



Chemické mutageny v životním prostředí

Poškození genofondu v důsledku působení vnějších mutagenů

A) fyzikální faktory (10 - 15 %)

B) chemické faktory (70 - 80 %)

C) viry (10 - 20 %)

Mutageny v životním prostředí

- 20. století – století chemie
 - rok 1990 – *Chemical Abstracts Services* – 10 miliónů chemicky definovatelných látek, každý rok přibude asi 700 nových
 - průmyslově užívané chemikálie a nově vyráběné syntetické látky se mohou **nekontrolovatelně** šířit do životního prostředí a mohl zůsobovat:
 - a) otravy** (toxické účinky) – např. nemoc ITAI-ITAI (Japonsko-kadmium), nemoc z rýžového oleje (Čína-kontaminace PCB), havárie (Seveso-dioxin), armáda – použití AgentOrange (polychlorované dioxiny)
 - b) pozdní genetické účinky - mutace - nádory**
-

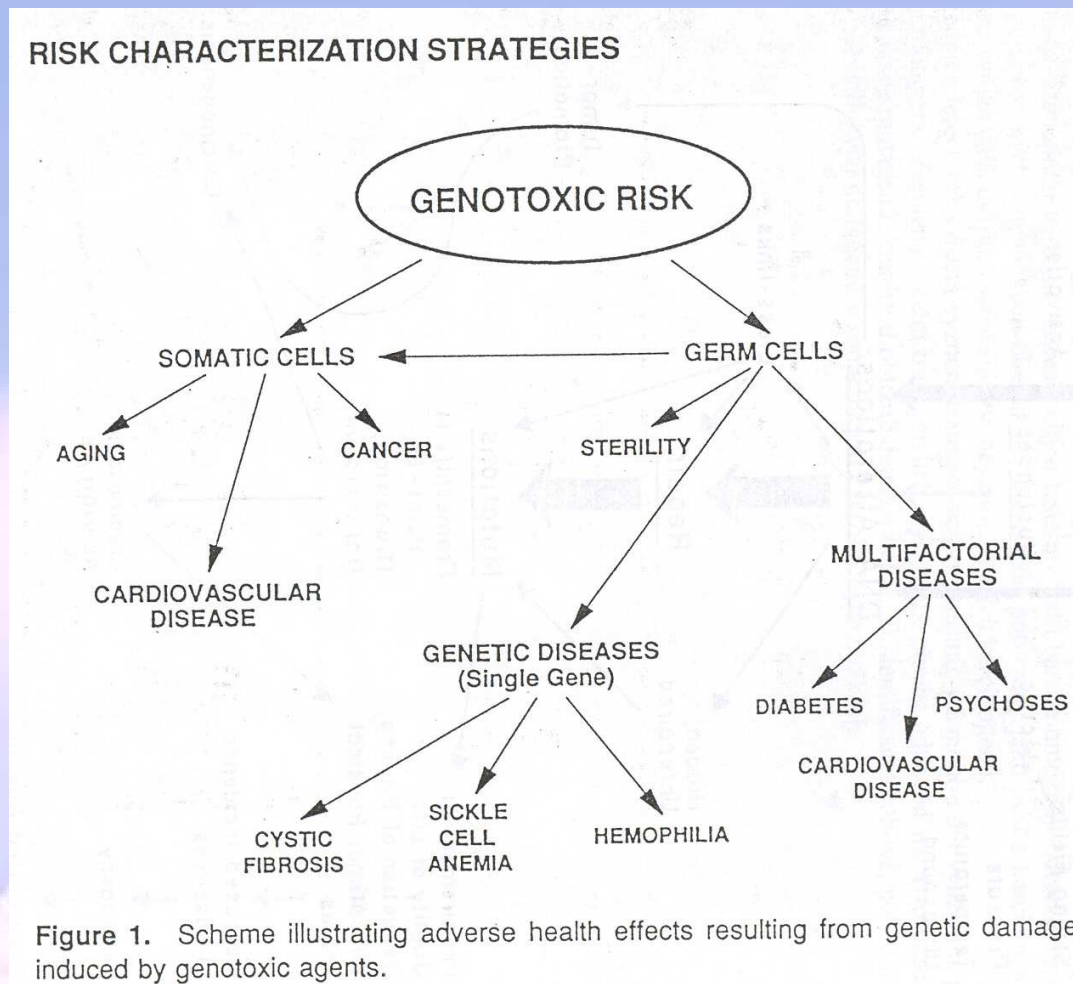
Karcinogenní látky

- 1,2-dichlorethan (DCE), arsen, **azbest**, **benzen**, chloralkany (C10 - 13; SCCP), chlordan, chlordekon, chrom, dichlordifenyltrichloretan (DDT), dichlormethan (DCM), dichlorvos, dioxiny (PCDD/PCDF), epichlorhydrin, ethylbenzen, ethylenoxid, formaldehyd, heptachlor, hexabromcyklododekan (HBCD), hexachlorbenzen (HCB), hexachlorcyklohexan (HCH), izobutylnitrit, kadmium, lindan (γ -HCH), mirex, naftalen, nemethanové těkavé organické látky (NMVOC), nitrofen, olovo, pentachlorfenol (PeCP), polétavý prach - PM10, **polychlorované bifenyly (PCB)**, **polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)**, rtuť, styren, tetrachlorethylen (perchlor), tetrachlormethan (TCM), toxafen, trichlorethylen, trichlormethan (chloroform), vinylchlorid
-

Látky ohrožující rozmnožování (reprotoxické)

- arsen, atrazin, benzen, chlordan, chlordekon, chrom, di(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP), dichlordifenyltrichloretan (DDT), **dioxiny** (PCDD/PCDF), endrin, epichlorhydrin, ethylenoxid, fenthion, ftaláty, hexachlorbenzen (HCB), hexachlorcyklohexan (HCH), kadmium, kyselina (4-chlor-2-methylfenoxy)octová (MCPA), malation, mirex, nikl, nonylfenol ethoxyláty (NPE), olovo, organické sloučeniny cínu, oxid uhelnatý, paraquat, parathion, pentachlorbenzen, **polychlorované bifenyly** (PCB), **polycyklické aromatické uhlovodíky** (PAHs), rtuť, simazin, tetrachlorethylen (perchlor), toluen, toxafen, xylene
-

Zdravotní rizika vyplývající z genetického poškození genotoxickými látkami



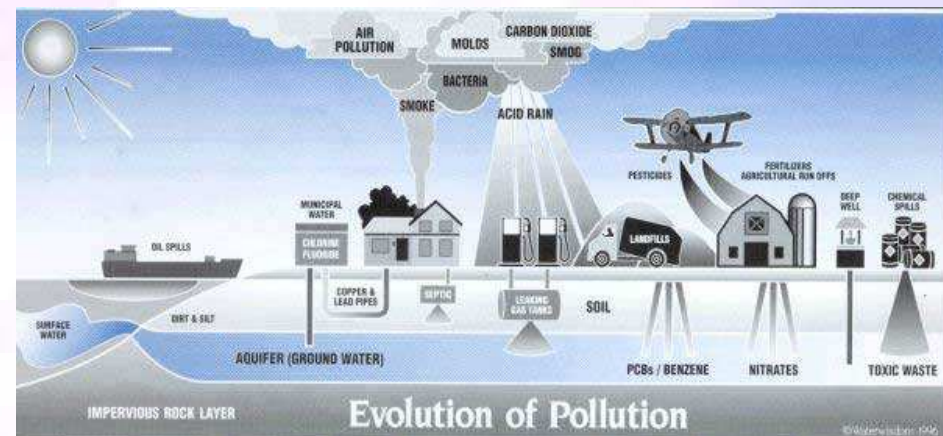
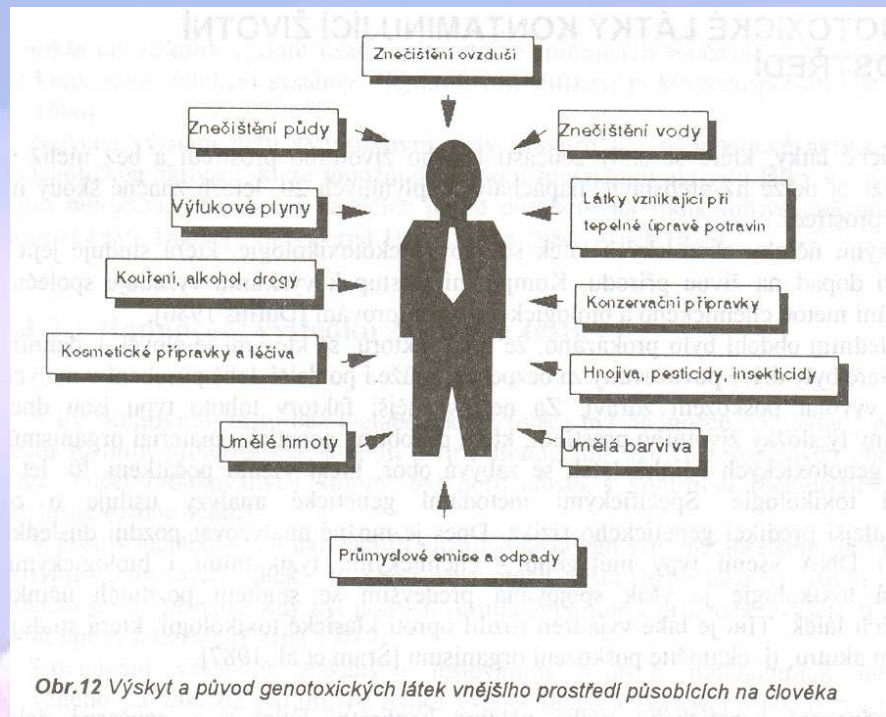
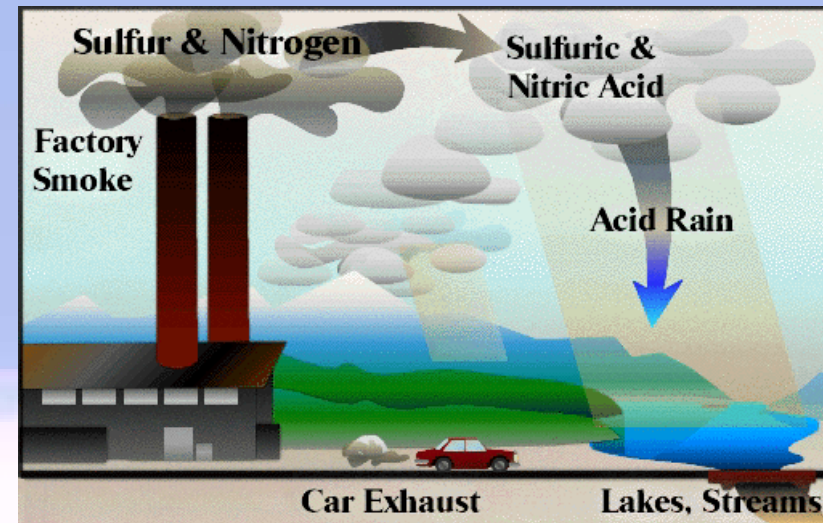
Toxické látky a informace

