivitami vypouští. Jejím prostřednictvím se realizují chemické transformace těchto látek a jejich přenos k receptorům. Za normálních podmínek osvědčuje ovzduší svoji obrovskou schopnost rozředit znečišťující příměsi do té míry, že se jejich účinky na první pohled neprojevují a až na výjimky nejsou zvláště citlivě reflektovány.

Radikální obrat v postojích veřejnosti nastává, je-li rozptylovací schopnost atmosféry omezena ve spojitosti s výskytem stagnačních neboli inverzních situací. S výskytem prvních podzimních mlh nastává období, kdy do popředí zájmu lidí vystoupí otázka, co a v jakém množství se vyskytuje ve vzduchu, který dýchají, a jaký to může mít vliv na jejich zdraví.

Občané žádají stále více pohotových a kvalifikovaných informací o stavu čistoty ovzduší a rady, jak se zachovat v případě situací, kdy se úroveň znečištění ovzduší stává kritickou. Rozvíjející se podnikatelská činnost nezřídká vzbuzuje obavy z následků vlivu určité technologie na životní prostředí v okolí. Účinnost krátkodobých i strategicky orientovaných nápravných opatření je podmíněna dostatečnou úrovní znalostí o skutečném stavu znečištění ovzduší, jeho možných zdrojích a o trendech jeho vývoje. Potřebné informace se získávají monitorováním stavu ovzduší, které je nutno provádět pokud možno spojitě na dostatečném počtu reprezentativních stanovišť.

Významnou pozici mezi standardními škodlivinami v ovzduší zaujímá prašnost (TZL – tuhé znečišťu-

jící látky). Polévatý a sedimentace schopný prach je totiž vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem (velký povrch často opatřen elektrickým nábojem) v celé řadě případů ideálním nosičem pro celou řadu speciálních polutantů s vysokým potenciálem rizikovosti. Nejenže prach samotný může být složen z rizikové látky (prvek, sloučenina), ale právě schopnost vysoké míry koncentrovatelnosti dalších polutantů vyskytujících se v ovzduší v aerosolech jako důsledek převážně antropogenní činnosti na jeho povrchu, z něj tvoří často ideální nosič toxicky významných škodlivin.

Prašný aerosol je tak ukazatelem znečištění ovzduší pevnými částicemi, které působí jako aktivní nosič pro nejrůznější částice včetně virů, těžkých kovů, pylů a podobně. Jeho jemná frakce nepřesahující $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ se vdechováním aplikuje přímo do plicních alveol.

Dalšími tzv. základními/standardními imisními škodlivinami jsou plynné polutanty, oxid siřičitý (SO_2), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO) a nerozlišovaná skupina těkavých organických látek plynného charakteru (VOC – volatile organic compounds).

3.1.1 Emise základních škodlivin v Jihomoravském kraji

Vývoj emisí od roku 1980 do roku 2004 je zobrazen na následujícím obrázku 3-1.

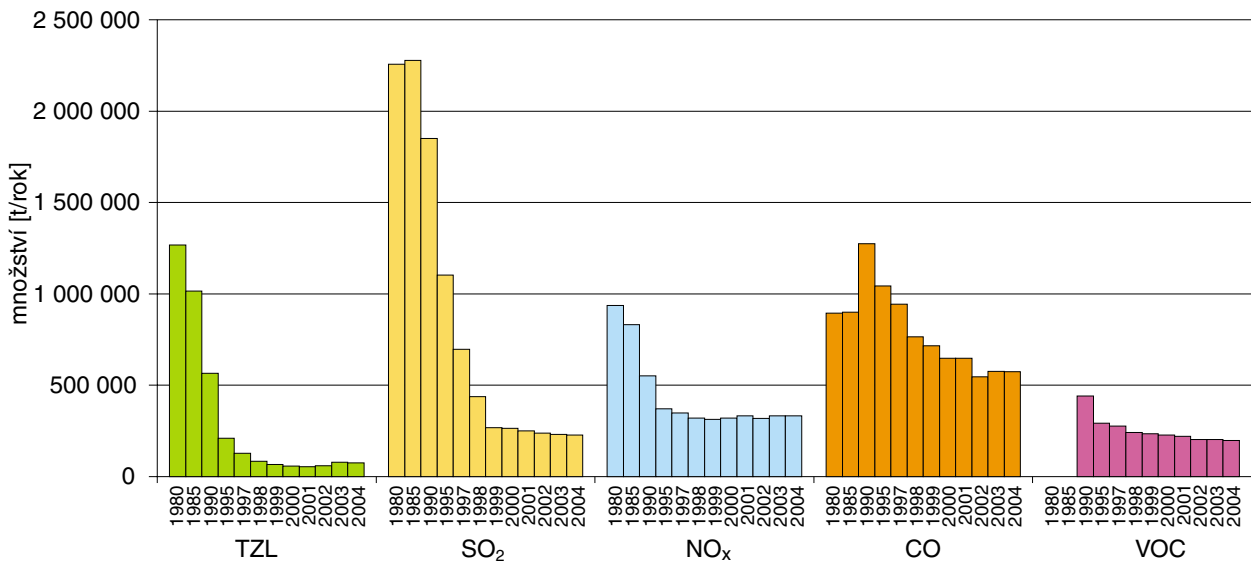
Stav emisí pěti základních škodlivin je uveden v tabulce 3-1. Zde na datech z roku 2004 je zřejmé, jak se Jihomoravský kraj podílí na celkové emisní situaci v České republice. Dále je zde uveden vztah současné emisní situace v Jihomoravském kraji k emisnímu stropu, který musí být splněn v roce 2010. Z tabulky je patrné, že u všech škodlivin, pro které je zákonem stanovený emisní strop, dosahují již nynější emisní hodnoty v kraji vyšších objemů, než bude v roce 2010 přípustné. Procentuální překročení emisního stropu při zachování současného objemu emisní škodliviny je v tabulce 3-1 zvýrazněno tučně.

Tab. 3-1 Porovnání emisí Jihomoravského kraje s emisemi celé ČR a vztah k emisním stropům pro rok 2010

Škodlivina	TZL		SO_2		NO_x		CO		VOC	
	t/rok	%	t/rok	%	t/rok	%	t/rok	%	t/rok	%
Jihomoravský kraj	5 328,2	7,1	4 655,1	2,0	21 352,6	6,5	37 673,9	6,6	19 643,7	9,9
Emisní strop 2010			4 300,0	108,3	18 000,0	118,6			18 300,0	107,3
Česká republika	75 494,9	100,0	227 922,7	100,0	326 128,4	100,0	570 569,2	100,0	197 546,9	100,0

[Zdroj: ČHMÚ]

Obr. 3-1 Vývoj emisí v ČR v letech 1980–2004



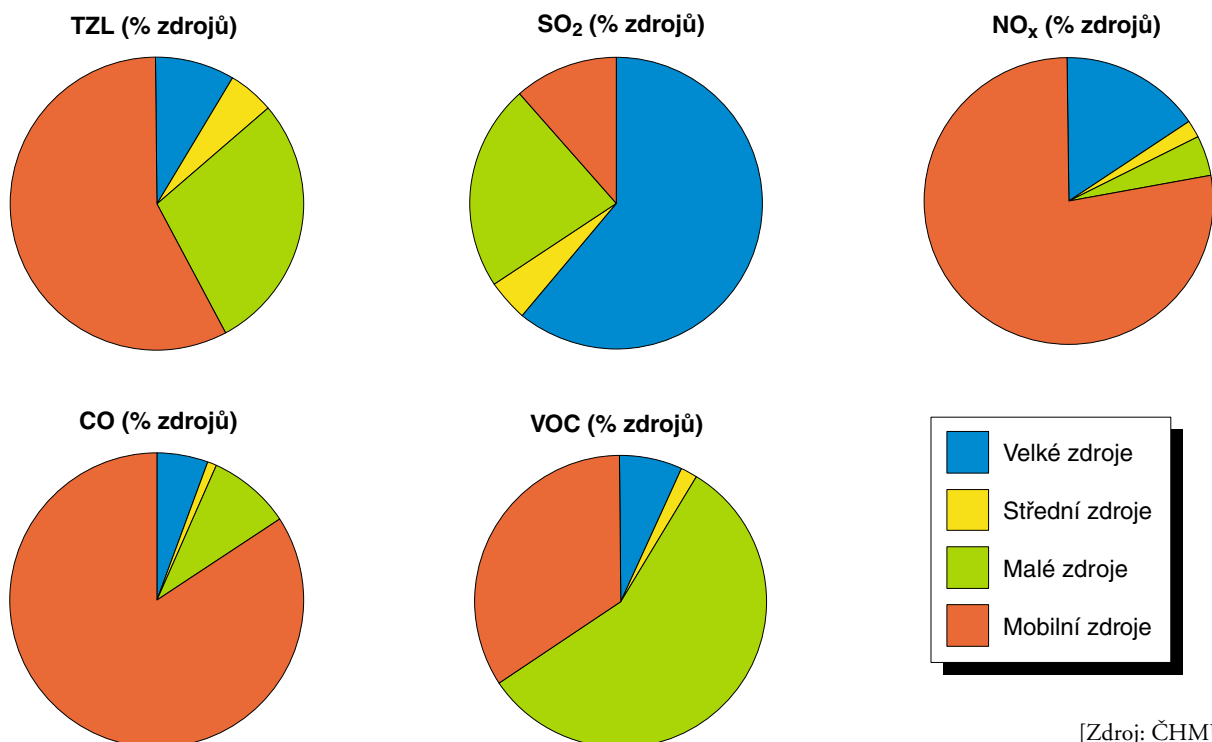
Porovnáme-li počet obyvatel a rozlohu Jihomoravského kraje, je zřejmé, že na území kraje tvořícího 9 % celkové plochy ČR obývaného 10,9 % obyvateli této republiky je tvořeno méně emisí, než by tomu měl nasvědčovat příslušný podíl (2,0–9,9 % emisního podílu).

Jak již bylo v úvodu této kapitoly naznačeno jsou za imisní zátěž ovzduší odpovědné emisní zdroje. Ty se pro účely kategorizace, kontroly a regulace dělí do čtyř kategorií. Na velké zdroje (REZZO 1),

střední zdroje (REZZO 2), malé zdroje (REZZO 3) a mobilní nebo také liniové emisní zdroje (REZZO 4).

V koláčových grafech obr. 3-2 jsou uvedeny relativní podíly jednotlivých emisních zdrojů v produkci imisí standardních škodlivin v Jihomoravském kraji. Z grafů je zřejmé, že hlavním zdrojem TZL – tedy prašnosti – je v Jihomoravském kraji doprava (57,8 %) a na druhém místě jsou malé zdroje – tedy především vytápění domácností (28,4 %). Z grafu vývoje emisí TZL (obr. 3-1) je zřejmé, že až do

Obr. 3-2 Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na celkových emisích Jihomoravského kraje v roce 2004



[Zdroj: ČHMÚ]

roku 2001 emise tuhých znečišťujících látek klesaly, avšak počínaje rokem 2001, kdy se emise velkých a středních zdrojů téměř nezměnily, zaznamenáváme v JmK (a také v celé ČR) plynulý nárůst celkových emisí ze všech zdrojů. To znamená, že prudce rostou emise z malých zdrojů, které se „zásluhou“ zdražování plynu a přechodem lokálních topenišť na méně ušlechtilá paliva téměř zdvojnásobily. Pokud jde o emise z dopravy, ty se dokonce v posledních pěti letech ztrojnásobily.

Nejvýznamnějším zdrojem emisí CO a oxidů dusíku je zcela dominantně doprava. Obrovský nárůst dopravy, včetně kamionové přepravy znamená prakticky 85% podíl v emisích CO a 78% v emisích NO_x a je důvodem k dlouhodobé stagnaci těchto emisí i přesto, že v ČR i v Jihomoravském kraji došlo v posledních deseti letech díky regulaci velkých a středních zdrojů k významnému poklesu emisí na těchto zdrojích.

Významný pokles učinily prakticky pouze emise oxidu siřičitého. Díky pozornosti věnované odsíření velkých zdrojů (tepelných elektráren) byl jejich pokles v celé ČR v letech 1990–2000 markantní. I když i současný podíl velkých energetických zdrojů

tvoří 61 %, jsou imisní koncentrace této škodliviny v Jihomoravském kraji prakticky bez vlivu na zdraví jeho obyvatel.

Spolu s růstem drobných výrobních a nárůstem individuální dopravy se i objem emisí VOC od roku 2000 příliš nemění. Roční produkce téměř 20 000 tun těchto látek, mezi nimiž je například i karcinogenní benzen z dopravy tvoří z těchto emisí potenciální riziko budoucnosti. Malé a mobilní zdroje produkují více než 90 % jejich celkové skladby v kraji (sama doprava 35 %).

3.1.2 Významní znečišťovatelé na území Jihomoravského kraje

Jak již bylo konstatováno, doprava má dominantní roli v produkci TZL (57,8 %), emisí oxidů dusíku (77,5 %) a oxidu uhelnatého (85 %). V produkci těkavých organických sloučenin převažují malé zdroje (56,6 %) a v produkci oxidu siřičitého velké zdroje (61 %).

V následujících tabulkách je uvedeno vždy deset nejvýznamnějších emisních zdrojů jednotlivých základních škodlivin v Jihomoravském kraji včetně množství emisí, které ročně vypouští do ovzduší.

Tab. 3-2 Deset nejvýznamnějších emisních zdrojů jednotlivých základních škodlivin v Jihomoravském kraji a množství emisí ročně vypouštěné do ovzduší [t/rok]

	Zdroj	TZL
1.	ČEZ, a. s., ELEKTRÁRNA HODONÍN	103,1
2.	Českomoravský cement, a. s.	49,6
3.	VETROPACK MORAVIA GLASS, a. s.	35,7
4.	Druhá slévárna Blansko, a. s.	25,9
5.	REMET, spol s r. o.	22,3
6.	CARMEUSE CZECH REPUBLIC, s. r. o.	20,1
7.	Slévárna Zetor, a. s.	19,6
8.	ŠMERAL BRNO, a. s.	17,8
9.	Feramo Metallum International, s. r. o.	16,5
10.	Fosfa, a. s. Břeclav	14,3

	Zdroj	SO ₂
1.	ČEZ, a. s., ELEKTRÁRNA HODONÍN	1 982,5
2.	VETROPACK MORAVIA GLASS, a. s.	154,4
3.	MO ČR – CENTR.KOT.K-1	148,7
4.	Moravskoslezské cukrovary, a. s.	108,3
5.	TYlex Letovice, a. s.	98,8
6.	Teplárny Brno, a. s.	86,5
7.	Saint-Gobain Vertex, a. s.	67,5
8.	Tusculum, a. s.	56,7
9.	MINERVA BOSKOVICE, a. s.	25,3
10.	Českomoravský cement, a. s.	22,7

	Zdroj	NO _x
1.	Českomoravský cement, a. s.	821,2
2.	Transgas, a. s.	451,3
3.	VETROPACK MORAVIA GLASS, a. s.	353,6
4.	Tepelné zásobování Brno, a. s.	273,6
5.	CARMEUSE CZECH REPUBLIC, s. r. o.	272,7
6.	Teplárny Brno, a. s.	235,0
7.	ČEZ, a. s., ELEKTRÁRNA HODONÍN	226,0
8.	SAKO Brno, a. s.	167,8
9.	SKLÁRNÝ MORAVIA, a. s.	71,3
10.	Moravskoslezské cukrovary, a. s.	57,4

	Zdroj	VOC
1.	Gumotex, akciová společnost	388,1
2.	PANBEX, s. r. o.	185,0
3.	MORAVIAPRESS, a. s.	157,8
4.	Moravské naftové doly, a. s.	112,3
5.	ČEZ, a. s.	66,5
6.	CUTISIN, s. r. o.	35,4
7.	Jihomoravská armaturka, spol. s r. o.	33,7
8.	ČKD Blansko Strojírny, a. s.	27,3
9.	FK dřevěné lišty, s. r. o.	24,4
10.	Českomoravský cement, a. s.	16,9

3.1.3 Imisní zátěž Jihomoravského kraje

Z celé řady škodlivin obsažených v ovzduší jsou jako imise standardně monitorovány různé frakce polé-
tavého prachu a prašného spadu, nejčastěji potom ze zdravotního hlediska významná frakce PM₁₀. Dále to jsou základní/standardní plynné škodliviny oxid siřičitý (SO₂), oxidy dusíku (NO_x) včetně zdravotně významného oxidu dusičitého (NO₂) a přízemního ozonu (O₃) a celé řady specifických imisních škodlivin spojených s různou antropogenní, často průmyslovou činností člověka. Mezi nimi to jsou některé toxikologicky významné prvky, zejména arsen (As), kadmium (Cd), olovo (Pb), rtuť (Hg), nikl (Ni) a další.

Speciálními vysoce rizikovými imisními škodlivinami jsou potom též organické látky (VOC) s několika vysoce toxickými zástupci (benzen, chlorované uhlovodíky) a nakonec tak zvané persistentní organické polutanty, jež tvoří skupiny organických látek typu polyaromatických uhlovodíků, polyhalogenovaných difuranů a dioxinů, případně další látky, většinou nejméně podezřelé z karcinogenních vlastností.

Pro nejvýznamnější z nich jsou stanoveny krátkodobé i dlouhodobé legislativní limity jimiž lze popisovat závažnost jejich rizika pro danou oblast ve vztahu k jejich imisní koncentraci pro tuto oblast platnou.

Nejvýznamnějším postupem zjišťování aktuálně platné imisní koncentrace je přímé měření této koncentrace v dané lokalitě/lokalitách. To je však vždy postup nesmírně časově i ekonomicky ná-

ročný. Proto se v posledních letech stále zdokonaluje způsob odhadu imisních krátkodobých i dlouhodobých koncentrací škodlivin pomocí výpočetních modelů. Na tomto principu je založena i současná strategie výpočtu limitních imisních stavů v jednotlivých lokalitách ČR.

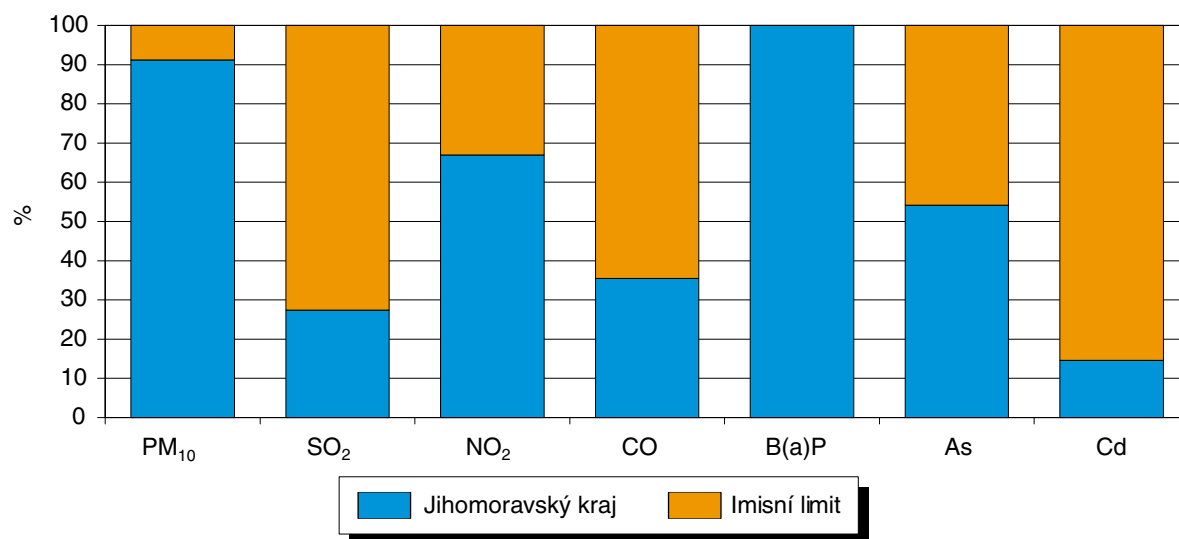
Pomocí těchto modelů spolu s použitím monitoringem měřených imisních koncentrací významných škodlivin můžeme predikovat zdravotní riziko situací imisí zátěže lokalit Jihomoravského kraje, případně zjistit jakou rezervu v dosažení limitní imisní hranice pro danou škodlivinu má ta která oblast kraje.

Pro názornější přehled o tom, která si již nyní Jihomoravský kraj stojí vůči imisním limitům platným v ČR, je uveden obrázek 3-3. V něm je 100 procenty vyjádřena hodnota imisního limitu a modrý sloupec znázorňuje **nejvyšší modelem vypočtenou hodnotu** zjištěnou v Jihomoravském kraji.

Z grafu je zřejmé, že největší problém tkví ve vysokých koncentracích polyaromatických uhlovodíků, jmenovitě jejich karcinogenního zástupce benzo-a-pyrenu (BaP), pro něhož je platný legislativní imisní limit dosažen i překročen v okolí nejvytíženějších liniových zdrojů a dále v některých částech aglomerace Brna a v jeho blízkém okolí. Ve zbytku Jihomoravského kraje je situace podstatně lepší, v jeho jižní části jsou koncentrace BaP v ovzduší jen velmi nízké (viz též obr. 3-15).

Další potenciálně nebezpečnou škodlivinou je polé-
tavý prach, včetně sekundární antropogenní prašnosti. Za nejzávažnější problém z hlediska čistoty

Obr. 3-3 Naplnění imisních limitů v Jihomoravském kraji



[Zdroj: ČHMÚ]

ovzduší je v současnosti považována frakce prašného aerosolu PM₁₀. PM₁₀ znamená, že se jedná o prašné částice do velikosti 10 µm. Právě tato frakce je pro člověka nebezpečná, jelikož se po vdechnutí dostává až do plicních sklípků, kde se usazuje na dlouhou dobu. Tak je reálně možný transport toxikologicky významných částí do tělních tekutin člověka. Dlouhodobé relativně vysoké imisní koncentrace polévatého prachu jsou pro dnešní stav celých oblastí Jihomoravského kraje skutečností a na několika místech kraje je dosaženo 90 % i vyššího naplnění legislativního limitu pro tuto škodlivinu (viz obr. 3-3).

Z praktických důvodů (dostupnost a relativní nenáročnost monitorování vzhledem k jiným škodlivinám) se při vymezování oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší počítá s PM₁₀ jako s velmi důležitým faktorem a podle nyní platné legislativy se stanoví, že pokud je na daném území hodnota průměrné 24-hodinové koncentrace v jednom roce 35krát vyšší než 50 µg.m⁻³, tak toto území spadá do oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší (OZKO).

3.1.4 Zatížení ovzduší v městech Jihomoravského kraje

Významnou imisní škodlivinou, které je věnována mimořádná pozornost i v Jihomoravském kraji, je prašnost (polévatý prach různých frakcí). Ze statistických podkladů můžeme zjistit jaká množství jednotlivých škodlivin jsou produkována různými

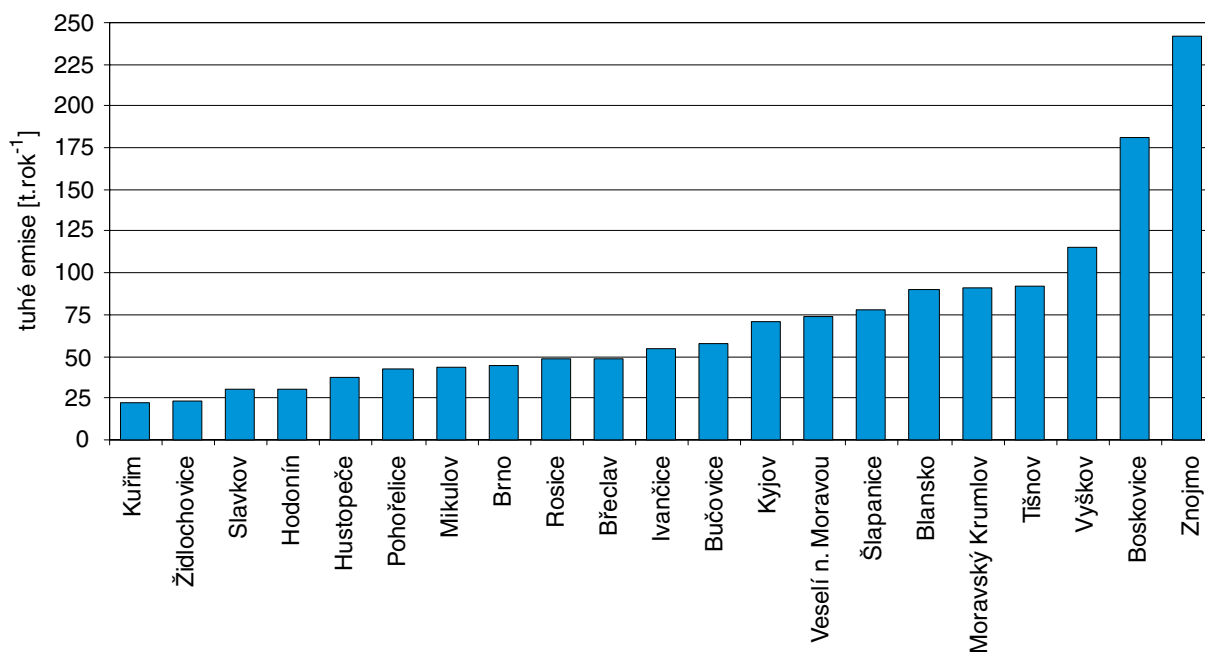
typy emisních zdrojů. Pro prašnost zejména malých měst je významné emisní působení malých zdrojů, statisticky vedených v databázi REZZO 3. Jejich rozložení pro města Jihomoravského kraje je uvedeno na obr. 3-4.

Z tohoto grafu ročních emisí malých zdrojů REZZO 3 vyplývá, že ORP Brno produkuje díky celé řadě opatření na snížení emisí z malých zdrojů na jednoho obyvatele méně emisí než všechny ostatní ORP.

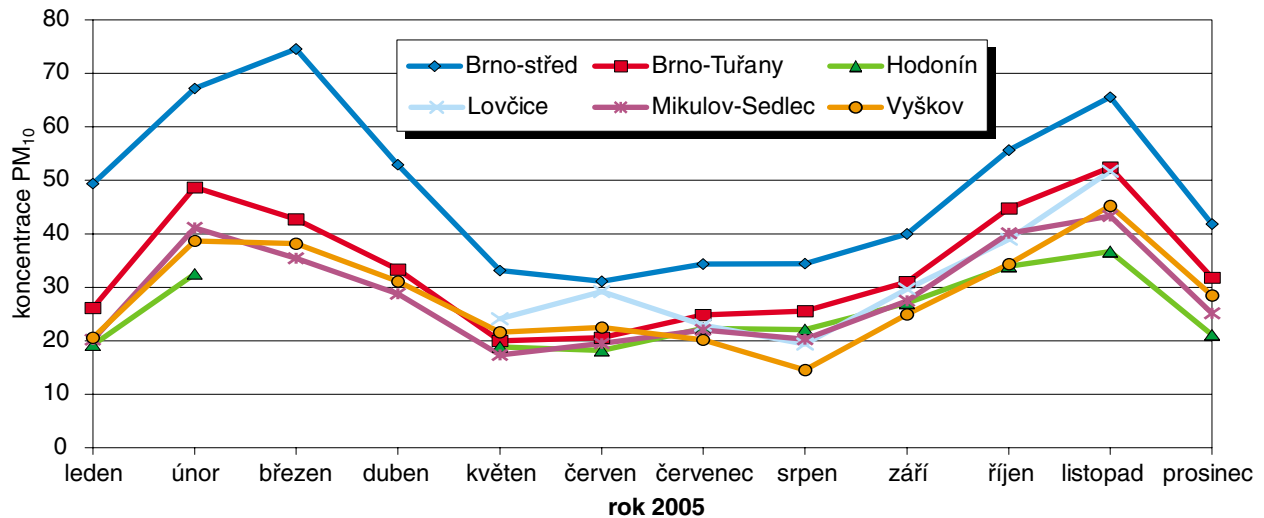
Na obr. 3-5 jsou uvedeny záznamy z monitorování prašnosti PM₁₀ na několika stanicích Jihomoravského kraje. Stanice Brno-střed zastupuje zónu městskou s dopravním zatížením, Hodonín městskou obytnou zástavbu, Brno-Tuřany a Vyškov zastupují obytnou předměstskou zónu, Lovčice venkovskou oblast se zatížením ovzduší ve volné krajině a Mikulov-Sedlec venkovskou oblast se zemědělským zatížením. Z grafu je patrné, že ve všech jmenovaných stanic pouze Brno-střed dosahuje o něco vyšších koncentrací PM₁₀ než všechny ostatní stanice, jejichž hodnoty jsou přibližně stejné. Dále je z grafu zřejmý i standardní roční průběh imisí této škodliviny se dvěma maximy jarním a podzimním, jež jsou poplatny klimatickým a od nich odvislým rozptylovým podmínkám.

