



Zdravotní ústav se sídlem v Kolíně

držitel certifikátu EN ISO 9001:2000 (reg. č.: 395-04-03)

pobočka Praha

Dittrichova 17, 128 01 Praha 2

Číslo účtu KB Kladno: 277170090207/0100 IČO: 71009370

Hodnocení rizika As, Cd, Pb, Zn, Cu v zemině v residenční oblasti

MUDr. Eva Rychlíková

Technická spolupráce: Jan Strnad

Výtisk č. 2

Březen 2006



Zdravotní ústav se sídlem v Kolíně

držitel certifikátu EN ISO 9001:2000 (reg. č.: 395-04-03)

pobočka Praha

Dítěřichova 17, 128 01 Praha 2

Číslo účtu KB Kladno: 277170090207/0100 IČO: 71009370

Hodnocení rizika As, Cd, Pb, Zn, Cu v zemině v residenční oblasti

Č.j. 6800/2006

Zákazník: Městský úřad Kutná, odbor regionálního rozvoje, 284 24 Kutná Hora

Datum vydání: 22.3.2006

Počet stran: 25

Počet výtisků: 3

Rozdělovník: Výtisk č. 1,2,3 -Městský úřad Kutná Hora

Kopie 1 – ZÚ pobočka Praha 2

Zpracovala: MUDr. Eva Rychlíková

Osvědčení o odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví č.j. HEM-300-21-21.7.2005/27113, poř.č. 1/2005, autorizace HRA 033/05

Protokol o autorizovaném hodnocení nesmí být bez písemného souhlasu autorizované osoby reprodukován jinak, než celý.

Úvod:

Na základě žádosti Městského úřadu v Kutné Hoře z 19.1. 2006 o vyhodnocení zdravotních rizik vybraných těžkých kovů jsme provedli teoretické výpočty zdravotních rizik pro obsah arsenu a kovů (Cd, Pb, Zn, Cu) v zeminách. Hodnocení pokrývala jak dlouhodobé působení a Pro hodnocení expozice jsme využili expozičních scénářů pro obyvatelstvo reprezentované citlivou dětskou populační skupinou a skupinou dospělých. Postupovali jsme podle výpočtů uvedených na webové stránce US. EPA, WHO, publikaci Hodnocení zdravotních rizik prof. Cikrta a Ing. Bláhy z roku 1996, podle Manuálu prevence v lékařské praxi díl VIII, a podle Metodického pokynu č. 12 MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území, který vyšel ve Věstníku MŽP v září 2005. Pro porovnání jsme využili tolerovatelných denních dávek (maximum risk level) jako referenčních koncentrací pro As, Cd, Pb, Cu, Zn uvedených v **Reportu RIVM (Královského institutu pro veřejné zdraví a životní prostředí) v Bilthovenu v Holandsku 711 701 025 „Reevaluation of human – toxicological maximum permissible risk levels“**. Hodnocení jsme provedli pro škálu koncentrací, počínající nejnižšími limitními hodnotami, uvedenými ve **Vyhlášce 135/2004 Sb.**

Standardní postup pro hodnocení zdravotních rizik představuje následující kroky:

- identifikaci rizika
- hodnocení vztahu dávka-účinek
- hodnocení expozice
- charakterizaci rizika

1. Identifikace nebezpečnosti:

Ve vzorcích půd mohou být zejména následující prvky:

Arsen

CASRN 7440 - 38 - 1

Arsen je metaloid hojně rozšířený v zemské kůře. Existuje ve -3 , 0 $+3$ a $+5$ mocenství. V redukčních podmínkách je jeho hlavní podobou trojmocný arsenát, obecně v oxidovaném prostředí je pětímocný a stabilní. Soli arsenu jsou různě rozpustné podle pH a iontového prostředí. Největší část expozice v komunálním prostředí přichází požitím potravy a pitnou vodou. V místech těžby rud je půda zdrojem anorganického arsenu. Po zvětrání z hornin je arsen uvolněn vodní a větrnou erozí. Mnoho sloučenin arsenu má ale tendenci se vázat a tak arsen putuje jen na krátké distance. Půdní mikroorganismy mohou malou dávku arsenu převést do stavu, kdy se může vypařovat.

Celková denní dávka přijatá člověkem bývá asi 20 - 300 mikrogramů denně. Močí z organismu odchází 2 - 20 mikrogramů As na litr, ale může to být i 1000 mikrogramů.

Absorbce arsenu v dýchacích cestách závisí na rozpustnosti solí As, troj - i pětímocný arsen se ochotně vstřebává v zažívacím traktu.

Metabolismus arsenu má dva kroky - redukce trojmocného na pětímocný arsen, dále mono -, di - trimetylace s účastí enzymů, které mohou být polymorfní, což je z hlediska možné expozice důležité a představuje to variabilitu reakcí osob. Při vysokých koncentracích arsenu metylace ustává.

Arsen není pro člověka nezbytný. Je důležitým znečištěním pitné vody a je jednou z mála substancí, která způsobuje rakovinu prostřednictvím požívání pitné vody. Je prokázáno v epidemiologických studiích, že arsen přináší rakovinu různých orgánů, jako jsou plíce, močový měchýř a kůže.

Existují místa na světě, kde nemoci, způsobené arsenem, včetně nádorů, jsou vážným problémem veřejného zdraví. Protože trojmocný arsen je reaktivnější a toxičtější, než pětímocný anorganický arsen, existuje přesvědčení, že trojmocný arsen je carcinogenní. Ačkoli existuje značná nejistota a diskuse jak pro mechanismus karcinogenity, tak pro vztah dávky a účinku v nízkých dávkách. Anorganický arsen je zařazen podle IARC do skupiny I. (karcinogenní pro člověka) na základě dostatečného důkazu karcinogenity pro člověka a omezeného důkazu ze

zvířat. Přes některá negativní zjištění jsou závažné důkazy o tom, že arsen může způsobit klastogenní efekt v některých buněčných typech s různými dopady na exponovaná individua a nemocné s rakovinou. Výsledky nesvědčí pro bodové mutace.

Rozpustný anorganický arsen je akutně toxický, ve vysokých dávkách se dostávají zažívací, oběhové a nervové poruchy a potom smrt.

Klinický obraz chronického poškození arsenem vypadá různě. Při tom obvykle převažují změny na kůži, sliznicích a neurologické, cévní a hematologické projevy. Postižení se může týkat i zažívacího traktu s významnou salivací, nepravidelnou dyspepsií, křečemi v břiše, také se dostavuje hubnutí. Neurologické změny mohou často též zahrnovat postižení optického nervu s výpadky zorného pole a slepotou. Postižen může být i orgán rovnováhy a sexuální funkce.

Chronické projevy na kůži se manifestují jako ekzém, folikulární, erytematózní nebo dokonce ulcerativní dermatitida.

Zvýšená úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění byla epidemiologicky zjištěna u slévačů, exponovaných vysokým koncentracím arsenu v ovzduší pracoviště. Za různých expozičních situací byly zjištěny periferní cévní léze, jako je endarteriitis obliterans a atrofická akrodermatitida zvaná „black-foot disease“ (periferní gangréna).