- **Životní prostředí České republiky patří v Evropě mezi nejvíce zamořená území různými toxickými látkami, například dioxiny, PCB či těžkými kovy. Řada z těchto látek se do prostředí dostává z odpadů a z procesů jejich zpracování.**
 - EPER is the **European Pollutant Emission Register** - the first European-wide register of industrial emissions into air and water.
 - **Integrovaný registr znečišťování životního prostředí (IRZ)** je zřízen a spravován Ministerstvem životního prostředí (<http://www.env.cz>) jako veřejný informační systém veřejné správy. Provozovatelem IRZ je CENIA, česká informační agentura životního prostředí (<http://www.cenia.cz>). IRZ je databází údajů o emisích a přenosech vybraných znečišťujících látek, které jsou ohlašovány za jednotlivé provozovny na základě splnění stanovených kritérií. Zveřejnění údajů za předchozí kalendářní rok prostřednictvím internetu probíhá vždy k 30.9. běžného roku.
-

Mutageny přítomné v životním prostředí

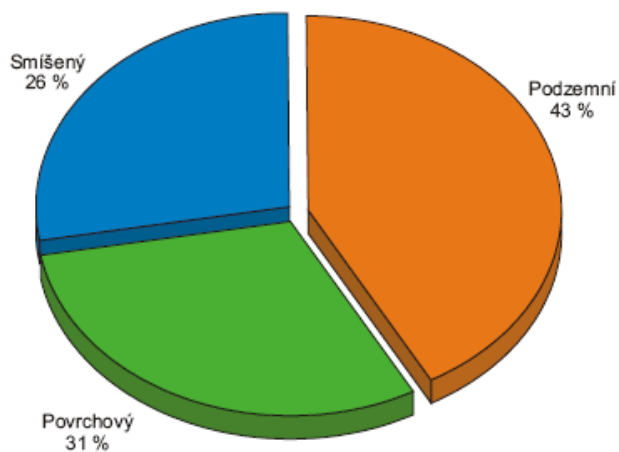
A) všeobecně rozšířené mutageny
(voda, vzduch, půda)

B) profesní expozice (mutageny jen
v některých provozech)

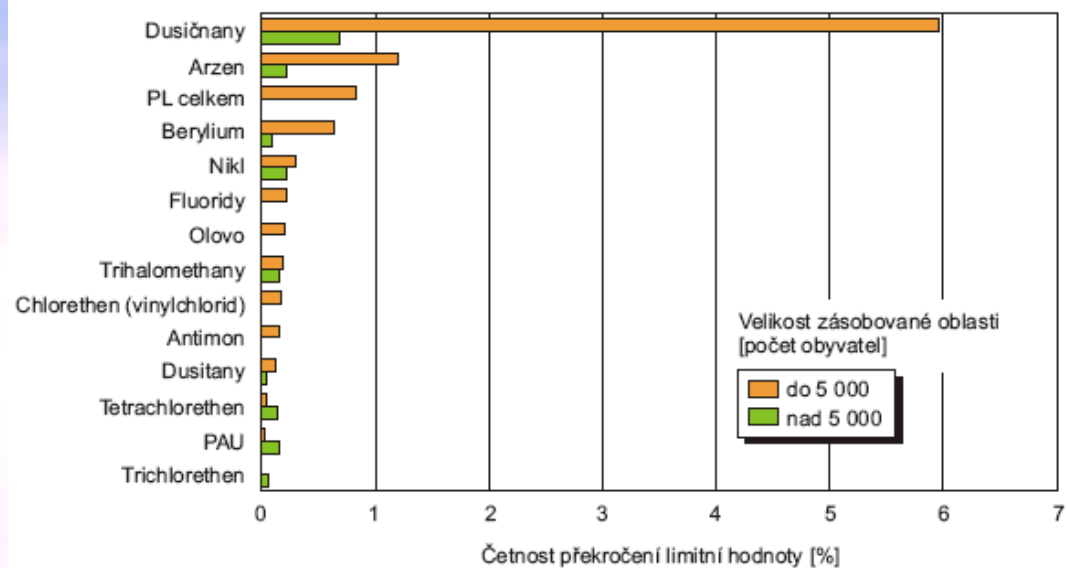


Mutageny a pitná voda

Obr. 5.3 Rozdělení obyvatel podle typu zdroje surové vody, 2006



Obr. 5.4c Četnost překročení nejvyšší mezní hodnoty pro chemické a fyzikální ukazatele jakosti pitné vody, 2006



Žádné překročení limitních hodnot u obou typů oblastí v roce 2006: 1,2-dichlorethan, bor, chrom, kadmium, kyanidy celkové, měď, microcystin-LR, stříbro. Žádné překročení nejvyšší mezní hodnoty u oblastí nad 5 000 obyvatel a četnost překročení do 0,1 % u oblastí do 5 000 obyvatel v roce 2006: benzen, benzo[*a*]pyren, bromičnany, rtuť, selen.

Kontaminace vody genotoxickými látkami

- **povrchová voda** – kontaminace dusíkatými hnojivy, pesticidy, herbicidy, insekticidy, fungicidy a jinými chemickými látkami (až 2000 org. látek)
- desinfekce pitné vody **chlorováním** – vznik **nízkomolekulárních látek** (chloroform, tetrachloretylen, trichloretylen, chlorbenzen, dibromchlormetan, heptachlor, PCB aj.)
- možný vznik nádorů **trávícího traktu** a **močového měchýře**



Konzumace pitné vody - riziko

- V zátěži obyvatelstva ČR z konzumace pitné vody dominuje **expozice dusičnanům**, která dosahuje průměrné hodnoty 6 % celkového denního expozičního limitu pro větší a 6,6 % pro menší zásobované oblasti. **Exp.limit = 50mg/l**
 - Hodnotu 1 % expozičního limitu přesáhl ve větších zásobovaných oblastech také přívod **chloroformu**. Akutní poškození zdraví obyvatelstva sledovanými kontaminanty nebylo zjištěno.
 - Podle výpočtu teoretického **zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění** v důsledku chronické expozice karcinogenním organickým látkám z příjmu pitné vody může konzumace pitné vody z veřejného vodovodu teoreticky přispět k ročnímu zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění přibližně **dvěma přídatnými případy na 10 milionů obyvatel**.
-

Kontaminace ovzduší a půdy genotoxickými látkami

Ovzduší:

- **oxid siřičitý** (HSO_3 a SO_3 – vysoce mutagenní), **oxidy dusíku**, CO - automobily
- **výskyt PAU**, PCB, DDT, toxafen, těžké kovy (Be, Cr, Cd, Ni, As)

Průmyslové oblasti: emise benzenu, **formaldehydu**, vinylchloridu, trichloretylenu, tetrachloretylenu, benzínu

- ozon, **polétavý prach**

Důsledky: bronchitidy, bronchiální astma, alergická onemocnění, nádory plic

Půda:

- víceuhlíkaté uhlovodíky, PAU, rezidua **pesticidů**, **herbicidů**, **insekticidů**, **fungicidů**, růstových regulátorů, deriváty organických nitrosloúčenin
- DDT (dichlordifenyltrichloretan, lindan, aldrin, dieldrin, heptachlor)
- těžké kovy