První měření kvality ovzduší prováděl na území Jihomoravského kraje již J. G. Mendel, když v druhé polovině 19. století měřil v některých částech Brna množství ozónu. Novodobá historie

Obr. 3-4 Roční produkce tuhých znečišťujících látek z malých zdrojů ve městech Jihomoravského kraje

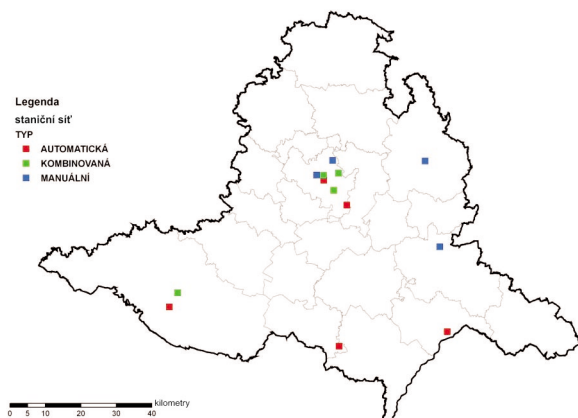


Obr. 3-5 Charakteristický průběh ročních imisí polétavého prachu v některých městech Jihomoravského kraje



měření kvality ovzduší v Jihomoravském kraji se začíná psát v roce 1970, kdy začala měřit manuální síť (MIM) tehdejší hygienické služby a Českého hydrometeorologického ústavu v Brně a od 90. let se začíná rozšiřovat i automatizovaná síť (AIM) poskytující kontinuální data do sítě celé ČR. Aktuální síť stanic imisního monitoringu v Jihomoravském kraji je zobrazena na obrázku 3-6.

Obr. 3-6 Aktuální měřicí síť imisního monitoringu v Jihomoravském kraji

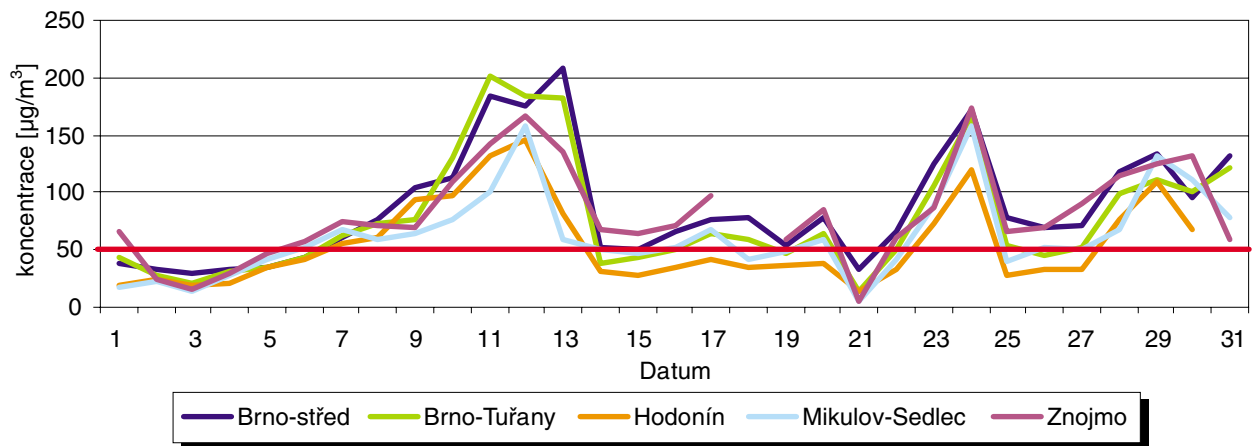


[Zdroj: ČHMÚ]

Jak již bylo uvedeno, hlavním zdrojem prašnosti v Jihomoravském kraji je doprava. Nejedná se však pouze o exhalace ze spalovacího procesu v motoru, ale rovněž o otěry pneumatik, vozovky, brzdových destiček atp. Rovněž malé zdroje přispívají nemalou měrou ke zvýšení koncentrace PM₁₀ v ovzduší.

Zde lze najít paralelu s vývojem ceny plynu. Až do roku 2001 úspěšně pokračovala v Jihomoravském kraji plynofikace. Avšak v roce 2001 došlo k prvnímu většímu zdražení plynu, plynofikace se zbrzdila a naopak se některé domácnosti navrátily ke spalování pevných paliv a často i odpadu. Od roku 2001 rovněž roste množství emisí z malých zdrojů – jak již bylo uvedeno výše. Za nepříznivých klimatických podmínek proto může nastat situace podobná té z ledna roku 2006, kdy byly několikanásobně překračovány imisní limity pro PM₁₀. Nutno ovšem poznamenat, že toto zhoršení situace nelze vůbec srovnávat se situací před rokem 1989, která byla podstatně horší – jak ukazuje vývojový graf uvedený na počátku této kapitoly. Situace denního průběhu imisní koncentrace této škodliviny v době zhoršených rozptylových podmínek ve čtyřech lokalitách Jihomoravského kraje je zobrazena na obrázku 3-7.

Hodnoty krátkodobých koncentrací v několika epizodách výrazně překračují hodnotu denního imisního limitu – 50 µg.m⁻³ a dosahují dokonce hodnot překračujících jeho dvoj až trojnásobek. Signifikantní je také velice podobný okamžitý průběh koncentrací polétavého prachu prakticky ve všech místech monitoringu vzdálených od sebe i více než 50 km. To znamená, že na situaci se podílí v tomto okamžiku zejména dálkové přenosy této škodliviny a okamžité meteorologické poměry v místě měření. Vysoké maximum v několika po sobě následujících dnech kolem 12., 24. a 29. ledna lze považovat za situaci již poměrně silně rizikovou pro obyvatele všech lokalit. Imisní hodnoty toho dne ve všech měřicích místech jsou uvedeny v tabulce 3-3.

Obr. 3-7 Průměrné 24-hodinové koncentrace PM₁₀ v Jihomoravském kraji (leden 2006)Tab. 3-3 Průměrná hodnota PM₁₀ v µg.m⁻³ pro pět monitorovacích míst Jihomoravského kraje 12., 24. a 29. ledna 2006

Stanice	leden průměr	12. ledna	24. ledna	29. ledna
Brno-střed	86,63	175,50	172,08	134,00
Brno-Tuřany	77,38	183,63	166,63	111,71
Hodonín	55,20	145,85	120,63	110,08
Mikulov-Sedlec	62,90	158,33	157,71	132,75
Znojmo	81,28	167,00	173,08	124,25

Zajímavá je nejen časová synchronizace tohoto děje, ale i vysoká podobnost koncentrační. Je tedy zřejmé, že díky aktuálním mikroklimatickým podmínkám, může být zhoršená rozptylová situace určující pro dosažení výsledné imisní koncentrace na rozsáhlém území kraje.

Do ovzduší se však prašnost nedostává pouze z primárních zdrojů REZZO 1–4, ale rovněž jako tzv. sekundární prašnost. Zde se jedná především o re-emisi, tedy vznik nových částic z biogenních prekurzorů a větrnou erozí. Pro některé typy částic (zejména malé částice s efektivním průměrem 2–10 µm) tvoří tato sekundární prašnost významný podíl, jenž může převyšovat 50–70 % celkové koncentrace příslušné prachové frakce.

Re-emisí se rozumí např. zvíření již sedimentovaného prachu, který se tak znovu dostane do ovzduší a stává se pro člověka nebezpečným. Velmi dobrým příkladem může být nesklizený posypový materiál na cestách po zimě apod. Z tohoto důvodu je velmi důležité dostatečně často zkrápět a čistit vozovky zejména ve velkých městech, kde je sekundární prašností exponována velká skupina obyvatel.

Jiný je případ, když nové částice vznikají v těsné souvislosti se vzrůstem koncentrace NO₂, SO₂,

popř. jiných plyných polutantů, často antropogenního původu. Tuto situaci lze od předchozí poměrně snadno odlišit, neboť netrvá zpravidla příliš dlouho.

3.1.5 Zdravotní rizika imisní expozice obyvatel Jihomoravského kraje

3.1.5.1 Zdravotní rizika expozice oxidem dusičitým (NO₂) a polévatým prachem frakce PM₁₀ v některých obcích Jihomoravského kraje

Polévatý prach PM₁₀

Měření koncentrace polévatého prachu je z hygienického hlediska významným prvkem definujícím úroveň rizika imisní zátěže sledované lokality. Z hlediska rizikovitosti jsou nejnebezpečnější částice jehlicovitého tvaru, které mohou mechanicky poškozovat buňky epitelu.

Pro zpřesnění expozice se prašné částice dělí na TSP (Total Suspended Particle) – celkový prach (prakticky však jde o částice frakce PM₂₀, tj. do 20 µm), PM₁₀ a PM_{2,5}. Částice menší než 0,01 µm se postupným zmenšováním jejich velikosti, a tedy i jejich hmotnosti, začínají chovat jako plynné molekuly. Postupně klesá jejich retence v plicích a zvláště

částice menší než 0,002 μm jsou již z velké části zpětně vydechovány. Poškození zdraví způsobují částice polévatého prachu mechanickým a toxickým efektem, jsou však i důležitou vstupní branou pro sekundární infekci.

Oxid dusičitý NO_2

Oxid dusičitý je nejrizikovější sloučeninou z celé skupiny oxidů dusíku. Jeho hlavním zdrojem je primárně provoz motorových vozidel, druhotně vzniká z ostatních oxidů dusíku produkovaných při energetickém spalování fosilních paliv a v malých domácích topeništích.

Oxidy dusíku jsou prekurzory pro vznik přízemního ozónu, který se tvoří nepřímo účinkem slunečního záření a v přítomnosti těkavých organických látek (VOC). Těmito chemickými reakcemi tak vzniká letní fotochemický smog. Podobně jako částice PM_{10} vede zvýšená koncentrace oxidů dusíku v dýchaném vzduchu k snížení funkce epitelu plicních alveolů a odtud k poklesu obranyschopnosti organismu. Důležitější je krátkodobá vysoká koncentrace NO_2 než dlouhodobé působení nízkých koncentrací. Rizikovou skupinou jsou zejména děti, astmatici a obecně lidé se sníženou imunitou.

Oxid dusičitý spolu s polévatým prachem PM_{10} působí jak toxicky na respirační a kardiovaskulární systém člověka, tak i bezprahově jako jeden z potenciálních faktorů karcinogeneze.

Kvantitativní hodnocení zdravotních rizik z imisního zatížení obyvatel standardními škodlivinami typu PM_{10} a NO_2 (resp. TSP/ PM_x , NO_x , SO_2 , CO a O_3) vychází z výsledků epidemiologických

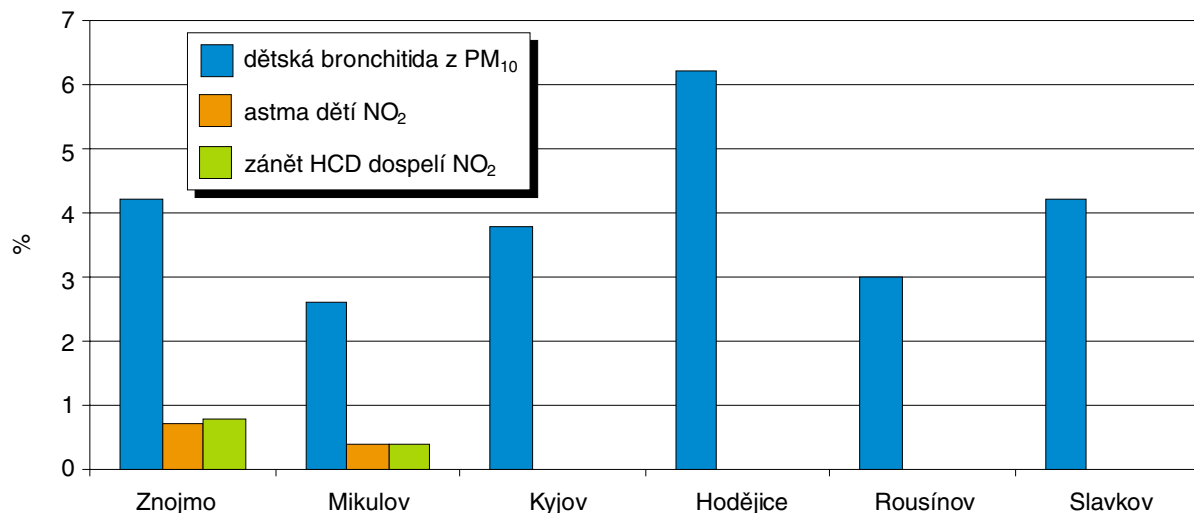
studií. Zdravotní riziko je vyjádřeno jako poměr pravděpodobnosti exponovaných osob v populaci s příslušnými zdravotními příznaky (v důsledku působení definované škodliviny) k počtu osob neexponovaných s týmiž příznaky.

Jedná se tudíž o relativní hodnotu, která nás informuje, kolikrát se zvýší pravděpodobný počet případů při krátkodobé nebo dlouhodobé expozici příslušnou standardní škodlivinou ve srovnání s populací, která teoreticky není dané škodlivině vystavena. Známe-li toto relativní riziko a příslušnou imisní koncentrací, kterou je obyvatelstvo nějakého města, obce exponováno, můžeme poměrně jednoduše vypočítat podíl exponované populace, která je postižena příslušným zdravotním symptomem pouze vlivem této škodliviny. Můžeme také z těchto údajů odhadnout kolika procenty se táž škodlivina (její imisní koncentrace) podílí na celkovém počtu onemocnění sledované diagnózy. Tuto hodnotu nazýváme atributivní podíl.

Jako kritérium pro vyjádření zdravotního rizika z dlouhodobé expozice polévatým prachem obvykle hodnotíme vliv imisí PM_{10} na projevy bronchitidy dětské populace. Odhad zdravotního rizika dlouhodobé expozice oxidem dusičitým NO_2 můžeme popsat nárůstem astmatu u dětí, resp. zánětu horních cest dýchacích u dospělých.

Obrázek 3-8 dokumentuje procentický nárůst (nárůst prevalence) onemocnění vlivem dlouhodobé expozice obyvatel Znojma, Mikulova, Kyjova, Hodějic, Rousínova a Slavkova působením polévatého prachu, resp. NO_2 s monitorovanou imisní koncentrací v těchto lokalitách.

Obr. 3-8 Nárůst prevalence chorob respiračního systému v důsledku expozice polévatým prachem PM_{10} a NO_2 pro vybraná jihomoravská města a obce



Z tohoto obrázku je zřejmé, že například přibližně 4 % dětí z celkové dětské populace Znojma může v důsledku expozice imisemi polévatého prachu s jeho průměrnou roční koncentrací PM_{10} $34,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ onemocnět bronchitidou a 0,7 % téže dětské populace může být zasaženo astmatem vlivem průměrné roční koncentrace NO_2 $19,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, což jsou koncentrace průměrně v této lokalitě monitorované stanicí AIM. Zánětem horních cest dýchacích vlivem této koncentrace může být zasaženo 0,8 % dospělých obyvatel Znojma.

Podobně můžeme tyto prevalence odhadnout i pro ostatní města a obce kraje (u nichž máme k dispozici dlouhodobě měřené/monitorované imisní koncentrace příslušné škodliviny).

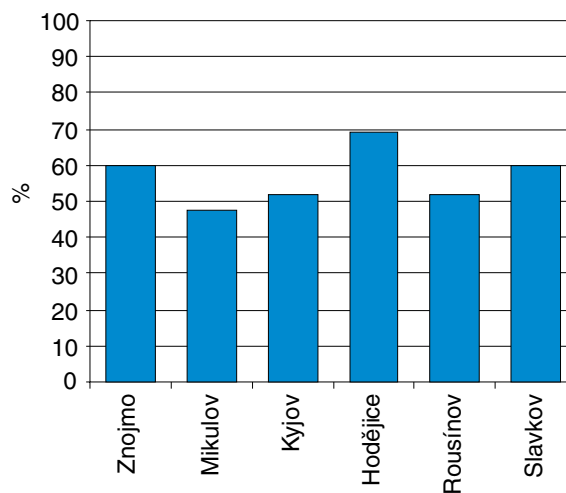
Míru zdravotního rizika z expozice imisní škodlivinou lze též vyjádřit jako atributivní podíl, který určuje jakým procentem přispívá prašnost k celkovému počtu případů onemocnění na příslušnou diagnózu. V případě dětské bronchitidy v obcích, v nichž studie Zdravotního ústavu v roce 2005 proběhla, to jsou hodnoty ležící v mezích 50–70 %. Například v obci Hodějice, okr. Vyškov, kde prašnost překročila zákonem definovanou limitní roční koncentrací PM_{10} $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (NV 429/2005 Sb.), je téměř 70 % nových příznaků dětské bronchitidy způsobeno prašností s průměrnou roční koncentrací $45 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro srovnání, ve městě Rousínově, s podlimitní roční koncentrací ($27,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} PM_{10}$), je tento atributivní podíl cca 50 %.

Na základě těchto dat lze vyslovit závěr, že prašnost i v malých obcích přispívá nemalým podílem k nárůstu především respiračních onemocnění, které se zejména v dětské populaci mohou posléze manifestovat v příznacích dětské bronchitidy.

Dále z těchto odhadů rizik plyne jedno důležité poučení. Odborníci zabývající se hodnocením zdravotních rizik se v posledních letech stále více přiklánějí k názoru, že zdravotní rizika tzv. standardních imisních škodlivin jsou vázána na podstatně nižší koncentrace těchto škodlivin, než se doposud soudilo. Tedy jejich epidemiologické hodnocení je spojováno s koncentracemi na úrovni jednotek mikrogramů v metru krychlovém vzduchu. Z toho pak plyne, že ani dodržení nyní platného imisního limitu pro roční koncentrace škodlivin typu PM_{10} , NO_2 , či SO_2 není zcela bez rizika. Mělo by být tudíž v zájmu měst a obcí snížit koncentraci těchto škodlivin na co nejmenší možnou míru. Zatímco trvalé snížení imisí oxidu dusičitého jenž pochází z poněvíc z dopravy a oxidu siřičitého, pocházející z energetických procesů lze jen obtížně regulovat,

může být snížení prašnosti pocházející až ze tří čtvrtin z tak zvané sekundární prašnosti, zcela v moci organizačních úklidových a dalších ekologických opatření odpovědných orgánů samosprávy obce.

Obr. 3-9 Odhad atributivního podílu na nemocnosti dětskou bronchitidou vlivem expozice polévatým prachem PM_{10}



3.1.5.2 Zdravotní rizika z expozice arsenem, kadmíem, niklem a olovem v prachu některých obcí a lokalit Jihomoravského kraje

Pro ilustrativní hodnocení zdravotních rizik anorganickými imisními škodlivinami, byly vybrány čtyři toxikologicky významné prvky – As, Cd, Ni a Pb, jejichž přítomnost v ovzduší je natolik významná, že byly nebo jsou pro ně definovány legislativní imisní limity.

Chronická inhalační rizika

Nejvíce nebezpečná jsou chronická inhalační rizika toxicky významných škodlivin, jež inhaluje obyvatel příslušné lokality spolu s dýchaným vzduchem. Jejich nebezpečí spočívá v tom, že je-li koncentrace například některých toxicky významných prvků jako je arsen nebo olovo, či nikl v ovzduší dlouhodobě přítomna i v relativně nízké koncentraci, její stabilní inhalace může dlouhodobě poškodit některý z cílových orgánů nebo systémů životně důležitých pro člověka.

Další negativní význam rizika inhalační expozice si musíme uvědomit v tom, že zatímco požitaviny nebo nápoje můžeme volit s ohledem na jejich

„čistotu“, je expozice škodlivin ovzduším dějem, který člověk jako obyvatel města či obce není příliš schopen individuálně ovlivnit. V průměru počítáme, že dospělý člověk ventiluje za den (při střední námaze) 20 m³ vzduchu. Je-li koncentrace škodliviny v 1 m³ pouze 0,05 µg, je za jeden den expoziční dávka téměř 1 µg.

Odhad chronického systémového rizika vybraných měst a obcí Jihomoravského kraje byl zacílen na toxické kovy, tvořící součást polévatého prachu, které mohou poškodit organismus při jejich dlouhodobé expozici.

Zdravotní rizika z chronické expozice těžkým kovům byla vyhodnocena na základě měření uskutečněného v letech 2004 a 2005 v lokalitách některých velkých, středních městech a malých obcích v okolí

Brna. Koncentrace toxických prvků byly identifikovány spolu s monitorováním prašnosti PM₁₀ v příslušné lokalitě. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách a grafech.

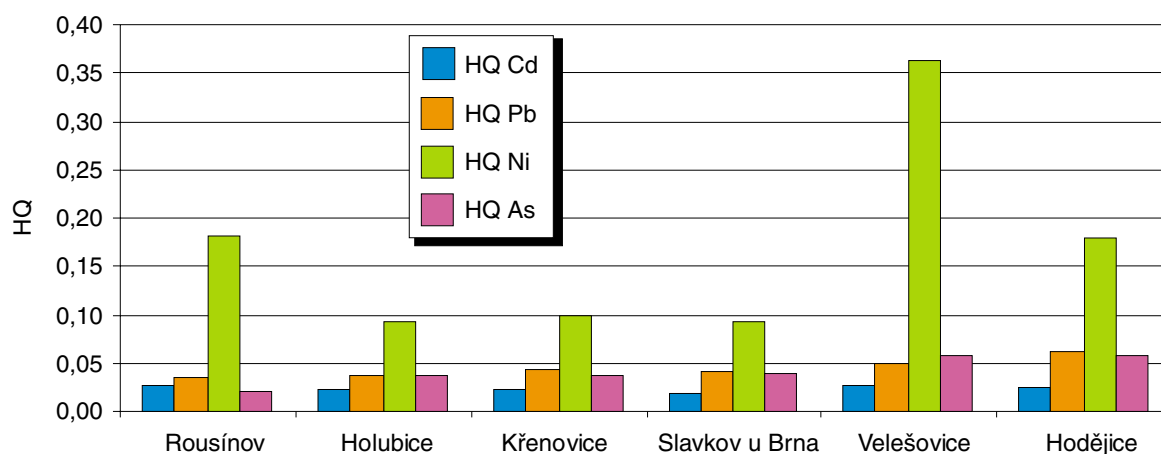
Z imisních koncentrací vypočítáme koeficient nebezpečnosti příslušné škodliviny HQ a jejich součet pro shodné působení na cílové orgány nebo systémy člověka je definován indexem nebezpečnosti (rizika) pro člověka (HI). Tyto údaje jsou pro soubor sídel Jihomoravského kraje uvedeny v obrázcích 3-10 a 3-11.

Oba koeficienty mohou nabývat hodnot různých od nuly, přičemž hodnota 1 je stanovena experty jako hodnota při níž lze očekávat vážné až nevratné poškození příslušného orgánu nebo systému exponovaného člověka.

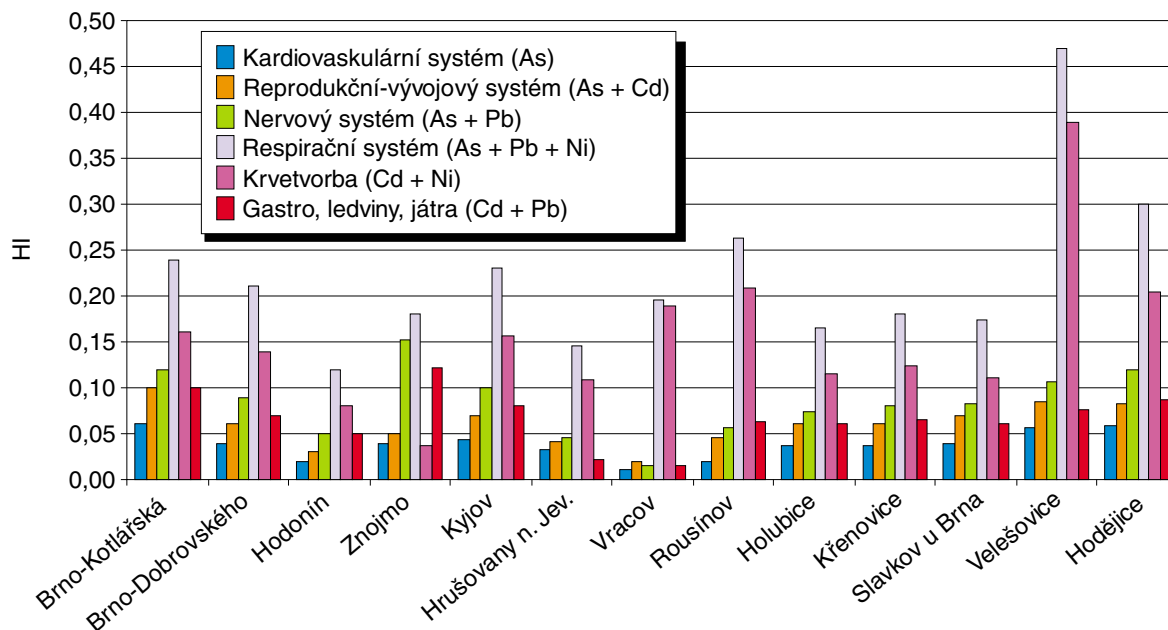
Tab. 3-4 Průměrné roční imisní koncentrace některých toxických prvků ve vybraných městech a obcích Jihomoravského kraje

Lokalita	Cd (ng.m ⁻³)	Pb (ng.m ⁻³)	Ni (ng.m ⁻³)	As (ng.m ⁻³)	PM ₁₀ (ng.m ⁻³)
Brno-Kotlářská	0,8	30,3	6,2	1,7	50,5
Brno-Dobrovského	0,4	25,2	6,1	1,2	34,2
Hodonín	0,3	15,4	3,4	0,6	25,5
Znojmo-Kuchařovice	0,2	12,3	1,4	1,2	29,1
Kyjov	0,5	28,2	6,4	1,3	39,6
Hrušovany nad Jevišovkou	0,3	6,0	5,0	1,0	25,0
Vracov	0,3	3,0	9,0	0,3	19,4
Rousínov	0,5	18,0	9,1	1,0	27,9
Holubice	0,5	18,3	4,6	1,1	31,8
Křenovice	0,5	21,3	5,0	1,1	31,6
Slavkov u Brna	0,4	20,9	4,6	1,2	34,9
Velešovice	0,6	25,1	18,1	1,7	38,7
Hodějice	0,5	31,2	9,0	1,7	45,0

Obr. 3-10 Hodnoty HQ z ročních imisních koncentrací jednotlivých kovů pro vybraná města a obce Jihomoravského kraje



Obr. 3-11 Index nebezpečnosti (HI) pro inhalační chronické systémové riziko z expozice toxickým kovem ve vybraných jihomoravských městech a obcích



Z obou uvedených grafů je zřejmých několik závěrů:

1. Zdravotní rizika z expozice těchto čtyř toxických prvků jsou prakticky velice podobná v malých obcích i městech.
2. Dominantním je dílčí riziko expozice niklem, jež například v malých obcích Velešovice, Hodějčice nebo Rousínov dosahuje HQ 0,2–0,4. Tento stav se podílí na relativně již značných rizicích pro krevní systém, případně respiračních potíží v některých obcích (HI 0,47 Velešovice).
3. Hodnocená rizika těchto tří prvků jsou významná v jejich působení na respirační systém (HI v mezích cca 0,2–0,5) prakticky pro všechny měřené lokality.

Nicméně i přes tyto vyšší hodnoty indexu nebezpečnosti HI rizika stále nepřesahují hraniční hodnotu akceptovatelnosti rovnu 1. Výsledná rizika (HI) pro kardiovaskulární, reprodukční a intestinální systém jsou pro expozici těchto čtyř prvků prakticky zanedbatelná.

Takto vypočítané inhalační riziko je však třeba posuzovat opatrně. Je totiž zřejmé, že zejména pro ohrožení respiračního systému (dýchací obtíže, astma a chronická obstrukční nemoc plicní) zanedbatelnou roli budou i nadále hrát imisní koncentrace polévatého prachu jako takového ve spojitosti s koncentracemi oxidů dusíku a v případě podzimních a zimních měsíců v lokalitách malých obcí i stále se zvyšující koncentrace imisí oxidu

siřičitého. Dále musíme předpokládat, že polévatý prach jako nosič anorganických i organických polutantů s sebou nese i další námi neidentifikované polutanty, jejichž dílčí riziko by se mělo k výsledné hodnotě HI také připočíst.

Z tohoto pohledu jsou hodnoty HI dosahující již přibližně poloviny bezpečné expozice zcela jistě varovné.

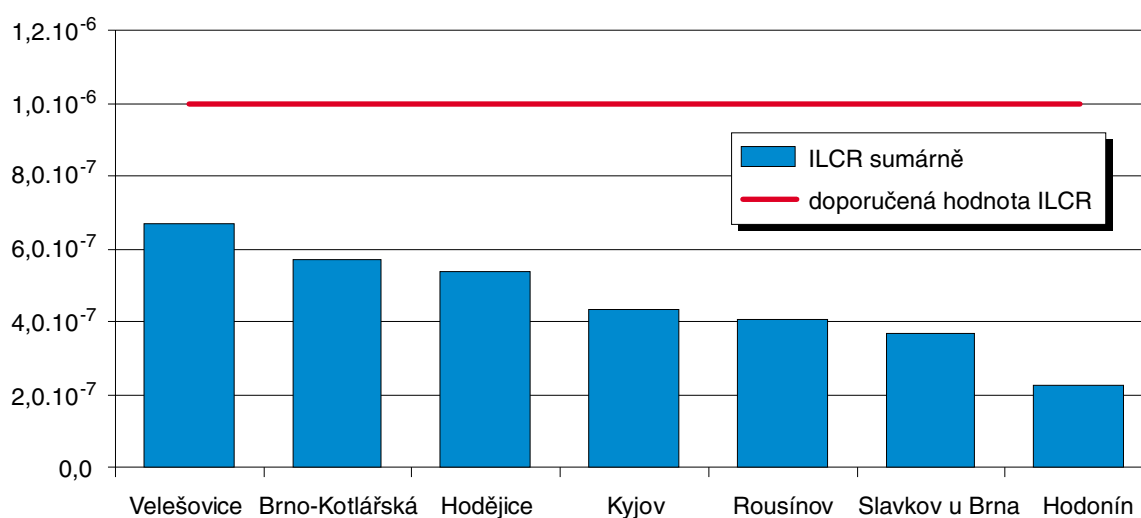
Karcinogenní rizika

Kromě systémového rizika jsou i některé z hodnocených prvků prokázané nebo alespoň podezřelé karcinogeny. Karcinogenní působení je označováno jako bezprahové, tzn. že škodlivý účinek se může projevit již v jakýchkoliv dávkách odlišných od nuly a při hodnocení jejich rizika se vychází z představy lineárního vztahu mezi dávkou a účinkem. Výpočet, který je tímto postupem stanoven, vyjadřuje maximální riziko, za předpokladu celoživotní expozice sledované látky.

