



ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V ÚSTÍ NAD LABEM

Příspěvková organizace (zřízená podle § 86 odst. 1, zákona č. 258/2000 Sb. v platném znění)

MOSKEVSKÁ 15, 400 01 ÚSTÍ NAD LABEM IČ: 71009361 DIČ: CZ71009361

---

## **Kutná Hora - rekonstrukce komunikací Vavřínecká, Ke Gruntě- Studie hodnocení zdravotního rizika**

**MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.**

**Ústí nad Labem, únor 2023**

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke  
Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V ÚSTÍ NAD LABEM

Příspěvková organizace (zřízená podle § 86 odst. 1, zákona č. 258/2000 Sb. v platném znění)

MOSKEVSKÁ 15, 400 01 ÚSTÍ NAD LABEM IČ: 71009361 DIČ: CZ71009361

## Protokol č.1/2023

o autorizovaném hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám v prostředí

### **Kutná Hora- rekonstrukce komunikací Vavřínecká, Ke Gruntě- Studie hodnocení zdravotního rizika**

Objednatel: Město Kutná Hora

Havlíčkovo nám.552

284 01 Kutná Hora

Odbor investic

e-mail: investice@kutnahora.cz

Telefon: 327 710 235, 327 710 111

IČ: 00236195

zastoupená: Ing. **Jozefem Králíkem**

Zpracovatel: Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem

Moskevská 15, 400 01 Ústí nad Labem

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D. číslo autorizace 033

Datum: 6.3.2023

Počet stran: 64

Tento protokol nelze interpretovat jinak, než celý.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

**Obsah:**

	Str.
1. Úvod	5
2. Metodika	6
3. Identifikace rizika	7
1 Arsen	14
2 Kadmium	16
3 Olovo	18
4 Měď	19
5 Antimon	20
6 Zinek	22
4. Dávka/účinek	23
5. Hodnocení expozice	25
6. Charakterizace rizika	34
7. Hodnocení nejistot	55
8. Závěr, doporučení a řízení rizika	57
9. Literatura	62

Přílohy: protokoly o analýzách

**Vysvětlivky:**

US EPA	Agentura pro životní prostředí Spojených států
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
KHS	Krajská hygienická stanice
RIVM	Královský ústav pro zdraví a životní prostředí v Bilthovenu
WHO	Světová zdravotnická organizace
WHO/FAO JEFCA	Spojený výbor expertů WHO/FAO pro potravní doplňky
IPCS	Mezinárodní program pro chemickou bezpečnost
RFD	referenční dávka
ATSDR	Agentura pro toxické látky a registr nemocí (USA)
IARC	Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
NTP	Národní toxikologický program (USA)
LOAEL	nejnižší pozorovaná dávka, při které lze sledovat účinek

GDWQ	doporučení Světové zdravotnické organizace pro kvalitu pitné vody
NOAEL	dávka, kdy nejsou pozorovány účinky
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
FAO	Organizace pro potraviny a zemědělství OSN
CASRN	číslo zaregistrované v seznamu chemických látek
SFO,oral OSF,	slope faktor pro orální příjem určující karcinogenitu
SFd dermal	slope faktor pro dermální příjem určující karcinogenitu
TWI , TDI	tolerovatelná týdenní dávka, tolerovatelná denní dávka
PTWI , PTMDI	provizorní tolerovatelná týdenní dávka, měsíční dávka
ADI	akceptovatelná denní dávka
RSL	Regional Screening Levels US EPA jsou koncentrace založené na standardizovaných výpočtech z hodnot expozičních předpokladů a dat EPA o chemické specifické toxicitě a cílové úrovni rizika, které jsou užívány pro počáteční cíle odstranění zátěží
GIABS	frakce absorbovaného kontaminantu
ABS derm	frakce kontaminantu absorbovaná kůží
HEAST	Health Safety Sumary Table, EPA Superfund Programs
IRIS	EPA's Integrated Risk Information System
SZÚ	Státní zdravotní ústav Praha
ADD	average daily dose, průměrná denní dávka
LADD	lifetime average daily dose, celoživotní průměrná denní dávka
HQ	hazard quocient, koeficient rizika
ELCR	excess lifetime cancer risk, pravděpodobnost zvýšení celoživotního rakovinného rizika

## 1. Úvod

Hodnocení zdravotního rizika chemických látek z prostředí představuje odhad působení těchto faktorů životního prostředí na zdraví člověka. Stojí na výpočtu pravděpodobnosti, nebo podobném odhadu efektu chemických látek, se kterými se člověk dostává v životním prostředí do styku, nebo se do styku dostat může. Proto toto hodnocení má významnou preventivní úlohu z hlediska veřejného zdraví.

Na základě objednávky Města Kutná Hora ze dne 3.2.2023 jsme vypracovali Studii hodnocení zdravotního rizika (As, Cd, Pb, Sb, Cu, Zn) z kontaminované zeminy přijaté kůží a zařizovací cestou pro pracovníky a pro obyvatele (dospělé a děti do šesti let) dotčeného území po dobu rekonstrukce ulic Ke Gruntě a Vavřínecká na Kaňku a po dobu celého života v místě s využitím expozičních vzorců z Metodického pokynu MŽP č.3, březen 2011. Podkladem byla

- projektová dokumentace DSP Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě zpracovaná v roce 2022 společností Artendr, Nádražní 67, Velký Osek, 281 51, (1)
- tabulka výsledků analýz zeminy realizovaných za několik posledních let v daném území poskytnutá Městem Kutná Hora prostřednictvím firmy Artendr
- studie RNDr. Hušpauera včetně protokolů ze třech odběrů zeminy a analýz z roku 2022 (2)

Stavba pokrývá rekonstrukci dvou ulic městské části Kaňk, Kutná Hora – Ke Gruntě a Vavřínecká. V ulicích je na komunikaci obrusná vrstva v havarijním stavu, chodníky v ulici nejsou – pouze u současných kolmých parkovacích stání, současně obyvatelé přilehlých nemovitostí parkují podél komunikace v zelených pruzích.(1)

Pro stavební povolení je potřebné kladné vyjádření Krajské hygienické stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze, územní pracoviště Kutná Hora (dále jen KHS), jako dotčeného orgánu státní správy podle § 77 odst. 1 a § 82 odst. 2. písmeno t) 258/2000 Sb., v platném znění. Vzhledem k indikovanému zatížení Kutné Hory a jejího přilehlého okolí některými těžkými kovy, KHS požaduje jako jeden z podkladů pro případné změny funkce nebo užívání pozemku ve schváleném ÚPM, pro vydání územního rozhodnutí k projekčnímu záměru i pro vydání následného stavebního povolení, vyhodnocení zátěže lokality z hlediska kontaminace půdy vybranými toxickými těžkými kovy s tím, že bez tohoto vyhodnocení a posouzení není možno k uvedenému záměru vydat kladné stanovisko.

Stavební pozemky pro rekonstrukci ulic mají způsob využití „ostatní komunikace“. Vše je v souladu s charakterem území, jedná se o rekonstrukci – úpravu stávající stavby. Zájmová oblast se nachází v Kutné Hoře v městské části Kaňk, bude sloužit stejnému účelu, jako dosud. Dotčené okolní povrchy budou po ukončení výstavby uvedeny do původního stavu. V lokalitě se nachází rodinné domy i objekty pro rekreaci.(1)

Dočasné skladování materiálu a umístění kontejneru na odvoz směsného stavebního a demoličního odpadu, bude na přilehlém pozemku ve vlastnictví stavebníka. Stavební zábor bude prováděn pouze na pozemcích stavebníka. Nově navržená kolmá parkovací stání budou rozměrově řešena pro osobní automobily. Povrch parkovacích stání bude řešen z propustné dlažby.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

Zrekonstruovaný chodník bude mít minimální šířku 1,5m. Chodník bude upraven jako bezbariérový(1),

Jedná se o rekonstrukci stávající stavby. Bylo nutné zachovat co nejvíce současné parametry komunikace a ostatních souvisejících úprav.(1) Po dobu stavby bude do přilehlých nemovitostí zajištěn přístup, v případě nutnosti uzavřít krátkodobě část komunikace, bude vše předem řešeno s obyvateli dotčených nemovitostí.

Stavba se více či méně dotkne pozemků p.č. 739/16, 612/1, 618/5, 616/1, 617/1, 610, 609/1, 686/5, 753, 619/1, 749, 17/1, 622, 621,742 a 626/3, vše k.ú. Kaňk, které se nacházejí v intravilánu městské části Kutná Hora Kaňk, jsou v KN evidovány většinou jako ostatní plochy – ostatní komunikace a jsou ve vlastnictví Města Kutná Hora.(1)

Stavba je umístěna do území významně zatíženého starou důlní činností s toxickými prvky v půdě. Rozvážením hald k opravě cest a terénních nerovností, orbou a prachem postupně docházelo ke kontaminaci půdy haldovinou (materiál odvalů dolů) prakticky v celém katastru. U stávajících zdrojů je doporučeno sledovat obsah arsenu a olova alespoň dvakrát ročně.(1)

V místě se nachází mnoho starých důlních děl, které v době těžební aktivity (středověk, novověk, konec 1991), jejichž sanace probíhá sporadicky). Česká geologická služba v Registru starých důlních děl ve smyslu § 35 zákona ČNR č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (Horní zákon), ve znění pozdějších předpisů a §§ 1, 2 vyhlášky MŽP ČR č. 363/1992 Sb., o zjišťování starých důlních děl a v registru opuštěných úložných míst vede 12 odvalů a dolů po ukončení těžby vyhrazených nerostů a ve smyslu platné legislativy včetně identifikace kontaminantu, přinášející riziko, a včetně výpočtu zdravotních rizik (nekarcinogenní zdravotní riziko vyjádřené hazard quotientem), která se týká arsenu.

K dispozici chybí plán pro dané území, který by zahrnoval systematické snížení kontaminace a poskytoval naději, že v daném území bude zdravotní riziko, související s kontaminací půdy, minimální, chybí i výsledky pravidelného monitoringu. V místě kontaminace dochází nejen k fyzikálně chemickým procesům, které popsal Dr. Hušpauer. V tomto poddolovaném území dochází ke zjevným a viditelným propadům.

## **2. Metodika:**

Hodnocení zdravotního rizika jsme provedli podle metodiky US EPA (4) , metodického pokynu MŽP pro hodnocení rizika publikovaného ve Věstníku XXI., březen 2011,částka 3.(5), podle Zásad a postupů MZ z roku 2005 (6) a Manuálu prevence v lékařské praxi –VIII-Hodnocení zdravotních rizik. (7). Hodnocení zdravotního rizika proběhlo v následujících krocích:

1. Identifikace rizika, kdy hodnotitel řeší, jestli je přítomen stresor, poškozující zdraví a zda existuje potenciál zdraví poškodit a pokud ano, tak za jakých podmínek.
2. Hodnocení dávky a účinku, kdy hodnotitel nachází v odborné literatuře, nebo dokonce sám stanovuje numerický vztah mezi expozicí a efektem.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

3. Hodnocení expozice, zde po naplnění kroku 1 a kroku 2 hodnotitel hledá, co je známo o frekvenci, načasování a úrovni kontaktu se stresujícím faktorem.
4. Charakterizace rizika
5. Řízení rizika
6. Komunikace rizika (3,4,5)

Hodnocení zdravotního rizika pro dělníky na stavbě komunikace bylo provedeno s využitím metodiky, publikované v Manuálu prevence v lékařské praxi-VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik (7).

### **3. Identifikace rizika**

Řešená lokalita na Kaňku i její širší okolí je součástí kutnohorského rudního revíru. Horniny krystalinického skalního podloží jsou v Kutné Hoře a v jejím přilehlém okolí porušeny celou řadou významných tektonických a hydrotermálně alterovaných struktur (tzv. rudních pásem) o směru přibližně S-J až SSV-JJZ. Ty jsou doprovázeny výskytem polymetalického žilného zrudnění, které zde bylo již od středověku předmětem více či méně rozsáhlé těžby (podle velikosti a významu jednotlivých rudních pásem). Těžba polymetalických rud probíhala v Kutné Hoře s různými přestávkami až do r. 1991, kdy byla definitivně ukončena zavřením a likvidací posledního činného dolu „Turkaň“ a s ním souvisejících systémů podzemních horizontálních a vertikálních důlních děl a dobývek. Kromě významných rudních pásem se v revíru vyskytuje i celá řada dílčích tektonických a alterovaných struktur nižších řádů s výrazně menší mocností, průběžností, mineralizací atd., které byly lokálně rovněž předmětem kutacích prací omezeného rozsahu. Polymetalické zrudnění se místy vyskytuje i na mm až cm žilkách s relativně slabými alteračními projevy v jejich okolí (např. Mikuš M. et al., 1988 in 3) (3)

Podél tras řešených komunikací se nacházejí na řadě míst mohutné pozůstatky starých hornických odvalů, jejichž vznik souvisí s dolováním na známých středověkých dolech Nová, Rabštejn, Stará Plimle, Mladá Plimle, Fráty, Šmitna a Nyklasy, které se v těchto místech nacházely. Jedná se zde o pozůstatky středověkých těžebních prací na struktuře „hlavní žíly“ staročeského rudního pásma(3).