Příčiny znečištění ovzduší

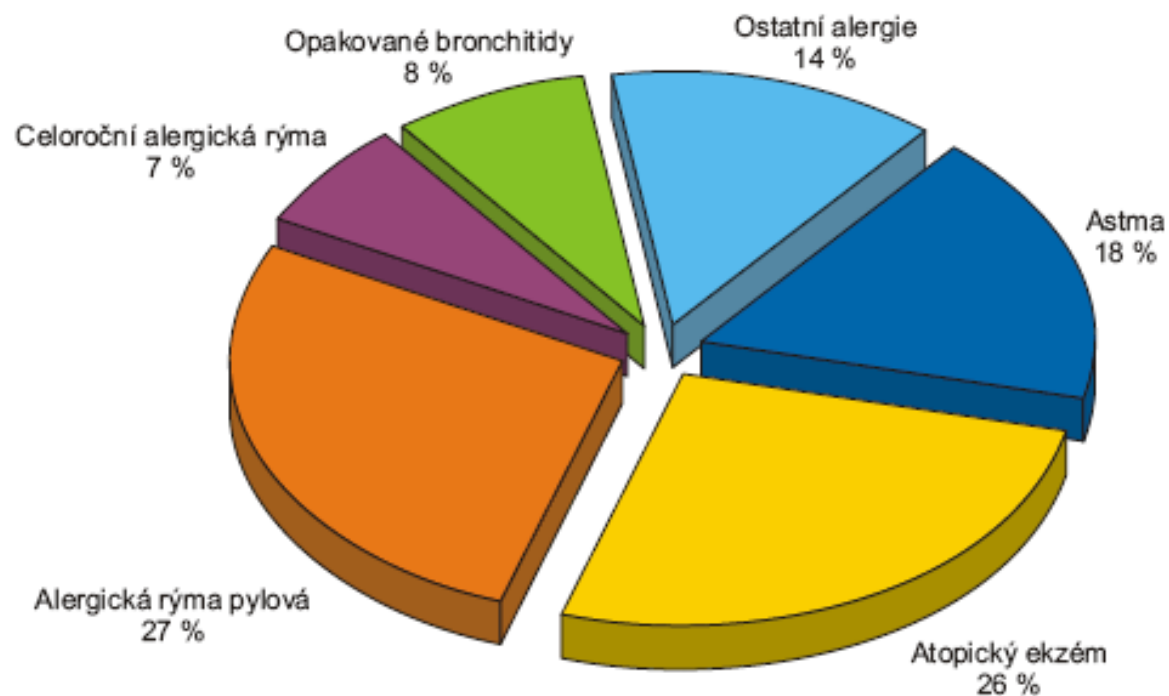
- **Index kvality ovzduší**

Index kvality ovzduší zastupuje komplexní hodnocení stavu ovzduší, vychází z imisních limitů (IL) a cílových imisních limitů (CIL) stanovených přílohou č. 1 Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. Do výpočtu byly zahrnuty roční aritmetické průměry oxidu dusičitého, suspendovaných částic frakce PM10, arzenu, kadmia, niklu, olova, benzenu a benzo[a]pyrenu.

- **narůstá negativní vliv spalování tuhých paliv v domácích topeništích v okrajových městských lokalitách.** Úroveň znečištění ovzduší se zde pohybuje již na hranici druhé a třetí třídy kvality ovzduší
 - **narůstá vliv postupné intenzifikace městské dopravy na kvalitu ovzduší v sídlech.** Hodnoty úrovně znečištění spočtené pro jednotlivé městské lokality plynule rostou v závislosti na intenzitě dopravy. Do druhé třídy kvality ovzduší patří městské lokality s nízkou až střední zátěží z dopravy (2 až 10 tis. vozidel/24 hodin). Ve třetí třídě kvality ovzduší jsou místa s dopravní zátěží nad 10 tis. vozidel za 24 hodin a s omezenou výměnou vzduchu (uliční kaňony)
 - **významný podíl na znečištění ovzduší mají velké průmyslové zdroje v kombinaci s vlivy dopravy a emisemi z malých zdrojů** – příkladem je ostravsko-karvinská oblast, kde vypočtená střední hodnota IKOR již spadá do klasifikace čtvrté třídy tj. do znečištěného ovzduší.
-

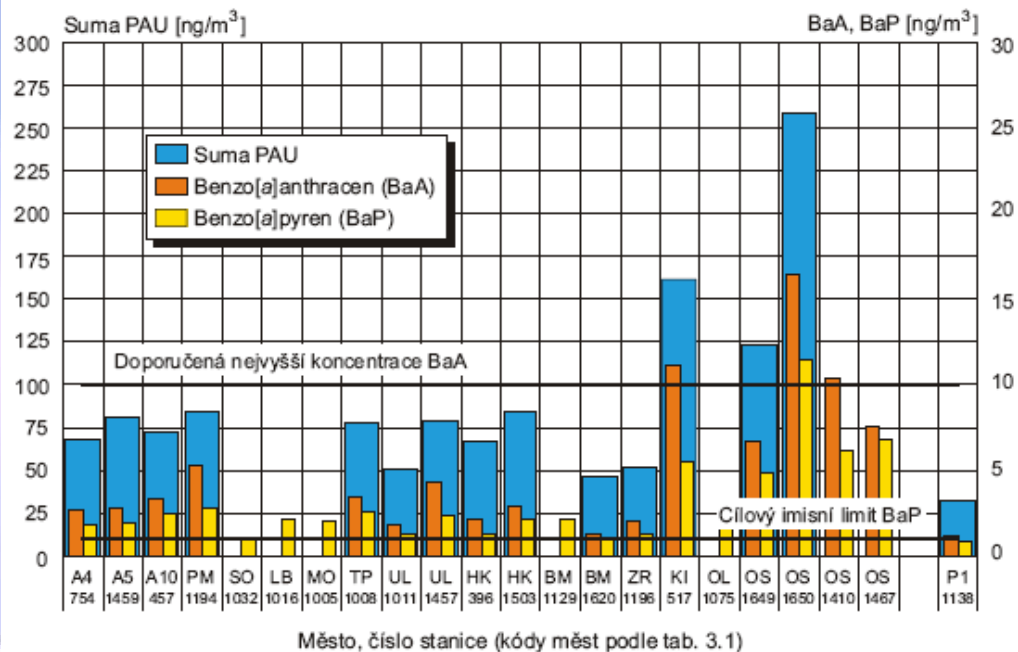
Znečištění ovzduší a alergie

Obr. 4.2b Struktura alergických onemocnění v souboru alergických dětí, 2006

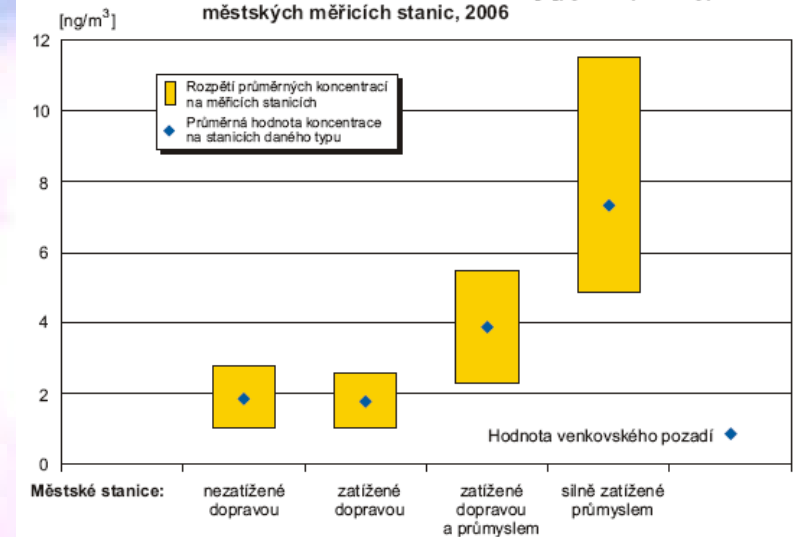


Přítomnost PAU v ovzduší

Obr. 4.6a Polyaromatické uhlovodíky (PAU) v ovzduší aritmetický roční průměr 2006



Obr. 4.6c Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu podle typu městských měřicích stanic, 2006