Ze znalosti LADD (celoživotní denní příjem škodliviny), vypočteného z její průměrné roční koncentrace za použití definovaného expozičního scénáře, můžeme vyjádřit celoživotní expoziční riziko jednotlivce ILCR.

Riziko vypočítané pomocí tohoto vztahu se považuje za teoretické zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění nad všeobecný průměr

Obr. 3-12 Individuální karcinogenní riziko pro vybraná jihomoravská města a obce



v populaci. Reálné riziko je pravděpodobně vždy nižší. Jako přijatelná míra karcinogenního rizika se při hodnocení regionálních vlivů, tj. v oblasti nad 100–10 000 exponovaných obyvatel udává hodnota ILCR 1×10^{-6} , což lze interpretovat jako pravděpodobnost vzniku zhoubného onemocnění vlivem škodliviny nad přirozený výskyt u jednoho člověka z milionu celoživotně exponovaných příslušnou imisní koncentrací škodliviny.

Karcinogenní rizika z chronické expozice těžkým kovům As, Pb, Ni a Cd byla vypočtena na základě měření Zdravotního ústavu uskutečněná v letech 2004 a 2005.

Z obrázku 3-12 je zřejmé, že karcinogenní rizika z expozice toxickým kovům jsou pro všechna monitorovaná města a obce nižší než je WHO doporučená hodnota $1,0 \cdot 10^{-6}$.

Vzhledem k tomu, že i pro výpočet karcinogenního rizika jsme použili identifikované koncentrace výše uvedených toxických prvků, je i pravděpodobnost karcinogenního rizika v malé obci Velešovice vyšší (díky vysoké koncentraci imisí niklu) než v okolí jinak vysoce zatížené křižovatky Brno–Kotlářská.

Je ovšem zřejmé, že například právě v okolí této rušné křižovatky jsou identifikovatelné imise dalších karcinogenů, jako např. benzen a benzo(a)pyren z dopravy a tak i úhrnné riziko této lokality bude podstatně vyšší. Tyto výpočty nám však názorně ukazují, že nejsou v kraji malá města, která by nebyla zatížena určitou, dokonce značnou mírou rizika pocházejícího z imisí toxikologicky významných škodlivin vázaných na poléťavý prach.

3.1.6 Monitorování zátěže ovzduší v Jihomoravském kraji

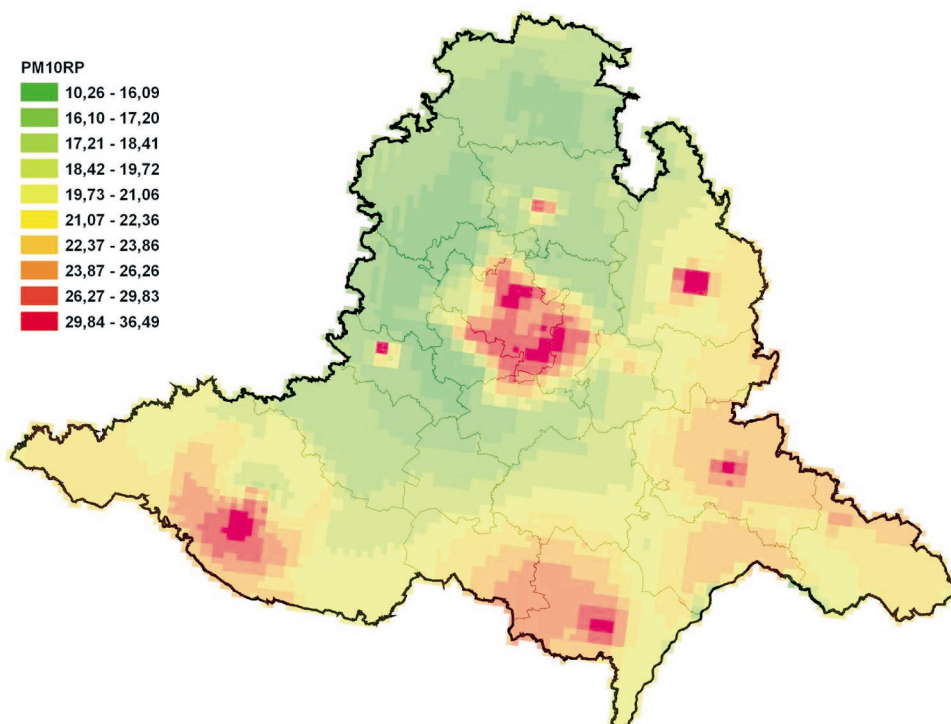
V ČR se vydává každoročně ročenka s veškerými daty o znečištění ovzduší. Součástí jsou rovněž mapy znečištění, které představují matematický model znečištění ovzduší ČR pro jednotlivé polutanty založený na výsledcích měření v jednotlivých lokalitách. Pro model by mělo platit, že v místě měření je hodnota modelu přibližně rovna hodnotě měření. Pro některé z významných imisních škodlivin jsou níže uvedeny mapy Jihomoravského kraje s barevně vyznačenými plochami jež znamenají vždy určité rozpětí imisních koncentrací v dané lokalitě ohraničené stejnou sytostí barvy. Model ročních průměrů jednotlivých škodlivin je na obrázcích 3-13 až 3-16.

Z těchto mapových zobrazení rozložení imisních koncentrací v kraji je patrné, že např. vyšší koncentrace PM_{10} (prašnosti) se vyskytují pouze ve větších městech. Zvýšené koncentrace oxidu dusičitého, benzenu a benzo(a)pyrenu pak lemují rušné liniové zdroje (dálnice, hlavní tahy, větší města s vyšší dopravní zátěží).

K těmto modelům je nutno poznamenat, že červená barva v modelu neznámá nutně nadlimitně zhoršenou kvalitu ovzduší – barevné rozlišení slouží pouze k odstupňování koncentrace škodlivin v ovzduší.

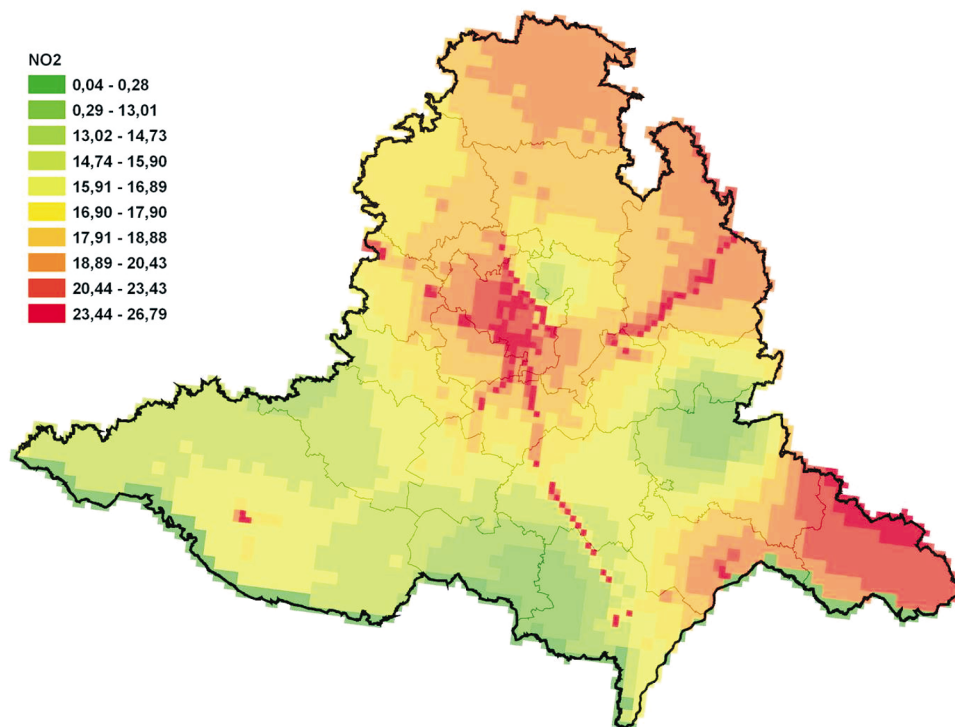
Odhad procentického naplnění roční limitní imisní koncentrace v Jihomoravském kraji (vždy pro oblast/město/lokalitu) s nejvyšší modelem vyjádřenou koncentrací, je uveden rovněž na obr. 3-3. „Naplnění imisních limitů v Jihomoravském kraji“.

Obr. 3-13 Imisní model Jihomoravského kraje, rok 2004. Průměrná roční koncentrace PM₁₀ v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



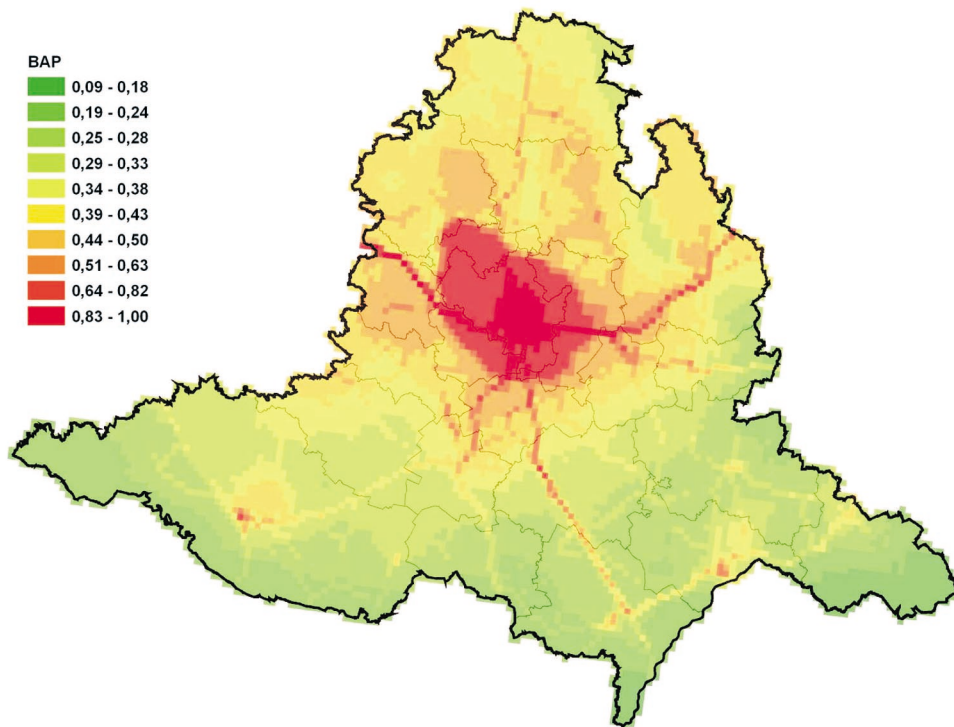
[Zdroj: ČHMÚ]

Obr. 3-14 Průměrná roční koncentrace NO₂ v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



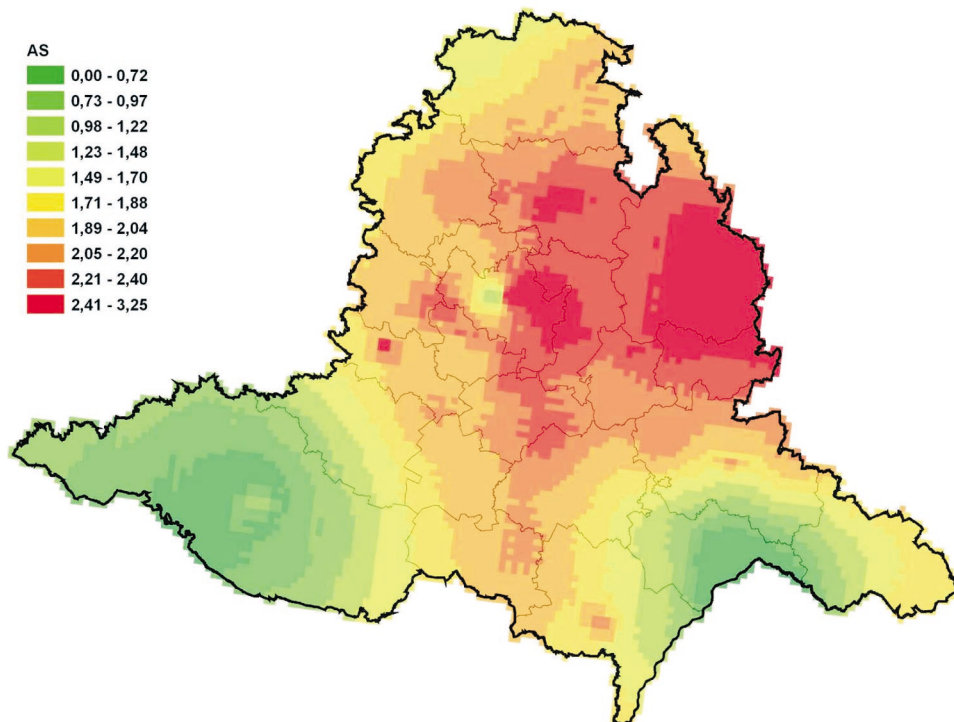
[Zdroj: ČHMÚ]

Obr. 3-15 Průměrná roční koncentrace benzo-a-pyrenu v ng.m^{-3}



[Zdroj: ČHMÚ]

Obr. 3-16 Průměrná roční koncentrace arsenu v ng.m^{-3}



[Zdroj: ČHMÚ]

3.1.7 Bioindikace úrovní koncentrací atmosférického spadu některých toxických prvků

Oddělení Biomonitoringu Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví (VÚKOZ) v Průhonicích v rámci mezinárodního programu ICP-Vegetation (OSN/EHK) provádí v 5letých intervalech na území ČR bioindikaci aktuálních úrovní atmosférických spadů vybraných 35 prvků pomocí analýzy mechu na zhruba 250 místech rozmístěných v síti zhruba 15 × 15 km. Monitorované plochy jsou umístěny mimo intravilánů sídel, vzdáleny min. 300–500 m od pozemních komunikací i mimo lokální individuální topeniště (malé obce, samoty). Výsledkem monitoringu jsou níže prezentované mapy, které vyhodnocují depozice atmosférou přenášených prachových částic s příslušnými prvky. V prezentovaných izoliniových mapách jsou koncentrace prvků v mechu mimo měřicí body lineárně interpolovány.

Na obrázku 3-17 jsou uvedeny souhrnné zátěže území ČR sledovanými prvky. Z něho je patrné, že v ČR existují oblasti se zvýšenou depozicí některých skupin prvků, jejichž původ lze charakte-

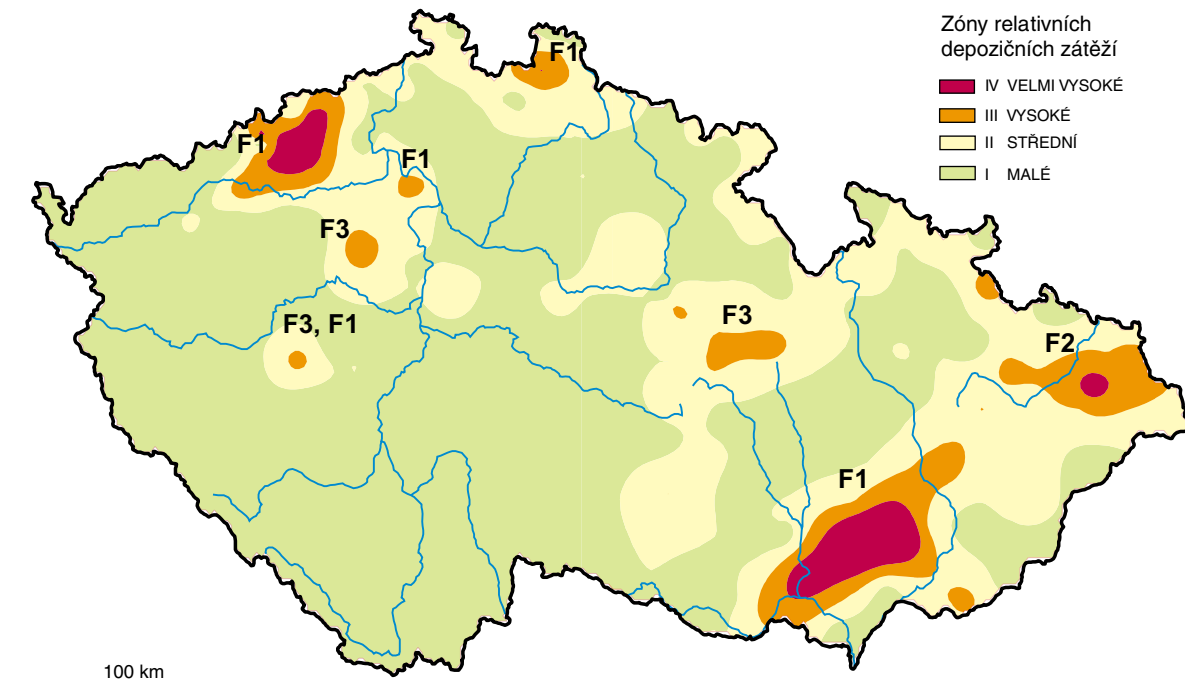
rizovat ve třech hlavních typech zdrojů znečišťování ovzduší:

- F1 – prvky půdních pokryvů distribuované větrnou erozí
- F2 – emise železné metalurgie
- F3 – prvky neželezné metalurgie

Vzhledem k monitoringem signalizované významné zátěži na jižní Moravě, byl v lokalitě mezi Brnem a Břeclaví a Kroměříží a Hrušovany n. J. prováděn v letech 2002 a 2003 podrobný biomonitoring spadu vybraných 36 prvků pomocí analýzy mechu odebíraného na přibližně 50 monitorovacích plochách rozmístěných ve čtvercové síti. Z tohoto monitoringu bylo konstatováno, že ovzduší jižní Moravy je poměrně silně zatěžováno celou řadou prvků, přičemž za jejich dva hlavní zdroje je třeba považovat větrnou erozi (kumulace Al, Be, Fe, většina lanthanoidů, Th, U, V) a prvky uváděné do koloběhu v místech geochemického obohacení lokality (Co, Fe, Hg, Cu).

Pro názornou ukázkou monitorování míry zdravotního rizika z těchto přírodních procesů byly vybrány dva potenciálně silně rizikové prvky beryllium (Be) a rtuť (Hg).

Obr. 3-17 Relativní významnost depozičních zátěží bioty sledovanými 35 prvky, stav r. 2000



3.1.7.1 Beryllium (Be), výskyt v ŽP, emisní zdroje a zdravotní rizika

Beryllium (Be) je relativně vzácný prvek zastoupený v zemské kůře v koncentraci 2,8–5,0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Naše vyvřelé horniny obsahují Be v množství 0,5–5,0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Obsah Be v uhlí se pohybuje nejčastěji v rozmezí 0,3–0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, ale elektrárenské popílků ho obsahují 10–30 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Nejvíce Be obsahuje uhlí ze Sokolovska.

Pro zemědělské půdy ČR se udává obsah Be v průměru kolem 0,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v okolí tepelných elektráren však až kolem 50 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Koncentrace Be v ovzduší se pohybují mezi 0,02–0,04, v průmyslových městech až 0,33 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Be není esenciálním prvkem pro žádné organismy na Zemi a přirozený obsah Be v rostlinách se udává v širokém rozmezí 0,001–0,400 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Akutní otrava beryliem postihuje dýchací cesty a kůži. Toxikologická data jež jsou k dispozici však naznačují, že orální toxicita Be je celkem nízká. Hodnota přijatelné denní dávky bez toxického efektu byly stanoveny na 0,005 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$. Chronické riziko se manifestuje jako berylióza. Kritická je její dlouhá latence, tedy doba od expo-

zice do vypuknutí choroby. Onemocnění postihuje především plíce, dobře jsou však popsány i podráždění pokožky a sliznic, poškozování ledvin, poruchy činnosti srdce, pomalé hojení ran.

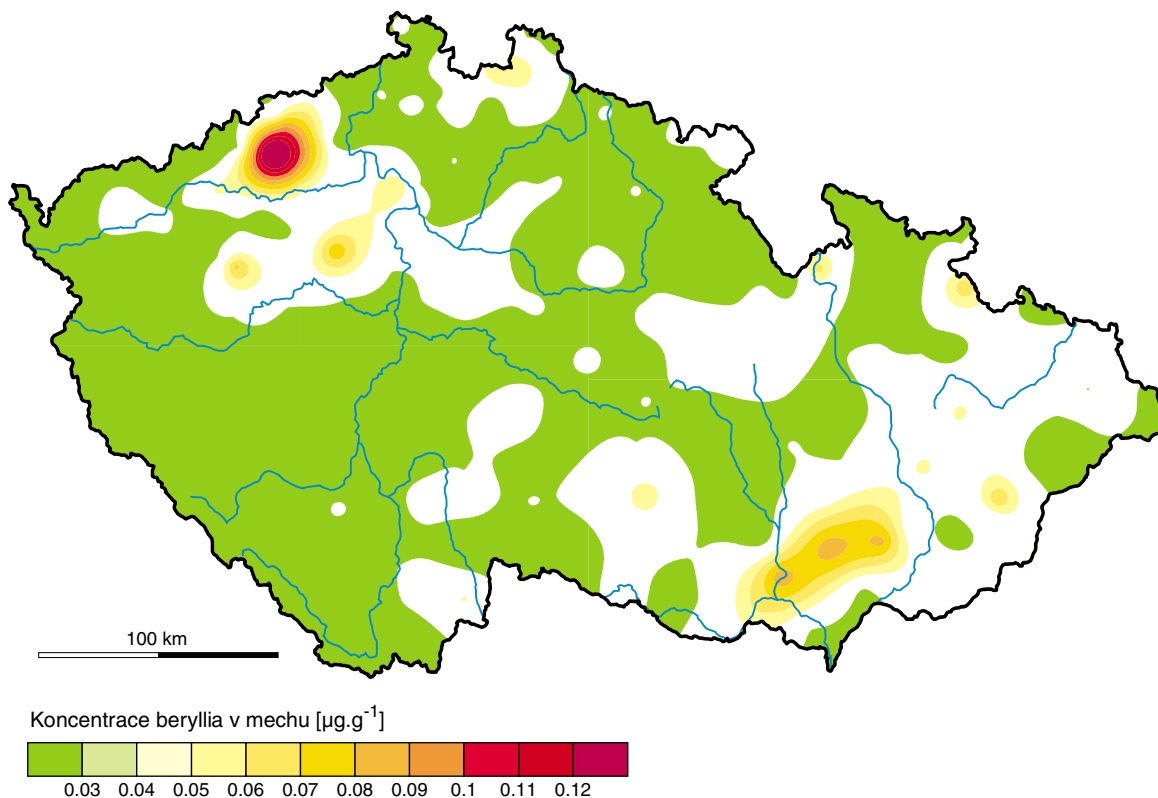
Beryllium je vedeno v systematizaci US EPA jako pravděpodobný lidský karcinogen ve skupině B2. Pro inhalační expozici byla stanovena jednotka inhalačního karcinogenního rizika 2,4 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, pro orální expozici potom 4,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$.

V roce 2000 byly na našem území zjištěny tři hlavní ohniska zvýšeného atmosférického spadu Be, které lze vysvětlit následovně.

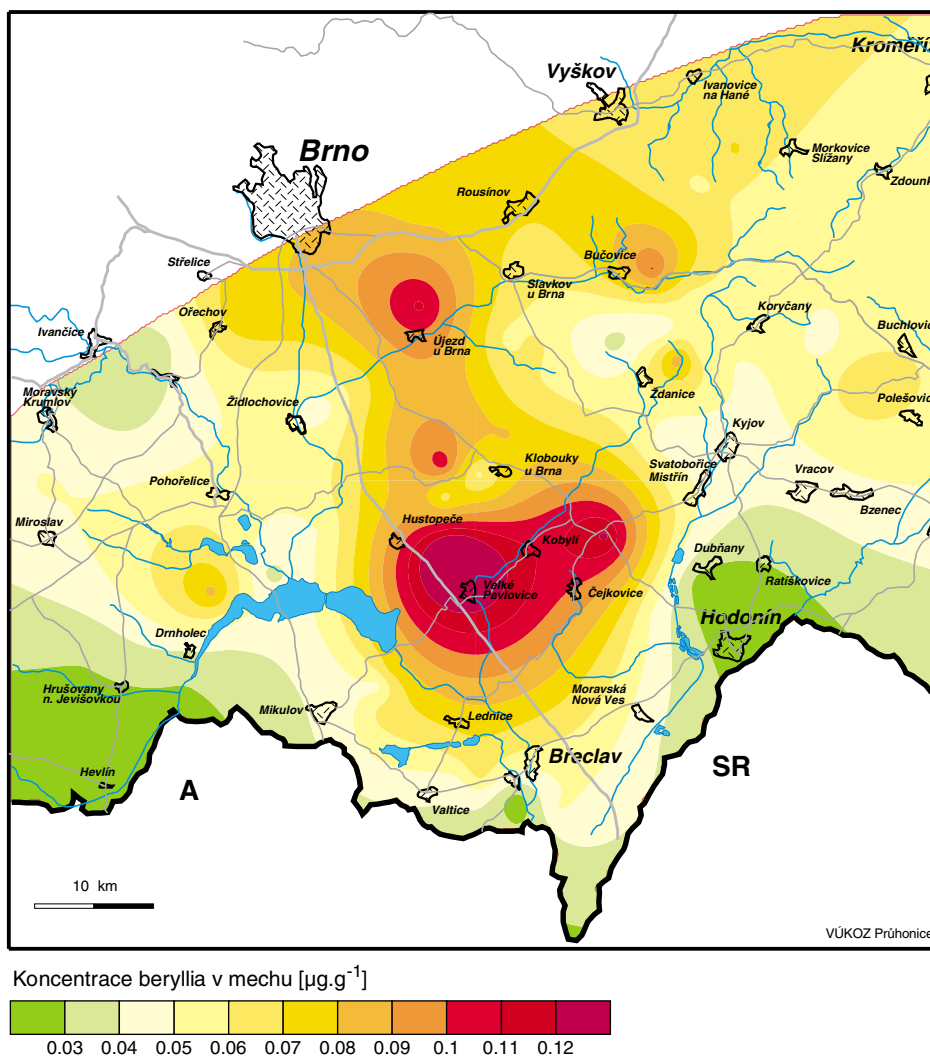
1. Severočeská hnědouhelná pánev ovlivněná průmyslovým spalováním hnědého uhlí.
2. Oblast jihovýchodní Moravy postižená rozhodující měrou vysokým spadem litogenního Be z větrem erodovaných půdních pokryvů.
3. Západní polovina středních Čech je ovlivněná kombinovaným zvýšeným spadem Be z antropogenních zdrojů znečišťování ovzduší a erodovaných půdních pokryvů.

Bioindikace úrovní absolutních hodnot průměrných spadů Be v uvedených hot-spotech (ohniscích) je nepřesná, protože prozatím nejsou spo-

Obr. 3-18 Bioindikovaná aktuální depozice Be v ČR



Obr. 3-19 Bioindikovaná aktuální depozice Be na jižní Moravě



lehlivě známy koeficienty příjmu Be ze spadu mechem. Za předpokladu účinnosti příjmu Be analyzovaným mechem kolem 50 % je bioindikována průměrná úroveň atmosférického spadu ve výše uvedených oblastech $12,5\text{--}33,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Na ostatním území ČR byly zjištěny relativně nízké obsahy Be v mechu indikující podle výše uvedených předpokladů spady na hladinách menších než $8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Obr. 3-19 Be ukazuje zjištěné a interpolované obsahy Be v mechu na jihovýchodní Moravě. Nejvyšší koncentrace Be v mechu byly zjištěny mezi Brnem a Lednicí n. M., kde jsou dvě hlavní ohniska vysokého spadu Be a to v okolí Újezdu u Brna a Velkých Pavlovic. Bioindikovaný odhad průměrného spadu Be v uvedených oblastech se pohybuje mezi $20\text{--}45 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Vzhledem ke způsobu využívání území lze předpokládat, že v atmosférickém spadu Be tvoří rozhodující podíl geogenní Be.

To je do ovzduší uvolňováno z těžkých jílovitých půdních pokryvů na sedimentech karpatského flyše erodovaných větrem v jižní části kraje. V oblastech, kde převládají naváté písky chudé na humus a jíl (Hodonínsko, Valticko-Břeclavsko, Znojemsko) byly v mechu zjištěny naopak nejnižší koncentrace Be ($0,02\text{--}0,05 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Typické koncentrace Be v mechu na jihovýchodní Moravě tedy jsou $0,04\text{--}0,05 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, což by mělo odpovídat spadu Be $9\text{--}15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.

3.1.7.2 Rtuť (Hg), výskyt v ŽP, emisní zdroje a zdravotní rizika

Rtuť (Hg) je rovněž relativně vzácným prvkem s obsahem v zemské kůře jen kolem $0,08 \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Jedním z významných zdrojů emitované rtuti jsou fosilní paliva. Mezi hlavní aktuální emisní zdroje Hg u nás patří průmyslová topeniště spalující hnědé uhlí, spalovny komunálního odpadu, krematoria, cemen-

tárenské pece, chemická výroba, výroba rtuťových zařízení a přístrojů, ale například i zubní ordinace.