Za potenciální zdroje kontaminace půd těžkými kovy v daném prostoru označit především tyto :

☐ Výskyt primárních geochemických anomálií (aureol) v horninovém masívu v širším okolí výchozů rudních struktur staročeského rudního pásma (zmněno podrobněji v kap. 6.2). Při absenci mocnějších souvrství mladších pokryvných útvarů se anomálie tohoto typu často projevují i v připovrchových půdních vrstvách(3).

☐ Výskyt sekundárních geochemických anomálií (aureol) v širším okolí starých hornických odvalů a hald, které obsahují větší či menší podíl rudních minerálů. Uvolňování jednotlivých těžkých kovů z primárních rud na haldách je možno charakterizovat jako složitý proces, který je výsledkem spolupůsobení klimatických vlivů (změny teploty, dotace haldoviny atmosférickými srážkami) a chemických procesů uvnitř haldového materiálu. Vlivem těchto jevů docházelo a do dnešní doby dochází ke změně pH v materiálu hald (vznik kyselého prostředí) a k souvisejícím chemickým reakcím (oxidace sulfidických fází). Primární rudy se těmito pochody (tzv. sekundární alterační pochody) rozkládají a postupně vznikají nové (sekundární) minerální fáze, které obsahují jednotlivé těžké kovy. Následně se těžké kovy z těchto minerálů (podle stupně mobility a původní koncentrace)

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



dostávají do okolí (rozvážení a aplanace hald, snos zvětralin z povrchu hald větrem do okolí, povrchové splachy, rozpouštění ve vodě atd.). Problematicke tohoto mechanismu byla v minulosti věnována pozornost ze strany řady autorů (zejména řada odborných zpráv, posudků a studií J. Malce a kol. po r. 1995 - ÚNS Kutná Hora, později ÚNS - Výzkum s.r.o. Kutná Hora). Z tohoto pohledu představují hlavní potenciální zdroj těžkých kovů pro hodnocenou lokalitu především mohutné haldy na „hlavní žíle“, jejichž pozůstatky se vyskytují podél celé trasy řešených komunikací, tak v reliktních mocnostech i na řadě míst v podloží komunikací. (3)

Dr. Hušpauer provedl tři nové vrty a odběry v místě stavby (TK 391, TK 392 a TK 393). Ve dvou vzorcích našel v povrchové i hlubší vrstvě vzorku navážku, ve třetím vzorku kvartér a příměs navážky.

Podle informací v dokumentaci stavby není proveden návrh na řízení zdravotního rizika provádění stavby ve vysoce zatíženém území toxickými prvky důlních hald a odvalů s možným výskytem sekundárních minerálů As, s vysokými obsahy sloučenin  $As \geq 10\,000\text{ mg/kg}$  Řešení obytného území, jímž Kaňk bezesporu je, které by poskytlo zcela bezpečný pobyt jeho obyvatelům, není dostatečné. V území jsou stará a opuštěná důlní díla, evidována MŽP v Registru starých důlních děl. Byla u nich provedena hodnocení zdravotního rizika, která jsou v Registru uvedena. Míra zdravotního rizika, pocházejícího z kontaminace arsenem, je téměř vždy hodnocena jako „vysoká“. Přehled je v následující tabulce.

**Tab.1.: Pravděpodobné zdravotní riziko pro expozici dermálním kontaktem a zaživačím cestou z odvalů a dolů na Kaňku z opuštěných úložných míst těžebního odpadu**

název	hlavní kontaminace	Hazard index
Důl Turkaňk-Nepřízeň	Arsen	9,27
Odval Trmandl – Staročeské pásmo, Hlavní žíla	Arsen	4,24
Šafary-Staročeské pásmo, Hlavní žíla	Arsen	17,52
Nová jáma- Hoppy -Rabštejn	Arsen	19,25
Důl Mladá Plimle	Arsen	28,09
Důl Stará Plimle-Staročeské pásmo	Arsen	18,64
Důl Fráty-Staročeské pásmo	Arsen	38,31
Důl Šmitna-Staročeské pásmo	Arsen	49,38
Odval dolu Tomáš	Arsen	22,09
Panská jáma-Staročeské pásmo, Benátecká žíla	Arsen	45,45
Důl Šváby, Koštofaly-Staročeské pásmo, Hlavní žíla	Arsen	92,75
důl Tolpy, Sedlák, Staročeské pásmo, Hlavní žíla	Arsen	25,19

ČGS, Registr opuštěných úložných míst. Mapy rizikových opuštěných úložných míst těžebního odpadu. dostupné on-line <https://mapy.geology.cz/rroum/>(8)

Odhad plochy hald a odvalů představuje v lokalitě Kaňk orientačně 45% až 50% obývaného území, haldy se vyskytují rozestry v celém zastavěném území. Plocha hald v rámci Kutné Hory je, dle informace KHS 689 320 m<sup>2</sup>. V haldovině se vyskytují sekundární minerály, které obsahují arsen v hodnotách až: 60 000 mg/kg. Srostlice o váze 5 g obsahuje 300 mg As (os.sdělení. sdělení, analýza ÚP

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



KHS). Stavba se týká Kutné Hory, části Kaňk. Rekonstruované komunikace procházejí severo-jihně centrem obytného území obce s rozptýlenou obytnou zástavbou v délce cca 1 km. Komunikace leží nad poddolovaným územím obklopené výsypkami hlušiny, rozvlečené po okolí. V místě jsou i vyústění starých šachet a komínů, vertikální i šikmé šachty, propady a jiné relikty historického dolování. Poddolované území a antropogenní uloženiny po těžbě zaujímají cca polovinu plochy osídleného území části Kaňk. Celková délka rekonstruovaných komunikací je více jak 1 km.

V místě byly provedeny dvě studie, ověřující zdravotní rizika pro obyvatele (včetně dětí), doplněných biologickými expozičními testy (kovy v moči a ve vlasech). Výsledky studie z roku 2015 „Dílčí hodnocení zdravotního rizika obyvatel lokality Kutná Hora – Kaňk“ z roku 2015 prokázaly, že vyšetření obyvatel žijících na Kaňku, jichž se účastnilo ve studii 39, byli reálně exponováni anorganickému arsenu, který se nacházel ve vstřebatelné a biologicky dostupné podobě. Méně byli exponováni kadmii, antimonu a olovu (9). Studie se zabývaly i životním stylem a dalšími faktory, ovlivňujícími expozici. Kontaminace doma pěstovaných zelenin a vajec chovaných slepic představovala dávku, která překročila referenční hodnotu dávky arsenu 0,3 ug/kg/den podle US EPA. Zaživací cesta je dominantní způsob expozice perzistentními toxickým látkami. (9). Obsah kontaminantů ve vlasech svědčil pro dlouhodobou expozici. U dětí od 2–15 let byly nalezeny vyšší hodnoty arsenu a kadmia než ve vlasech dospělých (9), byla zjištěna i kontaminace domácího prachu, zanášeného zvenčí. Toxické látky se do domácností prokazatelně přenášely blátem, prachem na botách, znečištěnými oděvy, při zemních a podobných pracích, mohly být naváté větrem, se zeleninou pěstovanou na zahrádkách, palivem přineseným zvenčí, s domácími mazlíčky, psy, kočkami pohybující se po odkrytých haldách nebo staveništích. Kontaminovaný domácí prach může být větší zátěží, než těžební odpady v okolí. Může způsobit vysokou expozici zejména u dětí. Další studií, která proběhla v roce 2017-2018 Kutná Hora – Kaňk - Analýza rizik znečištění pocházejícího z těžebních odpadů v lokalitě Kaňk, byla Prevalenční průřezová studie incidence nemocí a expozice arsenu a kovům. Retrospektivně byla zjištěna vyšší incidence nádorových onemocnění v rodičovské linii proti osobám, žijícím mimo Kaňk, vyšší hodnoty arsenu u osob, které se zabývaly stavební nebo podobnou činností na Kaňku. Expozice arsenu a ostatním prvkům byla prokázána, u pěti osob ze 168 byl nalezen arsen překračující hodnotu biologického expozičního testu pro rizikové pracoviště 0,05 mg/g kreatininu. Střední hodnoty markerů byly srovnatelné s obdobnými nálezy v literatuře a také s hodnotami zjištěnými SZÚ v Kutné Hoře. V každé populaci jsou obvykle skupiny osob, u kterých je možné pozorovat různý stupeň odpovědi na různý stupeň expozic, také i ty, které spolupůsobí při vzniku nemoci. Termíny jako „vnímavý“, „vysoce rizikový“, „hyperreaktivní“ nebo „hypersenzitivní“ jsou používány tehdy, chceme-li označit skupinu osob citlivou na některý z faktorů prostředí (7). Validita epidemiologických studií je m. j. dána hodnocením expozice. To znamená jak moc jsme schopni změřit množství, které vstoupilo do organismu (7). Faktory vnějšího prostředí spolu s biologickými a behaviorálními charakteristikami hostitele (věk, sex, socioekonomický stav, životní styl atd.) ovlivňují závažnost postexpozičních následků. Faktory hostitele zahrnují jak ty, které určují pravděpodobnost expozice, tak ty, které spolupůsobí při vzniku nemoci (7).

**Legislativní limity:** Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území, stejně jako metodika US EPA, doporučují výběr látek pro identifikaci zdravotního rizika provést až po porovnání

výsledků analýz a limitních hodnot znečišťujících látek uvedených v legislativě. Metodický pokyn doporučuje pro orientační hodnocení zdravotního rizika použít maximální hodnoty pro expoziční scénáře

- Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch (11).
- Vyhláška č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu (12).
- Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (13).
- Metodický pokyn MŽP „Indikátory znečištění“, 2013 (14)
- Regional Screening Levels, Generic Tables US EPA – kontaminace půdy v obytném území (15)

Žádná z uvedených vyhlášek se přímo netýká obytného území a zástavby rodinnými domky. Jedině Vyhláška 238/2011 řeší pravděpodobný humánní kontakt, a tím i expozici z kontaminované zeminy. Vyhláška chrání zemědělskou půdu se teoreticky může uplatnit na zahrádkách u rodinných domků. Regional Screening Levels nevycházejí z české legislativy.

Kontaminovaná zemina na Kaňku z tabulky GIS a výsledky 3 analýz z 24.10.2022, které jsme obdrželi pro hodnocení rizika, obsahovala překročené hodnoty arsenu ze všech uvedených vyhlášek vždy. V případě olova pouze ve dvou vzorcích byla koncentrace olova nižší, než hodnoty publikované vyhláškami, většina ostatních hodnot koncentrací olova byla vyšší dokonce řádově. Hodnoty koncentrací z analyzovaných půd a požadavky vyhlášek jsou v tabulce 2 a 3. Střední, maximální a minimální hodnoty, které jsme použili pro výpočet rizika, jsou v tabulce č.4. Uložení těžebního odpadu je na obrázku na straně 13.

**Tab.2.: Požadavky české legislativy, indikátory, RSL pro obytné území (mg/kg), zemědělskou půdu a hrací plochy pro děti**

Vyhláška	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Sb	Cu	Zn
238/2011 Sb.	10	5	60			
153/2016 Sb.	20/15**	30/20**	60/55**	-	60/45**	120/105**
273/2021 Sb.	0,05	0,004	0,05		0,2	0,4
Regional Screening Levels US EPA, Nov 2022	karc dosp.7.7E-01 ingesce 5.5E+00 kůže dítě nekarc 3,5E+1	dítě nekarc 7,1E+0	neuvedeno	dítě nekarc 3,1E+1	dítě nekarc.3,1E+3	2,3E+4
Met.pokyn MŽP „Indikátory znečištění“, 2013	*	70	400	31	3100	23000

\*V případě arsenu jsou v České republice vzhledem ke geochemickým poměrům v horninovém prostředí běžné vyšší koncentrace než uvedené indikátory znečištění. V takových případech jsou

indikací znečištění až koncentrace arsenu překračující hodnoty přírodního pozadí v místně-specifických podmínkách hodnocené lokality

\*\* Běžné půdy/Lehké půdy

**Tab.3: Data z GIS sond a výsledky tří nových odběrů Dr. Hušpauera z roku 2022 pro hodnocení**

ID		As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn	hloubka	datum
154	č.p.82	2996,01	8,85	811,8	185,9		1497,3		
175	MON20	2116	2,56	260,1	115,9		1760		
299	KHH-1	3260	22,1	594	52		2005		
308	KHH-14	13200	4,8	375	141		271		
326	3	8112,63	7,69	452,75	46,19		1261,2		
344	304	11305,24	1	265,15	248,71		262,07		2002
345	305	11564,91	13,12	1062,72	191,7		1667,01		2002
346	306	20300,91	3,76	294,72	239,07		222,58		2002
390	TK-248	3620	3,06	223	72,6	6,8	631	100	2015
391	TK-249	4840	2,17	216	125	12	881	100	2015
394	92286/2014	1100	1,57	245	31,5	2,66	230	30	2015
395	31901	1570	4	176	53,1	5	273	15	2015
402	15/302/376/2005-KH	9400	0,56	527	386	178	327	5	2015
403	30482	302	0,69	35,7	49,3	5	115	50	2015
415	3342	34	1,3	57,1	57,9	5,4	261	20	2011
416	3343	42	1,5	80	50,3	9,5	276	50	2011
430	hřiště Kaňk	539,21	0	72,18	0	8,64	326,66		2007
432	TK-238	7930	1,91	698	276	52,3	948	100	2015
433	TK-239	7000	2,91	719	306	45	1040	100	2015
495	TK-250	10000	5,44	205	176	45,3	710	100	2004
496	TK-251	9230	17,5	515	187	32,3	1400	100	2004
391	2509/22	5292	10,7	784	356	36,9	1200		2022
392	2509/22	10500	4,79	416	401	72	498		2022
393	2509/22	8370	5,88	634	285	42,4	631		2022