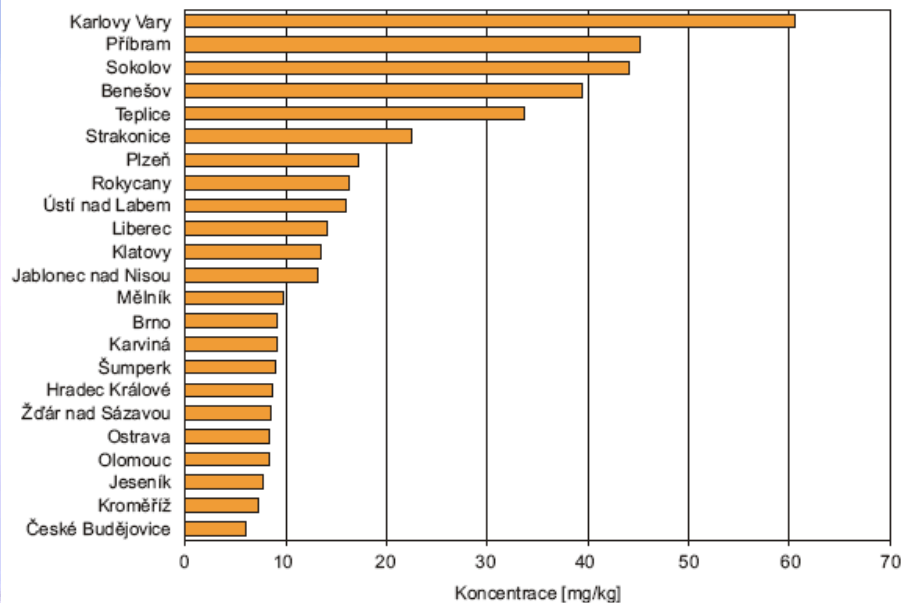


Znečištění ovzduší - riziko

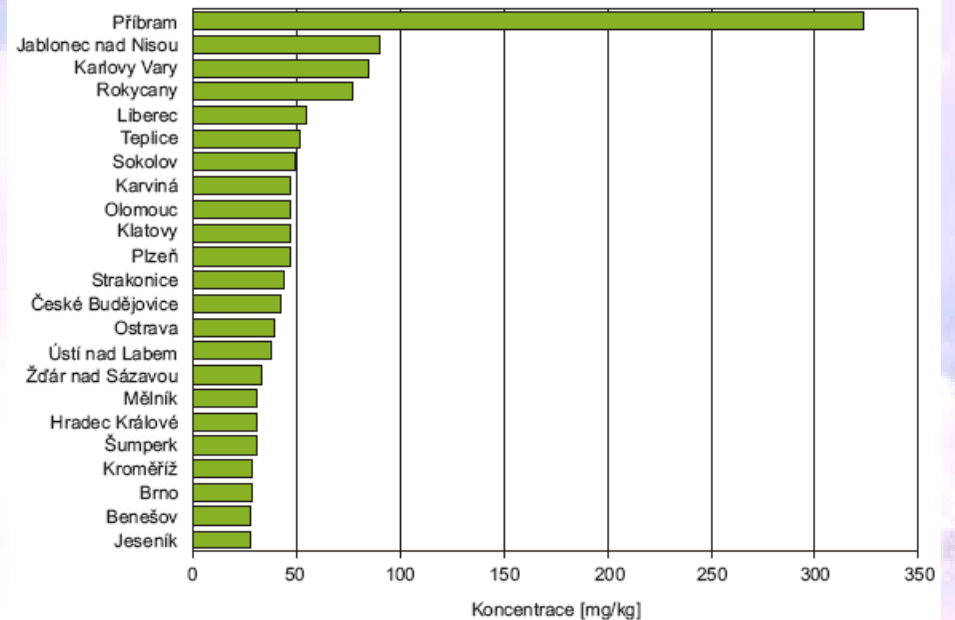
- **Kvalita ovzduší ve sledovaných sídlech se v roce 2006 ve srovnání s rokem předchozím mírně zhoršila, zvláště ve znečištění látkami, jejichž emise do ovzduší jsou přímo svázány s narůstající dopravní zátěží: suspendovanými částicemi s navázanými polycyklickými aromatickými uhlovodíky, a oxidem dusičitým.**
- **Cílový imisní limit stanovený pro karcinogenní polyaromatický uhlovodík benzo[a]pyren je dlouhodobě a často významně překračován na většině měřicích stanic.** Významně vyšší zátěž byla prokázána na průmyslovými zdroji ovlivněných stanicích v ostravsko-karvinské aglomeraci. Imisní charakteristiky **oxidu dusičitého jsou** ve většině sídel srovnatelné s rokem 2005, imisní limit je překračován v dopravně významně zatížených lokalitách ve velkých městských aglomeracích.
- U těžkých kovů byly potvrzeny dlouhodobě sledované trendy, a to víceméně stabilizovaný stav **u olova, kadmia, chrómu a arzenu v období 1995 až 2006 bez významnějších výkyvů.** Ze spektra měřených kovů vystupují hodnoty kadmia a arzenu na lokálním zdrojem zatížené stanici v Tanvaldu a hodnoty všech kovů na ostravských průmyslem exponovaných stanicích, které v případě arzenu překročily i cílový imisní limit. Vyšší zátěž těžkými kovy lze vysledovat i na dalších stanicích charakterizujících průmyslové lokality v Plzni či v Ústí nad Labem. Na některých stanicích v Severních Čechách lze identifikovat zvýšené koncentrace těžkých kovů způsobené spalováním pevných paliv v lokálních topeništích.
- **Podle vyhodnocení zdravotních rizik pro látky s potenciálním karcinogenním účinkem byly zjištěny nejvyšší hodnoty individuálního rizika zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění v důsledku expozice polyaromatickým uhlovodíkům, a to průměrně zhruba o 2 případy na 10 tisíc obyvatel, pro benzen pak o jeden řád nižší, o 2 případy na 100 tisíc obyvatel.**

Kontaminace půdy - obsah arzenu a olova v půdě

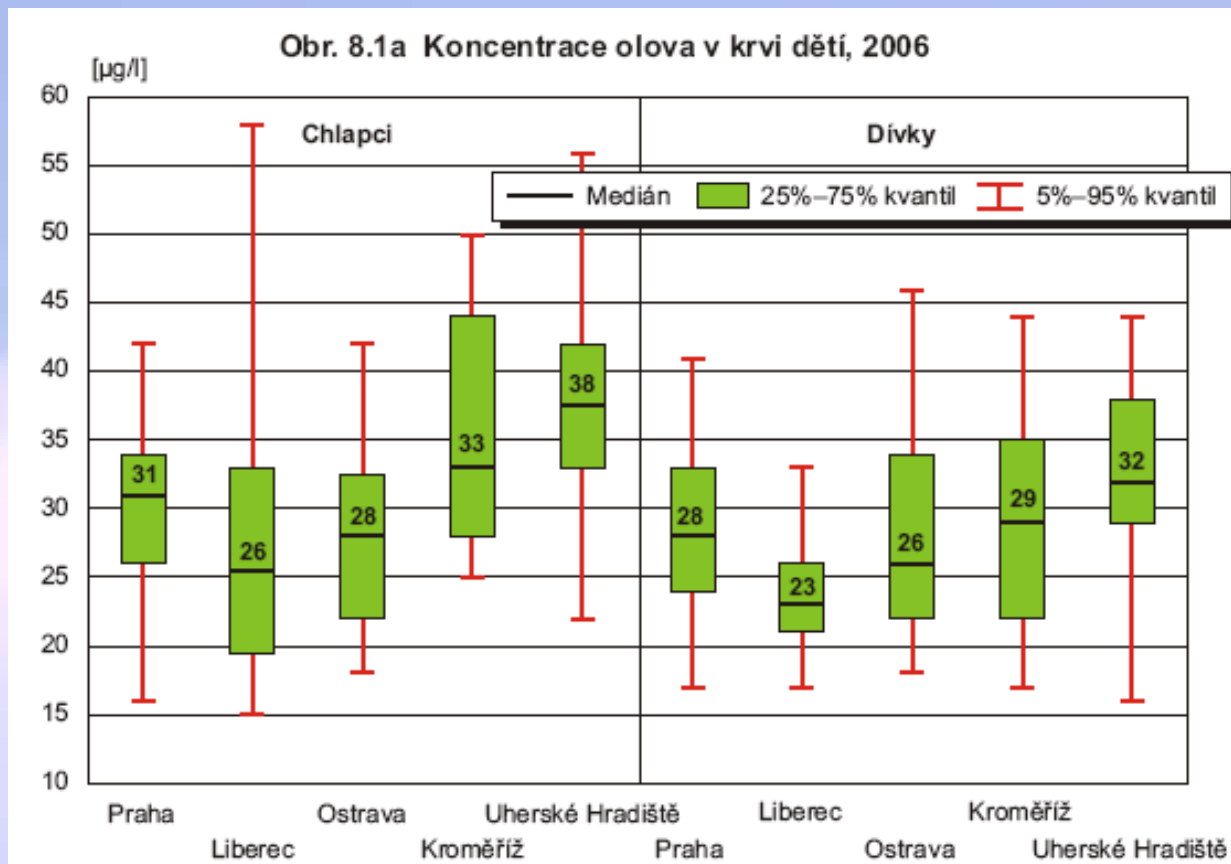
Obr. 11.1a Střední hodnoty obsahu arzenu v půdě na hracích plochách mateřských škol



Obr. 11.1b Střední hodnoty obsahu olova v půdě na hracích plochách mateřských škol