Do ovzduší Hg vstupuje v plynné fázi nebo vázaná na aerosolové částice. Jen asi 2 % Hg jsou depozována převážně suchou depozicí v těsné blízkosti emisních zdrojů. Snadné vypařování a transport par elementární Hg vede k vysokým koncentracím Hg v ovzduší za slunečných letních dní. Rostliny přijímají rtuť kořeny i průduchy, ale většina Hg v rostlinách je ukládána v kořenech.

Koncentrace Hg v ovzduší se pohybují mezi 1–100 ng.m⁻³, ale v okolí antropogenních zdrojů Hg i 10–20 µg.m⁻³. Depozice rtuti se udává mezi 20–100 µg.m⁻².rok⁻¹, z čehož více než 50 % tvoří suchá depozice.

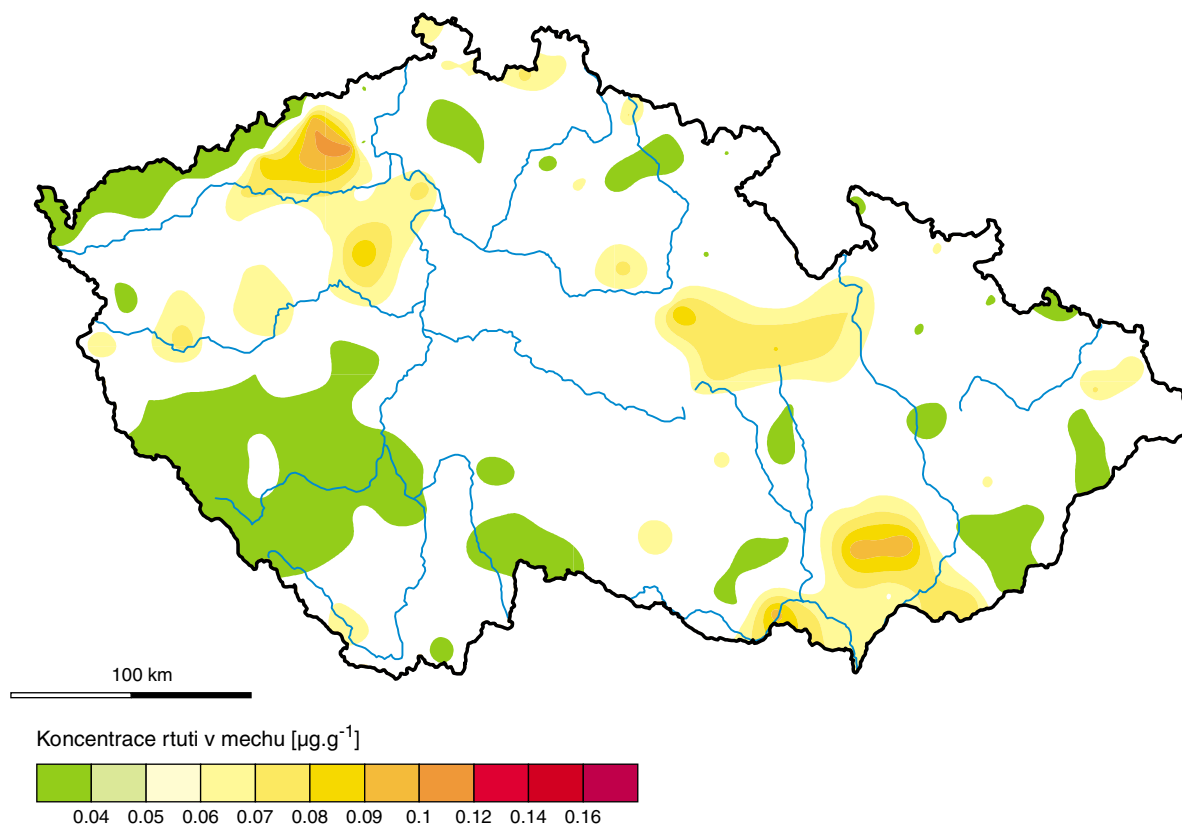
Hg je u savců toxická především pro nervové tkáně a ledviny. Specificky cílené působení je závislé na expoziční formě rtuti. Elementární Hg a anorganické sloučeniny se hromadí v organismu v ledvinách ve formě dvojmocné Hg. Alkylované formy rtuti vytváří nejvyšší koncentrace v ledvinách a játrech, ale relativně vysokou akumulaci je možné pozorovat v mozku. Z organismu se vylučuje převážně močí a stolicí. Biologický poločas je u člověka v řádu desítek dnů.

Subchronická a chronická referenční koncentrace RfD pro anorganickou rtuť byla stanovena na hodnotu 3 µg.kg_t.hm⁻¹. den⁻¹ a hodnota pro bezpečnou inhační koncentraci rtuti v ovzduší RfC 0,3 µg.m⁻³. Doposud nejsou k dispozici žádná data, která by svědčila o karcinogenitě rtuti. Proto je zařazena do skupiny D (stupnice US EPA).

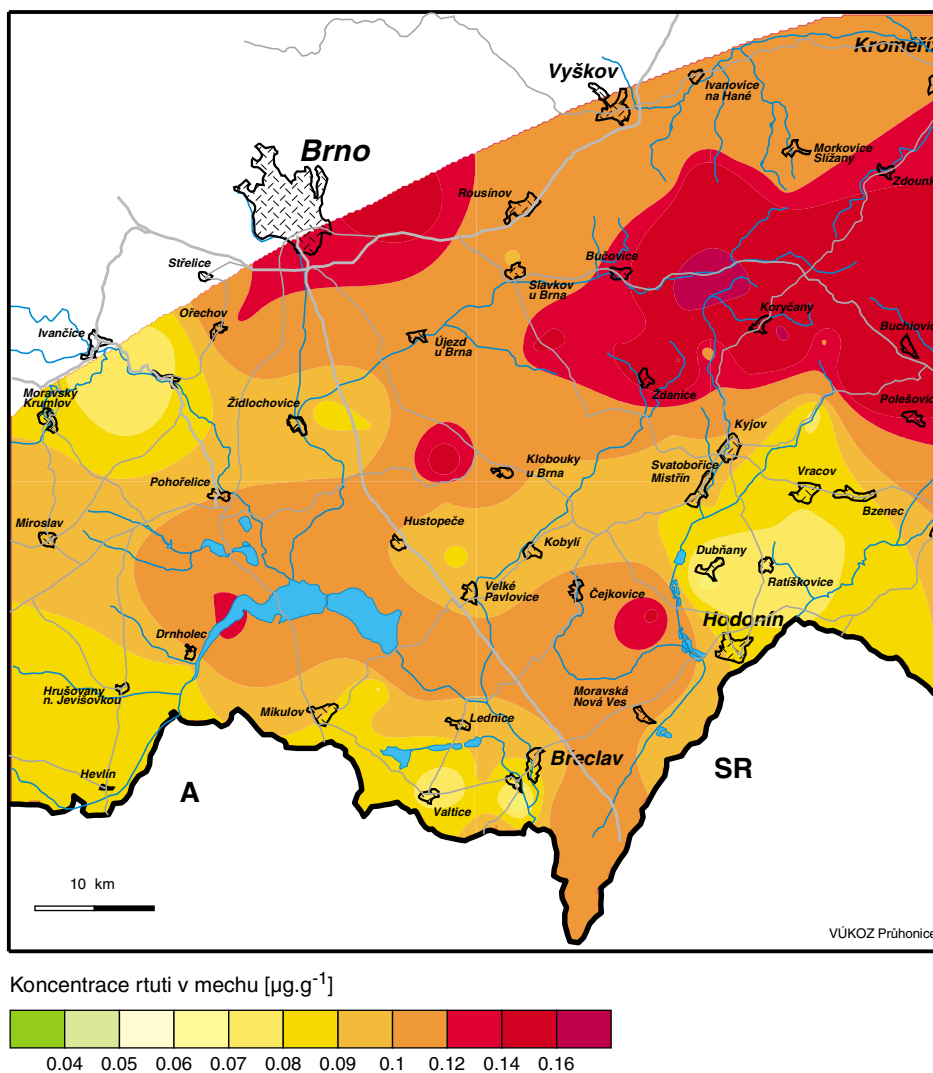
Zjištěné obsahy Hg v mechu v roce 2000 (obr. 3-20) dosahovaly rozpětí 0,020–0,105 µg.g⁻¹ s průměrem kolem 0,052 µg.g⁻¹. Uvedené hodnoty indikují rozmezí průměrného ročního spadu Hg 4–18 µg.m⁻².rok⁻¹ (průměr cca 7 µg.m⁻².rok⁻¹). Nejvyšší obsahy Hg byly zjištěny tak jako u beryllia v mechu v severočeské hnědohelné oblasti, na jižní Moravě a v západní části středních Čech. V uvedených oblastech byly bioindikovány úrovně spadu Hg v rozmezí 9–18 µg.m⁻².rok⁻¹.

Při podrobném monitorování obsahu Hg v mechu na jižní Moravě byly velmi vysoké koncentrace Hg zjištěny mezi Brnem, Zlínem a Uherským Hradištěm (viz obr. 3-21). V této oblasti byly bioindikovány úrovně spadu Hg na mech odpovídající spadům 15–25 µg.m⁻².rok⁻¹. Zvýšený spad Hg byl zjištěn také v oblasti mezi Brnem a Břeclaví (9–15 µg.m⁻².rok⁻¹.) Příčiny vysokých spadů Hg v uvedených oblastech

Obr. 3-20 Bioindikovaná aktuální depozice Hg v ČR



Obr. 3-21 Bioindikovaná aktuální depozice rtuti na jižní Moravě



lze spatřovat v koncentraci domácích a průmyslových topenišť ve velkých městech, které však postihují pouze bližší okolí velkých sídel. Ve volné krajině je hlavní příčinou zvýšené depozice Hg geogenní spad. Rtuť vázaná na humusovou složku půd a jílovité minerály je roznášena do okolí větrnou erozí.

Typické koncentrace Hg v mechu na jihovýchodní Moravě jsou $0,09 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, indikující nejčastější úroveň spadu Hg kolem $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Nejnižší úrovně spadu Hg ($6\text{--}9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$) byly bioindikovány v okolí Ratiškovic, Valtic a v jihozápadní části sledovaného území. Jedná se o oblasti s geologickým podložím tvořeným navátými písky, což je materiál s malým obsahem humusu a jílu a v severozápadní části území v oblasti mimo sedimenty karpatského flyše, z větší části zalesněné s malou mírou větrné eroze.

Zjištění vysokého spadu geogenního Be a konců i Hg ukazuje na hlavní rizika příjmu těchto škodlivin potravinovým řetězcem člověka, u dětí potom existuje i expozice chřtým/nechtým pozřením půdy „palec-ústa“.

V případě identifikované kontaminace prostředí se jeví jako významné i imise z průmyslových a jiných antropogenních zdrojů. Zde je jediná cesta jejich snižování, vedoucí k přijetí nejlepší technologie (systém BAT), která současně znamená i snižování emisí těchto toxikologicky významných polutantů.

Nápravná opatření v oblasti omezením větrné eroze spočívají ve zvýšení lesnatosti území a výměry trvalých travních porostů a v obnově a vysazování nových větrolamů. Účinné omezení orálního vstupu beryllia

i rtuti je mytí rukou a pečlivé mytí zeleniny a ovoce nezávadnou vodou.

Z dostupných údajů jednoznačně plyne, že jižní okresy kraje jsou zatíženy větrnou erozí a tudíž s ní spojené depozice toxikologicky rizikových prvků je tedy významný problém pro tyto okresy (Břeclav, Hodonín) a to nejen z doposud převažujícího hlediska škod v zemědělském podnikání, ale i z hlediska zdravotních rizik, které tyto větrné emise přinášejí.

3.1.8 Vnitřní prostředí – Indoor

Zájem o kvalitu vnitřního prostředí budov je vyvolán snahou o úsporu všech druhů energie a šetřením zejména ve zdrojích vytápění a provozování budov s omezeným větráním s akceptovatelnými výdaji na vytápění. Způsoby zateplování a snaha o zabránění tepelným ztrátám vede k omezení přirozeného větrání okny, k používání klimatizace vedoucí často k následnému zhoršení kvality vnitřního prostředí.

Rovněž nárůst používání chemických látek v budovách – v nových konstrukčních materiálech, nábytku a dalších zařízeních a v zintenzivnění používání chemických čistících a desinfekčních prostředků vedou ke zvýšení znečištění vnitřního ovzduší.

Změna způsobu života většiny populace zejména městské vede k tomu, že nejvíce času člověk tráví v různých typech vnitřního prostředí: v bytech, na pracovištích, ve školách, v dopravních prostředcích, zařízeních kulturních, společenských, sportovních a zdravotnických.

Množství chemických látek, dlouhá doba, po kterou se jejich působení vystavujeme v interiérech a především šetření energií ve svém důsledku vyvolaly nutnost zabývat se z hlediska ochrany veřejného zdraví nejen prostředím okolo nás, ale prostředím, které by nás mělo před nepříznivými venkovními vlivy chránit.

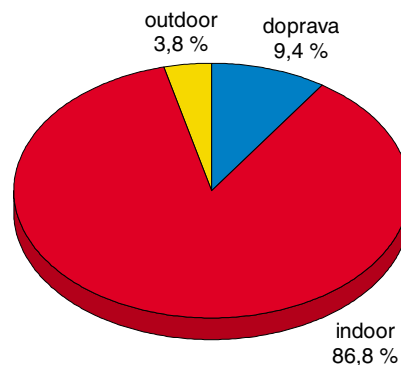
Sledování kvality vnitřního prostředí budov je tedy důležité zejména z důvodů:

- délky pobytu, kterou člověk ve vnitřním prostředí během svého života tráví (délka expozice),
- výskytu látek škodlivých lidskému zdraví (rizikové faktory),
- možnosti přizpůsobit své chování v závislosti ke zjištěným rizikům (možnost přijmout opatření).

3.1.8.1 Délka pobytu ve vnitřním prostředí

Srovnáme-li délku pobytu člověka v různých prostředích, je zřejmé, že většinu času tráví člověk ve vnitřním prostředí, pouze zlomek dne v prostředí venkovním. Tím je i charakterizováno expoziční riziko člověka, tedy míra z možného zdravotního rizika člověka ze zdrojů škodlivin a faktorů z tohoto prostředí.

Obr. 3-22 Podíl doby strávené v prostředí v %



[Zdroj: KHS Středočeského kraje]

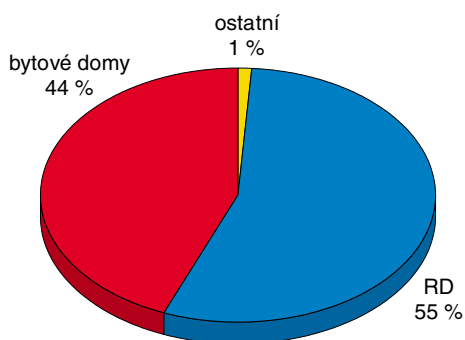
Z obr. 3-22 je zřejmé, že člověk stráví většinu času ve vnitřním prostředí, zejména v prostředí svého bytu. Státní zdravotní ústav je již několik let nositelem projektu monitorování vnitřního prostředí bytů, který se uskutečňuje v pěti velkých městech ČR (Brno, Hradec Králové, Ostrava, Plzeň a Karviná). Cílem projektu bylo získat obecnou informaci o vnitřním prostředí velikostně nejfrekventovanějších trvale obývaných bytů v ČR, popsat rozsah koncentrací vybraných látek a identifikovat další látky (především organického charakteru), které se vyskytují ve vnitřním ovzduší bytů a zhodnotit zdravotní významnost jejich výskytu. Zhodnocení výsledků monitoringu v městě Brně bylo zpracováno ve studii ZÚ Brno „Životní podmínky a jejich vliv na zdraví obyvatel města Brna“ z roku 2005.

Základním rozdílem mezi hodnocenými městy a menšími sídly Jihomoravského kraje je struktura charakteru bydlení. Zatímco SZÚ Praha udává, že většina respondentů dotazovaného souboru bydlí v bytovém domě (74,2 %) a v RD bydlí pouze 25,8 %, z údajů ČSÚ vyplývá, že čím menší sídlo, tím se tento poměr obrací ve prospěch bydlení v RD. V menších obcích do 5 000 obyvatel, kterých bylo ke dni sčítání v roce 2001 97 % všech obcí a v nichž žilo 44 % obyvatel kraje, dosahuje podíl RD 96 % a podíl bytových domů jen 2,6 %. S velikostí obce narůstá podíl bytových domů, v Brně dosahuje 25,4 %.

V Jihomoravském kraji bydlí v RD 55 % obyvatelstva, v bytových domech 44 % obyvatelstva a 1 % občanů bydlí v ostatních stavbách pro bydlení (domy s pečovatelskou službou, nástavby, vestavby atd.).

Rovněž tak lze předpokládat, že doba pobytu ve venkovním prostředí je v menších sídlech delší, vzhledem k odlišnému způsobu života (práce či pobyt na zahrádkách ap.).

Obr. 3-23 Bydlení obyvatel v JmK dle struktury domovního fondu



[Zdroj: ČSÚ 2001]

3.1.8.2 Rizikové faktory vnitřního prostředí

Prostředí domova je z hlediska kvality vnitřního prostředí značně proměnlivé, jeho parametry závisí na stavu venkovního ovzduší, na počtu osob, které se v něm zdržují, jejich činnosti a v neposlední řadě je ovlivňují také použité stavební materiály, zařízení a vybavení bytů, způsob vytápění a větrání, získávání teplé vody a energie k vaření. To všechno jsou potenciální zdroje škodlivin a jiného zhoršování prostředí.

Faktory vnitřního prostředí lze rozdělit zhruba do dvou skupin:

- Faktory **pohody** jejichž nedodržení způsobuje nepohodu, diskomfort, reverzibilní symptomatologii podobnou té, jak je popisována u syndromu nezdravých budov. Mezi těmito faktory zaujmají nejvýznamnější místo fyzikální faktory jako jsou teplota, relativní vlhkost a proudění vzduchu, osvětlení, ionizace vzduchu a do určité míry hluk. Požadované hodnoty fyzikálních faktorů pohody jsou komplexně definovány jako vyhovující mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí.
- Faktory **zdraví** jsou faktory, které mohou vyvolat závažná onemocnění. Jsou to toxické a karcinogenní chemické látky v ovzduší, pevný aerosol,

azbestová vlákna, biologické kontaminanty (bakterie, plísně, roztoči, pyly) a radiace (radon).

Všechny tyto faktory mohou akutním či chronickým nadlimitním působením ohrozit zdraví člověka nebo při trvalém diskomfortu i při dodržení stanovených normových či hygienických limitů (u hluku, vibrací, z nedostatečné osvětlení, strachu z neionizujícího záření). Mohou se manifestovat přinejmenším ve formě poruch emocionální rovnováhy, sociálních interakcí z hlediska obtěžování, pocitů nespokojenosti, rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí.

V praxi se však tyto faktory navzájem ovlivňují a jejich příslušnost k oběma skupinám je proměnlivá. Nelze stanovit přesnou hranici a zdravotní problémy nemají většinou jen jednu příčinu, kterou lze identifikovat a eventuálně odstranit. Pokud se faktory pohody odchylují od běžně akceptovatelných hodnot, mohou být příčinou stresu a zhoršení vnímání jiných složek prostředí.

Teplota, vlhkost a proudění vzduchu navíc významně ovlivňují uvolňování chemických látek do ovzduší a růst a množení bakterií a plísní a stávají se tak rozhodujícími faktory kvality vnitřního prostředí.

Tepelná pohoda je jedním z faktorů zajišťujících optimální prostředí pro pobyt člověka. Je to stav rovnováhy mezi subjektem a interiérem bez zatěžování termoregulačního systému osob. Je známo, že tepelná pohoda má u člověka daleko větší vliv na subjektivní pocit pohody, míru odpočinku a i skutečnou produktivitu práce než nežádoucí emise či obtěžující hluk. Tepelná pohoda závisí na mikroklimatických parametrech, fyziologickém stavu organismu (pohlaví, věk, zdravotní stav, stav výživy), na vykonávané činnosti, otužilosti, oblečení.

Mikroklimatické parametry prostředí jsou dány:

- výslednou teplotou vzduchu (teplota vzduchu v místnosti ovlivněná ochlazujícími nebo tepelnými účinky okolních ploch – podlaha, stěny, strop a výplň otvorů, sálající elektrospotřebiče, včetně osvětlení),
- relativní vlhkostí,
- prouděním vzduchu.

Doporučované hodnoty *teploty vzduchu* pro ubytovací zařízení jsou pro teplé období roku $24,0 \pm 2^\circ \text{C}$ a pro chladné období roku $22,0 \pm 2^\circ \text{C}$. V nočních hodinách pro spánek jsou doporučovány nižší hodnoty s tím, že teplota by neměla poklesnout

pod 16 °C, kdy dochází ke snížení obranyschopnosti organismu vůči respiračním onemocněním.

Faktorem, který může významně ovlivnit teplotu interiéru, je vznik tepelných mostů, tj. míst, kde dochází ke zvýšenému tepelnému toku mezi studnějším povrchem v interiéru a teplejším v exteriéru. Tepelné mosty ve svém důsledku vedou ke kondenzaci par na chladných površích interiéru, ke zvýšení relativní vlhkosti vzduchu a následnému nárůstu plísní. Celý problém je umocněn snahou o maximální úsporu energie na vytápění omezením větrání.

S teplotou vzduchu úzce souvisí relativní vlhkost vzduchu. Doporučována je hodnota v rozmezí 30 % (chladné období roku) až 65 % (teplé období roku). V bytech s ústředním vytápěním dochází v zimním období vlivem vytápění k poklesu relativní vlhkosti vzduchu na 20 % i méně. Organismus je tak vystaven nefyziologickému prostředí, kde i u zdravých jedinců dochází k intenzivnímu vysoušení sliznice horních cest dýchacích, tím klesá jejich ochranná funkce a stoupá možnost průniku infekčních a jiných agens až do dolních cest dýchacích. Částečně lze vlhkost vzduchu zvýšit snížením teploty, větráním a zvlhčovači vzduchu. V letním období naopak vysoká relativní vlhkost s vysokou teplotou vede k porušení tepelné rovnováhy organismu, omezením respirace a ztráty tepla.

Doporučené hodnoty pro rychlost proudění vzduchu jsou pro zimní období maximálně 0,15 m.s⁻¹, pro letní období maximálně 0,25 m.s⁻¹. Zvýšení proudění vzduchu nad 0,35 m.s⁻¹ může podle tepelného stavu organismu vyvolávat nepříjemné pocity.

Biologické ukazatele v prostředí bytů

Biologickými ukazateli ovlivňujícími lidské zdraví ve vnitřním prostředí staveb se rozumí mikroorganismy a alergenů roztočů.

Mikroorganismy

V ovzduší i na površích v bytech se může vyskytovat celá řada bakterií, které mohou vyvolat za určitých okolností různé infekce, alergie, nebo působit svými toxiny. Výskyt bakterií v ovzduší je silně ovlivněn prouděním vzduchu, takže větrání výrazně přispívá k jejich eliminaci. Bakterie mohou také kontaminovat předměty a potraviny.

Plísně se vyskytují v obytných i provozních budovách ve formě viditelných nárůstů na stěnách a na nejrůznějších plochách a površích zařízení a

předmětech. Nepříznivé podmínky přežívají plísně v podobě velmi odolných spór, které se snadno šíří vzduchem. Některé mohou vyvolat i těžká onemocnění u osob se sníženou imunitou. Jiné mohou, zvláště při vysoké relativní vlhkosti vyvolat alergický záchvat u citlivých osob. Určité vláknité plísně tvoří velmi nebezpečné mykotoxiny, které mohou vyvolat vážná onemocnění po požití jimi kontaminované potravy nebo nápojů.

V případě výskytu plísní v bytech je nutno odstranit především podmínky prospívající růstu plísní, hlavně vlhkost. Lze aplikovat dezinfekční přípravky s fungicidní účinností i do omítek a nátěrů. Vždy je však zapotřebí zjišťovat primární příčiny výskytu plísní. Často jejich výskyt souvisí se špatným stavebně technickým zabezpečením budovy a následně vlhkostně teplotními podmínkami vnitřního prostředí.

Tab. 3-5 Kategorie znečištění ovzduší vnitřního prostředí dle EUR 14988 – kritérium koncentrace směsné populace bakterií a směsné populace plísní v ovzduší pobytových místností (KTJ – kolonie tvořící jednotky)

Kategorie znečištění	Bakterie (KTJ.m ⁻³)	Plísně (KTJ.m ⁻³)
Velmi nízké	< 50	< 25
Nízké	< 100	< 100
Střední	< 500	< 500
Vysoké	< 2 000	< 2 000
Velmi vysoké	> 2 000	> 2 000

Roztoči a jejich alergenů

Roztoči jsou členovci. V bytech jejich výskyt souvisí nejčastěji s alergiemi osob. Z alergologického hlediska je nejvýznamnější čeleď *Pyroglyphidae*, tzv. roztoči domácího prachu. Jsou zrakem nepostřehnutelní a vyskytují se ve všech bytových prostorech. Vyskytují se hlavně v postelích, lůžkovinách a matracích, v čalouněném nábytku a v kobercích. Roztoči se živí odpadlými zrohovatělými svrchními částmi kůže. Alergenem roztočů jsou bílkovinné látky s výraznou enzymatickou aktivitou, vylučované jejich fekáliemi, které spolu s jemnými částicemi prашného aerosolu vnikají do dýchacích cest. Tam mohou u citlivých lidí vyvolat alergický záchvat.

Opatření proti roztočům:

- udržování optimální teploty a vlhkosti v bytových prostorech a dostatečné větrání; omezení nebo

vyřazení koberců, čalounění, závěsů a péřových lůžkovin z vnitřního vybavení bytu,

- vybavení lůžka speciálními povlaky,
- používání akaricidů k hubení roztočů,
- častý úklid, vytírání navlhko, výměna ložního prádla minimálně jednou za 14 dní.

SBS (Sick Building Syndrome)

Syndrom nezdravých budov je stav budov, ve kterých víc než 20 % lidí, pracujících nebo zdržujících se v nich, trpí zdravotními obtížemi neznámé příčiny. Je to stav budovy; ne lidí. Příznaky se zhoršují tehdy, pobývají-li lidé v budově, a naopak se zlepšují či úplně vymizí po opuštění budovy.

Pokud si tedy na stav stěžuje více jak 20 % jedinců, musí tam být nějaká stanovitelná příčina, která by měla být odstraněna. Nejčastější symptomy jsou bolesti hlavy, ucpaný nos, kýchání, bolení v krku, podráždění očí, únava a bolesti svalů. Je nutno vyloučit jinou příčinu těchto potíží. Tyto stavy jsou nepříjemné a způsobují pokles produktivity práce, aniž by se jednalo o trvalý vážný zdravotní dopad.

SBS je nejběžnější problém kvality vnitřního ovzduší v komerčních budovách. Příčiny SBS nejsou ještě zcela známé. Mezi prokázané příčiny patří: přítomnost umělých minerálních vláken, makromolekulární organické chemické látky (např. molekuly bílkovin), volatilní organické sloučeniny (VOC) a další. Studie prokázaly, že SBS se vyskytuje daleko častěji v budovách, které mají klimatizaci, než v budovách přirozeně větraných. Většina expertů se domnívá, že SBS je způsoben dlouhodobou expozicí nízkými dávkami kontaminujících látek. Koncentrace každé kontaminující látky může být pod prahovou hladinou, při které nelze zdravotní účinek jednoznačně rozpoznat. Kombinace těchto látek může však tento syndrom vyvolat. Uvažuje se také o psychické příčině SBS. Na symptomy SBS si častěji stěžují ženy než muži, stejně jako zaměstnanci, kteří jsou nespokojeni se svou prací nebo pracují pod tlakem.

Nejjednodušším opatřením proti SBS je pravidelné větrání a běžné udržování čistoty, nepřetápění a nepřepřehňování vnitřních prostor nábytkem a jinými zařízeními. K složitějším a nákladnějším patří odstranění zdrojů emitujících chemické látky nebo stavební úpravy. Nejkrasnějším řešením v prokázaných případech je demolice budovy, pokud je zdroj zdravotního závažného rizika součástí její konstrukce.

3.1.8.3 Přístroje na zlepšení kvality vzduchu

Čističe vzduchu

V těchto přístrojích se vzduch čistí kontinuální recirkulací přes filtr nebo soustavu filtrů různé povahy. Některé čističe vzduchu jsou konstruovány tak, že vzduch proudí nad hladinou vody v nádrže a ta nečistoty zadržuje. Hlavním úkolem je zbavit ovzduší v co nejvyšší míře pevného a kapalného aerosolu, zejména jeho respirabilní frakce.

Zvlhčovače vzduchu

Jejich úkolem je zvýšení relativní vlhkosti vzduchu. Pracují na různých principech.

Ionizátory

Ionizátory jsou přístroje, které obohacují vnitřní ovzduší o lehké ionty, zpravidla záporné, výjimečně obojí polarity. Za biologicky příznivé je pokládáno zvýšení koncentrace lehkých iontů na hodnoty obvyklé v čisté přírodě. Úkolem ionizátorů je zvyšování čistoty vnitřního ovzduší shlukováním částic a tím urychlování jejich sedimentace.

Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí bytu z hlediska sledovaných parametrů je nutné dodržet, jinak byt nemůže plnit své funkce a představuje zdravotní riziko pro jeho uživatele.

Chceme-li ozdravit byt a vědět, do jaké míry je to potřeba, musíme identifikovat příčiny zhoršeného stavu, nalézt způsoby řešení a stanovit zásady prevence.