Sondy GIS hodnoty (Zdroj: Artendr)+výsledky analýz půdy 2022(mg/kg)-Dr.Hušpauer

**Tab.4.: Statistické hodnocení výsledků analýz půdy pro hodnocení zdravotního rizika**

	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	6359,371	5,3275	404,9675	168,0488	34,95	778,9092
medián	6146	3,41	334,86	158,5	22,15	631
maximum	20300,91	22,1	1062,72	401	178	2005
minimum	34	0	35,7	0	2,66	115

U arsenu a zinku a téměř všech ostatních kovů ve vzorcích půd dochází k překračování obsahu kadmia, olova, mědi požadovaných Vyhláškami 273/2021, 238/2011 a 153/2016 Sb. Výsledky potvrzují extrémní kontaminaci území těžebním odpadem ze starých důlních děl. Kontaminovanou zeminu by bylo možno hodnotit jako nebezpečný odpad s obsahem akutně toxické látky, kterou lze přijímat zažívacím traktem a která je zároveň karcinogenní, pokud by se zákon o odpadech na těžební odpad vztahoval..

## Haldy na Kaňku



### Legenda

- Odvalové haldy - stávající
- Odvalové haldy - rozhrnuté

0 100 200 400 metry



Mapové podklady:  
Kutnohorský rudní obvod – poddolované území, RNDr. Mikuš, 2001  
Cenia

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



### 3.1. Arsen CASRN 7440-38-2

Je pevný šedavý kovový prvek, který na volném ovzduší černá. Je nerozpustný ve vodě a toxický po požití. Jeho molekulová váha je 74,92159. Je neesenciální a je široce distribuován v přírodě. Arsen byl užíván jako lék v 19. a na počátku 20. století, ale byl nahrazen před cca 50 lety bezpečnějšími a více účinnými látkami. V životním prostředí je sloučen s kyslíkem, chlorem a sírou v anorganických arsenových sloučeninách. V těle zvířat a v rostlinách je sloučen s uhlíkem a vodíkem ve formě organických sloučenin arsenu (16).

Fatální humánní dávka arsenu je 70-180 mg v závislosti na váze. Odhadovaná dávka platí pro 70 kg vážícího člověka a pro trojmocný arsen. Ne všechny geologický arsen je rozpustný, ale mění se okolní podmínky, kyselé prostředí a kyselé prostředí žaludku umožňují jeho vstřebávání

Anorganický arsen přirozeného původu je nacházen v půdách a horninách. Na některých místech jsou požadové koncentrace v horninách dokonce značně vysoké, dosahují hodnot 200 – 900 mg/kg. V půdách kolísají hodnoty od několika miligramů až po procentuelní hodnoty (17). Predominantní formou je arsen trojmocný a pětímocný. Výsledek tj. oxidační stav, záleží na pH a redox potenciálu (13). Do atmosféry se arsen dostává primárně většinou prostřednictvím vysokoteplotních procesů jako trioxid. V atmosféře je vázán na částice, které jsou rozptýleny větry a deponovány na půdu nebo do vody. Arsen se uvolňuje do atmosféry následujícími způsoby:

- Přirozenou aktivitou, vulkány, rozpouštěním kovů z minerálů, zejména do podzemních vod, výluhy z vegetace a oblaky prachu.
- Lidskými činnostmi jako je těžba minerálů, tavení kovů, spalování fosilních paliv, zemědělskými pesticidy, jejich produkcí a užitím, při ochraně dřeva.
- Remobilizací historických zdrojů, jako jsou důlní vody
- Mobilizací do pitných vod z geologických depozit hloubením vrtaných studní <http://www.who.int/ipcs/features/arsenic.pdf>

Z biologického a toxikologického hlediska se nejvíce uplatňují tři hlavní skupiny sloučenin arsenu:

- Anorganické sloučeniny
- Organické sloučeniny
- Arsinový plyn <http://www.who.int/ipcs/features/arsenic.pdf>

Antropogenní kontaminace v okolí např. dolů, sléváren sekundárních kovů z odpadů, mohou obsahovat i několik gramů arsenu na kilogram. Průměrný obsah arsenu v sedimentech kolísá od 5 – 3000 mg/kg, vyšší hodnoty souvisejí s antropogenní znečištěním (16).

V půdě dochází k reakcím, jako oxidace, redukce, adsorpce, rozpouštění, precipitace a volatilizace arsenu (16).

Absorbce-distribuce-metabolismus-exkrece. Jak studie humánní, tak experimentální na zvířatech prokazují, že vodou rozpustný arsen se vstřebává po požití z 95%. Gastrointestinální absorpce nerozpustných solí arсенu, jako např. triselenid a olovnatý arsenát, je daleko nižší – 25%. Studie gastrointestinální absorpce arsenem kontaminovaného prachu nebo půdy je prokazuje většinou 10%. Absorbce anorganického arсенu u kuřáků je z dýmu a prachu 75 – 90%.

Studie na opicích prokazují absorpci po kožní expozici, kdy na kůži ulpívá veškerá kontaminovaná půda, méně než 1%.

Distribuce při všech způsobech příjmu anorganického arсенu se děje do všech tkání a nezávisí na způsobu podání.

Vylučování arсенu bylo studováno na zvířatech i u člověka. Bylo prokázáno, že různé formy arсенu podléhají oxidaci a redukci na bivalentní i pentavalentní formy, které jsou vylučovány močí a velmi málo stolicí. Detoxikace probíhá v játrech a spočívá v postupné metylaci bivalentního arсенu, který je transformován na monomethylarsonovou kyselinu a dimethylarsinovou kyselinu. U člověka je ve většině případů vylučována močí monomethylarsonová kyselina. Po perorálním podání u člověka po celotělové clearance je poločas pro vyloučení 40 – 60 hodin.

Akutní toxicita arсенu je vysoká. K toxickým projevům včetně úmrtí po ingesci dochází za 30 – 60 minut. Nejnižší popsaná dávka je přibližně 1 mg /kg oxidu arseničného ( $As_2O_3$ ). Dávka spolu s potravou má opožděný efekt. Převažujícími příznaky jsou příznaky zažívací (zvracení, bolesti břicha, krvácení, průjemy) následované selháváním orgánů. (15) Dalším příznakem otravy je psychóza, difúzní kožní vyrážka, toxické poškození srdce a bezvědomí, hematologické abnormality a renální selhání, postižení dýchání, edém plic se dostaví vždy. Neurologické projevy zahrnují postižení periferních nervů a mozku. (17)

Chronická toxicita arсенu – Klinické příznaky pokrývají všechny systémy těla. Absorbovaný arsen se hromadí v játrech, ledvinách, srdci a plicích, v malém množství ve svalech, nervovém systému, zažívacím traktu, slezině. Arsen je deponován ve tkáních s vysokým obsahem keratinu: nehtech, vlasech a kůži. Na nehtech nohou i rukou se objevují charakteristické rýhy, nejtěžším dopadem jsou nádorová onemocnění orgánů. Kožní změny jsou obecné, jde o hyperpigmentaci a palmární plantární hyperkeratózy. Současně vzniká zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění, postižení periferních cév, dýchacích nemocí, diabetu a neutropenie. Účinná léčba chronické otravy arsenem dosud neexistuje. (17) Ve Švédsku byly zjišťovány spontánní potraty a nízká porodní váha dětí, narozených v okolí sléváren, popsány byly také vývojové vady. Karcinogenita arсенu, přijatého dýchací cestou, se projevuje plicním karcinomem. (18)

Za citlivou populační skupinu můžeme považovat těhotné ženy a kojící matky a děti. I když bylo zjištěno, že muži přijímají dávku vyšší, než ženy a ženy více, než děti. Děti do jednoho roku přijímají As přibližně 1,3 µg/den, 4.4 µg/den děti do 2 let, 9.9 µg/den je pro 25–30let starého muže, 10 µg/den pro 60–65-letou ženu, a 13 µg/den pro 60–65letého muže (WHO, 2001). Regionální difference závisí



na celkovém denním příjmu arsenu a to souvisí s objemem požitých mořských produktů, proto je denní dávka v Japonsku odlišná od evropské. (18)

IARC a EPA klasifikovaly anorganický arsen jako prokázaný lidský karcinogen skupiny 1 a skupiny 2A (IARC 1987, NTP 1994).

Pokud dochází ke vstupu perorální cestou, je hlavním efektem nárůst rizika kožních nádorů. Studie indikují také nárůst rizika vnitřních nádorů (játra, močový měchýř, ledviny a plíce). LOAEL pro plicní karcinom u člověka u trojmocného arsenu se signifikantním vznikem plicního nádoru je 0,01 mg/m<sup>3</sup> (20). US EPA publikovala RFD pro nekarcinogenní působení (hyperpigmentace) 3 x 10E-4 mg/kg/d a oral slope factor OSF(SFo) pro celoživotní perorální příjem s důsledkem vzniku kožních nádorů 1,5 per mg/kg/den.(21)

Pro hodnocení jsme použili referenční hodnoty US EPA.

### **3.2. Kadmium (CASRN 7440-43-9)**

Kadmium je stříbrně lesklý bílý kov o molekulové váze. 112,41. Jeho dvojmocné soli zahrnují i látky rozpustné, např. CdCl<sub>2</sub> a CdSO<sub>4</sub>, stejně jako virtuálně nerozpustné soli (sirič kademnatý, uhličit kademnatý). Je to široce, ale vzácně rozšířený prvek nacházený v zemské kůře v koncentracích sahajících od 0,1 do 1 ppm, nacházený primárně v asociaci se zinkovými rudami.(22)

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 se nachází Cd průměrně v hodnotách 0,1 µg/litr nebo méně. Při dobývání neželezných kovů dochází k největšímu znečištění vod kadmii. V čistých oblastech se nachází v půdě, vyjádřeno mediánem, v půdě 0,2 – 0,4 mg/kg. Příležitostně lze najít i ve výši 160 mg/kg půdy. S teplotou se jeho rozpustnost zvyšuje, s tvrdostí vody snižuje.

Kadmium je využíváno při výrobě oceli a umělých hmot. Široké využití kadmia je též při výrobě baterií. Do prostředí je uvolňováno i z odpadů a odpadních vod, ovšem plošné znečištění je způsobováno používáním hnojiv a také z lokálních zdrojů. Ke kontaminaci pitné vody dochází též z pozinkovaných rozvodů vody nebo jejich pozinkovaných těsnění. Potrava je hlavní zdroj denní expozice kadmii. Denní perorální dávka je 10–35 µg. Kouření je ovšem signifikantním aditivním zdrojem kadmia.(22)

Příjem kadmia potravou spolu s profesionální expozicí je hlavní cestou příjmu pro populaci, komunálním zdrojem je i vyšší příjem kadmia kuřáky při kouření.(22)

Vstřebávání kadmia závisí na rozpustnosti sloučeniny, ve které se vyskytuje. Primárně se akumuluje v ledvinách a jeho biologický poločas je 10-35 let. Cílovým orgánem pro toxicitu kadmia jsou ledviny. V člověku se váže na bílkoviny a akumuluje se v parenchymatosech orgánů.

Vylučování ledvinami méně než 5,24 µg kadmia na gram kreatininu není spojeno s navýšeným vylučováním β<sub>2</sub>-mikroglobulinu, dietární expozice by mohla tak resultovat v urinární kadmium o koncentraci 5,24 µg/g kreatininu a to je tedy 0,8 µg/kg tělesné hmotnosti na den, a to znamená cca 25 µg/kg tělesné hmotnosti na měsíc.(23)

Hlavními příznaky akutní intoxikace kadmiem je nauzea, vomitus, diarhoe, křeče trávicího ústrojí, bolesti hlavy a intenzivní salivace.

Letální dávka při perorálním příjmu pro člověka je 350 – 8900 mg. Dávka nevyvolávající při takovémto příjmu podání žádný účinek (NOAEL) je odhadována na 3 mg (23).

Dlouhodobé expozice kadmiu inhalační nebo perorální cestou se obvykle nejprve projeví v poškození ledvin, které jsou kritickým orgánem. Hlavním příznakem je tubulární proteinurie .(23) Ovlivňuje i metabolismus vápníku a z toho vycházející poškození kostí (nemoc itai-itai).