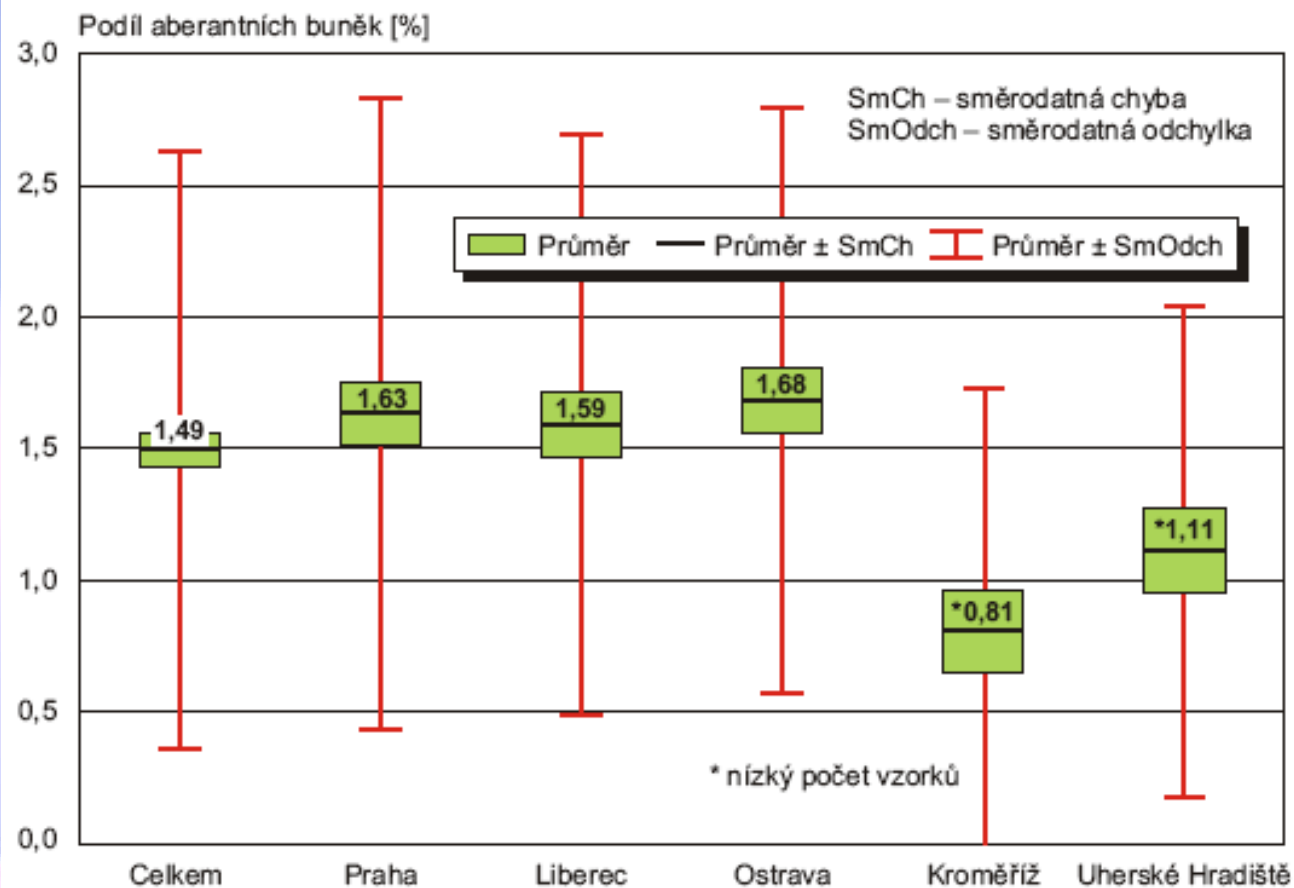


Koncentrace olova v krvi (hranice 100 ug)



Hodnoty chromozomových aberací

Obr. 8.4b Hodnoty chromozomových aberací u dětí v jednotlivých lokalitách, 2006



Kontaminace DDT

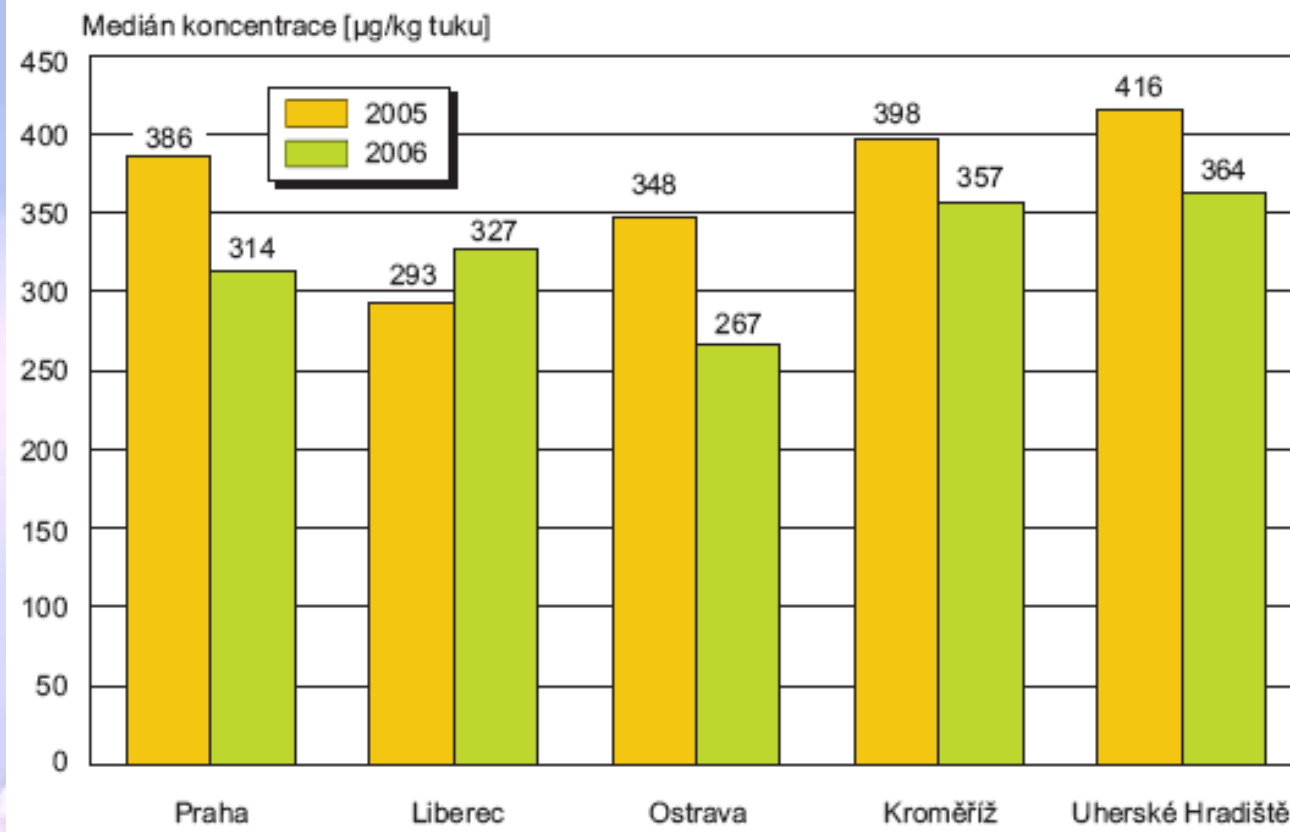
- **Název DDT** je zkratkou méně přesné formulace **dichlordifenyltrichloretan** (přesnější chemický název je: 1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorfenyl) ethan). DDT se i v České republice používalo jako insekticid. Na hmyz působí jako **kontaktní a požerový nervový jed**. Většina organických pesticidů jako DDT, dieldrin a dalších byla již v Evropě a USA zakázána, ovšem v řadě rozvojových zemí se DDT stále používá. Je jednou z historicky nejúčinnějších zbraní proti malárii, která účinně hubí přenašeče nemoci - komára *Anopheles funestus*.
- **DDT se do těla české populace dostává převážně potravou.** Vystavení DDT můžeme být při jídle dovážených jídel ze surovin z oblastí, kde bylo DDT aplikováno jako pesticid, či konzumací kontaminovaných živočichů, při jedení plodin rostoucích v kontaminované půdě. Kojenci mohou DDT do svého těla dostávat prostřednictvím mateřského mléka.

DDT je pravděpodobný lidský karcinogen. Poškozuje játra a může zapříčinit jejich rakovinu. Způsobuje dočasné poškození nervového systému. Poškozuje reprodukční systém, čímž omezuje schopnost jedinců mít děti.

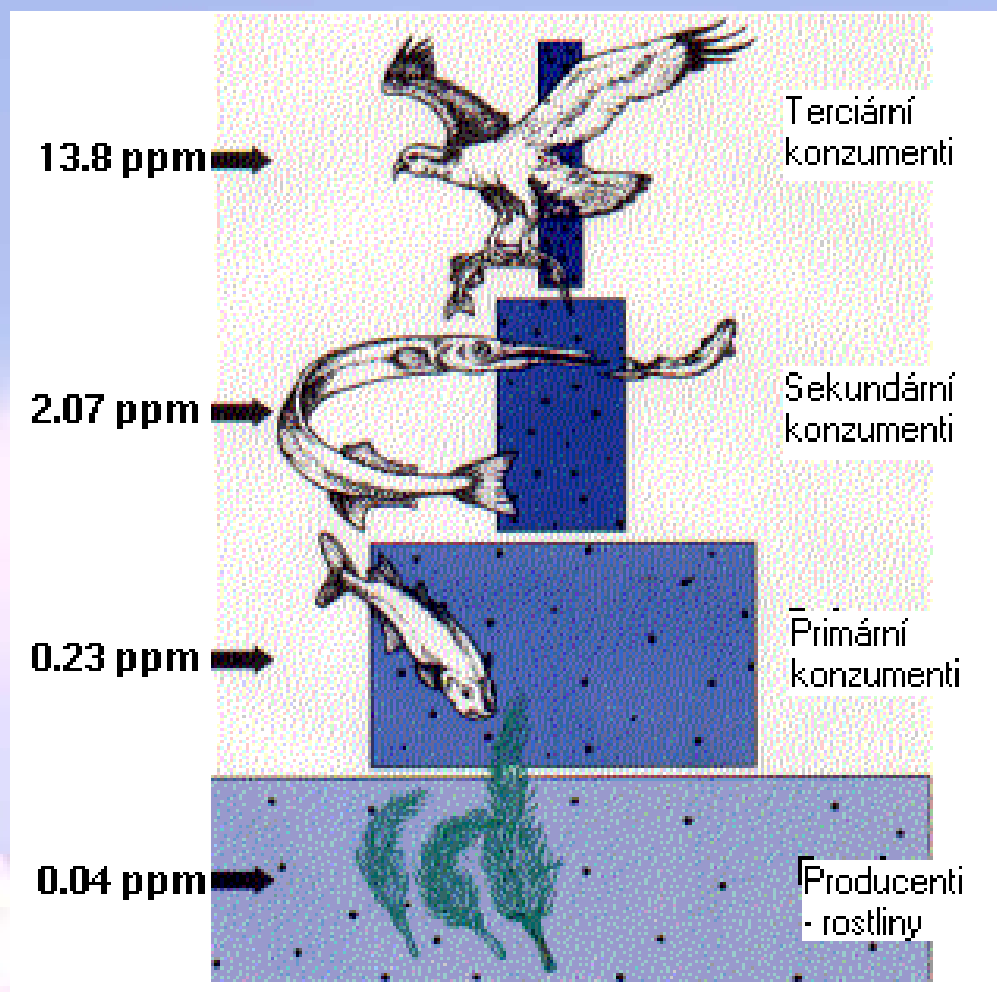
- Vysoké koncentrace DDT byly naměřeny například v bývalém skladu pesticidů v [Klatovech-Lubech](#) anebo v chemických závodech [Spolana Neratovice](#) a [Spolchemie Ústí nad Labem](#) a v jejich okolí. Nejvyšší koncentrace DDT z českých řek byly zjištěny v Bílině při jejím ústí do Labe pod Spolchemií. **Vysoké koncentrace v rybách z Labe byly zjištěny v Děčíně a v Obříství (pod Spolanou).**
-