Anorganický arsen tlumí tvorbu krvinek, jeho působením roste anemie, nejčastěji hypoplastická. V některých případech dochází k agranulocytóze nebo trombopenii.

Ve Švédsku byly zjišťovány spontánní potraty a nízká porodní váha dětí, narozených v okolí sléváren, popsány byly také vývojové vady.

Karcinogenita arsenu, přijatého dýchací cestou, se projevuje plicním karcinomem. (AQG for Europe, WHO Reg. Publ. Europ. Series.Copenhagen 1998)

Kadmium

CASRN 7440-43-9

Kadmium se přirozeně vyskytuje v zemské kůře. Často v rudách provází zinek a olovo. Z antropogenních zdrojů jsou nejvýznamnější emise ze spalování uhlí a emise z průmyslu (kovohutě), používání agrochemikálií, ukládání odpadů. Do půd se dostává z kalů (čistírny odpadních vod), atmosférickou depozicí a částečně provází fosforečná hnojiva. Některé soli, jako siričky, uhličitany a kysličníky nejsou rozpustné

ve vodě, ale v přírodě mohou být konvertovány na rozpustné soli. Proto je důležitá chemická forma kadmia. Ve vodě ho je průměrně 0,1 µg/litr nebo méně.

Dobývání neželezných kovů přináší největší znečištění vod kadmii. V čistých oblastech ho je, vyjádřeno jako medián půdy, 0,2 – 0,4 mg/kg. Ale příležitostně lze najít i 160 mg/kg půdy. S teplotou se jeho rozpustnost zvyšuje, s tvrdostí vody snižuje. V člověku se kadmium váže na bílkoviny a akumuluje se v parenchymatosech orgánů.

V ČR se zřídka vyskytují obsahy kadmia nad 3 - 4 mg/kg, např. na Příbramsku.

Mezinárodní agentura pro výskyt rakoviny (IARC) zařadila Cd do II. skupiny karcinogenů. Dlouhodobá profesionální expozice vede ke karcinomu plic, avšak v epidemiologických sledováních nebylo možno oddělit vliv konfoundrů se stejným efektem, jako je kouření.

Kadmium se chová jako kumulativní jed s doprovodnými karcinogenními a teratogenními účinky. Kadmiové soli jsou silně toxické a na všechny živé organismy působí negativně. Kadmium nepatří k prvkům nezbytným pro lidský organismus. Jeho toxicita je vyvolávána inhibicí sulfohydrolytických enzymů a kompeticí se zinkem, mědí a železem. V lidském organismu jeho obsah činí průměrně 0,4 mg Cd/kg. U novorozenců téměř chybí, s věkem se postupně kumuluje v ledvinách (15 – 200 mg), kdy dochází k jejich těžkému poškození. Sloučeniny CdO, CdCl₂, CdSO₄, CdS se vyznačují karcinogenními účinky v trávicím ústrojí, plic, jater a prostaty.

Vysoká inhalační expozice kadmiovým parám rezultuje v intersticiální pneumonitidě a v edému plic, což může být letální. Vysoká expozice rozpustným kadmiovým solím zažívací cestou způsobuje akutní gastroenteritidu.

Dlouhodobá expozice kadmii způsobuje poškození plic a ledvin a chronický renální vliv lze také očekávat zejména u populace komunální. M.j. je kadmium dále viněno z rozvratu minerálního metabolismu s projevy hyperkalkurie a tvorby renálních močových kamenů. Kadmii způsobená proteinurie u profesně exponované populace i komunální populace je nevratná. Vztah dávky a účinku u poškození ledvin kadmii, byl prokázán. Dojde-li k současnému působení špatného výživového stavu, vzniká osteomalacie a osteoporóza.

Hlavním zdrojem expozice pro komunální populaci je kadmium v potravě a denní dávka potravou v oblastech bez znečištění je 10 – 40 µg/den. U kuřáků je to několik set mikrogramů. Nízkomolekulární bílkovina v moči se objeví při dlouhodobé dávce 140 – 260 mikrogramů.

Olovo

CASRN - 7439 - 92 -1

Olovo v je v prostředí silně vázáno na sedimenty a půdní částice a tak je naštěstí redukována jeho biologická dostupnost. Protože jeho soli jsou vesměs nerozpustné, má tendenci k tvorbě komplexních roztoků. Biologická využitelnost je obecně nižší, pokud sedimentuje s organickými materiály nebo minerálními částicemi jako je jíl.

Přídavná expozice souvisí s kontaminací půdy ve znečištěných oblastech a poté i kontaminací ovoce a zeleniny, z kontaminace vnitřního prostředí v domovech profesionálně exponovaných osob, pití vody z domovních rozvodů z olova.

Populační skupiny se svojí expozicí a významem cest expozice liší. Nejcitlivější skupinou pro poškození olovem jsou děti u nichž mnohé epidemiologické studie zaznamenaly významný behaviorální efekt v závislosti na expozici olovu. Děti se pohybují blíže zemi, která, je-li kontaminovaná, může velmi závažně ovlivnit zdraví dětí jako zdroj při náhodném pojídání půdy s olizováním špinavých ruček. V pozdějším věku geofagie mizí, nebo zůstává i v dospělém věku jako patologický příznak. Inhalovaný prach s obsahem olova může představovat 80% celkové přijaté denní dávky u dospělého, u dětí je z hlediska celkové expozice daleko významnější cesta alimentární.

U dospělých je vstřebávání v zažívacím traktu 10% ní, u dětí 40 -50% a absorpce závisí na dietních a nutričních faktorech. Dieta s nízkým obsahem železa, vápníku a vitamínu D zvyšuje vstřebávání olova u laboratorních zvířat.

Přijaté olovo je distribuováno do krve, měkkých tkání a kostí. Asi 95% olova je v kostech. Jeho biologický poločas je 20 - 40 dní. Zadržené olovo je z kostí uvolňováno ve stáří, při metabolickém rozvratu, těhotenství, horečkách a prostřednictvím některých chemických látek. Neabsorbované olovo prochází střevy ven, 50 - 60% clearance se děje žlučí a močí, z toho střevem odchází zhruba polovina renální clearance.

Toxicita olova spočívá v obsazování vazebných míst pro kovy u enzymů anebo obsazení S-H skupin enzymatických proteinů, proto má olovo mnoho kritických orgánů, kde se uplatní. Porušena je hemosyntéza, nervový systém,

reprodukční a imunitní systém, kardiovaskulární, endokrinní systém, játra a gastrointestinální systém.

Hlavní efekt u neprofesně exponované populace lze zaznamenat na nervovém systému, krvetvorbě a krevním tlaku.

Olovo je mutagenní pro bakterie a savce, u teratogenity a karcinogenity pro člověka je předpokládán spíše nepřímý efekt při rozvoji náležitých onemocnění. Je tedy zařazeno do skupiny II B, ale jeho efekt není dosud kvantifikován. Olovo prochází placentární bariérou a může se tak poškodit vyvíjející se plod.

Nejohroženější populací jsou děti, protože mají jiný způsob života, než dospělí, jiné vstřebávací poměry, a příjem do dětského organismu může být prostřednictvím zažívacího systému vyšší a tak může velmi úzce souviset i s olovem transportovaným ovzduším s následující kontaminací potravních řetězců a geofágií kontaminované půdy. Geofágie je navíc často spojována s nízkým socioekonomickým statusem a ten bývá pro znečištěné oblasti také příznačný a zároveň potencuje otravu olovem.