Kadmium se chová jako kumulativní jed s doprovodnými teratogenními účinky. Kademnaté soli jsou silně toxické a působí negativně na všechny živé organismy. Kadmium nepatří k prvkům nezbytným pro lidský organismus. Jeho toxicita je vyvolávána inhibicí sulfhydrolových 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, CdCl<sub>2</sub>, CdSO<sub>4</sub>, CdS se vyznačují karcinogenními účinky pro trávicí ústrojí, plíce, játra a prostatu. Vyhláška 135/2004 MZ Sb.v pozdějších zněních stanovuje přípustný obsah kadmia v pískovištích a hracích plochách na 0,3 mg/kg.(12)

WHO/FAO JEFCA stanovila maximálně přípustnou koncentraci perorálního příjmu 1 ug/kg/bw./den (13,22) na základě toxicity pro nejvíce senzitivní orgán – ledviny.

US EPA řadí kadmium do skupiny B1, jako podezřelý karcinogen pro člověka, RFD stanovila pro nekarcinogenní působení 5 x 10E-4 mg/kg/d , kdy důkazem poškození je signifikantní proteinurie. Slope faktor pro odhad karcinogenity stanoven není.

Podle IARC existují dostatečné důkazy pro karcinogenitu kadmia a jeho sloučenin pro člověka. Způsobuje plicní nádory a pozitivní asociace byly shledány také pro karcinomy ledvin a prostaty. Existují dostatečné důkazy pro karcinogenitu sloučenin kadmia u zvířat, ale omezené pro kovové kadmium. Kadmium a jeho sloučeniny jsou karcinogenní pro člověka (Skupina 1). (24)

Limitní hodnotou stanovenou WHO pro pitnou vodu je 0,3 ug/l, (GDWQ) vychází z provissional tolerable monthly intake 25 ug/kg/měsíc, kdy je předpokládána alokovaná dávka v pitné vodě 10%.

Pro náš výpočet jsme použili hodnotu publikovanou pro perorální příjem US EPA v databázi IRIS 0,001 mg/kg/den pro dominující efekt signifikantní proteinurii.

### **3.3.Olovo (CASRN - 7439 - 92 -1)**

Olovo je v životním prostředí silně vázáno na sedimenty a půdní částice a tak je 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 jíla. Další expozice souvisí s kontaminací půdy ve znečištěných oblastech a poté i ovoce a zeleniny, z kontaminace vnitřního prostředí v domovech profesionálně exponovaných osob, pití vody z domovních rozvodů z olova. Populační skupiny se expozicí a významem cest expozice liší. Nejcitlivější skupinou jsou děti, u nichž mnohé epidemiologické studie zaznamenaly v souvislosti s expozicí významný behaviorální efekt. Děti se pohybují blíže zemi, která, je-li kontaminovaná půda, může velmi závažně ovlivnit zdraví dětí, kdy zdrojem je požívání půdy a olizování špinavých ruček. Zejména se taková expozice dá očekávat u předškolních dětí.

Prach s obsahem olova může představovat pro dospělého 80% celkem přijatého množství, u dětí je daleko významnější cesta alimentární. U dospělých dochází ke vstřebávání v zažívacím traktu z 10%, u dětí 40-50%. 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, 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 v 50-60%, tělo se ho zbavuje žlučí a močí, z toho střevem prochází polovina renální clearance.(18)

Toxicita olova spočívá v obsazování vazebných míst pro kovy u enzymů anebo obsazení SH-skupin enzymatických proteinů, proto je pro olovo mnoho kritických orgánů, kde se uplatní. Hemosyntéza, nervový systém, reprodukční a imunitní systém, kardiovaskulární, endokrinní systém, játra a gastrointestinální systém. (18)

Hlavní efekt u neprofesně exponované populace lze zaznamenat v nervovém systému, krvetvorbě a oběhovém systému (krevním tlak). Olovo je mutagenní pro bakterie a savce, u teratogenity a karcinogenity pro člověka je předpokládán spíše nepřímý efekt pro rozvoj těchto onemocnění. Je tedy zařazeno mezi karcinogeny skupiny II B, ale jeho efekt není dosud kvantifikován. Olovo prochází placentární bariérou a může se tak uplatnit ve vývoji plodu.(18)

Limitní hodnota pro olovo v aerosolu v ovzduší je stanovena ročním průměrem v ČR 500 ng/m<sup>3</sup>. WHO doporučuje jako guideline pro pitnou vodu 10 ug/l, ale TDI stanovena není.(21) V roce 1999 stanovila JEFCA provizorní týdenní hodnotu PTWI 0,025 mg/kg/hmotnosti, která byla v roce 2011 stažena s odůvodněním, že její naplňování neposkytuje dostatečnou ochranu před poškozením zdraví (21).

K hodnocení jsme použili referenční denní hodnotu odvozenou ze současné guideline WHO (21) pro pitnou vodu. Toto hodnocení je spojeno s velikou nejistotou stejně jako stanovení limitu pro pitnou vodu.

### 3.4. Měď (CASRN 7440-50-8)

Průměrná hodnota mědi v ovzduší v zemědělských oblastech je od 5 do 20 ng/m<sup>3</sup>. (25) Za pozadovou hodnotu v zemské kůře se považuje 50 – 60 mg/kg, ale může být i hodnota v půdách a sedimentech až 5000 mg/kg (13).

Zdravotní riziko mědi pro člověka je spojené s nízkou dávkou esenciálního prvku stejně jako s jeho dávkou vysokou. Vztah mezi dávkou – expoziční koncentrací - a rizikem je popsán křivkou tvaru písmene U a riziko lze očekávat jak v koncentracích jak nízkých, tak vysokých. (26) Přítomnost mědi v životním prostředí na úrovni přijatelné expozice mezi jedinci komunální populace nezpůsobuje poškozující zdravotní efekt. Mohou se však vyskytnout jedinci s poruchou homeostázy, kdy se může projevit efekt jak nedostatku, tak toxicity i z expozic v rámci úrovně obecně považované za přijatelnou. Tyto poruchy jsou vázány na genetické nebo získané nemoci (26).

Absorpce mědi se děje nejvíce perorální cestou. Je esenciálním prvkem a její vstřebávání záleží na mnohých faktorech. Popsané údaje o absorpci v zažívacích cestách vykazují 15 – 97%. Plicní absorpce dýmů a prachu obsahujících měď je rovněž prokázána, absorpční faktor však není znám. (25)

Játra jsou hlavním orgánem pro distribuci, měď je při ukládání vázána většinou na metalothionein. Krví je transportována do svalů a mozku, transport je dobře regulován, protože měď je pro organismus esenciální.

Metabolismus spočívá hlavně ve vazbě na ligandy a uvolňování z nich při transportu pomocí vazebných proteinů.

Hlavní cestou exkrece mědi z organismu je žluč a u zdravého člověka odchází 70% mědi stolicí. Genetická onemocnění střádání a transportu mědi jsou známa a jsou charakterizována sníženou biliární exkrecí. (25)

Příznaky chybění mědi jsou opoždění růstu, anemie a poruchy centrálního nervového systému, jsou velmi odlišné od příznaků intoxikace (25).

Klinické příznaky nedostatku mědi u dospělých jsou nalézány u populace zřídka. Dřívější studie prokazovaly suboptimální příjem potravy. V mnohých zemích světa, Americe i Evropě, je přijatá dávka mědi na úrovni 20% doporučené dávky, avšak zdravotní důsledky se naleznou vzácně.

Děti s nízkou porodní vahou jsou v nebezpečí deficiencie mědi. Časté průjmy jsou jiným rizikem vedoucím k nedostatku a nedostatek také souvisí s malnutricí. Malabsorpční stavy jsou způsobeny průjmy, zkrácením střeva, částečnou gastrektomií, coeliakií, sprue a cystickou fibrózou. Podobně na tom jsou pacienti léčení dlouho intravenózní výživou s absencí mědi (25).

JEFCA publikuje PMTDI (provisional monthly tolerable daily intake) z roku 1982. 0,05-0,5 mg/kg /den( 27)

Pro hodnocení jsme použili referenční dávku dříve publikovanou v tabulkách Regional screening levels, původně stanovenou HEAST - 4E-2 mg/kg/den a v současnosti doporučovanou US EPA (28)

**3.5. Antimon ( CASRN 7440-30-0 )**

se nachází přirozeně v sirníkových rudách, stibnitu ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) a valentinitu ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ). V důsledku hydrolyzy jsou ionty Sb (III) a Sb (V) ve vodních roztocích poměrně nestabilní. Výjimku tvoří jen velmi kyselé prostředí. V oxidačních podmínkách se v roztocích vyskytuje obvykle Sb (V).  $\text{Sb}_2\text{O}_5$  je ve vodě rozpustný jen velmi málo. (29)

Antimon je nalézán v životním prostředí ve velmi nízkých koncentracích. Koncentrace antimonu ve venkovním ovzduší má rozsah od méně než  $1 \text{ ng/m}^3$  až do  $170 \text{ ng/m}^3$  a v blízkosti továren, které konvertují rudy antimonu na kov, nebo oxid antimoničitý, mohou být koncentrace vyšší, než  $0,01 \text{ mg/m}^3$ . Půda obvykle obsahuje vyšší koncentrace antimonu (pod  $1 \text{ ppm}$ ). U technologií zpracovávajících odpad s antimonem se mohou nacházet koncentrace vyšší. Potrava obsahuje malé množství antimonu, průměry v zelenině, mase a mořských produktech jsou  $0,2 - 1,1 \text{ ppb}$ . Lidé na pracovištích s antimonem jsou exponováni antimonu dýchací cestou a kožním kontaktem (30)

Antimon se uplatňuje po dobu celého lidského života, ovlivňuje metabolismus cholesterolu a glukózovou hladinu. Jeho kyslíčník, v chronickém pokuse, způsobuje u zvířat zákal čočky, zánět spojivek, plicní intersticiální granulomatózu a fibrózu. U hodnocení zákalu čočky na krysách byly pochyby, zda nejde spíše o stařeckou kataraktu u krys, než o projev intoxikace. U profesionálně vysoce exponovaných jsou nalézány plicní nálezy na rtg ve formě granulomatózních opacit, jde o koniόzu.

Toxicita antimonu se může dostavit v důsledku profesní expozice nebo během léčby antimonem, jak byl po staletí používán (emetikum). Profesní expozice spočívá v dráždění dýchacích cest, pneumokoniόze, antimonových skvrnách na kůži a v zažívacích příznacích. Navíc kyslíčník antimonitý je pravděpodobně karcinogenní pro člověka a v roce 1989 byl zařazen IARC do skupiny 2 B, sirník antimoničitý karcinogenní není a je ve skupině 3.

Antimon se používá při léčbě tropických parazitárních chorob - leishmaniόzy a schistosomiόzy. Vedlejším efektem této léčby je kardiotoxicita (asi u 9% pacientů), a pankreatitida, která všeobecně vzniká u HIV pozitivitu a viscerální leishmaniόzy v důsledku koinfekce. (31)

Inhalační expozice  $9 \text{ mg Sb}$  na  $\text{m}^3$  vzduchu ve formě stibanu má dráždivé účinky. Akutní intoxikace je už velmi řídká. U exponovaných osob (léčených prostředky s obsahem Sb) byla nalezena bradykardie a změny EKG, poruchy menstruace u žen a u dětí odlišnosti od normálního růstu během prvního roku života. Tyto projevy souvisejí s profesionální expozicí v nevhodných pracovních podmínkách (v pracovním ovzduší až  $1-10 \text{ mg m}^3 \text{ Sb}$ ). (29).

Obsahy Sb v neznečištěných půdách, a pravděpodobně i sedimentech, jsou na úrovni gramů a desetin gramů/kg. Většina publikovaných údajů se však týká znečištěných systémů. V atmosféře se Sb váže na povrchu respirabilních částic (pod  $2,5 \text{ um}$ ) a jeho obsah se pohybuje v rozmezí  $\text{pg/ m}^3$  až  $\text{ng/ m}^3$ . Většina Sb emitovaného do ovzduší končí v půdách, kde se naváže na částice obsahující Al, Fe a Mn. (30).



Antimon v nedotčeném ovzduší se vyskytuje v koncentracích přibližně  $0,2 \text{ ng/m}^3$  a byl takto popsán v Alpách poblíž Jungfrauoch (WHO cit. Dams & de Jonge, 1976). Ve více exponovaných oblastech Evropy byly měřeny v roce 1980 koncentrace  $0,6$  a  $32 \text{ ng/m}^3$  (WHO cit. Hurtig, 1990). V současné době jsou koncentrace již nižší díky opatření v ovzduší. V současné době jsou hlavním zdrojem antimonu v městském prachu otěry z brzdových obložení, pneumatik a povrchů silnic stejně jako emise aerosolického antimonu ve výfukových plynech automobilů (WHO cit. Stechmann, 1993).

Antimon se v živých organizmech neakumuluje a tak je expozice přirozenému antimonu z potravy velice nízká. Vyskytuje se v zelenině vypěstované na kontaminovaných půdách ve velmi nízkých koncentracích okolo jednotek nebo méně mikrogramů v sušině.