DDT v mateřském mléce

Obr. 8.3b Chlorované pesticidy v mateřském mléce, 2005–2006
suma DDT



Kumulace DDT v rámci potravního řetězce



Mutagenní látky v bytovém interiéru

- bytový interiér – mikroklima

Možné kontaminace:

- a) radioaktivita (radon)
 - b) formaldehyd (dřevotřísky)
 - c) azbestová vlákna
 - d) pevné i plynné produkty vznikající při vaření
 - e) biologické znečištění (bakterie, plísně, viry)
 - f) aktivní či pasivní kouření
 - g) zpomalovače hoření, ftaláty
-

Formaldehyd

- Formaldehyd je aldehydem kyseliny mravenčí. Je nejhojněji zastoupenou karbonylovou sloučeninou v atmosféře. **Je obsažen v syntetických pryskyřicích, lepidlech a v některých mořidlech na dřevo, ale i v oblečení, čisticích prostředcích, kosmetice, dokonce i v některých nekvalitních plyšových hračkách. Dezinfekční prostředek - formalín je 40% roztok formaldehydu.**
 - Největšími antropogenními zdroji znečištění ovzduší formaldehydem jsou **exhaláty dopravních prostředků** (automobilová, lodní a letecká doprava) a **průmyslové spalovací procesy (zpracování ropy, chemický a hutní průmysl)**. Dalšími zdroji znečištění ovzduší formaldehydem jsou spalovací procesy při vytápění budov, spalování odpadů a různé biochemické procesy využívané v zemědělství. Tyto zdroje emitují formaldehyd přímo do ovzduší nebo mohou být zdroji methanu nebo jiných nižších uhlovodíků, které jsou pak v troposféře fotochemicky transformovány na formaldehyd nebo jiné nízkomolekulární karbonylove sloučeniny.
- V ČR se v roce 2003 spotřebovalo přes 8,5 tisíce tun formaldehydu. Močovinoformaldehydové pryskyřice v ČR vyrábí firma Dukol s.r.o. Ostrava (do roku 2003 byla součástí BorsodChem MCHZ, s.r.o.).
-

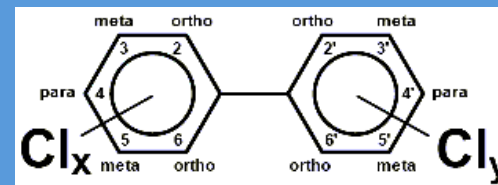
Formaldehyd - riziko

- Ve venkovním prostředí se formaldehyd vyskytuje v koncentracích v rozmezí 10 - 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (znečištěný městský vzduch). Ve vnitřním prostředí bývají koncentrace formaldehydu zpravidla vyšší a mohou přesáhnout hodnoty až 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, **například v domech s novým nábytkem.**
 - **Formaldehyd je typický zástupce tzv. problematiky uzavřených prostor.**
 - Může se uvolňovat z nábytku v bytech (viz níže). Vzniká také při nedokonalém spalování fosilních paliv či odpadů a je obsažen v cigaretovém kouři. **Vykouření šesti cigaret v nevětraném prostoru ne větším než 50 metrů krychlových již vede k měřitelným hladinám ve vzduchu.** Doporučení Světové zdravotnická organizace je, že by dlouhodobé koncentrace formaldehydu neměla dlouhodobě překračovat 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
-

Azbest

- **Azbest** je název pro skupinu šesti různých fibrózních materiálů (amosit, chryzotil, krokydolit, a fibrózní druhy tremolitu, actinolitu a antofylitu), které se přirozeně vyskytují v životním prostředí.
 - Lidé jsou působení azbestu vystaveni nejpravděpodobněji **vdechováním azbestových vláken** rozptýlených ve vzduchu. Tato vlákna mohou pocházet z přírodních odkryvů azbestu anebo z umělých produktů jako je izolace budov, stropy či podlahy, střešní tašky, cement a brzdy.
 - Mezi zdravotní následky polykání azbestu patří **zvýšená úmrtnost na rakovinu plic, jícnu, žaludku a střev u lidí, kteří pili vodu obsahující azbestová vlákna.**
-

PCB



- **Polychlorované bifenyly (PCB) byly vyráběny od roku 1929 jako chemické látky pro průmyslové využití. Jsou to velice stabilní chlororganické látky. Téměř se nerozpouštějí ve vodě, zato se vážou na tuky. Používaly se do transformátorových a kondenzátorových olejů, do barev, plastifikátorů, ale třeba také na propisovací papíry a do inkoustů. Dokonce i do rtěnek.** Poté, co byl zjištěn jejich negativní vliv na lidské zdraví, byla v roce 1984 zakázána jejich výroba i v tehdejší Československu. Dodnes jsou přítomny především v transformátorech a kondenzátorech a jsou nejspíše nejproblematictější látkou v odpadech.
- když karcinogenita PCB nebyla v plném rozsahu prokázána, je známa a potvrzena souvislost například **s rakovinou tlustého střeva**. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny již v roce 1978 doporučila, aby se s PCB zacházelo, jako by byly karcinogenní a teratogenní. **Varovným signálem jsou i mutagenní účinky PCB na bakterie.**

PCB

- **Z vody a říčních sedimentů jsou PCB akumulovány řasami a planktonem a dostávají se tak do potravních řetězců. Ryby žijící po delší dobu ve vodě kontaminované stopovými koncentracemi PCB v sobě tyto látky zakonzentrovaly až tisíckrát. Distribuce PCB v tělech ryb přitom není rovnoměrná. U kaprů se např. hromadí hlavně v tukových tkáních, hlavě, centrální nervové soustavě, žlučníku a dalších vnitřních orgánech, přičemž koncentrace v krvi a hladkém svalstvu jsou významně nižší.**



Kouření a zhoubné bujení

Kouření – 30 % úmrtnost na rakovinu

Hlavní proud tabákového kouře (vdechovaný):

4-aminobifenyly, arzen, benzen, benzidiny, benzpyreny, beryllium, kadmium, chrom, 2-naftylamin, nitrosaminy, polonium, PAU, vinylchlorid

Vedlejší proud tabákového kouře (vydechovaný): koncentrace karcinogenů mnohonásobně vyšší !

Metabolickou aktivaci karcinogenů přítomných v tabákovém kouři může ovlivňovat **genetický polymorfismus** genů pro enzymy cytochromů P450 (CYP1A1, CYP2D6) a genů pro enzym glutathion-S-transferázu →

- pomalí metabolizátoři (PM)
- extenzivní metabolizátoři (EM)



NK=nekuřáci, EXK=bývalí kuřáci, K=kuřáci

NÁDOR	NK	EXK	K(CIG/DEN)				DÝMKA DOUTNÍK
			1-9	10-19	20-39	>40	
Plíce	1,0	5,0	4,6	11,5	22,4	30,0	7,0
Hltan	1,0	2,5	2,5	5,4	9,9	13,0	3,5
Jícen	1,0	2,0	1,8	3,4	5,9	7,7	3,0
Hrtan	1,0	2,0	1,6	2,9	4,9	6,3	3,5
Ústa a jazyk	1,0	2,0	1,6	2,9	4,9	6,3	3,5
Slinivka břišní	1,0	1,0	1,2	1,6	2,1	2,5	1,0
Močový měchýř	1,0	1,5	1,5	2,5	4,0	5,0	1,5
Ledviny	1,0	1,0	1,2	1,5	1,9	2,2	1,0