Měď

CASRN 7440-50-8

Měď se vyskytuje ve všech složkách prostředí v důsledku přirozeného obsahu v horninách.

Přírodními zdroji jsou vulkány, prašné bouře, rozklad vegetace, lesní požáry a mořský aerosol. Antropogenními zdroji jsou tavení a slévání, výroba elektřiny a spalování včetně spalování odpadů. Hlavní přísun pro půdu představují rudné doly, a odpadní kaly. Zemědělské využití přináší do půdy 2% mědi. V ovzduší je v partikulární podobě a putuje podle podmínek rozptylu. Maximální přísun do půdy představuje těžba, v půdě se měď vyskytuje v horních centimetrech půdní vrstvy, kde se adsorbuje na organické materiály, jíly, železo a písčité kyselé půdy. Osud v půdě určuje původ půdy, pH, přítomnost kyslíčků, redox potenciál, povrchové napětí, organické látky a přítomnost iontů. Pokud je měď biologicky využitelná, bioakumuluje se. Akumulační faktory se liší mezi organismy a zdá se být vyšší při nižších koncentracích. Bioakumulaci si jedinci řídí. Environmentální zátěž souvisí se vzdáleností od zdroje. V ovzduší je mezi 5 - 50 ng/m³. V sedimentech bez přítomnosti kyslíku je měď silně vázána v sirnících a tak není biologicky využitelná.. Mediánové hodnoty mědi v půdě jsou 30 mg/kg (2 - 250 mg/kg.), je akumulovaná

roślinami a obratłowci. Główną drogą ekspozycji u człowieka jest spożycie. Dietaenna dawka bywa między 0,9 - 2,2 mg. Koliduje podle żywioowych zwyczajów i uszkodzenia potraw przy produkcji. K ekspozycji może przyspać i pitna woda, pokud jest dodawana w miedziennych rurkach. Ogólnie - peroralna dawka jest 1 - 2 mg/den, przyležitostnie i 5 mg. Inhalacyjna i dermalna wstępy jsou zaniedbatelne. Inhalacja przida 0,3 - 2 µg/den z pyłu i dymu. Miedź jest esencielna protože tworzy wielką część metabolicznych enzymów. Głównie jest absorbowana zażywacim traktem. W nim se wstrebą 20 - 60% dietyennej dawki, zbytek wyjde stolici. Po průchodu basální membránou se váže na albumin. Projde hepatoenterálním oběhem a váže se na buněčné proteiny - ceruloplasmin .

Miedź jest niezbytną pro lidský organismus. Její chybění jest spojeno s anemií, neutropenií a kostními změnami, což se většinou klinicky nezaznamená. Hladina sérového ceruloplasminu vypovídá dobře o středním a lehkém nedostatku, ale o marginální expozici situaci nevypovídá.

S výjimkou akutních otrav není akutní expozice zjišťována. Příznakem jest kovová pachuť, epigastrické bolesti, bolest hlavy, nausea, zmatení; zvracení, průjem, tachykardie, dýchací obtíže, hemolytická anemie, krev v moči a krvácení ze zažívacího traktu, selhání jater a ledvin a smrt. Zažívací problémy jsou spojeny s opakovaným nebo chronickým podáváním pitné vody s obsahem miedi.

Kožní expozice není spojena se systémovou toxicitou, ale miedź může způsobit alergickou odpověď u citlivých osob. Horečka slévačů v případě miedi nebyla popsána a ani při inhalaci směsi tomu tak není. Velké profesionální expozice 200 mg Cu/den přinášejí vysokou hladinu miedi v krvi a hepatomegalii. Pro reprodukční toxicitu a karcinogenitu miedi nejsou využitelná data, existují údaje o větší citlivosti některých osob na deficit miedi více než má obecná populace.

Onemocnění související s genetickou dispozicí a miedi jest např. Menkeho nemoc, představující fatální nedostatek miedi, nebo Willsonova choroba, vrozená aceruloplasminemie, která vypadá jako předávkování železem. Indická dětská cirhosa jest spojená s vrozeným hromaděním miedi v organismu. Jinou citlivou skupinou jsou hemodialyzovaní pacienti a chroničtí hepatici. Skupina citlivá k nedostatku miedi jsou děti, zejména nedonošené, předčasně narozené, vzpamatovávající se z malnutrice, a krmené pouze kravským mlékem. Dále dospělí nemocní s celiakií a cystickou fibrózou.

Nedostatek miedi představuje predispozici ke kardiovaskulárním chorobám.

WHO stanovila AROI neboli "acceptable range oral intake", která je stanovena pro prevenci karencí u nezbytných látek pro zdraví včetně mědi. Její dolní hladina pro dospělého je 20 ug/kg váhy/den (pro děti 50 ug/kg/den), horní hladina není přesně stanovena, ale pravděpodobně se bude pohybovat mezi 2 – 3 mg/kg váhy/den.

Zinek

CASRN 7440-66-6

Zinek se jako kov v prostředí nevyskytuje. Je pouze dvojmocný a jeho rozpustnost závisí na pH a současném výskytu aniontů.

Je přechodný prvek a tak se váže s mnohými organickými látkami ligandami. Organometalický zinek se přirozeně také nevyskytuje.

Znečištění prostředí souvisí s průmyslem a zemědělstvím. Maximální přirozené emise přináší eroze.

Hlavním antropogenním zdrojem je dolování, výroba zinku, oceli, spalování uhlí, zneškodnění odpadů a pesticidy.

Rozpustnost zinku je determinována pH, může být v iontové podobě ve vodě.

Sráží se v pH nad 8 .

Může formovat organické komplexy včetně stabilních komplexů s huminovými a fulvinovými kyselinami a jejich prostřednictvím se dál může mobilizovat. Není pravděpodobné jeho uvolňování z půdy je-li adsorbován na jíly a organické látky. Kyselé písčité půdy s nízkým obsahem organických látek mají omezenou kapacitu zinek zadržet. Jeho pohyblivost v půdě závisí na tom, zda je

- rozpustný v půdní vodě
- vyměnitelně vázán na půdních částicích
- vázán organickými ligandami
- obklopen sekundárními jílovitými minerály a oxidy nebo hydroxidy kovů
- přítomen v primárních minerálech

Zinek je esenciální element a reguluje metabolismus většiny organismů. Zinek se nebiomagnifikuje a využitelný pro organismus je pouze v rozpustné podobě a jeho biologická dostupnost závisí na fyzikální a chemické charakteristice prostředí a biologických procesech. Proto jeho hodnocení rizika musí být místně specifické.

Přirozený obsah ve vodě je obvykle < 0.1–50 µg/litr, 10–300 mg/kg sušiny v půdách a nad 100 mg/kg v sedimentech a nad 300 ng/m³ v ovzduší.

Vyšší hodnoty jsou spojeny s přirozeným výskytem zinku v bohatých rudách a zároveň také s antropogenitou.

V antropogenně kontaminovaných místech lze očekávat hladiny zinku nad 4 mg/litr ve vodě, 35 g/kg v půdě, a 8 µg/m³ v ovzduší.