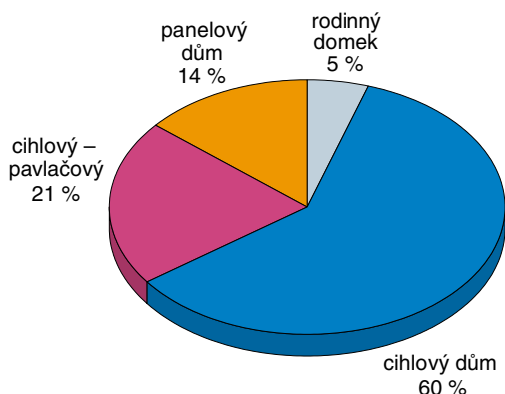
3.1.8.4 Vlastní zjištění ZÚ se sídlem v Brně

ZÚ v Brně provedl v letech 2004–2005 na žádost uživatelů bytů šetření a případně i měření ve 45 bytech. Ve 42 případech byl výskyt plísní potvrzen odběrem a kultivací na živné půdě.

Důvodem žádosti o šetření byl nejčastěji výskyt plísní a vlhkost v bytě. Šetřením bylo zjištěno, že u obyvatelů těchto bytů se alergická onemocnění vyskytla v 41 % případů a časté infekce dýchacích cest u 33 %.

U bytů s pozitivním záchytem plísní se jednalo o cihlové domy (25 případů), cihlové pavlačové domy (9 případů), panelové domy (6 případů), rodinné domky (2 případy). Jak vyplývá z našich zjištění, nejvíce záchytů plísní bylo v domech z cihlového zdiva ve staré zástavbě. K výskytu plísní však dochází i v nových a rekonstruovaných bytech, nejčastěji v důsledku závad ve stavební technologii.

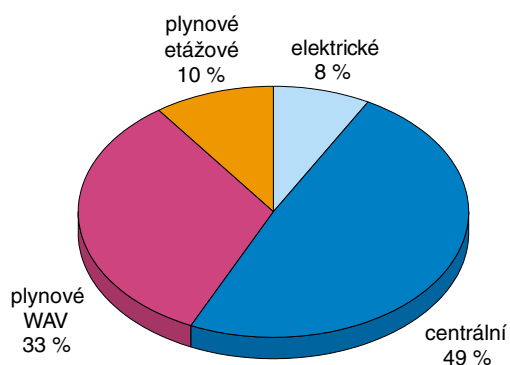
Obr. 3-24 Typ bydlení



Z hlediska umístění bytu šlo nejčastěji o byty v přízemí nebo suterénu (52 % bytů). V posledním podlaží se nacházelo 19 % vyšetřovaných bytů, v ostatních podlažích pak bylo 29 % bytů.

Byty byly nejčastěji vytápěny centrálně (49 %) nebo plynovými spotřebiči WAV (33 %), zbývajících 20 % bylo téměř rovnoměrně rozděleno mezi plynové etážové a elektrické vytápění.

Obr. 3-25 Typ vytápění



Pro hodnocení naměřených hodnot v obytných bytech byly jako orientační srovnávací ukazatele použity jednohodinové limity dané Vyhláškou Ministerstva zdravotnictví ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb, i když se díky této vyhlášky na obytné byty přímo nevztahuje.

Nejčastější stížností na závady v obytných bytech a z nich identifikované zdravotní potíže (většinou subjektivně obyvateli bytu), je výskyt plísní v různém stadiu na stěnách těchto bytů.

Na základě námi provedených dosavadních šetření lze konstatovat, že:

- statisticky významně vyšší znečištění ovzduší souvisí s používáním plynových nebo kombinovaných sporáků,

- byl prokázán pozitivní význam větrání nebo používání digestoří,
- v 21,6 % bytů se kouří, nejčastěji (v 61,2 %) se vykouří do 10 cigaret denně – výskyt vyšších koncentrací benzenu, formaldehydu a suspenzovaných částic frakce PM₁₀ v kuřáckých bytech nebyl statisticky prokázán. Důvodem může být častější a pravidelné větrání v kuřáckých bytech, skutečnost, že se v průběhu měření v daných bytech nekouřilo a že analýza prokázala vyšší variabilitu měřených hodnot mezi zúčastněnými městy než mezi kuřáckými a nekuřáckými byty,
- 10,4 % respondentů používá doma vlhkoměr, 15 % zvlhčovač vzduchu, 2,6 % čistič vzduchu, 1,4 % ionizátor vzduchu,
- riziko výskytu plísní není významně vyšší pro bytový dům v porovnání s rodinným domem, nebyl prokázán vliv materiálu použitého na stavbu domu na výskyt plísní,
- výskyt plísní je statisticky významně vyšší v přízemních bytech v porovnání s byty ve vyšším patře a vícepodlažními byty, ty jsou si z hlediska četnosti výskytu plísní vzájemně podobné,
- vliv používání zvlhčovačů vzduchu na výskyt plísní v bytech nebyl prokázán; výskyt kvasinek je vyšší v bytech bez zvlhčovače,
- výskyt plísní u oken nebo na stěnách bytu byl zaznamenán téměř u 30 % domácností, z toho ve 3,7 % případech se jedná o výskyt trvalý,
- riziko výskytu plísní pro bytový dům v porovnání s rodinným domem není vyšší; vyšší výskyt plísní v přízemních bytech v porovnání s byty ve vyšším patře a vícepodlažními byty je statisticky významný.

V rámci státního zdravotního dozoru provedly v posledních dvou letech laboratoře ZÚ Brno na žádost KHS Jihomoravského kraje analýzu vnitřního ovzduší zhruba ve 20 interiérech staveb pro shromažďování většího počtu osob (divadla, kina, knihovna, domov důchodců, plavecký a zimní stadion, školy). Výsledky laboratorních analýz v převážné většině odpovídaly požadavkům vyhlášky MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb (školy, ubytovací zařízení, obchody, zdravotnická zařízení atd.).

V tabulce 3-6 jsou souhrnně uvedeny základní škodliviny ve vnitřním prostředí, jejich možní původci a procesy jimiž ve vnitřním prostředí vznikají.

Tab. 3-6 Typy zdrojů znečištění vnitřního ovzduší a jejich příklady

Typy zdrojů	Původci zatížení	Proces/způsob	Potenciální škodliviny
Biologické zdroje	Lidé, zvířata (krysy, myši a další domácí mazlíčci)	Dýchání, pocení, trávení, vylučování, línání, drolení kůže	CO ₂ , vodní páry, pachově postižitelné látky, viry, mikrobiologické znečištění, alergenní částice
	Prašné částice, hmyz	Vylučování	Alergenní částice
	Rostliny, zemina	Odpařování, metabolické produkty, spory	Vodní pára, terpeny, pachově postižitelné látky, mykotoxiny, části hub
Stavební materiály, vybavení staveb	Stavební materiály	Výpary, stárnutí, abraze, rozklad, nátěry	Plyny a částice (rozpouštědla, polymerizační látky, monomery, prostředky pro povrchovou úpravu dřeva, minerální vlákna, aminy, amoniak, prostředky protihořlavé úpravy)
	Ventilace a klimatizace	Údržba a provoz	Mikroorganismy, minerální vlákna, pachově postižitelné látky, pesticidy
	Vnitřní vybavení	Výroba, výpary, povrchová úprava, nátěry	Monomery z plastů, pryskyřice, lepidla, minerální vlákna, rozpouštědla, plastifikátory, stabilizátory
Činnosti ve vnitřním prostředí	Vaření a topení	Spalovací procesy, otevřený oheň	Zemní plyn, CO, CO ₂ , NO _x , vodní páry, suspendované částice, uhlovodíky
	Kosmetika	Hygiena a osobní péče	Rozpouštědla, náplně do sprejů, parfémů, anorganické a organické aerosoly, barviva, laky, pryskyřice, halokarby
	Úklid	Úklid, hubení škůdců	Vodní páry, amoniak, chlór, insekticidy, organické látky, domácí prach
	Kouření	Kouření	CO, NO _x , nikotin, benzen, aldehydy, nitrosaminy, PAU, suspendované částice
Specifické typy místnosti	Kanceláře	Kancelářské práce	Rozpouštědla, ozón, organické látky, plastifikátory
	Hobby	Kutilství, hobby, opravy, nátěry	Suspendované částice, organické látky (dle vybavení monomery)
	Garáže	Paliva, barvy, laky, čisticí prostředky	Výpary s paliv, výfukové plyny, rozpouštědla
Doprava	Spalovací procesy	Provoz	Výfukové plyny, částice, CO, NO _x , uhlovodíky, PAU, benzen, aldehydy, plastifikátory
Transport z venkovního ovzduší	Lidský faktor, průmysl	Ventilace (větrání), infiltrace	Imisní zátěž venkovního ovzduší

3.2 Zátěž vody – stav kvality vody a její vliv na zdraví obyvatel kraje

3.2.1 Zásobování obyvatelstva Jihomoravského kraje pitnou vodou

Na území Jihomoravského kraje jsou téměř všichni obyvatelé zásobováni pitnou vodou především z veřejných vodovodů. Z celkového počtu 1 130 837 obyvatel Jihomoravského kraje je pitnou vodou z veřejného vodovodu zásobováno 1 109 327 obyvatel, což činí 98,1 % z celkového počtu obyvatel kraje. Pro srovnání v celé ČR je na veřejný vodovod napojeno 91,8 % obyvatel. Na veřejný vodovod jsou v Jihomoravském kraji napojeny všechny obce nad 5 000 obyvatel a počet obyvatel zásobovaných pitnou vodou z veřejných vodovodů má vzrůstající tendenci.

Ještě dnes je bez připojení na vodovod téměř 65 obcí s celkovým počtem 21 510 obyvatel, což činí zby-

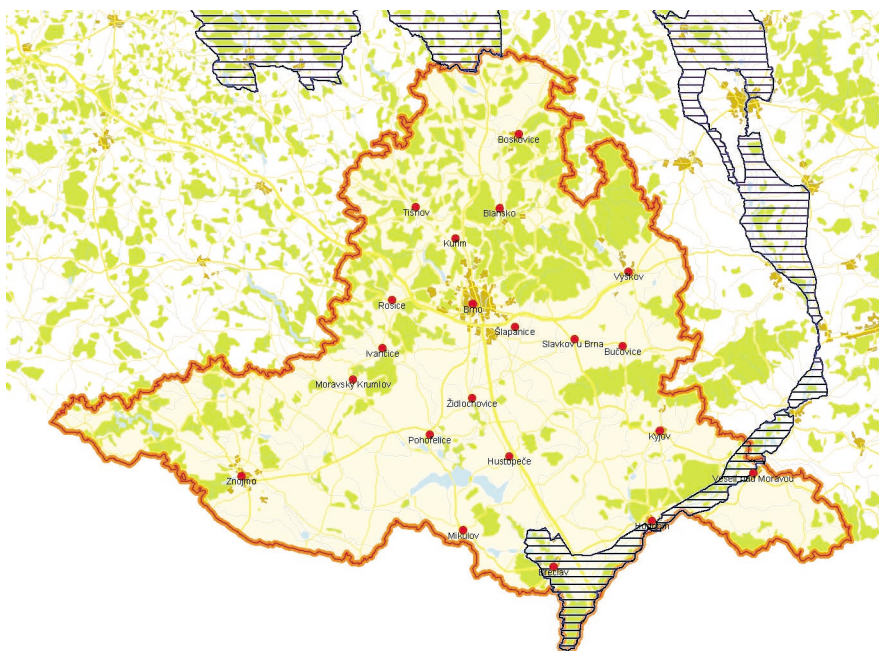
vající necelá 2 % z celkového počtu obyvatel kraje. V těchto obcích jsou zdrojem pitné vody soukromé studny.

Na území Jihomoravského kraje nejsou významná jímací území podzemních pitných vod. Kromě údolní nivy v okolí řeky Moravy jsou všechna další zdrojová území lokalizována mimo kraj, zejména v jeho severní až severovýchodní části. Jejich rozmístění názorně ukazuje následující obrázek 3-26.

Z této situace také plyne převažující způsob zásobování kraje pitnou vodou z podzemních zdrojů ležících v severovýchodních Čechách v Pardubickém kraji (lokalita Březová).

Dominantním vodovodem kraje je vodovod Brněnské vodárenské soustavy (BVS), který zásobuje 403 411 obyvatel, tj. 35,7 % z celého Jihomoravského kraje. Pro okres Hodonín je největším zdrojem pitné vody vodní zdroj Bzenec – komplex,

Obr. 3-26 Chráněná území akumulace podzemních vod v Jihomoravském kraji
(na mapě vyznačené modrým šrafováním)

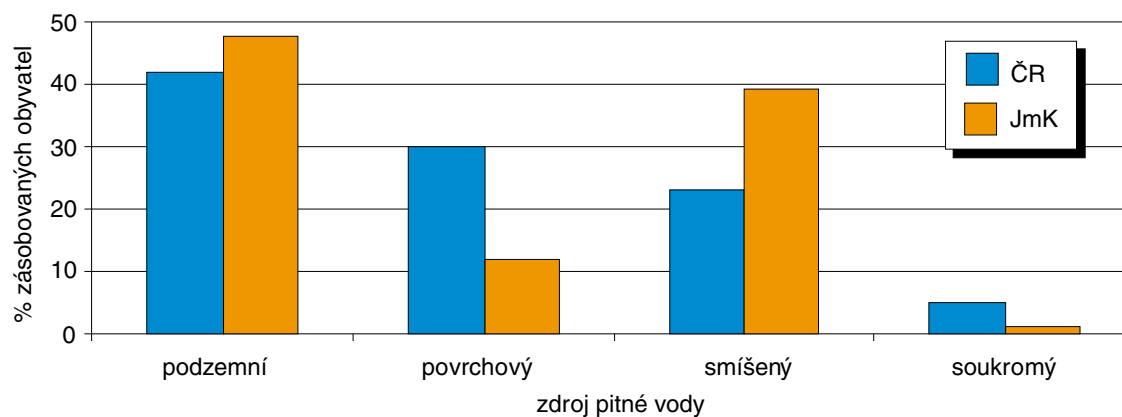


Tab. 3-7 Zdroje pitné vody vodovodů a soukromé zdroje v JmK

	Podzemní zdroj		Povrchový zdroj		Smíšený zdroj		Soukromé zdroje	Zdroje celkem	
	počet vodovodů	počet zás. obyv.	počet vodovodů	počet zás. obyv.	počet vodovodů	počet zás. obyv.	počet obyv. zás. ze soukr. zdrojů	celkem vodovodů v okrese	celkem obyvatel v okrese
Blansko	125	101 623	1	135	1	4 959	1 353	127	108 070
Brno a Brno-venkov	59	103 036	1	3 065	3	426 878	7 542	63	540 521
Břeclav	12	120 647	0	0	1	2 550	0	13	123 197
Hodonín	16	122 508	1	33 338	0	0	1 734	17	157 580
Vyškov	27	48 781	4	27 691	1	9 052	1 600	32	87 124
Znojmo	44	41 656	3	70 449	0	0	2 240	47	114 345
Celkem v JmK	283	538 251	10	134 678	6	443 439	14 469	299	1 130 837

[Zdroj: ČSÚ, IS PiVo]

Obr. 3-27 Relativní zastoupení zdrojů pitné vody pro zásobování obyvatel kraje



zásobující 85 449 obyvatel, tj. 7,6 % z celého Jihomoravského kraje. V okrese Břeclav zásobuje 29 600 obyvatel, tj. 2,6 % z celého Jihomoravského kraje pitnou vodou vodovod Břeclav, v okrese Blansko 12 960 obyvatel (1,1 %) vodovod Spešov – Blansko, v okrese Vyškov 24 829 obyvatel (2,2 %) Skupinový vodovod – větev Rousínov, v okrese Znojmo 52 000 obyvatel (4,6 %) vodovod Znojmo.

Mezi nejvýznamnější provozovatele vodovodů na území Jihomoravského kraje patří Brněnské vodovody a kanalizace, a. s. a Vodárenská akciová společnost, a. s. se svými divizemi Boskovice, Brno-venkov a Znojmo. Dalšími významnými provozovateli jsou Vodovody a kanalizace Břeclav, a. s., Vodovody a kanalizace Hodonín, a. s. a Vodovody a kanalizace Vyškov, a. s.

Z tabulky 3-7 a obrázku 3-27 je zřejmé, že hromadné zásobování obyvatelstva pitnou vodou tvoří rozhodující podíl, v našem kraji více než 98 %. Také podíl podzemních, případně smíšených zdrojů pitné vody, jejichž kvalita je vždy vyšší než kvalita povrchových vodních zdrojů, tvoří v našem kraji převažující podíl (86,8 %) a proti situaci v ČR (65 %) je i zde předpoklad o nadprůměrné kvalitě pitné vody přístupné pro drtivou většinu obyvatel našeho kraje.

V kraji je v současné době kromě soukromých studní zásobujících pitnou vodu jen 21 500 obyvatel 36 studní veřejných a 85 studní komerčních. Pro provozovatele těchto studní platí stejné povinnosti jako u provozovatelů veřejných vodovodů.

Povinnosti provozovatelů a hygienické služby

Každá osoba, zásobující veřejnost pitnou vodou (tedy i provozovatel komerčních a veřejných studní), musí dle příslušného ustanovení Zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ve stanovených četnostech a rozsahu sledovat kvalitu vyráběné a dodávané pitné vody. Tyto legislativní povinnosti musí mít zpracovány v provozním řádu, který předkládá orgánu ochrany veřejného zdraví, tj. příslušné krajské hygienické stanici, ke schválení. Dodržování platných předpisů – povinností provozovatelů veřejných vodovodů kontroluje orgán ochrany veřejného zdraví. Všechny výsledky laboratorních vyšetření pitné vody pořízené provozovateli vodovodních systémů i výsledky hygienických kontrol jsou soustředovány v celostátní databázi – registru kvality pitné a rekreační vody – PiVo. Zavedením tohoto systému v roce 2004 ČR jednak naplnila požadavky příslušné směrnice EU, ale také, což je pro nás důležitější, tento stav umožňuje, aby orgán ochrany ve-

řejného zdraví měl vždy aktuální informace o kvalitě pitné vody ve všech systémech veřejných vodovodů.

3.2.2 Jakost pitné vody

Závazným podkladem pro hodnocení jakosti pitné vody je Vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 252/2004 Sb., která je již plně harmonizována s evropskou Směrnicí Rady 98/83/EC o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu.

Ohlédneme-li se za kvalitou vyrobené pitné vody v kraji v období let 2000–2005, je zřejmé, že ve vodovodech odpovídala prakticky stabilně požadavkům vyhlášky č. 252/2004 Sb. V ojedinělých případech, kdy byly signalizovány problémy s jakostí vody, bylo přistoupeno k nápravným opatřením.

S výjimkou jediného vodovodu na území okresu Blansko (viz Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele na str. 66), hygienická služba ve sledovaném období nezjistila tak zásadní porušování platných předpisů – povinností provozovatelů veřejných vodovodů, aby bylo nutno, ve smyslu zákona, zakázat nebo omezit používání nejakostní pitné vody. Ve správním řízení řešila Krajská hygienická stanice JmK v letech 2000 až 2005 s provozovateli veřejných vodovodů porušení povinností při provozování vodovodů, týkající se převážně nedodržení četnosti kontrolních rozborů. Porušení povinností se týkalo provozovatelů 9-ti veřejných vodovodů v okrese Blansko.

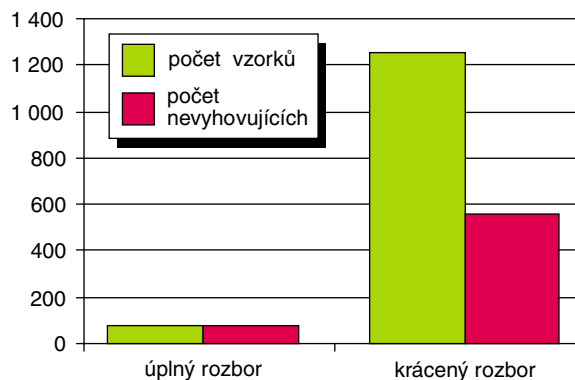
Kontroly jakosti pitné vody však nepostihují kvalitu vody v soukromých domovních studních, ze kterých je zásobováno 1,9 % obyvatel JmK, protože zde žádná povinnost kontrolovat kvalitu vody neexistuje. Každý občan si však může nechat v akreditované, případně autorizované laboratoři příslušný rozbor vyhotovit.

Na dalších dvou obrázcích (3-28, 3-29) jsou uvedeny souhrnné výsledky laboratoří Zdravotního ústavu z kontroly státního zdravotního dozoru nad kvalitou pitné vody v Jihomoravském kraji v roce 2005. V tomto roce bylo vyšetřeno celkem 78 velkých zdrojů pitné vody zásobujících převážnou většinu obyvatel kraje. Z těchto vyšetření prakticky všechny odběry vyhovovaly normě pro pitnou vodu.

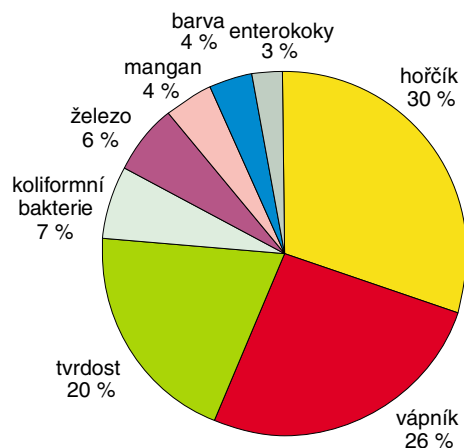
Další pozornost v kontrole kvality pitné vody je hygienickou službou upřena i na lokální a méně významné zdroje, jež se ze zákona či vyhlášky kontrolují takzvaným kráceným rozbořem. Zde je již situace poněkud méně příznivá. Necelá polovina odebraných vzorků nevyhověla v některém z analyzovaných ukazatelů.

Obrázek 3-29 uvádí k výčet parametrů, které byly nejčastěji překračovány. Z něho je zřejmé, že prakticky $\frac{3}{4}$ nevyhovujících vzorků tvořily tři parametry charakterizující požadovanou tvrdost pitné vody (celková tvrdost, koncentrace Ca a Mg). Ze zdravotně skutečně rizikových je to jen ojedinělé nesplnění mikrobiologických ukazatelů (koliformní bakterie 7 % a enterokoky 3 %).

Obr. 3-28 Počty vyšetřených a nevyhovujících vzorků pitné vody v roce 2005



Obr. 3-29 Zastoupení nevyhovujících ukazatelů ve vyšetřených pitných vodách v roce 2005

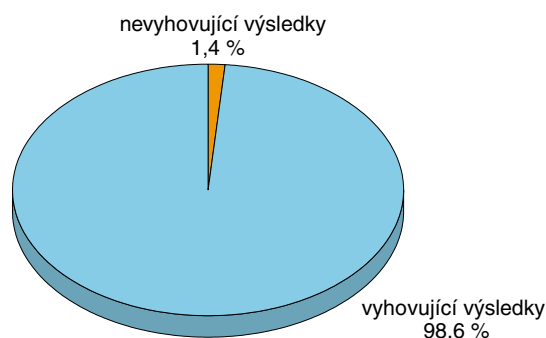


Mikrobiologické a biologické ukazatele

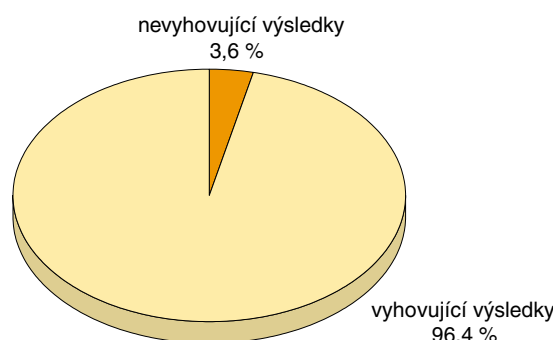
Kvalita vyrobené pitné vody ve veřejných vodovodech v kraji odpovídala po mikrobiologické stránce ve sledovaném období, až na ojedinělé případy, požadavkům vyhlášky č. 252/2004 Sb. Limitní hodnoty mikrobiologických ukazatelů jsou provozateli dodržovány ve více než 95 %.

Soubor hodnot hygienických šetření za delší časový úsek je uveden v následujících koláčových grafech (3-30–3-33).

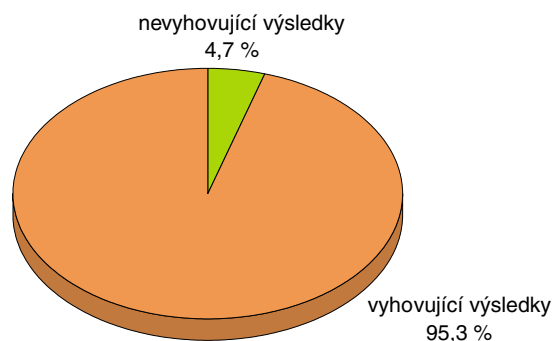
Obr. 3-30 Ukazatel *Escherichia coli* v JmK v roce 2000–2005



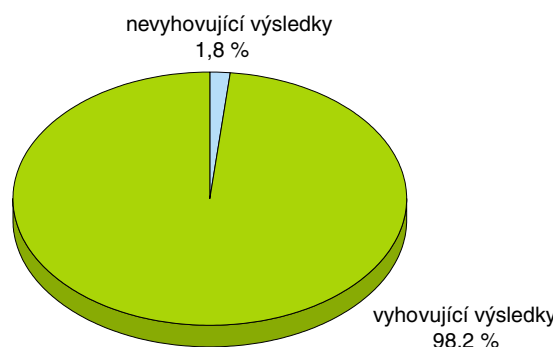
Obr. 3-31 Ukazatel koliformní bakterie v JmK v roce 2000–2005



Obr. 3-32 Ukazatel počty kolonií při 36 °C v JmK v roce 2000–2005



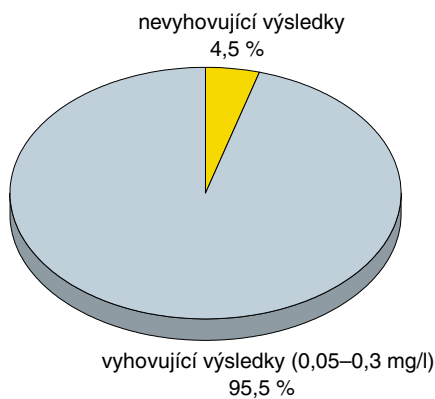
Obr. 3-33 Ukazatel počty kolonií při 22 °C v JmK v roce 2000–2005



Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele překračující hodnotu limitu stanoveného vyhláškou jsou zaznamenávány ve zcela ojedinělých případech. Určitou výjimkou je překračování limitní hodnoty volného chloru, jež je výrazem obav provozovatele o dostatečné zdravotní zajištění dopravované pitné vody. Jeho nadbytek ve vodovodním řádu však, kromě chuťového poškození vody, s sebou nese rychlejší korozi vodovodního potrubí, ale co je ještě významnější, s doprovodnými organickými látkami mohou vznikat nežádoucí chemické sloučeniny, z nichž například trihalometany (chloroform a další) jsou podezřelé, či prokázané karcinogeny.

Obr. 3-34 Ukazatel volný chlor v JmK v roce 2000–2005



Příklad trendu postupného významného zlepšování zdravotní nezávadnosti pitné vody lze ukázat na vývoji koncentrace chloroformu v brněnském vodovodu. Z počátečních hodnot přesahujících $100 \mu\text{g.l}^{-1}$ v osmdesátých letech při zásobování převážně většiny brněnských obyvatel povrchovou upravovanou vodou z písárecké vodárny, došlo v průběhu deva-

desátých let a zejména po odstavení této vodárny do konce 90. let a náběhu vírského přivaděče, k postupnému významnému poklesu koncentrace této sloučeniny podezřelé z karcinogenity v pitné vodě až k dnešním hodnotám pod úroveň $1 \mu\text{g.l}^{-1}$.

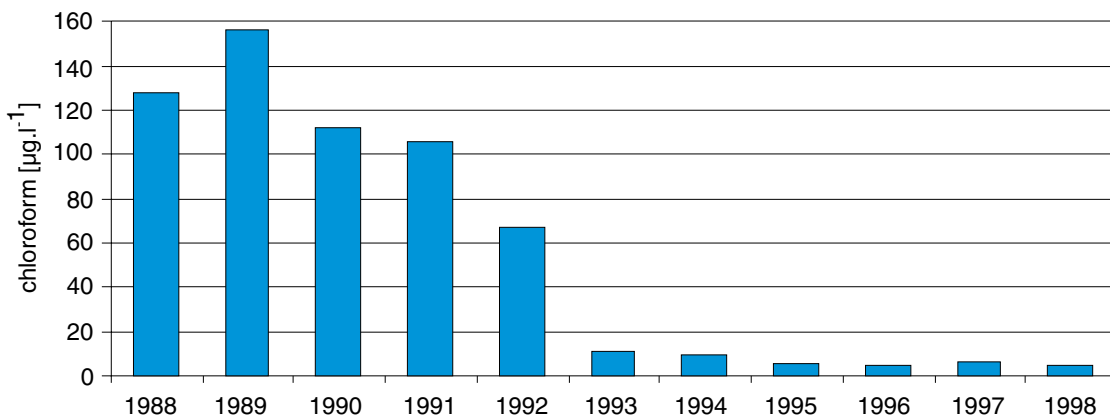
Pokud jde o další toxické látky a sloučeniny v pitné vodě, je jejich přítomnost v pitné vodě identifikovatelná většinou hluboce pod limitními přípustnými hodnotami, v mnoha případech trvale pod detekčním limitem používaných laboratorních metod. Pokud dochází k pozitivním nálezům, jsou to většinou krátkodobá překročení limitních hodnot, způsobená obvykle technologickým problémem vodárny nebo úpravny.