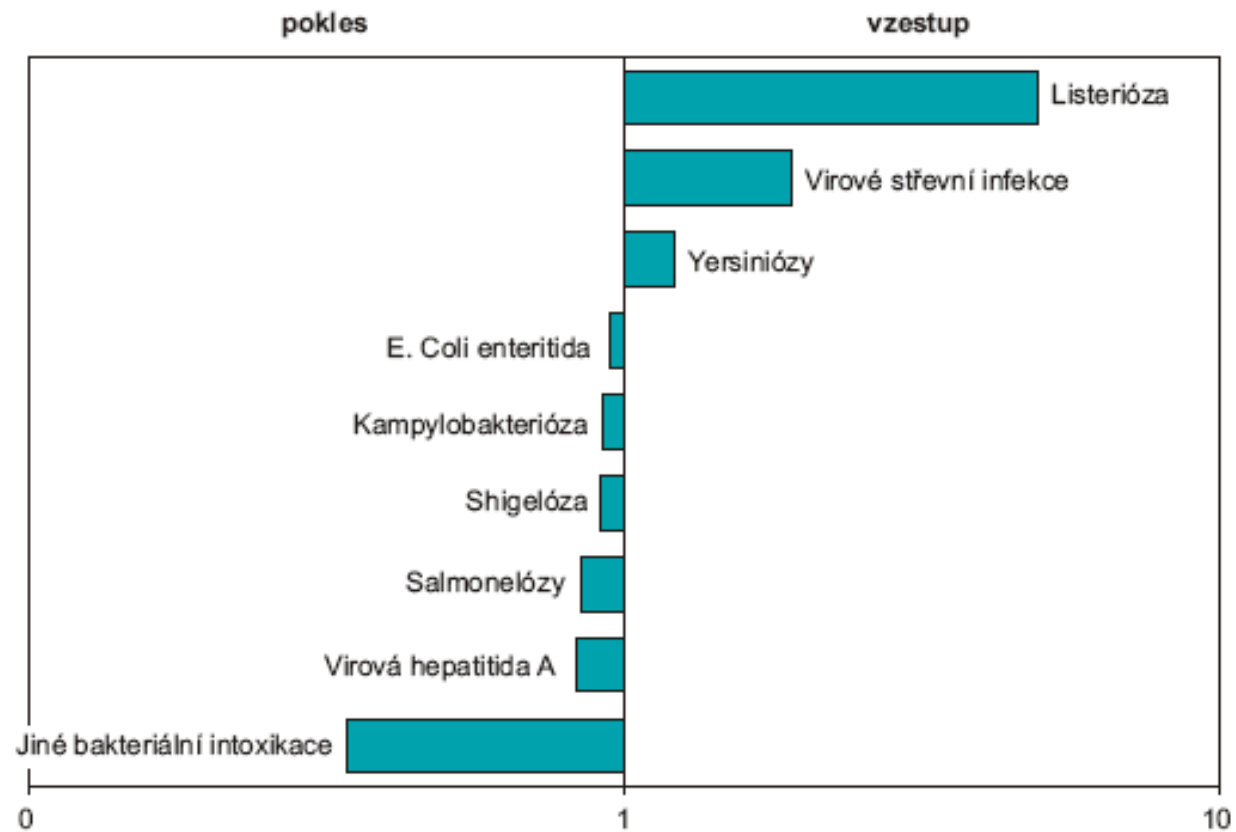
Tab. 1: Relativní riziko nádorů, které mají kauzální vztah ke kouření

Mutagenní látky v potravě

- rostliny produkují **toxiny** – ochrana před cizopasnými houbami, hmyzem a animálními predátory
 - odhaduje se, že v normální stravě je asi **5–10 000** různých přírodních chemických látek
 - chemické látky vykazující karcinogenní účinky byl nalezeny např. v koření (anýz, kmín, bazalka) ovoci, zelenině, kávě, čaji, medu či v houbách
 - průměrně se živící obyvatel přijme denně asi **1500 mg** biologicky aktivních přírodních látek (hlodavčích karcinogenů) a asi **2000 mg** látek vzniklých při nevhodné kulinářské úpravě
-

Výskyt patogenních organismů v potravinách

Obr. 7.1a Porovnání hlášené nemocnosti alimentárními onemocněními v roce 2006 s průměrným rokem (období 2001–2005)



Zdroj: EPIDAT

Genotoxické látky přítomné v potravě

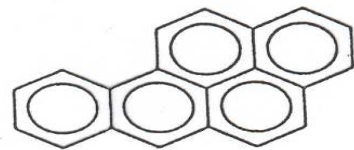
- **benzpyren a jiné PAU**
(opékání masa nad otevřeným ohněm)
- **mutagenní sloučeniny vznikající při pyrolýze proteinů a aminokyselin** (heterocyklické aminy vznikající při pečení a grilování masa – vysoké teploty !!!)
- **nitrososloučeniny**
(tepelná úprava masa obsahujícího dusitany)
- **aflatoxiny** (plesnivění potravin)



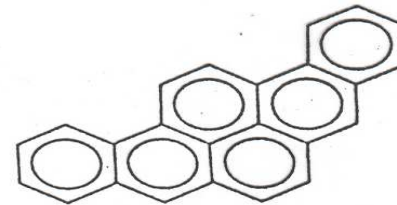
PAU vznikající při tepelném zpracování potravin

Toxic Compounds Produced During Cooking and Meat Processing

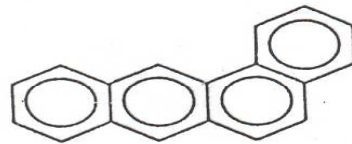
107



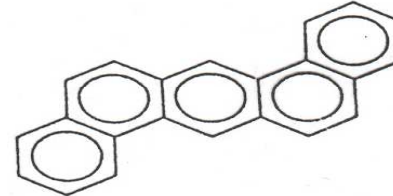
BENZO (A) PYRENE
(3,4-BENZPYRENE)



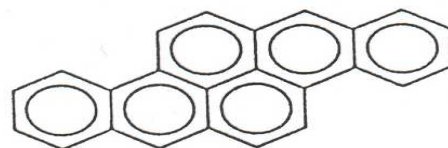
DIBENZO (A, I) PYRENE



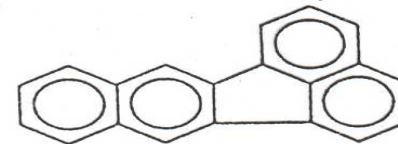
BENZO (A) ANTHRACENE



DIBENZO (A, H) ANTHRACENE



DIBENZO (A, H) PYRENE



BENZO (K) FLUORANTHENE

FIG. 5-1. Structures of some polynuclear aromatic hydrocarbons which can be found in foods.

Příklady mutagenních heterocyklických aminů vznikajících působením tepla na proteiny a AMK

120

Joseph H. Hoichkiss and Robert S. Parker

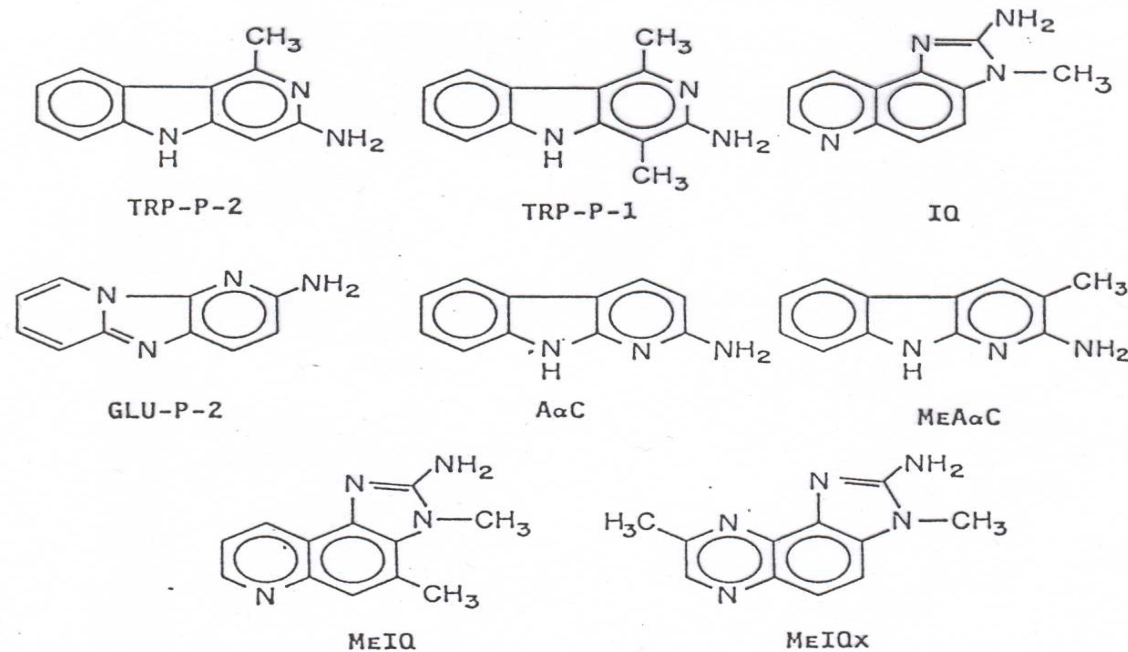


FIG. 5-5. Structures of some heterocyclic amines which are formed by heating proteins and amino acids.

Trp-P-2 = 3-Amino-1-methyl-5H-pyrido(4,3-b)indole.
 Trp-P-1 = 3-Amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido(4,3-b)indole.
 IQ = 2-Amino-3-methylimidazo(4,5-f)quinoline.
 Glu-P-2 = 2-Aminodipyrido(1,2-a:3',2'-d)imidazole.
 AαC = 2-Amino-9H-pyrido(2,3-b)-indole.
 MeAαC = 2-Amino-3-methyl-9H-pyrido(2,3-b)indole.
 MeIQ = 2-Amino-3,4-dimethylimidazo(4,5-f)quinoline.
 MeIQx = 2-Amino-3,8-dimethylimidazo(4,5-f)quinoxaline.

PAU vznikající při tepelném zpracování masa – závislost na množství tuku a teplotě

TABLE 5-1
PAH CONCENTRATION IN LABORATORY COOKED MEATS
(Adapted from Lijinsky and Ross, 1967)

<i>Food</i>	<i>Parts per billion</i>			
	<i>BaA</i>	<i>BaP</i>	<i>F</i>	<i>BaF</i>
<i>Charcoal broiled</i>				
Hamburger, fat, ^a hot ^b	2.7	2.6	13.3	—
Hamburger, fat, ^a cool ^b	—	—	6.4	—
Hamburger, lean, ^a hot ^b	—	—	0.3	—
Hamburger, lean, ^a cool ^b	—	—	1.3	—
Hamburger, no-drip pan	—	—	0.2	—
Hamburger (frozen), hot ^b	4.5	11.2	4.9	—
Pork chop, hot ^b	8.2	7.9	22.5	—
Chicken, hot ^b	3.2	3.7	1.1	—
Sirloin steak, hot ^b	10.3	11.1	12.6	4.3
T-bone steak, hot ^b	31.0	50.4	19.8	5.7
<i>Flame broiled</i>				
T-bone steak, hot ^b	3.9	4.4	19.0	—

^a Fat = 21% fat, lean = 7% fat.