Je biogenní prvek nezbytný pro funkci různých enzymů savců, včetně člověka. Deficit znamená špatné využití cukru, špatné hojení ran, malý vzrůst a opožděný pohlavní vývoj. V lidském organismu je obsaženo 30 – 60 mg Zn/kg.

Toxicita Zn pro člověka byla zjištěna pouze při extrémních expozicích (nad 15 mg Zn na m³ vzduchu).

Vdechování par většiny uvedených kovů a jejich oxidů, dýmů a jemného prachu způsobuje tzv. „horečku slévačů“ (sucho v krku, bolesti hlavy, třesavku a horečku). U Zn k ní dochází je-li koncentrace Zn v ovzduší nad 15 mg/m³.

Je součástí účinných léků, jako je inzulin, nebo staré a nezastupitelné dermatologikum, jímž je zinková mast (oxid zinečnatý). Environmental health criteria WHO uvádějí pro příjem důležitý poměr zinku ku mědi rovný 7, jako je v mléce.

2. Vztah dávka/účinek

Pro výpočet zdravotního rizika u nekarcinogenního efektu As, Cd, Pb, Zn, Cu jsme použili kritéria dosažitelná pro Evropu a publikovaná ve Reportu RIVM (Královského institutu pro veřejné zdraví a životní prostředí) v Bilthovenu v Holandsku 711 701 025 „Reevaluation of human – toxicological maximum permissible risk levels“ autorů Baarse a spolupracovníků. Tento report je věnován stanovení referenčních hodnot pro hodnocení rizika pro lidské zdraví z kontaminovaných půd.

TDI - Tolerable daily intake, by neměla během celého života způsobit onemocnění.

Tabulka referenčních dávek a oral slope factor použitých pro hodnocení karcinogenního rizika

TDI/RIVM			OSF
As	1	ug/kg váhy/den	1,5
Cd	0,5		
Pb	3,6		
Cu	140		
Zn	500		

TDI = tolerable daily intake (maximum permissible risk levels)

OSF = oral slope
factor

Pro výpočet karcinogenního rizika jsme použili vztahu dávky a účinku vyjádřeného „oral slope faktor“ US EPA z databáze IRIS. Představuje jednotku rizika, vztaženou k dennímu příjmu 1 mg na kg hmotnosti.

Pro olovo doporučuje přijatelnou týdenní dávku JEFCA 25 ug/kg/den, na den to je 3,6 ug/kg/den a to se shoduje s doporučením TDI (RIVM), použitým ve výpočtu.

Pro měď doporučuje WHO jako AROI 20 ug/kg/den až 2 – 3 mg/kg/den.

Pro zinek bude AROI přepočten faktorem 7. Uvedené hodnoty pokrývají TDI RIVM.

3. Hodnocení expozice:

Pro výpočet expozice jsme použili scénářů uvedených v „Metodickém pokynu MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území“, který byl publikován ve Věstníku MŽP v částce 9 v září 2005. Scénáře se neliší od scénářů „Manuálu prevence v lékařské praxi“ č. VIII, Základy hodnocení zdravotních rizik. Dále jsme se drželi postupu z „Reevaluation of human – toxicological maximum permissible risk levels“ z reportu RIVM 711 701 025.

Využili jsme residenční scénáře pro děti a pro dospělé, pro riziko chronické toxicity u As, Cd, Pb, Zn, Cu a pro karcinogenitu arsenu, pro který je k dispozici oral safety factor (OSF), představující směrnici přímky vztahu dávky a účinku.

Uvažovali jsme dvě možné eventuality příjmu kontaminantů shodně uváděné v reportu RIVM 711 701 025, v Environmental Health Criteria 221, 200, 224. a Metodickém pokynu MŽP pro hodnocení rizika ze září 2005. Ostatní způsoby

expozice z kontaminované zeminy považuje WHO pro uvedené látky v případě residenční expozice za relativně méně důležité. Byl proto hodnocen příjem

- náhodnou ingescí zemin nebo prachu
- dermálním kontaktem se zemínou při rezidenčním využití území

Expoziční scénář pro náhodnou ingesci (požití) dítětem nebo dospělým a pro dermální expozici v místě bydliště je popsán v následující tabulce:

Náhodná ingesce zeminy nebo prachu v bydlišti		dospělí	děti
CDI	chronický denní příjem		
CS	konc.v zemíně		
IR	množství požité zeminy	100	200
CF	Konverzní faktor kg/mg	1,00E-05	
FI	podíl požité zeminy	0 - 1	
EF	frekvence ve dnech		
ED	trvání exp.-rok	24	6
BW	hmotnost těla	70	15
AT	doba průměrování nekarcinogenní efekt karc.	ED*365 70*365	

Scénář pro chronickou dermální expozici v místě bydliště				
			Dosp.	děti
LADD,	celoživotní denní			
CDI,	dávka, chronický			
ADD	denní příjem,			
	průměrná denní			
	dávka			
CS	Obsah kovu v			
	zemině			
CF	Konverzní faktor			
	kg/mg	0,000001		

SA	exp.povrch		5700	2800
AF	adh.faktor	dosp	0,07	0,2
ABSd	der.abs.f.	As	0,03	0,03
		Cd	0,001	0,001
		anorg.l.	0,001	0,001
EF	frekv.exp		274	274
ED	trvání exp.		70/30	6
BW	těl.váha		70	15
AT	doba prům.		ED*365	70*365

Expoziční dávky jsme vypočetli z odstupňovaných hodnot As, Cd, Pb, Zn a Cu nad maximálními limitními hodnotami, uvedenými ve Vyhlášce MZ 135/2004 Sb., Hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch (po úplném rozkladu). a Vyhlášce MŽP č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu pro ostatní půdy (po rozkladu lučavkou královskou). Použili jsme následujících vzorců:

Expozice při požití: $CDI = CS \cdot IR \cdot CF \cdot FI \cdot EF \cdot ED / (BW \cdot AT)$

Expozice kůží: ADD nebo $LADD = CS \cdot CF \cdot SA \cdot AF \cdot ABSd \cdot EF \cdot ED / (BW \cdot AT)$

Nezabývali jsme se limity, které byly dříve doporučovány Metodickým pokynem MŽP z roku 1996 pro sanace. MŽP považuje tyto hodnoty za orientační a metodický pokyn z roku 1996 byl nahrazen Metodickým pokynem MŽP č. 12 pro hodnocení rizika ze září 2005 uvedeným ve Věstníku MŽP, podle kterého jsme hodnocení rizika vypočítali.

Limitní hodnoty pro obsah kovů a As v mg/kg uvedené v legislativě:

	As	Cd	Pb	Cu	Zn
Vyhl. 13/1994 Sb.	30	1	140	100	200
Vyhl. 135/2004 Sb.	10	0,3	50	45	90

(po analýze lučavkou královskou).

4. Charakterizace zdravotního rizika:

Riziko chronického onemocnění pravděpodobně existuje, je-li koeficient nebezpečnosti vyšší, než 1.

Riziko onemocnění nádorem pravděpodobně existuje vždy, pokud ho budeme hodnotit podle lineárního vícestupňového modelu karcinogenity. US EPA a další instituce považují za únosné individuální riziko ILCR (individuální lifetime cancer risk) - pravděpodobnost jednoho onemocnění na jeden milion obyvatel.