V jednom případě byl v okrese Blansko potvrzen zvýšený výskyt arsenu ve veřejném vodovodu Slatinka. Maximální hodnoty ukazatele arsenu se pohybovaly mezi $50\text{--}60 \mu\text{g.l}^{-1}$. KHS JmK v září 2005 vydala rozhodnutí, kterým zakázala používání vody z veřejného vodovodu Slatinka k přímé spotřebě, tj. k pití, přípravě nápojů a pokrmů pro lidskou potřebu. Tento zákaz se týká 37 stálých obyvatel napojených na tento veřejný vodovod. V obci je zajišťováno náhradní zásobování pitnou vodou.

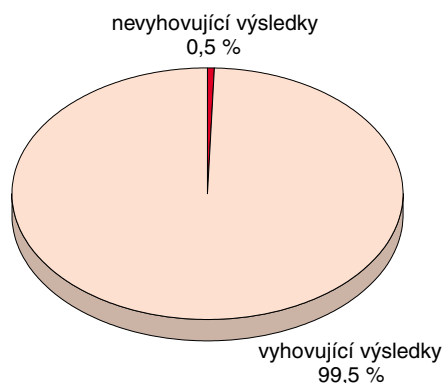
Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku manganistanem CHSK(Mn) je ukazatel nespecifického zatížení pitných vod organickými látkami schopnými manganistanové oxidace. Toto stanovení, jež bylo první historickou metodou pro sumární stanovení organických látek ve vodách, se v různých modifikacích používá dodnes. Mezní hodnota CHSK(Mn) pro pitnou vodu dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. činí $3,0 \text{ mg.l}^{-1}$. Jak je z obrázku zřejmé, je tento ukazatel ve většině jihomoravských pitných vod bez problémů plněn.

Obr. 3-35 Vývoj koncentrací chloroformu v brněnském vodovodu v desetiletí 1988–1998

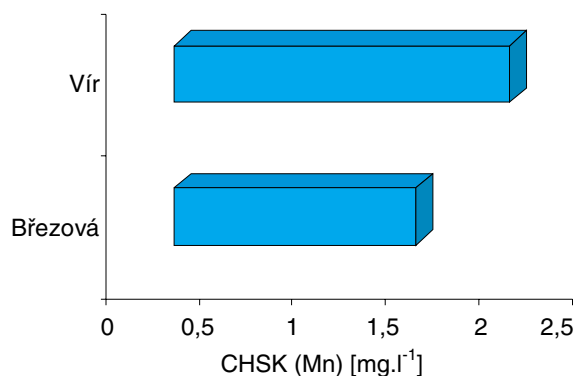


Obr. 3-36 Ukazatel CHSK-Mn v JmK v roce 2000–2005



Reálná hodnota tohoto ukazatele závisí významně na typu pitné vody a na čistotě zdroje. Tento nespecifický ukazatel organické zátěže je zpravidla vyšší u povrchových než u podzemních vod.

Obr. 3-37 Rozsah CHSK (Mn) pro jednotlivé zdroje zásobující město Brno



Z obrázku 3-37 je názorně vidět přece jen poněkud vyšší zátěž zdroje upravované pitné vody z povrchové vody vířského přivaděče vzhledem k hodnotě pro podzemní březovský zdroj.

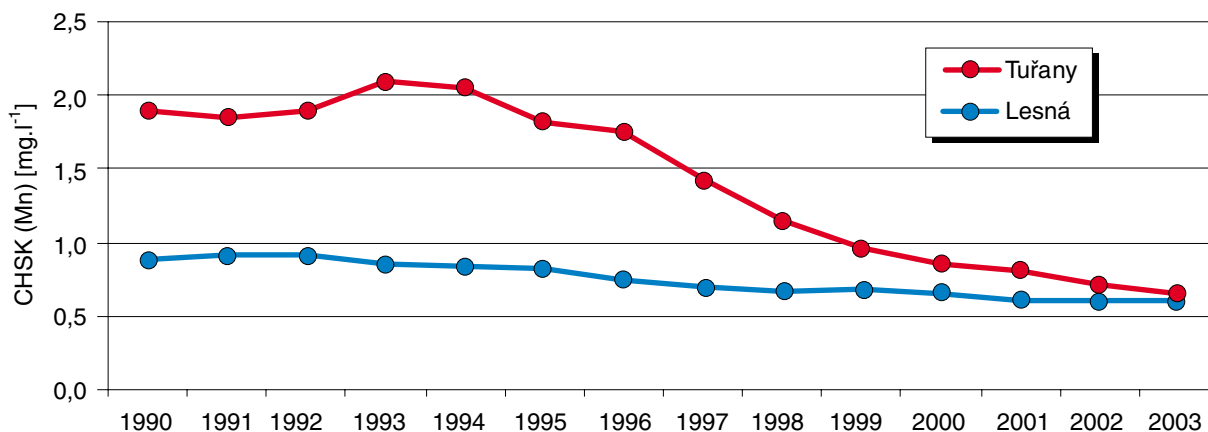
Zajímavým dokreslením minulé situace je průběh hodnoty tohoto ukazatele ve dvou odběrových místech v městě Brně, kdy lokalita Tuřany byla původně zásobena pouze vodou z pisárecké úpravy, zatímco lokalita Lesná byla napojena na vodojem přednostně zásobovaný podzemní vodou z Březové, později i z Vířu. Z grafu na obrázku 3-38 je názorně vidět, jak se postupně po roce 2000 situace v brněnském vodovodu zlepšovala a koncentrace organických látek, mezi nimiž může být přítomno i mnoho látek různě toxických a zdravotně závadných (zbytky pesticidů, průmyslové odpady apod.), klesaly k hodnotě hluboko pod povolený limit.

Dusičnany

V Jihomoravském kraji, stejně jako v celé ČR jsou z hlediska zdravotního rizika v pitné vodě nejproblematictější dusičnany. Vyskytují se téměř ve všech vodách a patří mezi čtyři hlavní anionty. Jejich koncentrace v přírodních vodách neustále vzrůstají v důsledku růstu počtu obyvatel a intenzivní zemědělské činnosti. Existují oblasti s mimořádně vysokými koncentracemi dusičnanů v podzemních vodách. Jednou z těchto oblastí je jižní a jihozápadní část jihomoravského regionu (např. oblast kolem Znojma), kde se průměrná hodnota v soukromých studních pohybuje kolem 66 mg.l⁻¹.

V okrese Brno-venkov je to 5 vodovodů severozápadně od Brna (SV Tišnov-Železné, Kaly-Zahrada, Prosatín, Střemchoví, SV Zbraslav-Stanoviště, Zbraslav) a jeden jihozápadně od Brna

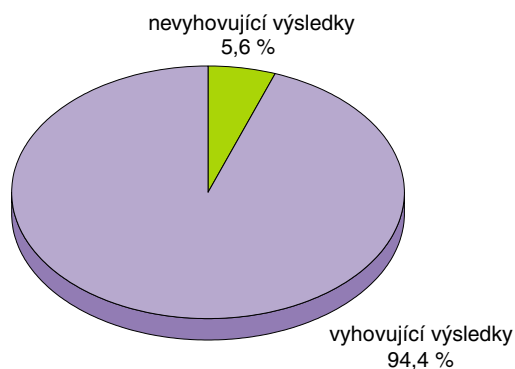
Obr. 3-38 Koncentrace CHSK (Mn) v lokalitě Brno-Lesná a Brno-Tuřany v letech 1990–2003



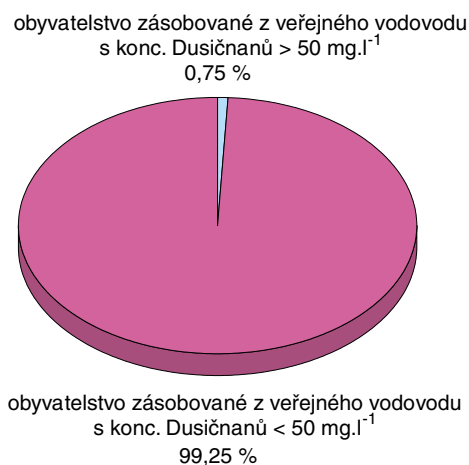
(Dolní Kounice-Mělčany), kde koncentrace dusičnanů překračuje nejvyšší mezní hodnotu 50 mg.l^{-1} . Celkem tyto vodovody zásobují 4 815 odběratelů. Na území okresu Břeclav byly původně tři vodovody s vyšší koncentrací dusičnanů, než povoluje vyhláška. V průběhu posledních let však byly dva z nich přepojeny na nové zdroje s vyhovující kvalitou vody. Zbývající vodovod zásobuje 321 odběratelů. V okrese Blansko se nachází šest vodovodů (Lysice, Vranová, Kunčina Ves, Vavřinec, Bukovice a Voděřady), kde koncentrace dusičnanů v pitné vodě překračuje nejvyšší mezní hodnotu. Celkem tyto vodovody zásobují 3 173 odběratelů.

Podíl obyvatel zásobovaných pitnou vodou z veřejných vodovodů s nevyhovující koncentrací dusičnanů je v Jihomoravském kraji velice nízký. Údaje v následujících dvou grafech však nezahrnují situaci individuálního zásobování pitnou vodou, která je zejména v malých sídlech na jih od Brna poněkud horší.

Obr. 3-39 Ukazatel dusičnanů v JmK v roce 2000–2005



Obr. 3-40 Podíl obyvatel Jihomoravského kraje zásobovaných na dusičnanů nevyhovující pitnou vodou



Radiologické ukazatele

Kvalita vyrobené pitné vody ve vodovodech odpovídá ve většině případů požadavkům vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně. V kraji byl prokázán výskyt uranu pouze ve třech případech, a to ve vodovodech Našiměřice, Drnholec-Novosedly-Nový Přerov a Lomnice u Tišnova.

KHS JmK vydala opatření určující hygienický limit pro uran a v současné době tuto problematiku dále řeší Krajský úřad, který přednostně pro tyto zdroje vyčlení dotace, aby mohly být vodovody přepojeny na zdroje nové, bez zvýšeného množství uranu v pitné vodě.

3.2.3 Watercoolery

V průběhu posledních let se na českém trhu objevila zařízení, nazývaná „watercoolery“ a jejichž provoz, tedy zásobování chladnou pitnou vodou se stalo velice módním trendem. Tato zařízení jsou často umístěna ve školách, školních jídelnách, lékárnách, kosmetických studiích, soláriích, supermarketech, nemocnicích a dalších objektech, kde poskytují veřejnosti upravovanou „pitnou vodu“.

Watercooler – česky doslova „ochlazovač vody“ – je zařízení pro čepování balené pitné vody z velkoobjemových vratných plastových lahví. Voda může být podle typu přístroje ochlazována, ohřívána nebo čepována při pokojové teplotě.

Watercooler nesmí být zdrojem mikrobiálního nebo jiného znečištění a při jeho používání nesmí docházet k nežádoucím změnám ve složení čepované vody a k ovlivnění jejích sensorických vlastností. Při nesprávné péči o tato zařízení však nezdědka dochází k rozvoji biofilmů nebo plísní, které se mohou tvořit na všech plochách, které jsou ve styku s vodou. Voda v zařízení může mít zatuchlou až plísňovou příchutí, má také daleko horší kvalitu než voda v lahvi a v těchto případech je většinou dokonce zdravotně závadná.

Jedinou účinnou metodou k likvidaci biofilmu je mechanické vyčištění, proto při pořizování těchto zařízení je třeba klást velký důraz na snadnou čistitelnost přístroje a pochopitelně provozovatel musí zajistit skutečně pravidelné čištění přístroje.

Obecné zásady doporučené pro umístění, provoz a sanitaci watercoolerů

Umístění na čistém a větratelném místě, chráněném před přímým slunečním zářením, ne blízko

tepelných zdrojů, ne ve vlhku a ne tam, kde jsou přítomny těkavé organické látky (benzinové pumpy, tiskárny, pracoviště s rozpouštědly), které mohou přispět k vytváření biofilmu nebo chuťově či pachově znehodnotit vodu.

Voda by měla být spotřebována do 3 dnů od nasazení láhve na přístroj. Zařízení je třeba v intervalech doporučených výrobcem pravidelně čistit: nejdéle po třech měsících nebo dříve podle pokynu výrobce provést celkovou sanitaci zařízení.

Pravidelně, nejméně 1x ročně, je nutno ověřit kvalitu vody vstupující do přístroje a kvalitu vody vystupující z přístroje mikrobiologickým rozbořem.

Existuje-li podezření, že byl přístroj kontaminován, nebo v případě výskytu sensorických změn vody, musí se zařízení okamžitě vyřadit z provozu a zajistit rozbor vody s celkovou sanitací přístroje.

Voda musí být spotřebována co nejrychleji a pokud zařízení není několik dní v provozu, je třeba přístroj před uvedením do opětovného provozu vyčistit.

Nejčastěji zjišťovaným problémem je nedostatečná frekvence čištění (sanitace).

Jakost vody z watercoolerů

Úroveň hygienického zabezpečení tohoto moderního zdroje pitné vody byla namátkově prověřována v loňském roce. Vzorky k analýze byly odebrány v místě přímé spotřeby, bez desinfekce zařízení nebo další úpravy vzorku tak, aby byl získán vzorek vody, kterou spotřebitel užívá. Výsledky laboratorních kontrol uvádí následující tabulka.

Z těchto vyšetření celkového počtu 68 watercoolerů se prokázalo, že po mikrobiologické stránce byla čepovaná voda až v 95,5 % závadná. Zdravotně významná je především četná přítomnost bakteriálních kolonií *Pseudomonas aeruginosa*.

3.2.4 Jakost povrchových vod v Jihomoravském kraji

Území povodí řeky Moravy zahrnuje prakticky, vyjma malé severovýchodní části odvodněné Odrou, celou Moravu. Povodí Moravy je přirozený územní celek ležící na předělu České vysočiny, Západních Karpat a Panonské provincie, hydrologicky náležející k úmoří Černého moře. Zabírá značnou část Moravy o ploše 21 133 km². Základním zdrojem vody pro celé území jsou atmosférické srážky. Vodní nádrže (přehrady a rybníky) jsou vybudovány ve větším rozsahu jen v povodí Dyje. Podzemní vody se vyskytují v omezeném rozsahu a jsou soustředěny do údolních niv podél řek Moravy, Dyje, Svratky a některých lokálních malých toků. Veškeré potřeby odběrů povrchové vody jsou kryty jednak z nádrží, jednak z přirozených průtoků. V povodí Moravy je vybudováno celkem 32 větších vodních děl a nádrží. Rozhodujícími vodními toky v povodí jsou řeka Morava, Dyje, Svratka a Bečva.

Morava

Řeka Morava je největším a nejdůležitějším tokem v povodí Moravy. Pramení pod Kralickým Sněžníkem ve výšce 1 380 m n. m. a protéká přes Mohelnickou brázdou nejprve Hornomoravským a potom Dolnomoravským úvalem. Celková délka řeky Moravy na území České republiky je 284 km a povodí této řeky má protáhlý tvar, opouštějící území jižní Moravy na soutoku s Dyjí v jejím jihovýchodním cípu. Přestože je řeka Morava nejvýznamnějším tokem, není na ní vybudována žádná významná nádrž.

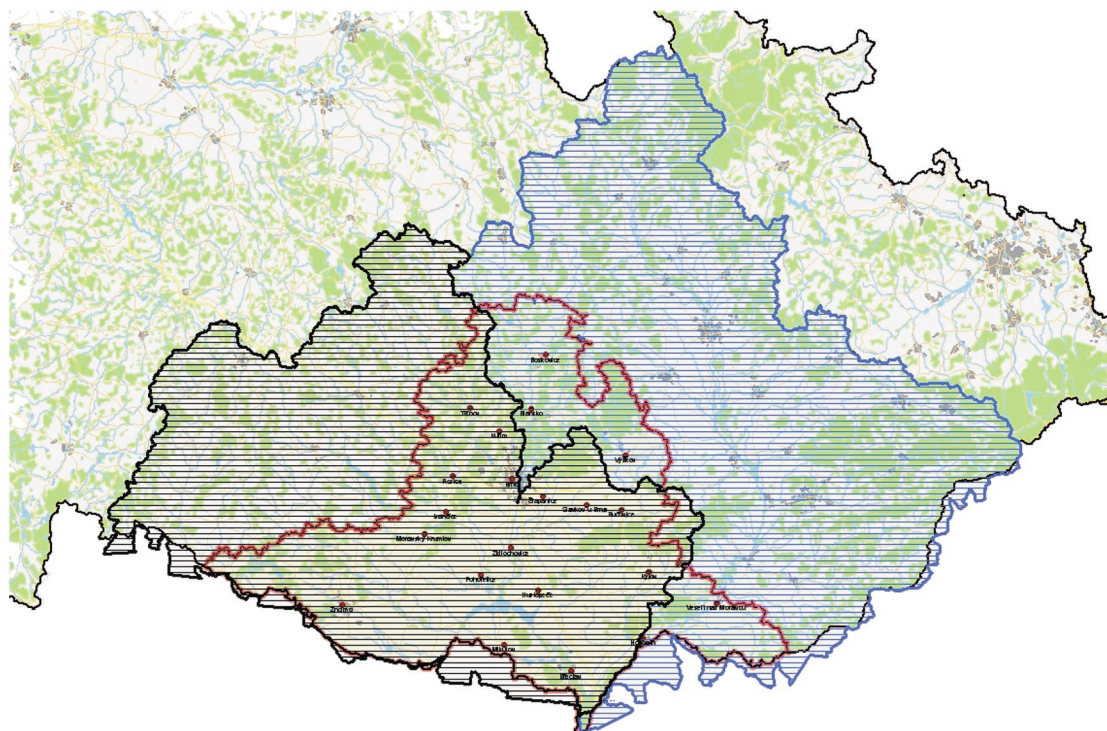
Dyje

Řeka Dyje je největším přítokem Moravy a vytváří samostatnou oblast povodí. Na vlastní řece Dyji jsou vodní nádrže, významné pro celé povodí Dyje. Nad Vranovem nad Dyjí je to vodní nádrž Vranov, dále potom nádrž Znojmo a v místě soutoku s Jihlavou a Svratkou je soustava tří Novomlýnských nádrží s celkovým objemem 134 milionů m³ vody.

Tab. 3-8 Počty vyšetření watercoolerů ze zdravotnických zařízení, lékáren, hypermarketů a dalších objektů sloužících veřejnosti provedená v srpnu a prosinci 2005 a lednu 2006

Ukazatel	Počet vzorků překračujících limit	Počet vzorků vyhovujících vyhlášce	Celkem analyzovaných vzorků
Enterokoky	4	64	68
Koliformní bakterie	7	61	68
Počet kolonií při 22 °C	58	10	68
Počet kolonií při 36 °C	60	8	68
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20	48	68
<i>Escherichia coli</i>	3	65	68

Obr. 3-41 Povodí Moravy (šedým šrafováním je zvýrazněno povodí Svatky a Dyje)



Svatka

Řeka Svatka pramení pod Žákovou horou ve Žďárských vrších. Také na řece Svatce jsou vybudovány vodní nádrže. Je to zejména významná vodárenská nádrž Vír I a pod ní její menší vyrovnávací nádrž Vír II, nad městem Brnem potom nádrž Brno s celkovým objemem 21 milionů m³ vody.

Bečva

Řeka Bečva je po Dyji druhým největším přítokem Moravy. Je pro ni charakteristické velké kolísání průtoků s náhlými a rychlými změnami.

3.2.5 Monitoring jakosti povrchových vod

Na území Jihomoravského kraje se nachází celkem 1 264 vodních nádrží. Z nich 321 je větší rozlohy než 1 ha a zaujímají celkem plochu 7 131 ha. Celková výměra všech nádrží v Jihomoravském kraji činí 7 478 ha.

Ve dvouletých intervalech je prováděn podrobný monitoring povodí Moravy včetně jejích rozhodujících přítoků. V roce 2005 byl v Jihomoravském kraji v rámci účelové sítě sledování jakosti povrchových vod uskutečněn pravidelný monitoring na 83 profilech situovaných na toky a vodní nádrže. Sledované profily byly voleny tak, aby reprezentativně podchytily kvalitu vody v 31 důležitých vodních tocích. Pozornost byla zaměřena na významné

vodní toky a největší vodní nádrže na území Jihomoravského kraje, jejichž výčet je uveden v následujících tabulkách 3-9 a 3-10.

Tab. 3-9 Významné vodní toky na území Jihomoravského kraje (podle vyhlášky č. 470/2001 Sb.)

Pořadové číslo	Vodní tok	Pořadové číslo	Vodní tok
1	Bělá	17	Punkva
2	Bílý potok	18	Radějovka
3	Bobrava	19	Rakovec
4	Bobrůvka	20	Rokytná
5	Daníž	21	Říčka (Zlatý potok)
6	Dyje	22	Skalička
7	Haná	23	Sudoměřický potok
8	Jevišovka	24	Svitava
9	Jihlava	25	Svatka
10	Křetínka	26	Šatava
11	Křtinský potok	27	Štinkovka (Stinkava)
12	Kuřimka	28	Trkmanka
13	Kyjovka (Stupava)	29	Valchovka
14	Litava (Cézava)	30	Včelínek
15	Morava	31	Velička
16	Oslava		

Tab. 3-10 Největší nádrže v JMK ve správě Povodí Moravy, s. p.

Název nádrže	Vodní tok	Vodárenská nádrž
Boskovice	Bělá	ano
Brno	Svratka	ne
Jevišovice	Jevišovka	ne
Letovice	Křetínka	ne
Nové Mlýny – horní	Dyje	ne
Nové Mlýny – střední	Dyje, Jihlava, Svratka	ne
Nové Mlýny – dolní	Dyje	ne
Oleksovice	Skalička	ne
Opatovice	Haná	ano
Plumlov	Hloučela	ne
Těšetice	Únanovka	ne
Vranov	Dyje	ne
Výrovice	Jevišovka	ne
Znojmo	Dyje	ano

3.2.6 Klasifikace povrchových vod

Jakost povrchových vod je pravidelně vyhodnocována – v současné době je využívána například ČSN 75 7221 “Klasifikace jakosti povrchových vod“, která podle laboratorních výsledků dělí toky do 5 tříd:

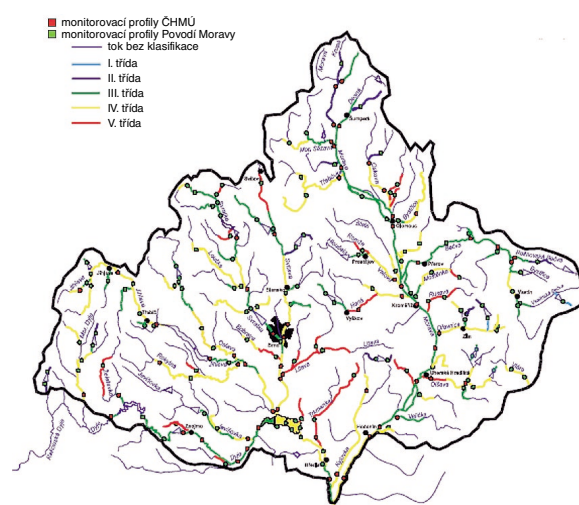
- I. třída – neznečištěná voda,
- II. třída – mírně znečištěná voda,
- III. třída – znečištěná voda,
- IV. třída – silně znečištěná voda,
- V. třída – velmi silně znečištěná voda.

Sledovány jsou kyslíkový režim, základní chemické a fyzikální ukazatele včetně obsahu živin, specifické organické látky, obsah vybraných těžkých kovů a biologické a mikrobiologické oživení. Vodní tok se klasifikuje jednotnou metodikou na základě výsledné (celkové) třídy jakosti, která je dána nejhorší třídou některého ze stanovovaných ukazatelů. Získá se tak standardizovaný přehled o jakosti vody v celém povodí Moravy, který lze srovnávat s jakostí vody jiných vodních toků a jejich povodí v ČR.

Vyhodnocení prováděného monitoringu toků za dvouletí 2004–2005 podle tříd jakosti základních ukazatelů je nejlépe vidět v mapovém podkladu (obr. 3-42). Červenou barvou je vyznačena část toku s třídou znečištění V. – velmi znečištěná voda. Tyto části vodních toků jsou tak silně znečištěny, že je v nich jen stěží udržována hydrobiologická rovnováha.

Za nejhorší sledovaný ukazatel (z ukazatelů určujících výslednou třídu) lze považovat s průměrnou

třídou 3,3 fosfor, u kterého je 43 % profilů v nevyhovující IV. a V. třídě, a $CHSK_{Cr}$ – průměrná třída 2,9, nevyhovujících 19,6 % profilů. Průměrný saprobní index je 2,2 (nevyhovují necelá 4 % profilů), průměrná třída jakosti dusičnanů je 2,2 (nevyhovuje 3,5 % profilů), amoniakálního dusíku 2,2 (nevyhovuje 12 % profilů), pH 2,6 (nevyhovuje 6,5 % profilů).

Obr. 3-42 Stav jakosti povrchových vod v základních chemických ukazatelích

Z hlediska kyslíkového režimu, obsahu živin a oživení makrozoobentickými organismy jsou nejhoršími sledovanými toky v Jihomoravském kraji Haná (zhoršení je zaznamenáno od Vyškova), Trkmanka (od Žďánic po ústí), Litava, Daníž, Rakovec, Říčka, Bobrava (v dolním úseku), Valchovka (nad ústím) a Štinkavka (od Šakvic).

3.2.6.1 Výskyt specifických organických látek a kovů v povrchových vodách v povodí řeky Moravy

Koncentrační škála sledovaných toxických i biogenních prvků je na jednotlivých profilech velmi různá. Na základě hodnocení těchto specifických, převážně toxikologicky významných ukazatelů lze v hodnocených tocích Jihomoravského kraje považovat za bezproblémový obsah celkového chromu (Cr), kadmia (Cd) niklu (Ni), olova (Pb), mědi (Cu) a arsenu (As), s výjimkou Trkmanky v dolním úseku. Jejich koncentrace v povrchových vodách toků je až na výjimky vždy na úrovni I. a II. třídy čistoty dle ČSN 75 7221. Pokud jde o obsah toxické rtuti (Hg), musela být část profilů zařazena do III. třídy, v řadě

případů bylo zjištěno vyšší zatížení toků zinkem (Zn) a železem (Fe), jež nejsou toxikologicky významné.

V tabulce 3-11 jsou uvedeny počty hodnocených profilů pro monitorované anorganické ukazatele a průměrná třída jakosti příslušného ukazatele z těchto profilů.

Kromě vyjádření jakosti vodního toku pomocí třídy jakosti můžeme použít také Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Lze konstatovat, že v tomto hodnocení všechny sledované toky vyhověly nařízení vlády v koncentraci As, Cd, Pb a Ni. Obsah rtuti v monitorovaných profilech znamenal prakticky třetí třídu jakosti a nevyhověl příslušnému nařízení

vlády v profilu řeky Trkmanka v Podivíně, Litava v Židlochovicích, v mědi Trkmanka v Podivíně a Bořeticích, Litava v Židlochovicích a v zinku Dyje v Hevlíně, Jihlava v Malém Beranově, Svitava v Bílovicích nad Svitavou a Trkmanka v Bořeticích.

Kromě anorganických polutantů je monitorována celá řada volatilních i semivolatilních organických látek, zejména chlorovaných uhlovodíků.

V tabulce 3-12 jsou uvedeny ty organické polutanty, které jsou v povrchových vodách nalézány a jejichž průměrná třída jakosti ovlivňuje celkové zařazení toku.

Tab. 3-11 Výběr z hodnocených anorganických polutantů z profilů v povrchových vod Jihomoravského kraje

Analyt	As	Cd	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
Počet vyhodnocených profilů	14	11	53	23	6	17	53
Průměrná třída jakosti dle ČSN 75 7221	2,00	1,64	1,74	2,83	1,67	1,94	3,06
Imisním limitům NV č. 61/2003 Sb. nevyhovělo	0	0	3	2	0	0	4

Tab. 3-12 Výběr z hodnocených organických polutantů z profilů v povrchových vod Jihomoravského kraje

Ukazatel	AOX	PCE	TCE	CHCl ₃	Σ PAU ₆
Počet hodnocených profilů	33	22	22	22	26
Průměrná třída jakosti	4,25	1,32	1,23	2,09	2,27
Imisním limitům NV č. 61/2003 Sb. nevyhovělo	31	3	0	2	3

AOX – absorbovatelné organické halogenované látky

PCE – 1,1,2,2-tetrachloreten

TCE – 1,1,2- trichloreten

CHCl₃ – chloroform

Σ PAU₆ – polyaromatické uhlovodíky: fluoranten, benzo-k-fluoranten, benzo-b-fluoranten, benzo-a-pyren, benzo(g,h,i)perylen, indeno(1,2,3-cd)pyren

Tab. 3-13 Největší bodové zdroje v povodí Moravy

Znečišťovatel	Hlavní tok	Vypouštěné znečištění [t/rok]	Ukazatel
BVK Brno – Modřice ČOV	Svratka	1 058,02	CHSK _{Cr}
Jaderná elektrárna Dukovany	Skryjský p.	756,04	CHSK _{Cr}
Středomor. VAS Olomouc – Olomouc ČOV	Morava	497,06	CHSK _{Cr}
VAS Jihlava – Jihlava ČOV	Jihlava	426,91	CHSK _{Cr}
BVK Brno – Modřice ČOV	Svratka	21,97	celk. P
VaK Zlín – Zlín ČOV	Dřevnice	10,11	celk. P
VAS Jihlava – Jihlava ČOV	Jihlava	7,69	celk. P
Středomor. VAS Olomouc – Olomouc ČOV	Morava	7,51	celk. P
VAS Jihlava – Jihlava ČOV	Jihlava	108,41	N-NH ₄
VAS Boskovice – Blansko ČOV	Svitava	38,15	N-NH ₄
BVK Brno – Modřice ČOV	Svratka	32,95	N-NH ₄
VaK Vsetín – ČOV Zubří	Rožn. Bečva	26,88	N-NH ₄
Středomor. VAS Olomouc – Olomouc ČOV	Morava	26,29	N-NH ₄
BVK Brno – Modřice ČOV	Svratka	274,57	N _{anorg.}
Středomor. VAS Olomouc – Olomouc ČOV	Morava	150,25	N _{anorg.}
VAS Jihlava – Jihlava ČOV	Jihlava	109,76	N _{anorg.}

V profilech jsou zjišťovány zvýšené koncentrace AOX – absorbovatelných organických halogenovaných látek v nevyhovující IV. a V. třídě jakosti. Průměrná třída jakosti tohoto ukazatele je hrozi- vých 4,25. Překračování stanovených limitů bylo zaznamenáno u chloroformu, kde nevyhovělo 23 % profilů, u 1,1,2,2-tetrachlorethenu 9 % a u PAU 13 % profilů. Za velmi nízký lze považovat obsah chlorovaných pesticidů, PCB a některých z dalších sledovaných těkavých organických látek.