^b Cool = 25 cm from heat source, hot = 7 cm from heat source.

PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons.

BaA = benzo(a)anthracene.

BaP = benzo(a)pyrene.

F = fluorene.

BaF = benzo(a)fluorene.

Genotoxické látky přítomné v potravě

- kofein ?
 - umělá sladidla (cyklamáty, sacharin)
 - konzervační látky (nitrofurany)
 - rezidua herbicidů, pesticidů, těžkých kovů
 - mykotoxiny (aflatoxin B1, aflatoxim M1-
aflatoxiny v mléku)
-

Příklady genotoxických látek ve vztahu k profesní expozici

- A) průmysl:** vinylchlorid – angiosarkom (zhoubný nádor jater)
trichloretylen a perchloretylen – v organismu přeměna na epoxidy
chloropren, epichlorhydrin – poškození jater, rakovina kůže a plic
černouhelný dehet – zdroj PAU, azbest
- B) zemědělství:** pesticidy, organofosfáty, biostimulátory
- C) zdravotnictví:** inhalační anestetika, cytostatika, imunosupresiva, ionizující záření, biologické faktory
-

Příklady mutagenních PAU obsažených v černouhelném dehtu

Název	Mutagenita	Karcinogenita	Odkaz
dibenz(a,h)anthracen	+	+	Wood et al. 1978, Andrew et al. 1978, Kaden et al. 1979, IARC 1973, McCann 1975, Carver et al. 1986
anthracen	+	+	Andrews et al. 1978, Monarca et al. 1982, Lee et al. 1976, Kaden et al. 1979
benzo(h,g,i)perylen	+	+/-?	Andrews et al. 1978, Lee et al. 1976, Kaden et al. 1979, Carver et al. 1983
fluoranthen	+	?	Carver et al. 1986
dibenzo(a,h)pyren	+	+	IARC 1973
2-methylánilin	?	+	Katalog Aldrich 1986/87, Dyrby et al. 1983, deSerres et al. 1984
benzo(b)fluoren	+	?	Kaden et al. 1979, Carver et al. 1986
benzo(b)fluoranthen	+	+	IARC 1973
benzo(j)fluoranthen	+	?	IARC 1973, 1983
anilin	-	+	Katalog Aldrich 1986/87, DeFlora 1981, Mamber et al. 1984
2-aminonaftalen	+	+	McCann et al. 1975, Dyrby et al. 1983, Hofnung 1978, Purchase et al. 1976
1-aminofluoranthen	+	?	Kosuge et al. 1982, Haugen et al. 1986
1-aminofenanthren	+	?	Kosuge et al. 1982
1-aminopyren	+	?	Kosuge et al. 1982, Bechtold et al. 1985, Fu et al. 1982
2-aminopyren	+	?	Kosuge et al. 1982
5-aminobenz(a)anthracen	+	?	Kosuge et al. 1982
2-aminofenanthren	+	?	Haugen et al. 1986
3-aminofenanthren	+	?	Haugen et al. 1986, Bechtold et al. 1985
4-aminofenanthren	+	+	Haugen et al. 1986

Obr.14 Mutagenní a karcinogenní látky obsažené v černouhelném dehtu

Znečištění ovzduší v Jihomoravském kraji

- Na prvních příčkách žebříčků největších znečišťovatelů sestavených podle dat v [Integrovaném registru znečišťování \(IRZ\)](#) pro Jihomoravský kraj nedošlo od minulého roku k výraznému posunu. **Českomoravský cement - provoz Mokrá a elektrárna ČEZu Hodonín** jsou dva největší zdroje **emisí skleníkových plynů i látek způsobujících kyselé deště v Jihomoravském kraji**. Trojlístek provozů objevujících se nejčastěji v první desítce žebříčků největších znečišťovatelů kraje doplňuje sklárna Vetropack Moravia Glass, a.s. v Kyjově.
-

Znečištění Jihomoravského kraje – průmyslové podniky

- **Tabulka č. 1:** Pořadí provozoven v Jihomoravském kraji podle množství látek či jejich sloučenin klasifikovaných IARC (Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny) jako **karcinogenní (1), pravděpodobně (2A) a možná (2B) karcinogenní pro člověka** obsažených v celkových únicích do ovzduší, vody a půdy podle dat zveřejněných v Integrovaném registru znečišťování za rok 2006 (<http://www.irz.cz>).

Do **skupiny 1** náležejí následující chemické látky anebo jejich sloučeniny ohlášené do IRZ: arsen, azbest, benzen, ethylenoxid, formaldehyd, chrom, kadmium a vinylchlorid.

Do **skupin 2A a 2B** náležejí následující chemické látky anebo jejich sloučeniny ohlášené do IRZ: 1,2,3,4,5,6-hexachlorcyklohexan (HCH), 1,2-dichlorethylen (DCE), dichlordifenyiltrichlorethan (DDT), dichlormethan (DCM), ethylbenzen, heptachlor, hexachlorbenzen (HCB), chloralkany (C10-13), lindan, naftalen, nikl, olovo, pentachlorbenzen, polychlorované bifenyly (PCB), rtuť, styren, tetrachlorethylen, tetrachlormethan (TCM), trichlorethylen a trichlormethan.

Pořadí největších znečišťovatelů životního prostředí v JK

- **Pořadí - Organizace/firma**
- **Provozovna - Lokalita**
- **Množství látek v kg**
- **Trend**

dichlormethan



1. Jitona, a.s. Závod Rousínov Rousínov 11600,0 ↓ **2. Gumotex, a.s. Gumotex, a.s. Břeclav 5439,8** ↑ 3. Groz-Beckert Czech, s.r.o. Lužice Lužice 4456,0 ↑ 4. Riho CZ, a.s. Riho CZ, a.s. Suchý 4198,0 ↑ 5. FenStar, s.r.o. FenStar, s.r.o. Hodějvice 4068,0 - 6. Chrištof, s.r.o. Prádelna, čistírna Vyškov 3227,0 ↑ **7. Lachema, s.r.o. Lachema, s.r.o. Brno 2645,7** ↓ 8. Vetropack Moravia Glass, a.s. Vetropack Moravia Glass, a.s. Kyjov 1909,3 ↑ 9. GDP Koral, s.r.o. Laminátovna Tišnov 1193,0 ↑ 10. Juli Motorenwerk, s.r.o. Juli Motorenwerk Moravany 864,7 -

Genetická toxikologie

- interdisciplinární obor vniklý v 70. letech minulého století
 - sleduje poškození DNA a jeho důsledky chemickými látkami přítomnými v životním prostředí
 - jsou používány metody genetické analýzy a tradiční toxikologické přístupy
 - sledují se zejména **pozdní účinky** chemických látek genetickými metodami
-

Postup při stanovení rizika konkrétní chemické látky

- 1. hazard identification** – identifikace rizika (např. identifikace látky s mutagenní aktivitou)
- 2. dose-response assessment** – stanovení vztahu dávka-odpověď
- 3. exposure assessment** – stanovení expozice – jak mnoho chemikálií je absorbováno ze všech zdrojů
- 4. risk characterization** – charakterizace rizika – stanovení rizika určitého nepříznivého efektu (např. choroby) vyplývající z předchozích výsledků ve vztahu k jednotlivci či populaci

Bezpečná prahová dávka

Preventivní opatření zaměřená k ochraně před expozicí genotoxickým látkám lze rozdělit do dvou úrovní:

- 1) *Testování genotoxické aktivity nově syntetizovaných nebo již užívaných chemických látek a sloučenin***
- 2) *Biologické monitorování - zahrnující monitorování prostředí (zejména identifikace mutagenní aktivity komplexních složek prostředí) a monitorování biologického účinku - tj. odpovědi lidského organismu na působení genotoxicky aktivních faktorů prostředí.***

Biologické monitorování genotoxických účinků faktorů vnějšího prostředí.

1. Monitorování prostředí - detekce genotoxických látek v prostředí (mikrobiální testy, genetické testy, cytogenetické testy)

2. Monitorování expozice - detekce genotoxických látek v organismu

- mutagenní aktivita tělních tekutin
- cytogenetické testy - chromosomální aberace
 - mikrojaderný test
 - sesterské chromatidové výměny
- léková resistance leukocytů (8 azaguanin, 6 thioguanin)

Negenetické indikátory mutagenní expozice.

- alkylace proteinu
- poškození DNA (jednořetězcové zlomy, DNA adukty)
- neplánovaná syntéza DNA

3. Monitorování genetického efektu - sledování reakce organismu na genotoxickou látku

- spontánní potraty
- vrozené vady metabolismu
- malformace

4. Monitorování změn frekvence mutací v lidské populaci- populační analýzy
- určování výskytu geneticky podmíněných vad nebo onemocnění, které by mohly vzniknout jako důsledek zvýšené frekvence mutací. Monitorování umožňuje posoudit genetickou zátěž populace nebo některé její části (např. vliv pracovní expozice, znečištění prostředí).

- metoda charakteristiky populace - pro určitou oblast se analyzují specifické kategorie

- poměr chlapců a děvčat mezi narozenými dětmi
- počet mrtvě narozených dětí
- počet dětí s vrozenou vývojovou vadou
- hmotnost dětí při porodu, úmrtnost během prvního roku
- fyzický a duševní vývoj během dětství