Byla vyhodnocena následující zdravotní rizika:

a) Hodnocení zdravotního rizika náhodného požití:

Zdravotní riziko **arsenu** v zeminách při náhodném požití (ingesci) zeminy nebo prachu u dítěte a dospělého – nekarcinogenní a karcinogenní vliv:

	As	10	30	50	100	200	300	400
nekarcinogenní vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,000100091	0,0003	0,0005	0,001000913	0,002001826	0,00300274	0,004004
	HQ	0,100091324	0,300274	0,500457	1,000913242	2,001826484	3,002739726	4,003653
	dávka dosp(mg/kg/den)	1,07241E-05	3,22E-05	5,36E-05	0,000107241	0,000214481	0,000321722	0,000429
	HQ	0,01072407	0,032172	0,05362	0,107240705	0,214481409	0,321722114	0,428963
	As	10	30	50	100	200	300	400
karcinogenní vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,000100091	0,0003	0,0005	0,001000913	0,002001826	0,00300274	0,004004
	ILCR	0,000150137	0,00045	0,000751	0,00150137	0,00300274	0,00450411	0,006005
	dávka dosp(mg/kg/den)	3,67682E-06	1,1E-05	1,84E-05	3,67682E-05	7,35365E-05	0,000110305	0,000147
	ILCR	5,51524E-06	1,65E-05	2,76E-05	5,51524E-05	0,000110305	0,000165457	0,000221

Pokračování výše uvedené tabulky

	As	500	600	700	800	900	1000
nekarcinogenní vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,005005	0,006005479	0,007006393	0,008007306	0,009008219	0,010009132
	HQ	5,004566	6,005479452	7,006392694	8,007305936	9,008219178	10,00913242
	dávka dosp(mg/kg/den)	0,000536	0,000643444	0,000750685	0,000857926	0,000965166	0,001072407
	HQ	0,536204	0,643444227	0,750684932	0,857925636	0,965166341	1,072407045

	As	500	600	700	800	900	1000
kar c. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,005005	0,006005479	0,007006393	0,008007306	0,009008219	0,01000 9132
	ILCR	0,007507	0,009008219	0,010509589	0,012010959	0,013512329	0,01501 3699
	dávka dosp(mg/kg/den)	0,000184	0,000220609	0,000257378	0,000294146	0,000330914	0,00036 7682
	ILCR	0,000276	0,000330914	0,000386067	0,000441219	0,000496371	0,00055 1524

Zdravotní riziko **kadmia** v zeminách při náhodném požití (ingesci) zeminy nebo prachu u dítěte a dospělého

	Cd	0,3	0,5	1	1,5
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	3,00274E-06	5E-06	1E-05	1,50137E-05
	HQ	0,006005479	0,010009	0,020018	0,030027397
	dávka dosp(mg/kg/den)	3,21722E-06	5,36E-06	1,07E-05	1,60861E-05
	HQ	0,006434442	0,010724	0,021448	0,032172211

	Cd	2	2,5	3	3,5
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	2,00183E-05	2,50228E-05	3E-05	3,5E-05
	HQ	0,04003653	0,050045662	0,060055	0,070064
	dávka dosp. (mg/kg/den)	2,14481E-05	2,68102E-05	3,22E-05	3,75E-05
	HQ	0,042896282	0,053620352	0,064344	0,075068

	Cd	4	4,5	5	5,5	6
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	4,00365E-05	4,50411E-05	5,00457E-05	5,50502E-05	6,00548E-05
	HQ	0,080073059	0,090082192	0,100091324	0,110100457	0,120109589
	dávka dosp. (mg/kg/den)	4,28963E-05	4,82583E-05	5,36204E-05	5,89824E-05	6,43444E-05
	HQ	0,085792564	0,096516634	0,107240705	0,117964775	0,128688845

Zdravotní riziko **olova** v zeminách při náhodném požití (ingesci) zeminy nebo prachu u dítěte a dospělého

	Pb	50	140	150	200
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,000500457	0,001401	0,001501	0,002001826
	HQ	0,139015728	0,389244	0,417047	0,556062912
	dávka dosp. (mg/kg/den)	5,36204E-05	0,00015	0,000161	0,000214481
	HQ	0,014894542	0,041705	0,044684	0,059578169

	Pb	220	240	260	280
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,002202009	0,002402192	0,002602	0,002803
	HQ	0,611669203	0,667275495	0,722882	0,778488
	dávka dosp. (mg/kg/den)	0,00023593	0,000257378	0,000279	0,0003
	HQ	0,065535986	0,071493803	0,077452	0,083409

	Pb	300	320	340	360	380
nekarc.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,00300274	0,003202922	0,003403105	0,003603288	0,00380347
	HQ	0,834094368	0,88970066	0,945306951	1,000913242	1,056519533
	dávka dosp(mg/kg/den)	0,000321722	0,00034317	0,000364618	0,000386067	0,000407515
	HQ	0,089367254	0,095325071	0,101282888	0,107240705	0,113198521

Zdravotní riziko **mědi** v zeminách při náhodném požití (ingesci) zeminy nebo prachu u dítěte a dospělého

	Cu	45	50	100	150	200
Nekarc.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	2,15E-09	2,14677E-09	2,36145E-09	2,57613E-09	2,79E-09
	HQ	1,53E-08	1,53341E-08	1,68675E-08	1,84009E-08	1,99E-08
	dávka dosp(mg/kg/den).	5,36E-05	5,36204E-05	0,000107241	0,000160861	0,000214
	HQ	0,000383	0,000383003	0,000766005	0,001149008	0,001532

	Cu	250	300	350	400	450
Nekarc.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	3,01E-09	3,22016E-09	3,43484E-09	3,64951E-09	3,86419E-09
	HQ	2,15E-08	2,30011E-08	2,45345E-08	2,6068E-08	2,76014E-08
	dávka dosp. (mg/kg/den)	0,000268	0,000321722	0,000375342	0,000428963	0,000482583
	HQ	0,001915	0,002298015	0,002681018	0,00306402	0,003447023

Zdravotní riziko **zinku** v zeminách při náhodném požití (ingesci) zeminy nebo prachu u dítěte a dospělého

	Zn	90	100	200	300	400	500
Nekarc.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	5,37E-10	5,36693E-10	1,07339E-09	1,61008E-09	2,15E-09	2,68E-09
	HQ	1,07E-09	1,07339E-09	2,14677E-09	3,22016E-09	4,29E-09	5,37E-09
	dávka dosp. (mg/kg/den)	9,65E-05	0,000107241	0,000214481	0,000321722	0,000429	0,000536
	HQ	0,000193	0,000214481	0,000428963	0,000643444	0,000858	0,001072

	Zn	600	700	800	900	1000
Nekarc.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	3,22016E-09	3,75685E-09	4,29355E-09	4,83024E-09	5,36693E-09
	HQ	6,44032E-09	7,5137E-09	8,58709E-09	9,66048E-09	1,07339E-08
	dávka dosp. (mg/kg/den)	0,000643444	0,000750685	0,000857926	0,000965166	0,001072407
	HQ	0,001286888	0,00150137	0,001715851	0,001930333	0,002144814

b) Hodnocení zdravotního rizika při kožní expozici:

Zdravotní riziko **arsenu** v zeminách při kožní expozici u dítěte a dospělého

mg/kg	As	10	30	50	100	200
nekarc. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	8,40767E-06	2,5223E-05	4,20384E-05	8,40767E-05	0,000168153
	HQ	0,008407671	0,025223014	0,042038356	0,084076712	0,168153425
	dávka dosp(mg/kg/den)	1,18997E-06	3,56992E-06	5,94986E-06	1,18997E-05	2,37995E-05
	HQ	0,001189973	0,003569918	0,005949863	0,011899726	0,023799452
mg/kg	As	10	30	50	100	200
karc. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	8,40767E-06	2,5223E-05	4,20384E-05	8,40767E-05	0,000168153
	ILCR	1,26115E-05	3,78345E-05	6,30575E-05	0,000126115	0,00025223
	dávka dosp(mg/kg/den)	5,50145E-07	1,65043E-06	2,75072E-06	5,50145E-06	1,10029E-05
	ILCR	8,25217E-07	2,47565E-06	4,12609E-06	8,25217E-06	1,65043E-05

mg/kg	As	300	400	500	600
nekarc. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,00025223	0,000336307	0,000420384	0,00050446
	HQ	0,252230137	0,336306849	0,420383562	0,504460274
	dávka dosp(mg/kg/den)	3,56992E-05	4,75989E-05	5,94986E-05	7,13984E-05
	HQ	0,035699178	0,047598904	0,05949863	0,071398356
mg/kg	As	300	400	500	600
karc. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,00025223	0,000336307	0,000420384	0,00050446
	ILCR	0,000378345	0,00050446	0,000630575	0,00075669
	dávka dosp(mg/kg/den)	1,65043E-05	2,20058E-05	2,75072E-05	3,30087E-05
	ILCR	2,47565E-05	3,30087E-05	4,12609E-05	4,9513E-05

mg/kg	As	700	800	900	1000
nekarc. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,000588537	0,000672614	0,00075669	0,000840767
	HQ	0,588536986	0,672613699	0,756690411	0,840767123
	dávka dosp(mg/kg/den)	8,32981E-05	9,51978E-05	0,000107098	0,000118997
	HQ	0,083298082	0,095197808	0,107097534	0,11899726
mg/kg	As	700	800	900	1000
karc. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	0,000588537	0,000672614	0,00075669	0,000840767
	ILCR	0,000882805	0,001008921	0,001135036	0,001261151
	dávka dosp(mg/kg/den)	3,85101E-05	4,40116E-05	4,9513E-05	5,50145E-05
	ILCR	5,77652E-05	6,60174E-05	7,42695E-05	8,25217E-05

Zdravotní riziko **kadmia** v zeminách při kožní expozici ožítí u dítěte a dospělého

mg/kg	Cd	0,3	0,5	1	1,5	2
nekar.c.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	8,40767E-09	1,40128E-08	2,80256E-08	4,20384E-08	5,60511E-08
	HQ	1,68153E-05	2,80256E-05	5,60511E-05	8,40767E-05	0,000112102
	dávka dosp. (mg/kg/den)	3,56992E-08	5,94986E-08	1,18997E-07	1,78496E-07	2,37995E-07
	HQ	7,13984E-05	0,000118997	0,000237995	0,000356992	0,000475989

mg/kg	Cd	2,5	3	3,5	4
nekar.c.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	7,00639E-08	8,40767E-08	9,80895E-08	1,12102E-07
	HQ	0,000140128	0,000168153	0,000196179	0,000224205
	dávka dosp. (mg/kg/den)	8,4998E-07	3,56992E-07	1,18997E-06	4,75989E-07
	HQ	0,001699961	0,000713984	0,002379945	0,000951978

mg/kg	Cd	4,5	5	5,5	6
nekar.c.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	1,26115E-07	1,40128E-07	1,54141E-07	1,68153E-07
	HQ	0,00025223	0,000280256	0,000308281	0,000336307
	dávka dosp. (mg/kg/den)	5,35488E-07	5,94986E-07	6,54485E-07	7,13984E-07
	HQ	0,001070975	0,001189973	0,00130897	0,001427967

Zdravotní riziko **olova** v zeminách při kožní expozici požití u dítěte a dospělého

mg/kg	Pb	50	140	150	200	220
nekar.c.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	1,40128E-06	3,92358E-06	4,20384E-06	5,60511E-06	6,16563E-06
	HQ	0,002802557	0,00784716	0,008407671	0,011210228	0,001712674
	dávka dosp. (mg/kg/den)	5,94986E-06	1,66596E-05	1,78496E-05	2,37995E-05	9,41359E-07
	HQ	0,011899726	0,033319233	0,035699178	0,047598904	0,000261489

mg/kg	Pb	240	260	270	280
nekar.c.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	6,72614E-06	7,28665E-06	7,5669E-06	7,84716E-06
	HQ	0,001868371	0,002024069	0,002101918	0,002179767
	dávka dosp. (mg/kg/den)	2,93411E-06	1,11252E-06	3,30087E-06	1,19809E-06
	HQ	0,000815029	0,000309032	0,000916908	0,000332804

mg/kg	Pb	290	300	320	340
nekar.c.vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	8,12742E-06	8,40767E-06	8,96818E-06	9,52869E-06
	HQ	0,002257615	0,002335464	0,002491162	0,002646859
	dávka dosp. (mg/kg/den)	3,54538E-06	1,28367E-06	1,36925E-06	1,45483E-06
	HQ	0,000984827	0,000356575	0,000380347	0,000404119

Zdravotní riziko **mědi** v zeminách při kožní expozici požití u dítěte a dospělého

	Cu	45	50	100	150	200	250
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	1,26E-06	1,40128E-06	2,80256E-06	4,20384E-06	5,60511E-06	7,00639E-06
	HQ	9,01E-06	1,00091E-05	2,00183E-05	3,00274E-05	4,00365E-05	5,00457E-05
	dávka dosp. (mg/kg/den)	1,93E-07	2,13945E-07	4,2789E-07	6,41836E-07	8,55781E-07	1,06973E-06
	HQ	1,38E-06	1,52818E-06	3,05636E-06	4,58454E-06	6,11272E-06	7,6409E-06

	Cu	300	350	400	450	500
nekar. vliv	dávka dítě	8,40767E-06	9,80895E-06	1,12102E-05	1,26115E-05	1,40128E-05
	HQ	6,00548E-05	7,00639E-05	8,00731E-05	9,00822E-05	0,000100091
	dávka dosp.	1,28367E-06	1,49762E-06	1,71156E-06	1,92551E-06	2,13945E-06
	HQ	9,16908E-06	1,06973E-05	1,22254E-05	1,37536E-05	1,52818E-05