V roce 1998 britský výbor pro bezpečnost potravin posuzoval příjem antimonu z potravin a to na základě údajů o spotřebě potravin v roce 1994. Bylo zjištěno, že celkový příjem antimonu činil  $0,003 \text{ mg/den}$ , což je asi  $0,05 \text{ } \mu\text{g/kg}$  tělesné hmotnosti pro  $60 \text{ kg}$  dospělou osobu. Výbor došel k závěru, že neexistují důkazy o tom, že odhadnutý příjem antimonu představuje riziko. (Web: Bezpečnost potravin).

Antimon je primárně užíván jako retardant hoření pro pryž, umělé hmoty, pigmenty, textil a papír. Pentavalentní antimon byl užíván pro léčbu leishmaniózy. Oba - trivalentní a pentavalentní antimon - jsou obecně negenotoxické pro zvířata, která nejsou savci, zatímco savčí testovací systémy obvykle přinášejí pozitivní testy pro Sb (III) a negativní výsledky pro Sb (V) sloučeniny.

Mezinárodní pracovní lékařský limit pro expozici antimonu je  $500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Bylo uzavřeno, že příjem antimonu potravou je zanedbatelný.

Antimon v půdních vzorcích v různých místech Anglie nedaleko od dolů vykazoval koncentrace  $100,6$ – $5045 \text{ mg/kg}$ . Severní Palatinat v Německu má vyšší obsah antimonu v půdě díky historickému dolování mědi. Korelace mezi obsahem ve vlasech a moči u zdejší skupiny obyvatel nebyla nalezena. Výjimku tvořily vlasy, kde hodnoty korelovaly s interní expozicí antimonu. Arsen a antimon ve vlasech byly korelovány s 24-hod vylučováním antimonu v moči.

V roce 1993 WHO navrhla TDI (Tolerable Daily Intake) pro antimon, aby bylo možno stanovit i doporučení pro akceptovatelnou hladinu antimonu ve vodě. Základem pro stanovení TDI byla studie provedená na krysách. Benchmark dose (BMDL<sub>0,5</sub>) pro tolerovatelný denní příjem trioxidu antimonu byl stanoven na  $0,86 \text{ } \mu\text{g/kg}$  tělesné hmotnosti/den. Z této hodnoty je odvozena TDI  $0,2 \text{ } \mu\text{g/kg}$ . V roce 2003 WHO revidovala směrnici pro obsah antimonu v pitné vodě ( $0,02 \text{ } \mu\text{g/l}$ ), ve které byl navrhnut TDI  $6 \text{ } \mu\text{g/kg}$  tělesné hmotnosti/den (31)

Referenční koncentrace US EPA pro oxid antimonitý v ovzduší je  $0,0002 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  a RFD pro antimon přijatý perorálně je  $0,4 \text{ } \mu\text{g/kg/den}$ . Personální expozici antimonu lze vyhodnocovat z moči, stolice a krve. Referenční dávka (RfD) pro antimonu je  $0,0004$  miligramů na kilogram tělesné váhy a je založena na délce života, krevní glukóze a cholesterolu u krys. (32)

Klíčovým elementem pro toxicitu antimonu je jeho chemická forma. Jeví se skutečnost, že z materiálů se uvolňuje antimon v podobě jako V-mocný oxoanion., který je méně toxický. Subchronická toxicita oxidu antimonitého je nižší, než u tatarátu draselno/ antimonitého, který je více rozpustný. Oxid antimonitý je, pro svoji nízkou biologickou dostupnost genotoxický pouze v některých in vitro testech, zatímco rozpustné soli trojmocného antimonu jsou genotoxické in vitro i in vivo. (33)

IARC uzavřela, že trioxid antimonu je pravděpodobně karcinogenní pro člověka (Skupina 2B) na základě inhalačních studií, trisulfid však karcinogenní není. (Skupina 3). Údaje o perorální karcinogenně antimonu nejsou. (34)

### **3.6. Zinek CASRN 7440-66-6**

Zinek se v půdách vyskytuje v rozmezí 17 – 125 mg/kg, průměrný obsah je 50 mg/kg. (IRZ, 2019). Desítky mg/kg půdy bývají nalézány v nekontaminované zemině, stovky až tisíce jsou nalézány v průmyslových oblastech, u sléváren Zn a Pb, galvanoven a znečištěných oblastech vůbec. Vyšší koncentrace v ovzduší provázejí automobilovou dopravu na silnicích. Zinek je všudypřítomný ale také nezbytný pro člověka. Studie na experimentálních zvířatech potvrdily, že vysoké dávky zinku v potravě způsobují anemii stejně jako nízké dávky mědi v potravě a absorpce železa a také snížení koncentrace enzymů v některých tkáních. Tento efekt se projevuje i při nižších hladinách dietárních expozic zinku zároveň s deficitem mědi. Zinek není teratogenní, neovlivňuje reprodukci u zvířat v pokuse. Dobrovolná spotřeba vysokých dávek zinku vzniká suplementací v dietě a při chronické léčbě léky s obsahem solí zinku, při podávání insulinu. Lidé s nedostatkem mědi jsou ve významném riziku. A z farmakologie známe významnou expozici zinku při celotělové aplikaci tekutého pudru se zinkem nebo zinkových masť na nehojící se rány. Absorpce zinku z diety široce kolísá. Biologická využitelnost může být ovlivněna abnormitami v zažívacím ústrojí, transportem na ligandách, nebo látkami, které interferují s absorpcí zinku. Redukce vstřebávání u člověka i zvířat závisí na obsahu fytyátu v přijímané potravě, zejména v zrnech a zelenině, tvořícím nerozpustný komplex v dolní části střeva (35)

Při expozici a hodnocení zinku musíme, stejně jako u mědi, využít homeostatický model. Zinek je esenciální stopový prvek a může způsobit příznaky svým nedostatkem stejně jako může způsobit příznaky toxicity v případě expozic vyšších, než jsou fyziologické potřeby organismu. Vztah dávky a účinku je charakterizován U – křivkou, kdy ramena křivky vyjadřují projevy nedostatku, nebo přebytku. Vztah mezi dávkou a aktuálním zdravím závisí na fyziologických předpokladech - homeostáze. Vnější faktory mohou ovlivnit využitelnost zinku při vstřebávání a při využití nebo dokonce interferují s metabolismem zinku a biochemickými procesy v těle, které zinek vyžadují. A tak vztah dávky a účinku nemusí nezbytně být symetrický (35)

V přijatelných úrovních je zinek nezbytný pro různé metabolické procesy, vývoj embrya, celulární diferenciaci a buněčnou proliferaci. Zajišťuje substrát pro expresi genetického potenciálu individua, optimální růst, zdraví, reprodukci a vývoj. (WHO, 2004.) Dávky zinku z prostředí v rámci přijatelné dávky nepoškozují obecnou populaci jako celek. Jsou však individua s poruchou homeostázy, kdy se



dostaví jak nedostatek, tak vysoký příjem, i když je expozice v přijatelné úrovni. Tyto případy jsou podmíněny geneticky, nebo získanou cestou (WHO, 2004). Lidé jsou exponováni zinku zejména cestou perorální a to potravou, ale k perorální expozici může ve výjimečných případech dojít i nedietárním způsobem. Jisté profesní expozice mohou být nebezpečné. (35)

Riziko nedostatku: Zinek je esenciální element. Vliv nedostatku zinku je dobře popsán a je závažný. Zahrnuje porušené neuropsychické funkce, oligospermii, růstovou retardaci, poruchy reprodukce, imunitní poruchy, dermatitis a poruchu hojení zranění. Většina popsáných příznaků je léčitelná náležitým přísunem zinku. Spěváčková et al. v roce 2011 publikovala hodnotu zinku ve vlasech charakterizující dětskou populaci - 150 ug/g vlasů. 41 % dětí ze všech 259 zkoumaných mělo hodnoty nižší. Může jít pravděpodobně o nedostatek zinku, jeho chronické ztráty z důvodů nemoci apod.

Riziko vysokého příjmu: Toxický efekt pro člověka je obvykle nalézán při otravách nebo profesionální expozici inhalací vysokých koncentrací sloučenin zinku, např. z dýmovnic, jako horečka slévačů. Současná hygienická péče tyto excesy redukuje. Nechtěné nebo náhodné požití velkého množství vede k zažívacímu efektu, jako jsou bolesti břicha, zvracení a průjem. V případě dlouhodobé léčby zinkem ve farmakologicky účinných dávkách vede příjem zinku k hematologickým změnám (sideroblastická anemie, leukopenie a hypochromní microcytární anemie), které jsou reversibilní v závislosti na léčbě a na podávání mědi, a jsou významně spojeny se zinkem indukovaným nedostatkem mědi. Vysoké dávky zinku mohou ovlivnit homeostázu jiných nezbytných prvků. Např. slabý vliv zinku na využití mědi se může dostavit dokonce v hodnotách zinku blízkých doporučeným denním dávkám od 15 mg/den a do cca 50 mg/den (35)

JEFCA stanovila PMTDI pro zinek v roce 1982 0,3 – 1 mg/kg, WHO v roce 2017 publikovala PMTDI 1 mg/kg/den (36).

Publikovanou hodnotou RfD v tabulkách Regional screening levels –Generic tables US EPA je 3E-1 mg/kg/den, tu jsme použili k hodnocení rizik

#### **4. Hodnocení vztahu dávka/účinek**

Pro účely studie jsme vyhodnotili jak nekarcinogenní působení tak karcinogenní působení kontaminantů. Referenční dávka pro nekarcinogenní působení (RfD), případně tolerovatelná denní dávka (TDI), je taková hodnota koncentrace toxických látek, která při celoživotním příjmu lidský organismus nepoškodí. Vychází z prahového působení, tedy zjištění, že od určité koncentrace dochází ke změnám v organismu. Při jejím stanovení se vychází z výsledků pokusů na zvířatech, případně z epidemiologických studií, je využíváno bezpečnostních faktorů, snižujících hodnotu, a v případě nejistoty dalších modifikujících faktorů. Pro hodnocení chronického působení As a kovů jsme využili dostupných a publikovaných referenčních dávek a slope faktorů z databáze IRIS Americké agentury pro životní prostředí (EPA) a z tabulek Regional Screening Levels-Generic Tables, publikované US EPA. V případě mědi jsme využili doporučení EPA, publikované Taylor v roce 2022. Pro olovo jsme využili k hodnocení limitů stanovených Světovou zdravotnickou organizací publikovaných

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

v Doporučení WHO pro olovo pro kvalitu pitné vody z roku 2022, které jsme přepočítali na celoživotní denní dávku. Tu jsme použili jako referenční hodnotu. V současnosti tolerovatelná ani referenční dávka olova není stanovena vzhledem ke zjištění o tom, že velmi nízké koncentrace olova, které byly nižší, než dříve stanovená prozatímní tolerovatelná dávka olova (PTWI), poškozují vývoj dětského organismu, zejména nervového systému..

**Tab 5.: Referenční hodnoty, faktory vstřebávání, slope faktory a efekt arsenu a kovů**

kontaminant	CASRN	RFD oral	RFD d	ABS d	GI abs	SF oral	SF derm	efekt	zdroj
		mg/kg/den				per mg/kg/d			
arsen	7440-38-2	3,00E-04	3,00E-04	0,03	1	1,5E+00	1,5E+00	hyperpigmentace., keratinizace, poškození cévní..	IRIS
cadmium	7440-43-9	1,00E-04	2,50E-06	0,001	0,025			signifikantní proteinurie krev, neurologie, oběh	ATSDR
*olovo	7439-92-1	0,0003333	3,33E-04	0,001	1				* WHO
antimon metalický	7440-36-0	4,0E-04	6,00E-05	0,001	0,15			krev, glukóza, cholesterol	IRIS
**měď	7440-50-8	4,00E-02	4,00E-02	0,001	1			játra, ledviny, nervová soustava	HEAST, EPA
zinek	7440-66-6	3,0E-01	3,00E-01	0,001	1			hematologie	IRIS

\* Rfd odvozena z guideline pro pitnou vodu pro olovo 0,010 mg/l WHO Guidelines for drinking water quality, 2022

GI abs - Regional Screening Levels US EPA, Jun 2022

\*\* Recommended RFD, odvozená US EPA z limitu pro pitnou vodu

Scénáře expozic, které byly reálné a vhodné pro hodnocení rizika, byly „náhodný orální příjem“ a „příjem kožní cestou“. Publikované referenční hodnoty RFD<sub>o</sub> a také odvozenou referenční hodnotu pro olovo, jsme využili k hodnocení příjmu zažívací cestou. Metodika publikovaná ve Věstníku MŽP z roku 2011 umožňuje využití orální referenční hodnoty pro přepočet na referenční hodnotu pro příjem kůží (RFD<sub>d</sub>). Použité hodnoty jsou v tabulce č.5. Pro hodnocení cesty expozice kůží jsme použili i koeficient ABS<sub>derm</sub>, vyhodnocující průnik arsenu a dalších prvků kůží. Konečné hodnocení rizika jsme provedli porovnáním vypočtené expoziční dávky a dávky referenční jako HQ, hazard quotient. Nekarcinogenní působení bylo hodnoceno pro arsen, kadmium, měď, olovo, antimon a zinek.