V tabulce 3-13 jsou uvedeny největší evidované bodové zdroje znečištění v povodí řeky Moravy.

Z výše uvedených skutečností je zřejmé, že významným problémem povrchových vod v Jihomoravském kraji (stejně jako v celé České republice) je vysoké zatížení toků organickými látkami (více než 1 000 t/rok emituje jen jediná ČOV v Modřicích) a sloučeninami fosforu (velké čistírny odpadních vod, ale také jednotlivé malé domácí odpady na tocích bez ČOV). Jedná se o základní prvek eutrofizace, která se projevuje nadměrným rozvojem řas a sinic (dochází ke vzniku tzv. vodního květu). Sinice produkují řadu látek, z nichž mnohé jsou toxické – jejich hlavní účinek bývá nejčastěji hepatotoxický, neurotoxický a dermatotoxický. Tento problém se projevuje zejména ve stojatých vodách a výrazně snižuje jejich další (například rekreační) využití.

3.2.7 Kvalita vod ve vybraných nádržích Jihomoravského kraje

3.2.7.1 Sledování biologického oživení rekreačních nádrží v kraji

Ve vegetační sezóně 2005 probíhalo kromě pravidelného sledování Brněnské přehrady i orientační sledování fytoplanktonu ve vybraných nádržích v kraji. Pro hodnocení stupně eutrofizace nádrže byl zjišťován obsah chlorofylu a kvalitativní složení fytoplanktonu ze směsného vzorku. Takto sledovány byly v Jihomoravském kraji nádrže: Brno, Horní a Střední nádrže díla Nové Mlýny, Vranov, Křetínka, Oleksovice a Jevišovice.

Celkově je možno říci, že v roce 2005 došlo ke zlepšení u Brněnské nádrže a Horní a Střední nádrže díla Nové Mlýny. Mezotrofii odpovídaly v tomto roce Vranov, a podle letních výsledků (s výjimkou

silného jarního vegetačního zákalu) i Křetínka. Eutrofii odpovídaly Oleksovice, Brno a Dolní nádrž Nové Mlýny a lepší hypertrofii Horní a Střední Novomlýnská nádrž a Jevišovice.

Nádrž Brno

Jako za příznivou skutečnost bylo možno v roce 2005 označit velmi pozdní nástup sinicového vodního květu. Zbytek sezóny byl podobný letům předcházejícím a odpovídá skutečnosti **silně eutrofizované** nádrže.

Průměrné a maximální naměřené koncentrace chlorofylu *a* ve vegetační sezóně 2005 byly nižší, než ve stejném období roku 2004. V roce 2005 došlo ke zlepšení biologické jakosti vody a nádrž lze označit za **eutrofní**. (tab. 3-14)

Vodárenská nádrž Boskovice

V roce 2005 byl prováděn hydrobiologický průzkum dvakrát ročně – na jaře a v létě. Nádrž Boskovice prošla na přelomu devadesátých let velice nepříznivým vývojem, kdy v letním období pravidelně docházelo ke vzniku dlouhotrvajícího vodního květu.

Biologický stav nádrže odpovídal v tomto roce dobré mezotrofii a oproti předcházejícímu roku došlo k dalšímu zlepšení kvality vody.

Vodárenská nádrž Znojmo

Nádrž se v roce 2005 vyznačovala naprosto odlišným hydrologickým režimem a tedy i rozdílnými fyzikálně chemickými a následně také biologickými procesy. Z důvodu zvyšování koruny hráze došlo k poklesu maximální hloubky na sedm metrů. V důsledku tohoto výrazného zásahu do stability vodního sloupce se výrazně zkrátila doba zdržení a složení fytoplanktonu se podobalo spíše velké řece. Současně se sníženou průhledností byly v loňském roce naměřeny nízké hodnoty koncentrace chlorofylu *a*, odpovídající téměř mezotrofii. Tento zdánlivý paradox byl zapříčiněn sníženou dostupností světla pro řasy a zároveň nízkou dobou zdržení, která se ve společenstvu fytoplanktonu projevuje snížením počtu uskutečněných buněčných dělení. Tento stav je však s největší pravděpodobností hlavně důsledkem snížení hladiny s popsány morfologicko fyzikálními změnami a chladné a vlhké léto hrálo spíše menší roli.

Tab. 3-14 Koncentrace chlorofylu *a* v $\mu\text{g.l}^{-1}$ v roce 2005

Nádrž/měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	průměr	prům. s.
Brno	12,91	68,97	1,00	4,32	41,44	29,89	21,55	25,58	19,16

Vodárenská nádrž Opatovice

V roce 2005 v červenci se objevil u hráze v hloubce dvacet pět metrů pod hladinou první kyslíkový deficit. Současně se zvýšily koncentrace manganu a celkového fosforu u dna. Díky příznivému vývoji počasí byla celá nádrž v září a hlavně v říjnu dokonale prokysličená. V říjnu však přetrvávaly zvýšené koncentrace manganu pod hladinou. Fytoplankton se vyvíjel podobně jako v předcházejících letech. Biologický stav nádrže odpovídal mezotrofii.

3.2.8 Kvalita vod ve vybraných přírodních koupalištích Jihomoravského kraje, používaných ke koupání

3.2.8.1 Rizika z koupání ve volné přírodě

Při náhodném polknutí i malého množství zdravotně nezabezpečené vody může dojít k infekčnímu onemocnění (střevní a žaludeční potíže, horečnatá onemocnění, zánětlivá onemocnění uší a očí). Onemocnění z vody způsobují viry, bakterie či prvoci.

Další zdravotní rizika vyplývají z přítomnosti cyanobakterií (sinic) ve vodě. Jde o mikroskopické organismy, které se řadí mezi bakterie. I krátkodobý kontakt může u vnímavého člověka vyvolat alergické reakce, podle množství a druhu požitých sinic se mohou dostavit např. střevní a žaludeční potíže, bolesti hlavy, malátnost, oslabení imunity. Při dlouhodobém vlivu toxinů sinic pak může dojít k poruchám funkce jater včetně možného vzniku rakoviny.

Toxiny cyanobakterií mohou být ohroženi neinformovaní lidé, chovatelé psů a hospodářských zvířat,

rybáři. Riziko se zvyšuje u malých dětí, které jsou citlivější a mají nižší tělesnou hmotnost.

Podle vyhlášky č. 159/2003 Sb. jsou stanoveny tyto pojmy:

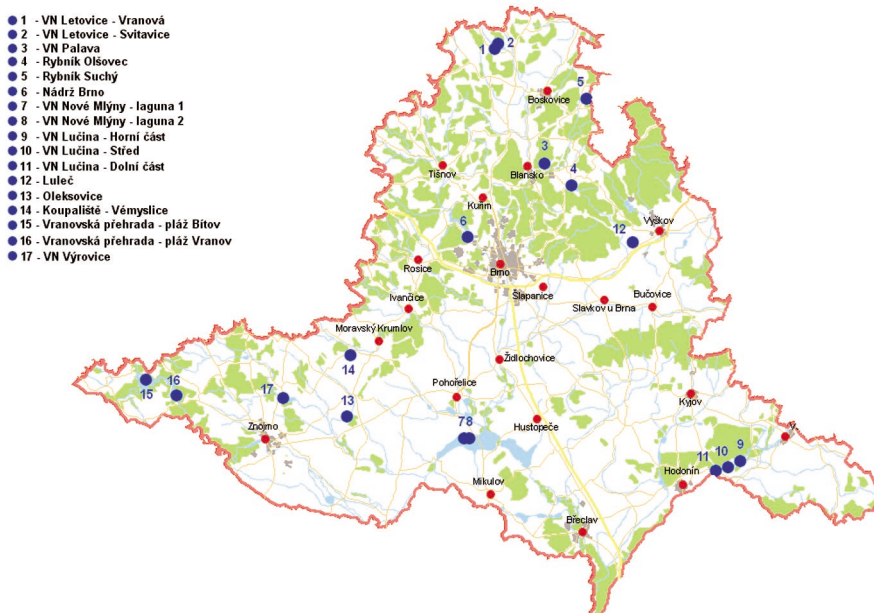
- *Koupaliště ve volné přírodě* – přírodní vodní plocha označená jako vhodná ke koupání pro veřejnost; místo, za které provozovatel vzal zodpovědnost a nechává na své náklady sledovat jakost vody a zabezpečuje další služby na břehu.
- *Povrchové vody využívané ke koupání* – významné koupací oblasti, které nemají provozovatele, ale které využívá ke koupání větší počet osob; tyto koupací oblasti jsou zařazeny na seznam sledovaných míst (starost za kontrolu jakosti vody má krajská hygienická stanice).
- *Ostatní vodní plochy* – kvalita vody z hlediska využití pro vodní rekreaci a koupání není nikým sledována; koupání probíhá na vlastní riziko.

U všech těchto lokalit se v rozsahu požadovaném současně platnou legislativou (Vyhláška č. 159/2003 Sb.) sledují následující ukazatele: koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie, enterokoky, salmonely, enteroviry, pH, barva, minerální oleje, povrchově aktivní látky, fenoly, průhlednost, rozpuštěný kyslík, viditelné znečištění, jiné chemické látky, index saprobity makrozoobentosu, chlorofyl-*a*, mikroskopický obraz, celkový fosfor, sinice.

Seznam oficiálních koupacích oblastí na území Jihomoravského kraje

- vodní nádrž Lučina,
- vodní nádrž Nové Mlýny 1. nádrž – Laguna 1,

Obr. 3-43 Výčet dozorovaných koupacích míst v Jihomoravském kraji



- vodní nádrž Nové Mlýny 1. nádrž – Laguna 2,
- vodní nádrž Palava,
- vodní nádrž Letovice,
- koupaliště Vémyslice,
- vodní nádrž Oleksovice.

V těchto koupacích místech je hygienickou službou pravidelně monitorována jakost jejich vody.

Ostatní vodní plochy

Mezi ostatní vodní plochy řadíme na území Jihomoravského kraje nádrž Brno a vodní nádrž Výrovice. Kvalita vody v obou lokalitách je také hygienicky sledována.

3.2.8.2 Kvalita vodních ploch užívaných ke koupání

V Jihomoravském kraji se od roku 2000 pravidelně monitorují všechny vodní plochy – koupací místa. V posledních pěti letech byly vyšetřovány vzorky

povrchových vod v nádržích, rybnících a koupalištích Olšovec, Suchý, Luleč – U Libuše, vodní nádrž Lučina, vodní nádrž Palava, vodní nádrž Letovice, koupaliště Vémyslice, vodní nádrž Oleksovice.

Obr. 3-44 Brněnská přehrada



Tab. 3-15 Seznam koupališť ve volné přírodě na území Jihomoravského kraje

Název koupaliště	Provozovatel
Rybník Olšovec	Olšovec, s. r. o., Havlíčkovo nám. 71, 679 06 Jedovnice
Rybník Suchý	Obec Suchý – 680 01 Boskovice
VN Vranov	CAMP PLÁŽ – Vranovská přehrada, s. r. o., Štířaty 149, 671 02 Šumná
VN Vranov – lokalita Bítov	CAMP BÍTOV, spol. s r. o., Bítov 64, 671 10 Bítov
Luleč – U Libuše	Obec Luleč

Tab. 3-16 Počet vzorků z koupacích míst za sezóny 2000 až 2005

Název vodní nádrže (VN)/sezóna	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Olšovec	4	4	4	8	8	4
Suchý	4	4	4	3	3	4
Luleč – U Libuše	2	0	0	4	5	10
VN Lučina	2	3	9	15	27	24
VN Pálava	8	6	6	8	6	9
VN Letovice	9	9	12	13	13	18
Koupaliště Vémyslice	0	0	1	5	4	9
VN Oleksovice	0	0	3	5	4	9
Celkem	29	26	39	61	70	87

Tab. 3-17 Počet vzorků za sezóny 2000 až 2005 z vodní nádrže Vranov, vodní nádrže Nové Mlýny a nádrže Brno

Název vodní nádrže (VN)/sezóna	2000	2001	2002	2003	2004	2005
VN Vranov	2	1	4	3	5	9
VN Vranov – Bítov	2	1	4	3	4	3
VN Nové Mlýny 1. nádrž – Laguna 1	9	11	5	9	9	10
VN Nové Mlýny 1. nádrž – Laguna 2	2	11	5	9	8	10
Nádrž Brno	24	24	20	28	32	56
Celkem	39	48	38	52	58	88

Obr. 3-45 Rybník Olšovec



Obr. 3-46 Vodní nádrž Lučina



V období mezi roky 2000 až 2005 byly vydány každoročně zákazy koupání v nádrži Brno a to od začátku července až do podzimu, tj. po celou letní sezónu. Dne 13. 8. 2003 byl vydán zákaz koupání v nádrži Lučina a zákaz trval do konce sezóny roku 2003. Dne 12. 8. 2005 byl vydán zákaz koupání v rybníku Olšovec a ukončení zákazu bylo vyhlášeno dne 25. 8. 2005.

Všechny zákazy byly vydány z důvodu masového výskytu sinic ve výše citovaných nádržích.

Na území Jihomoravského kraje jsou i jiné přírodní nádrže, které využívá veřejnost ke koupání, bohužel legislativa nám neumožňuje, abychom se zabývali kvalitou vody v nádržích, které nejsou uvedeny mezi státem sledovanými koupacími oblastmi.

V období letní sezóny jsou aktuální informace o stavu všech sledovaných nádrží umístěny na www.khsbrno.cz v sekci Aktuality.

3.3 Zatížení půdy v Jihomoravském kraji

Půda je základní a neobnovitelný zdroj nutný k produkci potravin a je nedílnou součástí přírodního bohatství každé země. Jedna z příčin, která může významně snižovat kvalitu půdy, jsou obsahy rizikových látek. Znalost úrovně kontaminace půdy je nutná nejen z hlediska možných rizik in situ, ale i z důvodu přenosu kontaminovaných půdních částic větrnou erozí na větší vzdálenosti. Obsah rizikových látek v těchto přenášených a následně deponovaných půdních částicích může být pro zdraví obyvatelstva reálným zdravotním rizikem.

3.3.1 Rizikové prvky v zemědělských půdách kraje

Rizikové prvky (těžké kovy) patří do skupiny anorganických kontaminantů. Jejich přítomnost v půdě má perzistentní charakter a zdrojem je přirozený proces zvětvávání matečné horniny a/nebo úmyslné nebo neúmyslné vstupy látek do půdy, které jsou rozhodujícím způsobem ovlivňovány antropogenní aktivitou. Některé z prvků, které jsou považovány za rizikové, jsou též důležitými mikroelementy z hlediska výživy rostlin.

Tab. 3-18 Vybrané rizikové prvky v zemědělských půdách Jihomoravského kraje a celé ČR za období 1990 až 2004, (výluh 2M HNO₃), mg.kg⁻¹

Rizikový prvek	Maxim. přípustná hodnota podle vyhl. MŽP č. 13/1994 Sb.		JMK a ČR	Průměrný obsah mg.kg ⁻¹		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Lehká půda	Ostatní druhy půd**		Lehká půda	Ostatní druhy půd**		Lehká půda	Ostatní druhy půd**	Celkem všechny půdy
Cd	0,4	1,0	JMK	0,14	0,18	5 230	1,5	0,2	0,3
			ČR	0,23	0,25	48 262	11,1	1,1	2,5
Hg*	0,6	0,8	JMK	0,06	0,08	3 221	0,0	0,2	0,2
			ČR	0,09	0,11	40 375	0,4	0,7	0,7
Pb	50,0	70,0	JMK	10,00	12,30	5 228	0,0	0,1	0,1
			ČR	16,90	19,60	48 284	1,0	1,4	1,3

* uvedené hodnoty vyjadřují celkový obsah Hg

** ostatní druhy půd = střední a těžké půdy

[Zdroj: ÚKZÚZ, 2005]

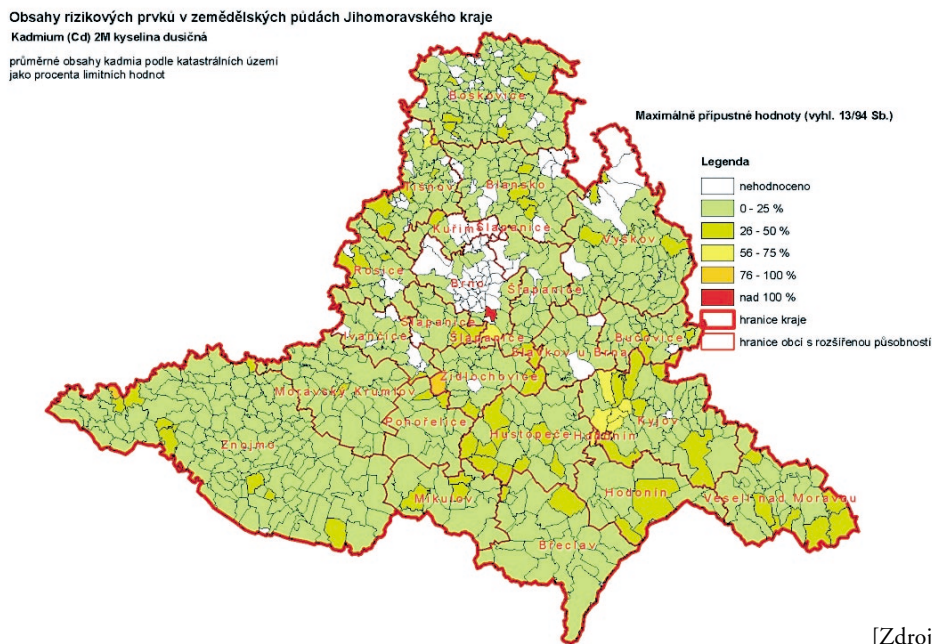
Stav kontaminace zemědělských půd rizikovými prvky je sledován v rámci agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), které provádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

K potenciálně toxickým prvkům se řadí kadmium, rtuť a olovo. Průměrné obsahy a procenta nadlimitních vzorků těchto prvků stanovených v 2M HNO₃ v Jihomoravském kraji a za celou ČR uvádí tab. 3-18. Při porovnání těchto prvků jsou průměrné obsahy Cd, Hg, Pb v rámci Jihomoravského kraje nižší než

průměrné obsahy zjištěné za celou republiku. Limity obsahu rizikových prvků v půdě, které udává vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 13/1994 Sb., jsou v případě vybraných prvků v Jihomoravském kraji překročeny pouze u nepatrného množství z odebraných vzorků (u Cd 0,3 % vzorků).

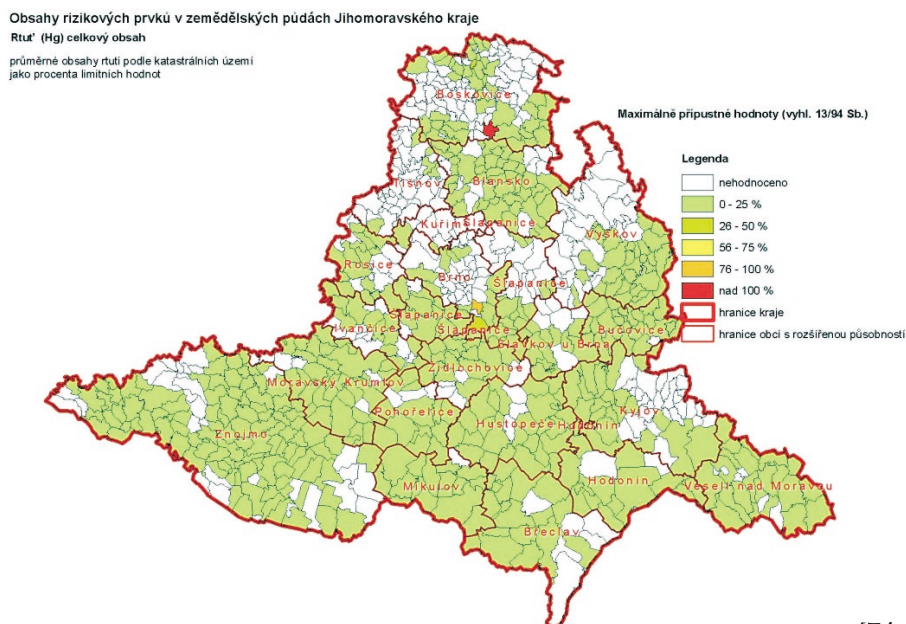
Jak vychází ze šetření, většina zemědělských půd v Jihomoravském kraji vykazuje obsahy kadmia, rtuti i olova do 25 % limitu daného touto vyhláškou (viz obrázek 3-47 až 3-49).

Obr. 3-47 Obsah kadmia v zemědělských půdách Jihomoravského kraje



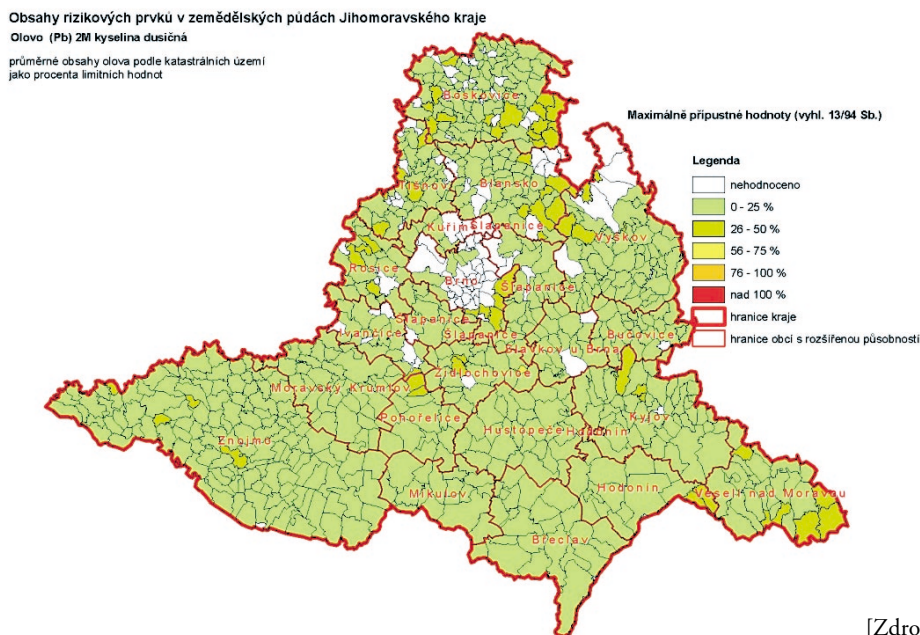
[Zdroj: ÚKZÚZ, 2005]

Obr. 3-48 Obsah rtuti v zemědělských půdách Jihomoravského kraje



[Zdroj: ÚKZÚZ, 2005]

Obr. 3-49 Obsah olova v zemědělských půdách Jihomoravského kraje



[Zdroj: ÚKZÚZ, 2005]

Zvýšené koncentrace rizikových prvků mohou být původu antropogenního či geogenního. K vyhodnocení zátěže jednotlivých pozemků je proto nutno přistupovat individuálně, se zřetelem na původ zátěže, půdní druh a způsob využívání pozemku.

3.3.2 Zatížení volné nezemědělské půdy v Brně

Významným zdrojem zdravotního rizika může být také půda v intravilánu a extravilánu velkých měst. Na území Brna-města zaujímá zemědělská půda pouze cca 35 % jeho výměry. Jde o extravilánové plochy, které jsou i nadále zemědělsky využívány a spolu s lesními porosty v okolí Brna tvoří téměř 65 % plochy extravilánu města s funkcemi převážně rekreačními, případně rekreačně – produkčními. Intravilán města Brna pak tvoří asi 10 % zastavěné plochy a zbývajících asi 25 % volných intravilánových ploch (parky, městská zeleň apod.).

Riziko kontaminace půdy toxicky významnými látkami můžeme definovat jako riziko sekundární kontaminace jemnými prachovými podíly, které se uvolňují díky proudění vzduchu, a které mohou nabývat za určité konstelace (silný vítr, počátek bouře) skutečně významných hodnot. Koncentrace zejména anorganických, ale i některých organických polutantů přenesených antropogenní činností do povrchových vrstev městské půdy, je tedy reálným zdravotním rizikem.

Z renomovaných údajů však vyplývá i zvláštní riziko kontaminace dětské populace. Zatímco pro dospělého člověka je uvažován denní přísun půdy po-

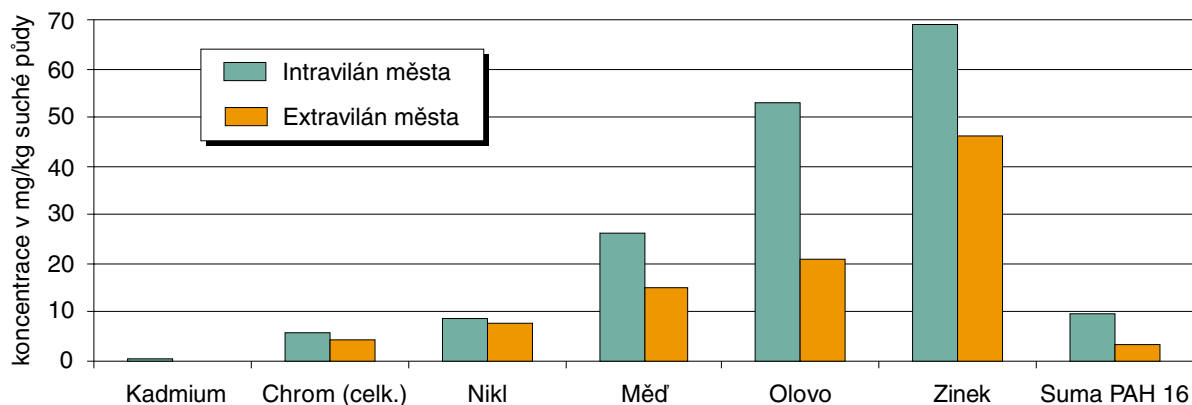
zřené převážně nechtěně ve výši asi 100 mg, může pro dítě zejména předškolního věku být tato hodnota dvakrát i vícekrát vyšší. Jak v důsledku častějšího pobytu na hřištích a jiných plochách ve městě, tak i důsledkem nižší opatrnosti dítěte při nechtěném (ale i chtěném) požití nebo ochutnání půdy). Tento fakt spolu s malou tělesnou hmotností dítěte může nabývat vysoké důležitosti, či dokonce rozhodující roli při hodnocení příčin přívodu některých kontaminujících látek do jeho organismu.

Z těchto důvodů je požadavek na znalost toxické zátěže městské a příměstské půdy více než zřejmý. Zatím poslední komplexní monitorování kontaminace brněnských půd na více než dvaceti stanovištích v intravilánu a extravilánu města rizikovými prvky (Pb, Cd, Cr, Ni, Zn) a polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAH) bylo provedeno již v letech 1995–1996 a od té doby nejsou tyto škodliviny cíleně v Brně sledovány.

3.3.2.1 Rizikové prvky v půdách

Průměrné roční koncentrace toxikologicky významných prvků monitorovaných v letech 1995–1996, jsou uvedeny v následujícím grafu (obr. 3-50). V půdách intravilánu i extravilánu města se nacházejí plošně zvýšené obsahy Pb, Cd, Cu a Zn a lokálně zvýšené obsahy Cr a Ni. V porovnání se zemědělskou půdou z extravilánu jsou průměrné hodnoty v městských lokalitách pro většinu prvků vyšší i významně vyšší (Pb, Cu, Cd). Pro intravilánové (městské) koncentrace škodlivin nejsou vyhláškou

Obr. 3-50 Aritmetické průměry toxických prvků ve vzorcích půd odebraných v intravilánu a extravilánu města Brna v letech 1995 až 1996



upraveny závazné limity a pro jejich hodnocení se používají hodnoty definované Metodickým pokynem MŽP z roku 1996.

3.3.2.2 Polyaromatické uhlovodíky v půdách

Ke sledování zátěže půd organickými škodlivinami bylo monitorováno známých 16 toxikologicky významných polyaromatických uhlovodíků, jež jsou souhrnně označovány jako PAH 16. Tyto sloučeniny vznikající jako produkty spalovacích procesů, jsou známy tím, že většina je potenciálně nebo prokázane karcinogenních. Průměrné roční koncentrace sumy těchto polyaromátů ve vzorcích odebraných v intravilánu a extravilánu Brna v monitorovaných lokalitách v roce 1996, jsou uvedeny na obr. 3-50.