Zdravotní riziko **zinku** v zeminách při kožní expozici požití u dítěte a dospělého

mg/kg	Zn	90	100	200	300	400	500
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	2,52E-06	2,80256E-06	5,60511E-06	8,40767E-06	1,12102E-05	1,40128E-05
	HQ	5,04E-06	5,60511E-06	1,12102E-05	1,68153E-05	2,24205E-05	2,80256E-05
	dávka dosp.	3,85E-07	4,2789E-07	8,55781E-07	1,28367E-06	1,71156E-06	2,13945E-06
	HQ	7,7E-07	8,55781E-07	1,71156E-06	2,56734E-06	3,42312E-06	4,2789E-06

mg/kg	Zn	600	700	800	900	1000
nekar. vliv	dávka dítě(mg/kg/den)	1,68153E-05	1,96179E-05	2,24205E-05	2,5223E-05	2,80256E-05
	HQ	3,36307E-05	3,92358E-05	4,48409E-05	5,0446E-05	5,60511E-05
	dávka dosp. (mg/kg/den)	2,56734E-06	2,99523E-06	3,42312E-06	3,85101E-06	4,2789E-06
	HQ	5,13468E-06	5,99047E-06	6,84625E-06	7,70203E-06	8,55781E-06

c) Hodnocení celkového zdravotního rizika:

Celkové zdravotní riziko chronického onemocnění při residenčním příjmu **arsenu** požitím a prostřednictvím kůže.

Zdravotní riziko chronického poškození u **dítěte** z příjmu arsenu z náhodného požití zeminy a kůží v bydlíšti

Konc. As v půdě mg/kg		10	30	50	100	200	300	400
HQ z požití	dítě	0,10009	0,30027	0,50046	1,0009	2,0018	3,0027	4,0037
HQ z kůže	dítě	0,00841	0,02522	0,04204	0,0841	0,1682	0,2522	0,3363
HQ celkem	dítě	0,1085	0,3255	0,54249	1,085	2,17	3,255	4,34

Konc. As v půdě mg/kg		500	600	700	800	900	1000
HQ z požití	dítě	5,00457	6,00548	7,00639	8,0073	9,0082	10,009
HQ z kůže	dítě	0,42038	0,50446	0,58854	0,6726	0,7567	0,8408
HQ celkem	dítě	5,42495	6,50994	7,59493	8,6799	9,7649	10,85

Zdravotní riziko chronického poškození **dospělého** z příjmu arsenu z náhodného požití zeminy a kůží v bydlíšti

Konc. As v půdě mg/kg		10	30	50	100	200	300	400
HQ z požití	dospělý	0,01072	0,03217	0,05362	0,1072	0,2145	0,3217	0,429
HQ z kůže	dospělý	0,00119	0,00357	0,00595	0,0119	0,0238	0,0357	0,0476
HQ celkem	dospělý	0,01191	0,03574	0,05957	0,1191	0,2383	0,3574	0,4766

Konc. As v půdě mg/kg		500	600	700	800	900	1000
HQ z požití	dospělý	0,5362	0,64344	0,75068	0,8579	0,9652	1,0724
HQ z kůže	dospělý	0,0595	0,0714	0,0833	0,0952	0,1071	0,119
HQ celkem	dospělý	0,5957	0,71484	0,83398	0,9531	1,0723	1,1914

Celkové zdravotní riziko rakoviny při residenčním příjmu **arsenu** (ingesce a kožní expozice)

Riziko onemocnění rakovinou u **dítěte** při expozici arsenu v půdě náhodným požitím a kůží v bydlíšti

Konc. As v půdě mg/kg		10	30	50	100	200	300	400
ILCR z požití	Dítě	0,00015	0,00045	0,00075	0,0015	0,003	0,0045	0,006
ILCR z kůže	Dítě	1,3E-05	3,8E-05	6,3E-05	0,0001	0,0003	0,0004	0,0005
ILCR celkem	Dítě	0,00016	0,00049	0,00081	0,0016	0,0033	0,0049	0,0065

Konc. As v půdě mg/kg		500	600	700	800	900	1000
ILCR z požití	Dítě	0,00751	0,00901	0,01051	0,012	0,0135	0,015
ILCR z kůže	Dítě	0,00063	0,00076	0,00088	0,001	0,0011	0,0013
ILCR celkem	Dítě	0,00814	0,00976	0,01139	0,013	0,0146	0,0163

ILCR individuální pravděpodobnost onemocnění

Riziko onemocnění rakovinou u dospělého při expozici **arsenu** v půdě náhodným požitím a kůží v bydlíšti

Konc. As v půdě mg/kg		10	30	50	100	200	300	400
ILCR z požití	Dospělý	5,5E-06	1,7E-05	2,8E-05	6E-05	0,0001	0,0002	0,0002
ILCR z kůže	Dospělý	8,3E-07	2,5E-06	4,1E-06	8E-05	2E-05	2E-05	3E-05
ILCR celkem	Dospělý	6,3E-06	1,9E-05	3,2E-05	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003

Konc. As v půdě mg/kg		500	600	700	800	900	1000
ILCR z požití	Dospělý	0,00028	0,00033	0,00039	0,0004	0,0005	0,0006
ILCR z kůže	Dospělý	4,1E-05	5E-05	5,8E-05	7E-05	7E-05	8E-05
ILCR celkem	Dospělý	0,00032	0,00038	0,00044	0,0005	0,0006	0,0006

ILCR individuální pravděpodobnost onemocnění

Celkové zdravotní riziko chronického onemocnění při residenčním příjmu **kadmia** při náhodném požití a kůží v bydlíšti

Zdravotní riziko chronického poškození u dítěte z příjmu kadmia při náhodném požití a kůží v bydlíšti

Konc.Cd v půdě mg/kg		0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
HQ z požití	dítě	0,006005	0,0100091	0,020018	0,0300274	0,040037	0,050046	0,060055
HQ z kůže	dítě	1,68E-05	2,803E-05	5,61E-05	8,408E-05	0,000112	0,00014	0,000168
HQ celkem	dítě	0,006022	0,0100372	0,020074	0,030111	0,040149	0,050186	0,060223

Konc.Cd v půdě mg/kg		3,5	4	4,5	5	5,5	6
HQ z požití	dítě	0,070064	0,0800731	0,090082	0,1000913	0,1101	0,12011
HQ z kůže	dítě	0,000196	0,0002242	0,000252	0,0002803	0,000308	0,000336
HQ celkem	dítě	0,070260	0,080297	0,090334	0,100372	0,110409	0,120446

HQ bezrozměné

číslo, poměr

CDI/TDI

Zdravotní riziko chronického poškození u dospělého z příjmu **kadmia** při náhodném požití a kůží v bydlíšti

Konc.Cd v půdě mg/kg		0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
HQ z požití	dospělý	0,006434	0,0107241	0,021448	0,0321722	0,042896	0,05362	0,064344
HQ z kůže	dospělý	7,14E-05	0,000119	0,000238	0,000357	0,000476	0,0017	0,000714
HQ celkem	dospělý	0,006506	0,0108431	0,021686	0,0325292	0,043372	0,05532	0,065058

Konc.Cd v půdě mg/kg		3,5	4	4,5	5	5,5	6
HQ z požití	dospělý	0,075068	0,0857926	0,096517	0,1072407	0,117965	0,128689
HQ z kůže	dospělý	0,00238	0,000952	0,001071	0,00119	0,001309	0,001428
HQ celkem	dospělý	0,077448	0,0867445	0,097588	0,1084307	0,119274	0,130117