Karcinogenní působení při příjmu per os, které je bezprahové, je odhadováno pomocí SFO, orálního slope faktoru, vyjadřujícího směrnici přímky vztahu dávky a účinku při vstupu orální cestou do organismu. Pro dermální vstup a karcinogenní uplatnění prvku je možno uplatnit přepočet na SFD pro tuto cestu expozice, podobně jako u referenční koncentrace.

Karcinogenita a její vliv byla hodnocena pouze pro arsen, pro další karcinogenní prvky, kadmium, olovo, a antimon, nejsou k dispozici hodnoty slope faktorů. IARC vyhodnotila arsen a kadmium jako

prokázaně karcinogenní pro člověka, olovo a antimon karcinogenní pro zvířata a pro člověka jsou to podezřelé karcinogeny (Tab.6).

**Tab.6 : Karcinogenita As, Cd, Pb, Sb**

	CASRN	IARC	karcinom
<b>Arsen</b>	7440-38-2	1	kůže, moč. měchýř, plíce, prostata, ledviny
<b>Kadmium</b>	7440-43-9	1	plíce
<b>Olovo</b>	7439-92-1	2 B	plíce, hlava, krk
<b>Antimon (oxid antimonitý)</b>	7440-36-0	2 B	plíce

## 5.Hodnocení expozice

Hodnocení expozice vyžaduje popis exponovaných skupin, včetně skupin senzitivních. Dále scénář expozice, představující zdroj toxických látek, medium, ve kterém se látky nacházejí, transport a kontakt s příjemci rizik, cestu vstupu do organismu. Expoziční scénáře jsou ve schématu v tabulce 6.

### Příjemci rizik:

1. Příjemci rizik jsou obyvatelé Kaňku, kteří v současné době dlouhodobě žijí na Kaňku a budou se zdržovat v dosahu prací na komunikacích Ke Gruntě a na Vavřínecké.
2. Další populační skupinou jsou pracovníci, kteří budou stavební práce vykonávat.
3. Nejcitlivější skupinou jsou děti, které žijí v ulicích ke Gruntě a v ulici Vavřínecké.

Ad 1). Podle odhadu KHS, kde jsme se dotázali, bude exponováno v místě stavby ve svých domech a na svém pozemku asi 350 obyvatel. Z nich bude asi 20 dětí ve věku 1- 6 let (hrubě odhadnuto podle údajů ČSÚ pro Kutnou Horu z Demografické ročenky z roku 2022). Dospělé osoby většinou znají problematiku výskytu kontaminace, velká část se účastnila epidemiologických studií v roce 2015 a 2018 (9, 10) a s výsledky biologických expozičních testů byla individuálně seznámena. Tito obyvatelé jsou exponováni kontaminací arsenem a dalšími prvky. Jejich prostředí se v době výstavby může pravděpodobně zhoršit, mohou si vnášet do svých domů bláto a prach z odkryté zeminy na budovaných komunikacích, pokud rozrytá zemina nebude zakrytá.

Ad 2) Podle údajů projektanta bude skupina pracovníků na stavbě mít cca 10 osob. Očekávaná délka jejich činnosti bude 3,5 měsíce, což i s weekendy činí cca 107 dní.

Ad 3) Senzitivita dětí souvisí s jejich způsobem života, fyziologií, možnostmi, které dává nebo přináší věk. Jejich organismus nemá ještě zralý enzymatický systém, který by úspěšně metabolizoval toxické látky a jejich vědomí ještě nemá zakotvena omezení, které přináší výchova a zralost. Dětská kůže je

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

jemná, apokrinní žlázy ještě nejsou plně funkční, kůže může snadno vstřebávat materiál, ulpívající na jejím povrchu. Děti jsou malé, ke kontaminované půdě a prachu mají blíže než dospělí, Jejich lokomoce, pády, hra, jsou na zemi. Do věku dvou let, i déle, zkoumají vše rukama a ústy a nedají se odradit. Odtud plyne odhad US EPA pro příjem kontaminované půdy, publikovaný ve Věstníku MŽP z roku 2011, 100-200 g/den (5). Použili jsme vyšší hodnotu 200mg.

**Tab.7: Expoziční scénáře použité pro výpočet dávek na Kaňku**

Expoziční scénáře			
Vstup	Expoziční medium	Území expozice/činnost	Exponovaná skupina populace
Náhodná ingesce	zemina či prach	zemní práce	pracovníci - náhodná ingesce zemin či prachu při zemních či sanačních pracích po dobu činnosti
Dermální kontakt	zemina či prach	zemní práce	pracovníci-dermální kontakt při zemních případně sanačních pracích po dobu činnosti
Náhodná ingesce	zemina či prach	residence	- dospělí obyvatelé, dlouhodobá expozice po dobu stavebních prací
Dermální kontakt	zemina či prach	residence	- dospělí obyvatelé, dlouhodobá expozice po dobu stavebních prací
Náhodná ingesce	zemina či prach	residence	- děti 1-6 let, dlouhodobá expozice po dobu stavebních prací
Dermální kontakt	zemina či prach	residence	- děti 1-6 let, dlouhodobá expozice po dobu stavebních prací

**Tab.4.: Statistické hodnocení výsledků analýz půdy pro hodnocení zdravotního rizika**

	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	6359,371	5,3275	404,9675	168,0488	34,95	778,9092
medián	6146	3,41	334,86	158,5	22,15	631
maximum	20300,91	22,1	1062,72	401	178	2005
minimum	34	0	35,7	0	2,66	115

**Kontaminanty.** Pro odhad rizika jsme využili střední hodnoty koncentrací obsahu toxických látek v půdě – průměr, medián, minimum a maximální hodnotu(Tab.4) z tzv“tabulek GIS“, dodaných projektantem (Tab.3) a z výsledků třech odběrů provedených Dr. Hušpauerem v roce 2022. . Pro příjem orální cestou pro pracovníky jsme použili množství zeminy s obsahem toxických látek 480 mg, pro dospělé obyvatele 100 mg, pro děti 200 mg denně. Reálnou expoziční cestou byla náhodná ingesce a dermální cesta.

**a) Náhodná ingesce:** Je vypočtena v tabulce 8. Nejvyšší množství náhodně požitých látek představoval arsen. Ostatní prvky byly náhodně požívány v řádově nižším množství. Nejvýše exponovanou skupinou, kde je pravděpodobně nejvyšší ingesční příjem, byly děti 1 – 6 let, které trvale žijí na

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

Kaňku. Pravděpodobně druhou nejvýše exponovanou skupinou byli dělníci na stavbě, nejnižší perorální příjem byl odhadnut pro dospělé trvale bydlící osoby. Je nutno připomenout, že dávka arsenu, způsobující úmrtí, je 70-180 mg pro dospělé osobu.. U olova musíme zdůraznit, že nejvyšší dávka (RFD, TDI, PTWI), která neškodí, není bezpečně určena (Tab.8).

**Tab8. : Odhad příjmu ADD (průměrné denní dávky) náhodnou ingestí arsenu, kadmia, mědi, olova, antimonu a zinku pro jednotlivé skupiny obyvatel pro výpočet dlouhodobého rizika**

**Náhodná ingestce**

**Dospělí**

**Expozice po dobu trvalého pobytu**

**Nekarcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	0,009	0,000007	0,000536	0,000203	0,000045	0,001113
medián	0,007	0,000004	0,000379	0,000179	0,000014	0,000901
maximum	0,029	0,000032	0,001518	0,000551	0,000254	0,002864
minimum	0,000	0,000000	0,000051	0,000000	0,000004	0,000164

**Náhodná ingestce**

**Děti 1-6 let**

**Expozice po dobu trvalého pobytu**

**Nekarcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	0,082	0,000068	0,005006	0,001899	0,000418	0,010390
medián	0,065	0,000039	0,003535	0,001667	0,000127	0,008413
maximum	0,271	0,000295	0,014170	0,005147	0,002373	0,026733
minimum	0,000	0,000000	0,000476	0,000000	0,000035	0,001533

**Náhodná ingestce**

**Dělníci na stavbě**

**Expozice po dobu stavby**

**Nekarcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	0,042	0,000035	0,002575	0,000977	0,000215	0,005344
medián	0,033	0,000020	0,001818	0,000857	0,000065	0,004327
maximum	0,139	0,000152	0,007287	0,002647	0,001221	0,013749
minimum	0,000	0,000000	0,000245	0,000000	0,000018	0,000789

**Náhodná ingestce**

**Dospělí v místě bydliště**

**Expozice po dobu stavby**

**Nekarcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	0,0087	0,000007	0,000536	0,000203	0,000045	0,001113
medián	0,0069	0,000004	0,000379	0,000179	0,000014	0,000901
maximum	0,0290	0,000032	0,001518	0,000551	0,000254	0,002864
minimum	0,0000	0,000000	0,000051	0,000000	0,000004	0,000164

**Náhodná ingestce**

**Děti v místě bydliště**

**Expozice po dobu stavby**

**Nekarcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
průměr	0,082	0,000068	0,005006	0,001899	0,000418	0,010390
medián	0,065	0,000039	0,003535	0,001667	0,000127	0,008413
maximum	0,271	0,000295	0,014170	0,005147	0,002373	0,026733
minimum	0,000	0,000000	0,000476	0,000000	0,000035	0,001533

Hodnocení expozice pro odhad rizika náhodné ingesce zemin nebo prachu při práci jsme vypočetli následujícím způsobem podle vzorce, publikovaného v Metodickém návodu pro hodnocení rizik z Věstníku

$$ADD/LADD = CS \times IR \times CF \times FI \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

ADD průměrná denní dávka , chronický denní příjem (mg.kg-1.den-1)

LADD celoživotní průměrná denní dávka (karcinogenní)

CS koncentrace kontaminantu v zemině (mg.kg-1)

IR množství požití zeminy za den (mg.den-1)

CF konverzní faktor pro přepočet jednotek kg a mg ( $10^{-6}$  kg.mg-1)

FI podíl požití zeminy z kontaminovaných zdrojů (0 – 1, bezrozměrný)

EF frekvence expozice (den.rok-1)

ED trvání expozice (rok)

BW váha těla (kg)

AT doba průměrování (den)

pro nekarcinogenní: ED (rok) x 365 dní.rok-1

pro karcinogenní: 70 let x 365 dní.rok-1

**Zaměstnanci – průmyslové areály** / náhodná ingesce zemin při zemních či sanačních pracích

IR obvyklé množství požití zeminy dospělí: 50 – 480 mg.den- Použili jsme vyšší hodnotu.

EF frekvence expozice: specificky podle charakteru

prací obvykle první desítky dní.rok-1 při nárazových výkopových pracích (nejčastěji 20 dní.rok-1)

pro stabilní charakter prací doporučuje EPA (1991) používat hodnotu 225 dní.rok-1

ED celoživotní expozice: 70 let

předpoklad pobytu na jednom pracovním místě: 25 let , my jsme počítali expozici 107 dní jednorázově

předpoklad běžné expozice při sanačních pracích: 1 rok

### **Obyvatelé -/děti**

IR....děti 100 - 250 mg zeminy/den, cca 200 mg

IR...dospělí venku 50 - 480 mg/den , cca 100 mg

FI...0-1 koeficient

CF... $10^{-6}$  kg\*mg

EF ...expozice obvyklá – 274 dní doma, 43dní zahrada

EF...děti venku - 130 - 152 dní

EF...rekreace = 45 - 75 dní

ED...celoživotní je 70 let

ED ...prům. jedno místo 24 let

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



ED...děti prům 6-3 roky. Max 6  
 IR...požitý prach 50 - 100 (2,5 let), 1-6 3  
 mg prachu  
 IR ...požitý prach dospělí doma 0,56  
 mg/den

IR...požitý prach půda sklep 110 mg/den

Počítali jsme expozici pro všechny dny v roce, obyvatelé i děti by se setkávali venku s kontaminovanou půdou, doma s prachem, uvolněným a pocházejícím z této půdy.

**Tab.9.: Odhad příjmu LADD (celoživotní průměrné denní dávky) náhodnou ingestí arsenu pro jednotlivé skupiny obyvatel pro výpočet karcinogenního působení**

**Náhodná ingestie**

**Dospělí**

**Expozice po dobu trvalého pobytu**

**Karcinogenní působení**

LADDmg/kg/den	As
průměr	0,0038935
medián	0,0037629
maximum	0,0124291
minimum	0,0000208

**Náhodná ingestie**

**Děti 1-6**

**Expozice po dobu trvalého pobytu**

**Karcinogenní působení**

LADDmg/kg/den	As
průměr	0,0423958
medián	0,0409733
maximum	0,1353394
minimum	0,0002267

**Náhodná ingestie**

**Dělníci na stavbě**

**Expozice po dobu stavby**

**karcinogenní působení**

LADDmg/kg/den	As
průměr	0,00008
medián	0,00007
maximum	0,00024
minimum	0,00000

**Náhodná ingestie**

**Dospělí v místě bydliště**

**Expozice po dobu oprav komunikací**

**Karcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As
průměr	0,00013
medián	0,00013
maximum	0,00041
minimum	0,00000

**Náhodná ingestie**

**Děti v místě bydliště**

**Expozice po dobu oprav komunikací**

**Karcinogenní působení**

ADDmg/kg/d	As
průměr	0,014
medián	0,014
maximum	0,045
minimum	0,000

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



Pro skupinu dětských obyvatel i karcinogenní celoživotní denní dávka arsenu byla nejvyšší. Pro další karcinogenní látky (Cd, Pb, Sb) jsme výpočet efektu neprováděli, nejsou publikovány slope faktory.