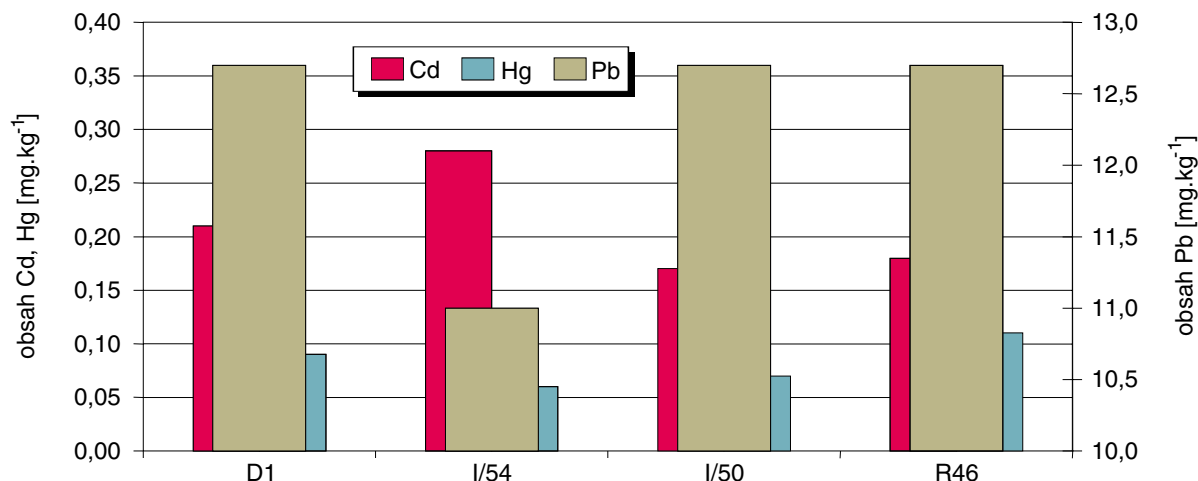
Situace v Brně celkově odpovídá zátěži v podmínkách srovnatelných městských aglomerací a nelze ji zatím považovat za kritickou. Těžiště kontaminace touto skupinou látek se postupně přesunulo na jih

města, tedy do oblasti s významným podílem automobilové dopravy (dálniční komunikace). Výrazně se tak rozšiřují na úkor čistých lokalit oblasti mírně až středně kontaminované.

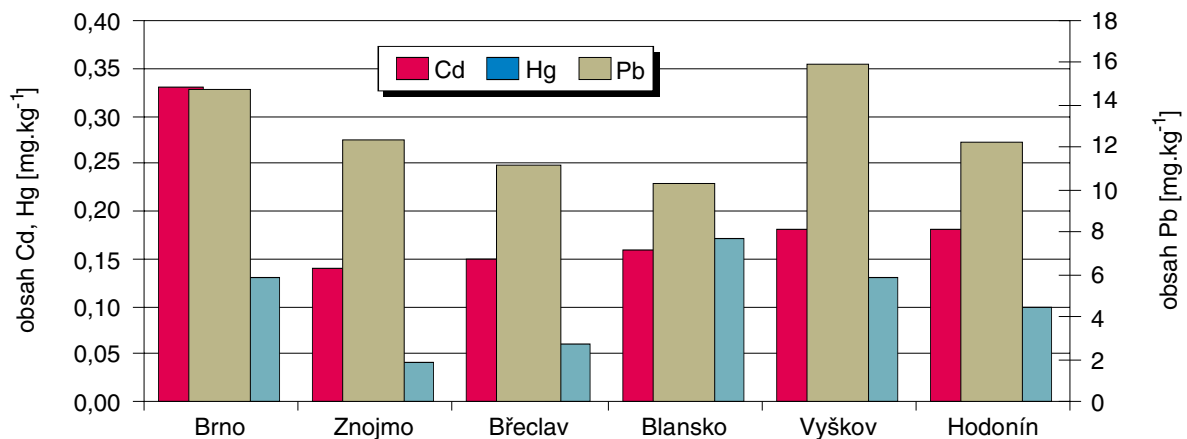
Pozornost je třeba věnovat lokalitám s kumulací těchto faktorů: vysoká intenzita dopravy, nepříznivé klimatické podmínky, zvýšená intenzita pobytu a pohybu lidí. Vzhledem k postupující urbanizaci na straně jedné a technologickým změnám na straně druhé, mohou však existující data být již zastaralá a jejich výpovědní hodnota se snižuje. Je tedy zřejmé, že je vhodný moment k doporučení zahájení prací na nové podobné studii, která by mapovala současný stav zátěže půdy a z ní resultujících rizik pro obyvatele Brna.

3.3.2.3 Rizikové prvky v okolí větších měst

Průměrné obsahy rizikových prvků Cd, Hg, Pb v zemědělské půdě v okolí větších měst v Jihomoravském kraji uvádí obr. 3-51. Tyto hodnoty

Obr. 3-51 Obsah kadmia, olova (výluh 2M HNO₃) a rtuti (celkový obsah) v zemědělských půdách v okolí větších měst Jihomoravského kraje za období 1990 až 2004, mg.kg⁻¹

[Zdroj: ÚKZÚZ, 2005]

Obr. 3-52 Obsah kadmia, olova (výluh 2M HNO₃) a rtuti (celkový obsah) v zemědělských půdách v okolí dopravních sítí Jihomoravského kraje za období 1990 až 2004, mg.kg⁻¹

[Zdroj: ÚKZÚZ, 2005]

u kadmia a olova odpovídají průměrným hodnotám za celý Jihomoravský kraj (poněkud vyšší jsou zjišťovány na zemědělských půdách v okolí Brna: extravilány 15–25 mg.kg⁻¹, zemědělská půda v extravilánu 14,5 mg.kg⁻¹). Koncentrace kadmia jsou velice nízké a v půdách zemědělsky užívaných i v extravilánových lokalitách Brna leží jejich koncentrace v oblasti 0,3–0,5 mg.kg⁻¹. Obsahy rtuti jsou v okolí téměř všech sledovaných měst (kromě Znojma a Břeclavi) vyšší než je průměr Jihomoravského kraje.

Průměrné obsahy vybraných rizikových prvků v zemědělské půdě v okolí dopravních sítí jsou vyznačeny v grafu na obr. 3-52. Údaje o obsahu nejeví zvýšenou hladinu a odpovídají průměrným obsahům zjištěným za celý Jihomoravský kraj.

3.3.3 Organické látky v půdách

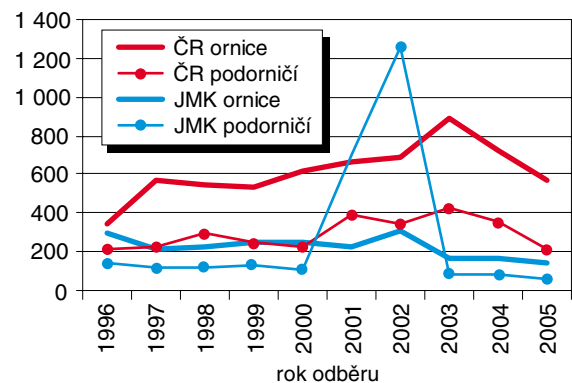
Znečištění půd organickými látkami je až na výjimky vždy způsobováno činností člověka. Ve srovnání se znečištěním půd rizikovými prvky je u organických polutantů relativně menší riziko přestupu z půdy do potravních řetězců prostřednictvím příjmu rostlinami z půdy, naopak rizikovější je znečištění zdrojů podzemních vod, intoxikace mikrobiálních společenstev půd a přímý vstup do organismů zvířat a lidí, kteří se na kontaminovaných pozemcích pohybují. Jako jeden z významných polutantů tohoto prostředí je zde zvolena skupina polutantů pocházejících z emisí spalovacích procesů, skupina několika stovek velice podobných organických látek, mezi nimiž je celá řada podezřelých či prokázaných karcinogenů či mutagenů.

V průběhu několika posledních desetiletí se ustálil výběr analyzovaných položek z této skupiny na 14–16 polyaromátů, jež jsou jednak běžně nalé-

zány v životním prostředí a také v půdě a současně jsou rizikové svým karcinogenním či mutagenním potenciálem.

PAH

V ornici jsou obsahy PAH (polycyklické aromatické uhlovodíky) přibližně na dvojnásobné úrovni než v podorniči. Obsah v ornici a podorniči Jihomoravského kraje se pohybuje zhruba na polovičních hodnotách obsahů v celé republice, výjimkou jsou extrémní hodnoty v podorniči v roce 2001 a 2002 u Jihomoravského kraje (obr. 3-53). V roce 2002 tato hodnota přesáhla i limitní obsah 1 000 µg.kg⁻¹ podle vyhlášky MŽP č. 13/1994 Sb. Hlavním zdrojem plošné kontaminace je atmosférická depozice, lokálně úniky ropných látek, což může být vysvětlením pro zvýšené obsahy v uvedených letech.

Obr. 3-53 Vývoj obsahů sumy 15 PAH v ornici a podorniči půd v Jihomoravském kraji a v ČR, µg.kg⁻¹, zobrazeny jsou mediány obsahů

[Zdroj: ÚKZÚZ, 2006]

3.3.4 Atmosférická depozice toxických prvků

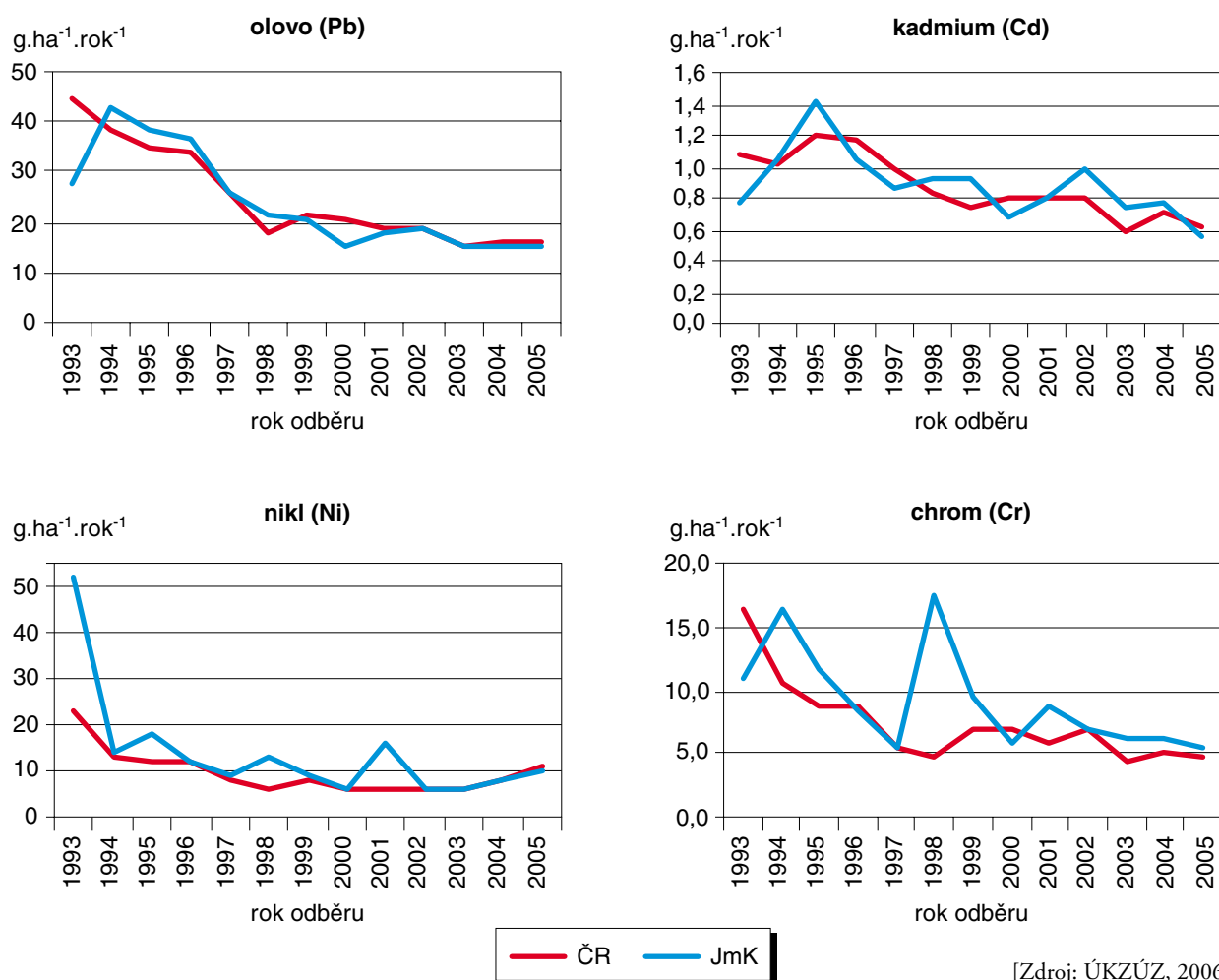
Chemické složení atmosférických depozic je významný faktor, který může ovlivnit jak bilanci prvků v půdě, tak i chemismus pochodů určujících složení a zdravotní stav rostlinného pokryvu.

Protože imise mohou představovat významnou složku vstupů do půdy, je třeba vzít je v úvahu při provádění bilanci živin i rizikových prvků. Obsahy nejvýznamnějších kontaminantů životního prostředí charakterizované mediánem v Jihomoravském kraji jsou znázorněny v grafu 3-54 a jsou pro olovo v rozmezí 14,8–43,2 g.ha⁻¹.rok⁻¹ (ČR 15,2–44,9 g.ha⁻¹.rok⁻¹), pro kadmium 0,54–1,43 g.ha⁻¹.rok⁻¹ (ČR 0,63–1,21 g.ha⁻¹.rok⁻¹). Během 90. let lze pozorovat klesající trend depozice rizikových prvků, který je však v průběhu posledních sedmi až osmi let zastaven. Od roku 2003 dochází k mírnému nárůstu mediánů u niklu.

3.3.5 Rizika používání upravených kalů z čistíren odpadních vod po jejich aplikaci na zemědělskou půdu

Spalování a skládkování kalů z čistíren odpadních vod (ČOV) je poměrně omezené, proto dochází ke stálému nárůstu objemu recyklace kalů jako materiálu s hnojivým účinkem pro využití v zemědělství a při rekultivacích. Kaly z ČOV se vyznačují velkou variabilitou fyzikálních, chemických a mikrobiologických vlastností v závislosti na zdroji a na způsobu úpravy. Racionální využívání kalů v zemědělství nutně vyžaduje dodržování kritérií, která mají minimalizovat možná rizika a zároveň umožnit využití vlastností kalů zlepšujících půdní kvalitu. Na zemědělskou půdu mohou být aplikovány pouze upravené kaly podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech. Podmínky použití těchto kalů jsou stanoveny ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb. k zákonu o odpadech.

Obr. 3-54 Depozice rizikových prvků v g.ha⁻¹.rok⁻¹ za období sledování 1993–2005, zobrazeny jsou mediány obsahů za Jihomoravský kraj a celou ČR



[Zdroj: ÚKZÚZ, 2006]

Tab. 3-19 Přehled počtu nadlimitních obsahů rizikových prvků v kalech z ČOV v Jihomoravském kraji a celkem v ČR v letech 2003–2005, podle vyhlášky č. 382/2001 Sb.

		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
Jihomoravský kraj	počet vzorků	20								
	z toho nadlimitní	0	1	0	0	2	0	1	0	2
ČR	počet vzorků	306								
	z toho nadlimitní	17	15	23	13	41	1	15	22	11
	z toho nadlimit. [%]	5,6	4,9	7,5	4,3	13,4	0,3	4,9	7,2	3,6

[Zdroj: ÚKZÚZ, 2006]

Rizikové prvky v kalech z ČOV

Tabulka 3-19 ukazuje počty nadlimitních prvků u vzorků kalů v Jihomoravském kraji v porovnání s celou ČR. Je z ní patrné, že ze sledovaných prvků překračovaly v Jihomoravském kraji limit nejvíce rtuť a zinek. V ČR byl největší výskyt nadlimitních vzorků s obsahem rtuti (13,4 % odebraných vzorků).

Celkem za roky sledování 2003–2005 nevyhovělo vyhláše 25 % (v ČR 32 %) odebraných vzorků kalů, přičemž u některých kalů byly nadlimitní i více než dva rizikové prvky zároveň. Takto hodnocené kaly nelze aplikovat na zemědělskou půdu.

Rizikové prvky v zemědělské půdě po aplikaci upravených kalů z ČOV

Obr. 3-55 ukazuje průměrné hodnoty rizikových prvků nalézáných v lehkých půdách po aplikaci kalů a to ve srovnání Jihomoravského kraje a ČR. V hodnocení jejich výskytu vzhledem k limitním hodnotám vyhlášky se pohybovaly všechny zjištěné průměrné hodnoty v Jihomoravském kraji u stanovených prvků do 50 % limitu (pouze u kadmia byla zjištěná hodnota 57,5 % limitu).

Lze tedy konstatovat, že dosavadní aplikace upravených kalů na zemědělskou půdu v Jihomoravském

kraji nepřináší významnější rizika a současný systém kontrol přispívá k udržení velmi dobré úrovně bezpečnosti celého systému potravních řetězců.

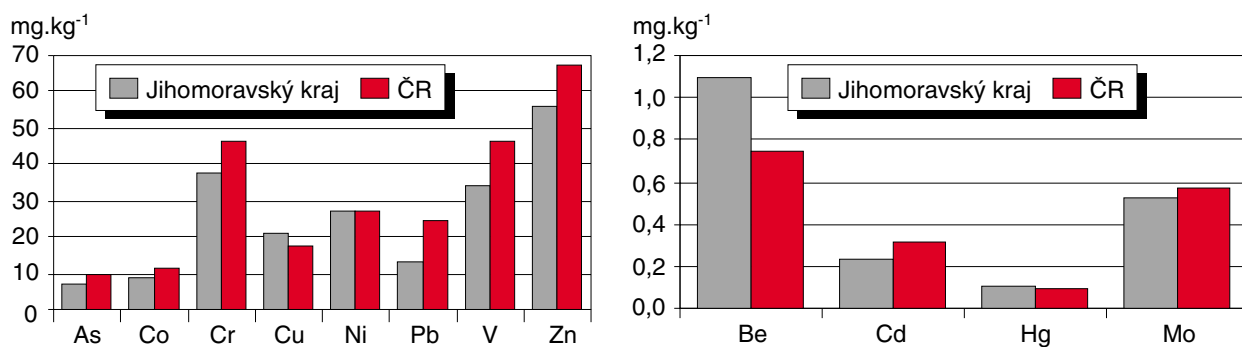
3.3.6 Pískoviště a venkovní hrací plochy pro děti

Literární podklady jednoznačně prokazují vztah mezi kontaminovanou půdou toxickými kovy a jinými škodlivinami a zvýšenou expozicí těchto látek u předškolních dětí. Dominantním zdrojem expozice dětí je často kontaminovaná půda a prach v blízkosti jejich bydliště, na hřišti, ale i domácí prach a znečištěné venkovní i vnitřní ovzduší. Vyšší stupeň kontaminace půdy a prachu je většinou v blízkosti průmyslových podniků (slévárny, hutě, rudné doly apod.) a u starých zátěží.

Při hodnocení konzumace půdy a negativních dopadů na dětský organismus mají vliv také socioekonomické poměry a životní styl jednotlivých rodin, roli hraje i pohlaví, věk a etnikum dětí.

V současné době existuje jen velmi málo prací, které by hodnotily vliv kontaminace půdy na nemocnost dětí. Poznání těchto souvislostí má podstatný význam pro posouzení významu monitoringu biologických indikátorů v půdě a písku dětských

Obr. 3-55 Průměrné obsahy sledovaných rizikových prvků v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, (extrakt lučavkou královskou) v půdách po aplikaci upravených kalů z ČOV do lehkých půd v JmK a za ČR celkem



[Zdroj: ÚKZÚZ, 2006]

zařízení a zejména pro posouzení potřeby provedení desinfekčních nebo jiných ochranných zákroků.

Monitorování vzorků půdy, písku a zemin je z mikrobiologického hlediska poměrně složité. Důvody jsou dva: velké množství mikroorganismů, které se nachází v matrici a různorodost účelů, pro které lze monitorování provádět. Dosavadní práce se především zabývají mikrobiálním osídlením půdy pro zemědělské účely, sledování osídlení půdy z hlediska zdravotních a hygienických rizik je však sporadické a víceméně náhodné. V literatuře také nejsou dostatečně popsány vztahy mezi kontaminovanou půdou mikrobiologickým agens a výskytem specifických onemocnění u dětí. Z výsledků ojedinelých studií lze předpokládat kontaminaci parazity a specifickými mikroby.

Hra je tvořivou činností dětí, je základem jejich budoucího fyzického i duševního rozvoje a určuje úroveň jejich pozdějších pohybových dovedností.

Právo dětí na hru je dokonce jmenováno ve článku 31 Úmluvy o právech dítěte, kterou vydalo OSN a podepsalo se pod ní více jak 190 zemí z celého světa. Kvalitní dětská hřiště mohou poskytnout nejen plnohodnotnou možnost využití tohoto práva, ale navíc jsou i protipólem k šikaně, vandalismu, izolaci od společnosti, drogám atd.

Provozovatelem veřejných hřišť jsou převážně obce, případně městské části a pokud jsou součástí zařízení pro výchovu a vzdělávání, pak i tyto instituce. Budování, provoz, údržba a kontrola dětských hřišť má jasný zákonný rámec. Dětská hřiště a jejich vybavení musí odpovídat předpisům a jejich provozovatelé odpovídají za jejich dodržování. Mnoho nově vybudovaných dětských hřišť již splňuje představy o kvalitním využití volného času dětí. Řada obcí a měst v našem kraji v posledních letech nákladně vybudovala bezpečná hřiště, která jsou citlivě začleněna do okolního prostředí, jsou vybavena kvalitním a všem požadavkům vyhovujícím zařízením, jejich provozovatel zajišťuje pravidelnou údržbu a kontrolu (revize hracích prvků a odstranění závad a poškození, výměna písku v pískovištích, zajištění kvality písku), mají zpracované provozní a návštěvní řády.

Naproti tomu však většina, zvláště dříve a mnohdy živelně zbudovaných hřišť a zejména pískovišť stanoveným požadavkům neodpovídá. Hlavní nedostatky jsou v oblasti údržby, kontroly a vlastním vybavení hřišť s pískovištěm. Proto byl v řadě případů učiněn i nepopulární krok a pískoviště musela být zrušena.

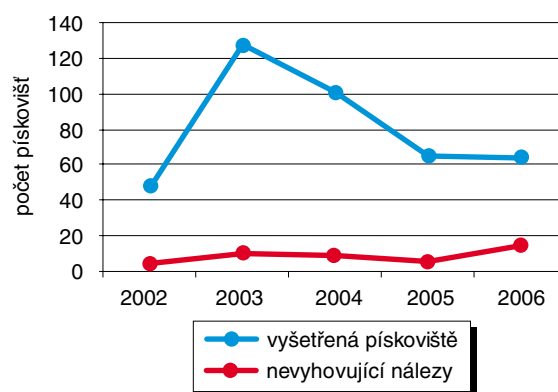
Vynakládané finanční prostředky na budování, údržbu a opravy jsou nemalé. Bohužel závady a poškození vznikají především vandalismem a mnohdy i nedisciplinovaným přístupem chovatelů (především psů a koček), bezohledností lidí obecně.

Řešení je možné budováním hřišť s řízeným provozem, s oplocením buď pískoviště, nebo celého areálu, zavedením opatření, která zabrání kontaminaci písku v pískovištích (zábrana vstupu volně pobíhajících zvířat, zakrytí pískoviště apod., systém opatření je zanesen do provozního řádu hracích ploch), přítomností osoby dohlížející na dodržování pořádku, případně umístěním kamerového systému.

Venkovní hrací plochy, určené ke hrám dětí, které nemají svého provozovatele, nelze považovat za hrací plochu ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. Státní zdravotní dozor se zaměřuje na kontrolu písku v pískovištích a provozního řádu.

Provozované venkovní hrací plochy, které vyhovují podmínkám stanovených zákonem č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a vyhláškou č. 135/2004 Sb., by měly být známy veřejnosti jako vyhovující, dle hygienických požadavků ve smyslu tohoto zákona. Oznámení veřejnosti se provádí v místě obvyklým způsobem.

Obr. 3-56 Počet pískovišť vyšetřených v období 2002 do 1. pololetí 2006



V Jihomoravském kraji je v současnosti takto evidováno kolem 300 veřejných venkovních hracích ploch s pískovištěm (nejvíce v městě Brně) a více jak 700 při zařízeních pro výchovu a vzdělávání dětí, které byly k tomuto účelu zkolaudovány a mají svého provozovatele.

V rámci prováděného státního zdravotního dozoru jsou kontrolovány a namátkově odebírány i vzorky

písku k vyšetření chemických, mikrobiologických a parazitologických ukazatelů. Nevyhovující nálezy jsou důvodem k okamžitému zastavení provozu pískoviště a zajištění jeho asanace.

Z hlediska ochrany veřejného zdraví musí provozovatel při kontaminaci písku provést účinná opatření nebo jeho výměnu, včetně doložení dalšího pravidelného zajištění účinných opatření pro zamezení kontaminace písku.

Na přítomnost chemických škodlivin bylo na Zdravotním ústavu vyšetřeno v posledních 5 letech pouze 12 pískovišť. Nepřípustná koncentrace škodlivých látek nebyla ani v jednom případě prokázána.

Z bakteriálních nálezů je nejzávažnější přítomnost střevního patogena rodu *Salmonella*, která byla prokázána dvakrát. Nevyhovující je i zvýšená koncentrace termotolerantních koliformních bakterií (TKB) nebo fekálních streptokoků (FS). Tento nálezy byl v písku 17 vyšetřených pískovišť (17,7 %).

Z parazitárních nálezů ohrožují zdraví dětí vajíčka tzv. geohelmintů, tj. červů, jejichž vývojová stádia se v prostředí šíří prostřednictvím půdy. Nejčastějším geohelmintem, jehož vajíčka se nacházejí v dětských pískovištích jsou škrkavky šelem (rod *Toxocara*). Po požití vajíčka člověkem se z něho v trávicím traktu uvolní larva, která putuje krví až do plic, kde vyvolá dýchací potíže. Pak může být larva zanesena

Tab. 3-20 Počty vyšetření pískovišť na chemické škodliviny na Zdravotním ústavu se sídlem v Brně v období 2004 – 1. pololetí 2006

Rok	2004	2005	Celkem
Okres	počet vzorků	počet vzorků	vzorky
Brno-město	7		7
Brno-venkov	1		1
Blansko	2	1	3
Břeclav	1		1
Celkem	11	1	12

Pozn.: Do roku 2004 nebyla pískoviště vyšetřována na chemické škodliviny.

Tab. 3-21 Počty mikrobiologického vyšetření pískovišť za období 2003 – 1. pololetí 2006

Rok šetření	2003	2004	2005	1. pol. 2006	Celkem
Okres	počet pískovišť šetřených/počet nevyhovujících				
Brno-město		30/7	11/1	17/4	58/12
Brno-venkov	2/0	1/0	4/1		7/1
Blansko		6/2	1/0		7/2
Břeclav		4/0	4/0	5/0	13/0
Hodonín		3/0		1/0	4/0
Vyškov		0/0	4/2		4/2
Celkem	2/0	44/9	24/4	23/4	93/17

Tab. 3-22 Počty parazitárních vyšetření pískovišť za období 2002 – 1. pololetí 2006

Rok šetření	2002	2003	2004	2005	1. pol. 2006	Celkem
Okres	počet pískovišť šetřených/počet nevyhovujících					
Brno-město	8/0	57/5	49/0	34/1	46/8	194/14
Brno-venkov	18/0	24/3	8/0	4/0	3/1	57/4
Blansko			5/0	1/0		6/0
Břeclav		2/0	14/1	4/0	5/1	25/2
Hodonín			4/0		1/0	5/0
Vyškov		15/0	21/0	22/1	7/3	65/4
Znojmo	21/4		21/1			42/5
Celkem	47/4	98/8	122/2	65/2	62/13	394/29

do různých tkání, kde se opouzdří. Podle množství spolknutých vajíček a podle jejich konečné lokalizace v organismu vznikají zdravotní potíže. Velmi závažná je lokalizace larvy v sítnici oka.

Z celkového počtu 394 vyšetřených pískovišť byl tento nebezpečný parazit prokázán 14krát (3,6 %). V ostatních případech byla v písku zjištěna vajíčka jiných geohelmintů (škrkavky dětské, tenkohlavci).

Asanace nevyhovujících pískovišť spočívá nejlépe v kompletní výměně písku, případně v dekontaminaci písku specializovanou firmou.

Neexistuje sice systematický přehled všech provozovaných dětských pískovišť, přesto je vidět výrazný rozdíl v péči provozovatelů o tato zařízení. Některé OÚ, MÚ a ÚMČ vyžadují pravidelná vyšetření písku v pískovištích a pískoviště mají vzorně udržo-

vaná, včetně zábrany vnikání zvířat. Jiní provozovatelé údržbu a kontrolu pískovišť podceňují a případné nedostatky odhalí až namátková kontrola.

Vzhledem k výše uvedeným možným zdravotním rizikům je důležité, aby rodiče a další osoby pečující o děti vždy pečlivě vybíraly místa, kde si děti budou hrát a zda toto prostředí je zabezpečeno tak, aby neohrožovalo jejich zdraví a bezpečí.

Žádoucí je stálý dohled nad dětmi při hře na pískovišti, hřišti, tak aby se případné riziko konzumace kontaminovaného materiálu snížilo na co nejnižší míru. Samozřejmostí je dodržování základních zásad osobní hygieny – dětem jsou potraviny a nápoje podávány pouze po předchozím očištění rukou dětí. Naprosto nevhodné je dětem vkládat jídlo do nemytých rukou přímo při hře.