HQ bezrozměné číslo,

poměr

CDI/TDI

Celkové zdravotní riziko chronického onemocnění při residenčním příjmu **olova** při náhodném požití a kůží v bydlíšti

Zdravotní riziko chronického poškození z příjmu olova náhodným požitím zeminy a kůží pro dítě v bydlíšti

obsah v zemině		Pb	50	140	150	200	220	240	260
ingesce	dítě	HQ	0,1	0,39	0,42	0,56	0,61	0,67	0,7
kůže	dítě	HQ	0	0,01	0,01	0,01	0	0	0
celkem	dítě	HQ	0,1	0,4	0,43	0,57	0,61	0,67	0,7
obsah v zemině		Pb	280	300	320	340	360	380	
ingesce	dítě	HQ	0,8	0,83	0,89	0,95	1	1,06	
kůže	dítě	HQ	0	0	0	0	0	0	
celkem	dítě	HQ	0,8	0,84	0,89	0,95	1	1,06	

obsah Pb v mg/kg

HQ bezrozměné číslo, poměr

CDI/TDI

Zdravotní riziko chronického poškození z příjmu olova náhodným požitím zeminy a kůží pro dospělého v bydlíšti

obsah v zemině		Pb	50	140	150	200	220	240	260
ingesce	dosp	HQ	0,1	0,39	0,42	0,56	0,61	0,67	0,7
kůže	dosp	HQ	0	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,1
celkem	dosp	HQ	0,2	0,43	0,46	0,62	0,68	0,74	0,8
obsah v zemině		Pb	280	300	320	340	360	380	
ingesce	dosp	HQ	0,8	0,83	0,89	0,95	1	1,06	
kůže	dosp	HQ	0,1	0,09	0,1	0,1	0,11	0,11	
celkem	dosp	HQ	0,9	0,92	0,99	1,05	1,11	1,17	
obsah Pb v mg/kg									
HQ bezrozměné číslo, poměr			CDI/TDI						

Při požití (ingesci) As lze sledovat koeficient nebezpečnosti HQ arsenu při porovnání vypočtené expoziční dávky a TDI (RIVM) vyšší než 1 již při koncentraci arsenu 100 mg/kg zeminy u dítěte. Od této koncentrace existuje pravděpodobně riziko **chronického onemocnění** dítěte. U dospělého existuje pravděpodobnost onemocnění při koncentraci od 1000 mg/kg. Při koncentraci 500 mg/kg je HQ pro dítě nad 5 – zde by US. EPA pravděpodobně zde doporučila aktuální rychlá opatření.

Pravděpodobnost onemocnění nádorem po ingesci As u dítěte v jakékoli hodnocené koncentraci od 10 – 1000 mg/kg As v zemině je vysoká. U dospělého se individuální riziko onemocnění nádorem (ILCR) v řádech $1e-5$ vyskytuje při hodnotě obsahu As tj. 30 ^mg/kg. Ve vyšších hodnotách As je pravděpodobnost v řádech $1e-4$. WHO považuje únosné riziko v řádech $e-5$, EPA $e-6$.

Při ingesci Cd při obsazích kadmia v půdě od 1,5 – 6 mg/kg nedojde k překročení koeficientu nebezpečnosti pro dítě i pro dospělého.

Při ingesci Pb při obsazích olova v zemině od 200 – 380 mg/kg dojde k překročení HQ pro dítě při koncentraci 360 mg/kg. U dospělého k překročení HQ nedochází a pravděpodobně zdravotní riziko pro dospělou populaci neexistuje.

Při ingesci Cu při hodnocených koncentracích 50 – 500 a u Zn 100 – 1000 mg /kg nedojde k překročení HQ a tudíž ani zdravotní riziko pravděpodobně neexistuje.

Kožní expozice As sama o sobě nepředstavuje pravděpodobné zdravotní riziko při hodnotách obsahu v zemině od 10 – 1000 mg/kg., nad HQ rovno jedné pro dítě by se pravděpodobně dostala koncentrace 1200 mg/kg.

Kožní expozice As představuje pro dítě pravděpodobnost onemocnění nádorem vždy, v hodnotách $e-4$ od obsahu 100 mg/kg As. U dospělého existuje pravděpodobnost onemocnění nádorem od koncentrací v zemině od 30 mg/kg.

Při kožní expozici Cd , Pb, Zn, Cu v koncentraci 0,3 – 6 mg/kg , pro Pb 50 – 340 mg/kg , Zn 90 – 1000 mg/kg nepřichází v úvahu pravděpodobnost chronického onemocnění z příjmu .Zn ani Cu pro děti ani dospělé.

Výpočet zdravotního rizika pro obě expozice, kožní i ingesční se pouze nepatrně liší, než riziko při samotné náhodné ingesci. Absorpce kůží představuje o cca jeden řád nižší expozici.

Pro residenční expozici je určující expozice **náhodná ingesce** kontaminované zeminy nebo prachu. Maximum ochrany s minimálním zdravotním rizikem přináší hodnoty na úrovni vyhlášky 135/2004 Sb, určující limity pro obsah toxických prvků v pískovištích. **Z hlediska hodnocených koncentrací a látek je nejzávažnější arsen, poté olovo.**

5. Nejistoty a jejich hodnocení:

Pro výpočet HQ jsme použili velmi liberální referenční hodnoty, poskytované RIVM Bilthoven.

Měď a zinek jsou esenciální kovy, použili jsme data z RIVM. WHO dává k dispozici hodnoty, které uvádějí, jaké množství kovu (Cu a Zn) je potřeba přijmout, aby nedošlo ke karenci.

Ve výpočtu jsme použili expozičních vzorců z Metodického pokynu MŽP č. 12 z roku 2005. Pro požití jsme použili při výpočtu vyčíslení „podílu požití zeminy“ hodnotu 1,

mohli jsme použít 0 – 1. Mohlo dojít k nepatrnému nadhodnocení rizika při požití zeminy s obsahem kovů a arsenu.

Ve výpočtu expozice z požití zeminy jsme použili vzorec z Metodického pokynu MŽP č. 12, který předpokládá expozici 274 dní v roce. Pro kožní expozici jsme použili adhezenční faktor na nejvyšší hranici.

Nepoužili jsme počet eventuality během dne, předpokládali jsem jednu denní příhodu provázenou expozicí.

Literatura:

1. Metodický pokyn č. 12 MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území, Věstník MŽP, září 2005
2. Zásady a postupy hodnocení a řízení zdravotních rizik v činnostech oboru hygieny obecné a komunální, HEM-300-19.9.08/31639
3. Vyhláška MŽP, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, Sbírka zákonů, částka 4, 24. ledna 1994
4. Manuál prevence v lékařské praxi, VIII., Základy hodnocení zdravotních rizik, NPZ, 2000
5. EHC 18, Arsenic, WHO, Geneva, 1981
6. Environmental Health Criteria 224: Arsenic, IPCS, WHO, Geneva
7. Environmental Health Criteria 221: Zinc, IPCS WHO, Geneva
8. Environmental Health Criteria 135: Cadmium, IPCS WHO 1995
9. Environmental Health Criteria 200: Copper, IPCS, WHO, Geneva
10. Vyhláška MZ 135/2004 Sb.