**b) Dermální kontakt:** Hodnocení zdravotního rizika kontaminace prostřednictvím dermálního kontaktu se zeminou nebo prachem jsme vypočetli následujícím způsobem:

$$ADD / LADD = CS \times CF \times SA \times AF \times ABSd \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

ADD/LADD průměrná denní / celoživotní denní absorbovaná dávka (mg.kg<sup>-1</sup>.den<sup>-1</sup>)

CS koncentrace kontaminantu v zemině (mg.kg<sup>-1</sup>)

CF konverzní faktor pro přepočet kg a mg (10 – 6 kg.mg<sup>-1</sup>)

SA exponovaný povrch kůže (cm<sup>2</sup>.den<sup>-1</sup> eventuálně cm<sup>2</sup>.případ<sup>-1</sup>)

AF adhezenční faktor specifický podle typu zeminy a exponované části těla (mg.cm<sup>-2</sup>)

ABSd dermální absorpční faktor (0 až 1, bezrozměrný)

EF frekvence expozice (den.rok<sup>-1</sup> eventuálně případ.rok<sup>-1</sup>)

ED trvání expozice (rok)

BW váha těla (kg)

AT doba průměrování (den)

pro nekarcinogenní: ED (rok) x 365 dní.rok<sup>-1</sup>, pro karcinogenní: 70 let x 365 dní.rok<sup>-1</sup>

#### **Zaměstnanci – průmyslové areály / dermální kontakt se zeminou při zemních případně sanačních pracích**

CF konverzní faktor pro přepočet kg a mg: 10 – 6 kg.mg<sup>-1</sup>

SA obvykle je předpokládán kontakt s odkrytými částmi těla: hlava + předloktí + ruce + nohy od kolen (celkem průměrně 5 700 cm<sup>2</sup>), v případě průmyslového a obchodního využití území je doporučeno používat hodnotu 3 300 cm<sup>2</sup> (EPA, 2004). Použili jsme průměrnou hodnotu.

AF adhezenční faktor specifický podle typu zeminy a exponované části těla, např. pro kontakt rukou s běžnou orníci jsme dle doporučení EPA použili průměrnou hodnotu 0,2 mg.cm<sup>-2</sup>

ABSd dermální absorpční faktor – specifická hodnota pro jednotlivé chemikálie, nejsou-li dostupné informace, je doporučeno používat konzervativní odhady a kvalitativní hodnocení; doporučené hodnoty pro vybrané kontaminanty jsou uvedeny v tabulce 4.3 převzaté z EPA (tab. 3-4, 2004), případně v databázích uvedených v příloze č. 7 (RAIS, 2003)

EF frekvence expozice: specificky podle charakteru prací obvykle první desítky dní.rok<sup>-1</sup> při nárazových výkopových pracích (580 dní)

ED celoživotní expozice: 70 let

BW průměrná váha dospělý: 70 kg

Pro dermální kontakt arsenu jsme použili absorpční koeficient 0,03 stanovený Westerem et al., 1993 a publikovaný US EPA a ve Věstnicích MŽP, pro ostatní prvky 0,001.

## Obyvatelé -/dětí

CS...konc.vzemině

CF...konverzní fak.

SA...exp.povrch kůže (cm<sup>2</sup>/den)

AF...adherenční faktor

ABS d...dermální absobční faktor

EF...frekvence expozice/rok

ED...trvání expozice v letech

BW...váha těla

AT...doba průměrování ve dnech nekarč EDx365; karč 70x365)

Děti...SA...2800 cm<sup>2</sup>

Dospělí...SA...5700 cm<sup>2</sup>

EF...dle expozice, zima, léto obvykle venku 274 dní, zahrada 43 dní

děti EF 130...152 dní venku

ED...celoživotní 70, děti 3 roky ze

6,

AF...adherenční faktor...dětí 0,04 - 0,2 bláto

AF...dospělí 0,01-0,07mg/cm<sup>2</sup>

**Tab.10.: Doporučené hodnoty ABSd pro dermální kontakt se zeminou (EPA, 2004)**

prvek	ABS dospělí	Reference
Arsen	0,03	Wester, et al. (1993a)
Kadmium	0,001	Wester, et al. (1993a)
Olovo	0,001	doporučení EPA , 1998
Antimon	0,001	doporučení EPA , 1998
Měď	0,001	doporučení EPA , 1998
Zinek	0,001	doporučení EPA , 1998

**Tab.11.: Odhad příjmu ADD (průměrné denní dávky) arsenu, kadmia, mědi, olova, antimonu a zinku kožní cestou pro jednotlivé skupiny obyvatel pro výpočet nekarcinogenního působení**

<b>Dermální expozice</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>
<b>Dospělí</b>	průměr	0,00108745	0,00000003	0,00000231	0,00000096	0,00000020	0,00000444
<b>Expozice po dobu trvalého pobytu</b>	medián	0,00105097	0,00000002	0,00000191	0,00000090	0,00000013	0,00000360
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00347146	0,00000013	0,00000606	0,00000229	0,00000101	0,00001143
	minimum	0,00000581	0,00000000	0,00000020	0,00000000	0,00000002	0,00000066

<b>Dermální expozice</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>
<b>Děti 1-6</b>	průměr	0,00712250	0,00000020	0,00001512	0,00000627	0,00000130	0,00002908
<b>Expozice po dobu trvalého pobytu</b>	medián	0,00688352	0,00000013	0,00001250	0,00000592	0,00000083	0,00002356
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,02273702	0,00000083	0,00003967	0,00001497	0,00000665	0,00007485
	minimum	0,00003808	0,00000000	0,00000133	0,00000000	0,00000010	0,00000429

<b>Dermální expozice</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,00026232	0,00000001	0,00000056	0,00000023	0,00000005	0,00000107
<b>Expozice po dobu stavby</b>	medián	0,00025352	0,00000000	0,00000046	0,00000022	0,00000003	0,00000087
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00083741	0,00000003	0,00000146	0,00000055	0,00000024	0,00000276
	minimum	0,00000140	0,00000000	0,00000005	0,00000000	0,00000000	0,00000016

<b>Dermální expozice</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>
<b>Dospělí v místě bydliště</b>	průměr	0,00108745	0,00000003	0,00000231	0,00000096	0,00000020	0,00000444
<b>Expozice po dobu oprav komunikací</b>	medián	0,00105097	0,00000002	0,00000191	0,00000090	0,00000013	0,00000360
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00347146	0,00000013	0,00000606	0,00000229	0,00000101	0,00001143
	minimum	0,00000581	0,00000000	0,00000020	0,00000000	0,00000002	0,00000066

<b>Dermální expozice</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>
<b>Děti v místě bydliště</b>	průměr	0,00712250	0,00000020	0,00001512	0,00000627	0,00000130	0,00002908
<b>Expozice po dobu oprav komunikací</b>	medián	0,00688352	0,00000013	0,00001250	0,00000592	0,00000083	0,00002356
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,02273702	0,00000083	0,00003967	0,00001497	0,00000665	0,00007485
	minimum	0,00003808	0,00000000	0,00000133	0,00000000	0,00000010	0,00000429

Kožní expozice arsenu v průměru dosáhla mikrogramových hodnot, nejvíce u dětí (Tab.11). Ostatní prvky se teoreticky nepříliš ochotně vstřebávaly a jejich množství bylo nižší. (Tab.10)

**Tab.12...: Odhad příjmu LADD (celoživotní průměrné denní dávky) arsenu dermální cestou pro jednotlivé skupiny obyvatel pro výpočet karcinogenního působení**
**Dermální expozice**
**Dospělí**
**Expozice po dobu trvalého pobytu**
**Karcinogenní působení**

<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>As</b>
průměr	0,00047
medián	0,00045
maximum	0,00149
minimum	0,00000

**Dermální expozice**
**Děti 1-6**
**Expozice po dobu trvalého pobytu**
**Karcinogenní působení**

<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>As</b>
průměr	0,00356
medián	0,00344
maximum	0,01137
minimum	0,00002

**Dermální expozice**
**Dělníci na stavbě**
**Expozice po dobu stavby**
**karcinogenní působení**

<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>As</b>
průměr	0,0000037
medián	0,0000036
maximum	0,0000120
minimum	0,0000000

**Dermální expozice**
**Dospělí v místě bydliště**
**Expozice po dobu oprav komunikací**
**Karcinogenní působení**

<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>As</b>
průměr	0,0000076
medián	0,0000074
maximum	0,0000244
minimum	0,0000000

**Dermální expozice**
**Děti v místě bydliště**
**Expozice po dobu oprav komunikací**
**Karcinogenní působení**

<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>As</b>
průměr	0,00035
medián	0,00034
maximum	0,00111
minimum	0,00000

Při hodnocení příjmu karcinogenní dávky arsenu byla nejvíce exponovanou skupinou skupina dětí 1 – 6 letých. Expozice dělníků byla nižší, než u dospělých obyvatel, trvale bydlících.

Pro výpočet použita plocha exponovaného tělesného povrchu, stanoveného US EPA, publikovaného v Metodickém pokynu MŽP, předpokládá, že kůže u dělníků je chráněna osobními ochrannými pomůckami a jejich použití je dáno zákonem.

**6. Charakterizace rizika**

Odhady zdravotních rizik pro každou látku jsou uvedeny v následujících tabulkách a rizika jsou vypočtena pro jednotlivé podscénáře a jsou vyjádřena výsledným hazard quotientem pro cestu orální a kožní (HQo, HQd). Pravděpodobné celoživotní riziko karcinogenity je vyjádřeno ELCR (extra lifetime cancer risk). Referenční hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.

**a) Zdravotní riziko přicházející s náhodnou ingescí**

**Nekarcinogenní riziko.** Pro odhad zdravotního rizika jsme použili hodnot publikovaných v GIS tabulkách a protokolech z analýz půdy, data posloužila k výpočtu expozice. Pro konečné hodnocení jsme použili pro nekarcinogenní riziko porovnání zjištěné expoziční dávky ADD podle scénářů pro pracovníky, dospělé obyvatele a děti ve věku 1-6 let při příjmu zažívací cestou a poté cestou kožní.

$$HQ = E/RfD$$

E= expoziční dávka ADD

RfD = Referenční dávka

**Tab. 13.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého nekarzinogenního působení arsenu pro skupiny obyvatel včetně dětí a pracovníků při náhodné ingestci**

Náhodná ingestce	As	ADDmg/kg/d	RFD <sub>0</sub>	HQ <sub>0</sub>
Dospělí obyvatelé	průměr	0,009	3,00E-04	30,3
Trvalá residence	medián	0,009	3,00E-04	29,3
Nekarcinogenní působení	maximum	0,029	3,00E-04	96,7
	minimum	0,000	3,00E-04	0,2

Náhodná ingestce	As	ADDmg/kg/d	RFD <sub>0</sub>	HQ <sub>0</sub>
Děti 1-6 let	průměr	0,085	3,00E-04	282,6
Trvalá residence	medián	0,082	3,00E-04	273,2
Nekarcinogenní působení	maximum	0,271	3,00E-04	902,3
	minimum	0,000	3,00E-04	1,5

Náhodná ingestce	As	ADDmg/kg/d	RFD <sub>0</sub>	HQ <sub>0</sub>
Dělníci na stavbě	průměr	0,018	3,00E-04	60,6
Po dobu stavby	medián	0,018	3,00E-04	58,5
Nekarcinogenní působení	maximum	0,058	3,00E-04	193,3
	minimum	0,000	3,00E-04	0,3

Náhodná ingestce	As	ADDmg/kg/d	RFD <sub>0</sub>	HQ <sub>0</sub>
Dospělí obyvatelé	průměr	0,0091	3,00E-04	30,3
Po dobu stavby	medián	0,0088	3,00E-04	29,3
Nekarcinogenní působení	maximum	0,0290	3,00E-04	96,7
	minimum	0,0000	3,00E-04	0,2

Náhodná ingestce	As	ADDmg/kg/d	RFD <sub>0</sub>	HQ <sub>0</sub>
Děti 1-6 let	průměr	0,085	3,00E-04	282,6
Po dobu stavby	medián	0,082	3,00E-04	273,2
Nekarcinogenní působení	maximum	0,271	3,00E-04	902,3
	minimum	0,000	3,00E-04	1,5

Hazard quotient vyjadřující riziko nekarzinogenního působení arsenu při příjmu cestou náhodné ingestce, až na jednu minimální hodnotu, vysoce překračoval hodnotu 1. Nejvyšší hodnoty dosáhl pro senzitivní skupinu dětí od 1-6 let, nižší pro pracovníky na stavbě, nižší i pro trvale bydlící dospělé obyvatele. Pro hodnocení rizika po dobu výstavby jsme mohli použít pouze hodnoty, které jsme obdrželi od zadavatele, proto hodnoty dávky i rizika při stavbě jsou identické, jako při pobytu. Model budoucího znečištění během stavby nebyl k dispozici.

**Tab. 14.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého nekarzinogenního působení kadmia pro skupiny obyvatel a pracovníků při náhodné ingestci**

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000008	1,00E-04	0,0761
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000005	1,00E-04	0,0487
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000032	1,00E-04	0,3157
	minimum	0,000000	1,00E-04	0,0000
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6</b>	průměr	0,000071	1,00E-04	0,7103
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000045	1,00E-04	0,4547
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000295	1,00E-04	2,9467
	minimum	0,000000	1,00E-04	0,0000
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,000015	1,00E-04	0,1522
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000010	1,00E-04	0,0974
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000063	1,00E-04	0,6314
	minimum	0,000000	1,00E-04	0,0000
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000008	1,00E-04	0,0761
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000005	1,00E-04	0,0487
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000032	1,00E-04	0,3157
	minimum	0,000000	1,00E-04	0,0000
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,000071	1,00E-04	0,7103
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000045	1,00E-04	0,4547
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000295	1,00E-04	2,9467
	minimum	0,000000	1,00E-04	0,0000

**Kadmium.** Hazard quotient pro nekarzinogenní efekt kadmia, kdy je tento prvek přijímán zažívací cestou, většinou nepřekračuje hodnotu jedna. Ve skupině dětí od 1-6 let při maximální dávce, vycházející z nejvyšší hodnoty Cd v zemině (22,1mg/kg; u ID 299), je 2,9; ID 326 je s rizikem HQ= 1,03), individuální hodnocení z odebraných vzorků zemin je v tabulce 19 a 20.



**Tab. 15.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého nekarcinogenního působení mědi pro skupiny obyvatel a pracovníků při náhodné ingestci**

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000579	4,00E-02	0,0145
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000478	4,00E-02	0,0120
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,001518	4,00E-02	0,0380
	minimum	0,000051	4,00E-02	0,0013

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,005006	4,00E-02	0,1252
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,003535	4,00E-02	0,0884
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,014170	4,00E-02	0,3542
	minimum	0,000476	4,00E-02	0,0119

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,005400	4,00E-02	0,1350
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,004465	4,00E-02	0,1116
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,014170	4,00E-02	0,3542
	minimum	0,000476	4,00E-02	0,0119

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000579	4,00E-02	0,0145
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000478	4,00E-02	0,0120
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,001518	4,00E-02	0,0380
	minimum	0,000051	4,00E-02	0,0013

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,005400	4,00E-02	0,1350
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,004465	4,00E-02	0,1116
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,014170	4,00E-02	0,3542
	minimum	0,000476	4,00E-02	0,0119

**Měď.** Nekarcinogenní riziko mědi je nízké a pravděpodobně se při trvalém pobytu obyvatel ani při výstavbě komunikací neuplatní u žádné věkové skupiny obyvatel a ani u dělníků. Nejvyšší příjem Cu a relativně nejvyšší HQ byl odhadnut pro děti a pro dělníky.

**Tab. 16.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení olova pro skupiny obyvatel a pracovníků při náhodné ingestci**

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>o</sub></b>	<b>HQ<sub>o</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000240	0,000333	0,72
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000226	0,000333	0,68
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000573	0,000333	1,72
	minimum	0,000000	0,000333	0,00
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>o</sub></b>	<b>HQ<sub>o</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,002241	0,000333	6,72
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,002113	0,000333	6,34
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,005347	0,000333	16,04
	minimum	0,000000	0,000333	0,00
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>o</sub></b>	<b>HQ<sub>o</sub></b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,000480	0,000333	1,44
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000453	0,000333	1,36
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,001146	0,000333	3,44
	minimum	0,000000	0,000333	0,00
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>o</sub></b>	<b>HQ<sub>o</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000240	0,000333	0,72
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000226	0,000333	0,68
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000573	0,000333	1,72
	minimum	0,000000	0,000333	0,00
<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>o</sub></b>	<b>HQ<sub>o</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,002241	0,000333	6,72
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,002113	0,000333	6,34
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,005347	0,000333	16,04
	minimum	0,000000	0,000333	0,00

**Olovo.** Nekarcinogenní riziko olova je druhé nejvyšší hodnocené riziko pro děti. Je to dáno velmi nízkou guideline Světové zdravotnické organizace pro pitnou vodu. WHO v rámci stanovení hodnoty informuje o tom, že není dosud bezpečná hodnota, která při dlouhodobé expozici ochrání zdraví, hlavně dětí, při jejich duševním vývoji. U dospělých je HQ překročen u maximální koncentrace, u dětí při středních hodnotách a maximu, totéž po dobu stavby. Vyšší hodnoty překračující HQ =1, jsou též u dělníků na stavbě. V jednom případě hodnota olova ve vzorku Byla nulová. Pro děti je expozice olovu velmi vysoká, neměly by přicházet do kontaktu s kontaminovanou půdou.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

**Tab. 17.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení antimonu pro skupiny obyvatel, dospělých a dětí, a pracovníků při náhodné ingestci**

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Sb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí</b>	průměr	0,000050	4,0E-04	0,12
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000032	4,0E-04	0,08
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000254	4,0E-04	0,64
	minimum	0,000004	4,0E-04	0,01

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Sb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,000466	4,0E-04	1,17
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000295	4,0E-04	0,74
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,002373	4,0E-04	5,93
	minimum	0,000035	4,0E-04	0,09

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Sb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,000100	4,0E-04	0,25
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000063	4,0E-04	0,16
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000509	4,0E-04	1,3E+00
	minimum	0,000008	4,0E-04	0,02

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Sb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000050	4,0E-04	0,12
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000032	4,0E-04	0,08
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000254	4,0E-04	0,64
	minimum	0,000004	4,0E-04	0,01

<b>Náhodná ingestce</b>	<b>Sb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,000466	4,0E-04	1,17
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000295	4,0E-04	0,74
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,002373	4,0E-04	5,93
	minimum	0,000035	4,0E-04	0,09

**Antimon.** Pro dospělé trvalý pobyt na Kaňku pravděpodobně není spojen s rizikem onemocnění z expozice antimonu. Děti však při expozici a dávce maximální budou vystaveny vysokému riziku (HQ= 5,93), i průměrná hodnota přináší hazard quotient vyšší, než 1, průměr je ale ovlivněn přítomností vysoké koncentrace, která se všude nevyskytuje. Také skupina dělníků při práci v nejvyšších hodnotách kontaminace antimonem bude mít HQ vyšší, než 1, pokud se nebude kontaminovaná půda míchat s ostatní při práci, může jít o lokální problém.

**Tab. 18.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení zinku pro skupiny obyvatel a pracovníků při náhodné ingestci**

Náhodná ingestce	<b>Zn</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí</b>	průměr	0,001113	3,0E-01	0,0037
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000901	3,0E-01	0,0030
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,002864	3,0E-01	0,0095
	minimum	0,000164	3,0E-01	0,0005

Náhodná ingestce	<b>Zn</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,0103855	3,0E-01	0,0346
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,0084133	3,0E-01	0,0280
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,0267333	3,0E-01	0,0891
	minimum	0,0015333	3,0E-01	0,0051

Náhodná ingestce	<b>Zn</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,002225	3,0E-01	0,0074
<b>po dobu stavby</b>	medián	0,001803	3,0E-01	0,0060
<b>nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,005729	3,0E-01	0,0191
	minimum	0,000329	3,0E-01	0,0011

Náhodná ingestce	<b>Zn</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,001113	3,0E-01	0,0037
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000901	3,0E-01	0,0030
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,002864	3,0E-01	0,0095
	minimum	0,000164	3,0E-01	0,0005

Náhodná ingestce	<b>Zn</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD<sub>0</sub></b>	<b>HQ<sub>0</sub></b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,010385	3,0E-01	0,0346
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,008413	3,0E-01	0,0280
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,026733	3,0E-01	0,0891
	minimum	0,001533	3,0E-01	0,0051

**Zinek** je pro člověka nezbytným prvkem, který však při velmi vysokém příjmu může způsobit změny ve zdraví. Jeho referenční dávka je poměrně vysoká a tak v žádném případě kontaminace zinkem a její HQ nepřesahuje hodnotu 1. Riziko spojené s nechtěným perorálním příjmem Zn pravděpodobně neexistuje.

Protože jsme měli k dispozici data o kontaminaci 20 půdních vzorků z lokalit na Kaňku, odhadli jsme hodnoty rizika a HQ pro všechna tyto expoziční hodnoty a místa.(Tab.19 a 20) pro obyvatele.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

**Tab.19. : Nekarcinogenní zdravotní riziko náhodné ingesce As a kovů v půdě pro dospělého residenta trvale žijícího na konkrétním pozemku-individuální odhady**

	As HQ	Cd HQ	Cu HQ	Pb HQ	Sb HQ	Zn HQ
č.p.82	14,27	0,126	0,029	0,89		0,0071
MON20	10,08	0,037	0,009	0,55		0,0084
KHH-1	15,52	0,316	0,021	0,25		0,0095
KHH-14	62,86	0,069	0,013	0,67		0,0013
3	38,63	0,110	0,016	0,22		0,0060
304	53,83	0,014	0,009	1,18		0,0012
305	55,07	0,187	0,038	0,91		0,0079
306	96,67	0,054	0,011	1,14		0,0011
TK-248	17,24	0,044	0,008	0,35	0,02	0,0030
TK-249	23,05	0,031	0,008	0,60	0,04	0,0042
92286/2014	5,24	0,022	0,009	0,15	0,01	0,0011
31901	7,48	0,057	0,006	0,25	0,02	0,0013
15/302/376/2005-KH	44,76	0,008	0,019	1,84	0,64	0,0016
30482	1,44	0,010	0,001	0,23	0,02	0,0005
3342	0,16	0,019	0,002	0,28	0,02	0,0012
3343	0,20	0,021	0,003	0,24	0,03	0,0013
hřiště Kaňk	2,57	0,000	0,003	0,00	0,03	0,0016
TK-238	37,76	0,027	0,025	1,31	0,19	0,0045
TK-239	33,33	0,042	0,026	1,46	0,16	0,0050
TK-250	47,62	0,078	0,007	0,84	0,16	0,0034
TK-251	43,95	0,250	0,018	0,89	0,12	0,0067
391	25,20	0,153	0,028	1,70	0,13	0,0057
392	50,00	0,068	0,015	1,91	0,26	0,0024
393	39,86	0,084	0,023	1,36	0,15	0,0030

Nejvyšší hodnoty hazard quocientu vyjadřující nekarcinogenní riziko pro arsen pro dospělé, byly odhadnuty v desítkách (nejvíce HQ=96,7 na pozemku 306). Pouze ve dvou lokalitách byl HQ pro perorální riziko arsenu nižší, než 1. Kadmium a měď, zinek i antimon nepřekročily HQ=1. Na osmi místech došlo k překročení HQ=1 pro olovo. Antimon nebyl stanoven ve všech případech.

**Tab.20. : Nekarcinogenní zdravotní riziko náhodné ingesce As a kovů v půdě pro dítě 1-6 leté žijící na konkrétním pozemku individuální odhady**

ID		As HQ	Cd HQ	Cu HQ	Pb HQ	Sb HQ	Zn HQ
154	č.p.82	133,16	1,18	0,27	7,44		0,07
175	MON20	94,04	0,34	0,09	4,64		0,08
299	KHH-1	144,89	2,95	0,20	2,08		0,09
308	KHH-14	586,67	0,64	0,13	5,65		0,01
326	3	360,56	1,03	0,15	1,85		0,06
344	304	502,46	0,13	0,09	9,96		0,01
345	305	514,00	1,75	0,35	7,68		0,07
346	306	902,26	0,50	0,10	9,57		0,01
390	TK-248	160,89	0,41	0,07	2,91	0,23	0,03
391	TK-249	215,11	0,29	0,07	5,01	0,40	0,04
394	92286/2014	48,89	0,21	0,08	1,26	0,09	0,01
395	31901	69,78	0,53	0,06	2,13	0,17	0,01
402	15/302/376/2005-KH	417,78	0,07	0,18	15,46	5,93	0,01
403	30482	13,42	0,09	0,01	1,97	0,17	0,01
415	3342	1,51	0,17	0,02	2,32	0,18	0,01
416	3343	1,87	0,20	0,03	2,01	0,32	0,01
430	hřiště Kaňk	23,96	0,00	0,02	0,00	0,29	0,01
432	TK-238	352,44	0,25	0,23	11,05	1,74	0,04
433	TK-239	311,11	0,39	0,24	12,25	1,50	0,05
495	TK-250	444,44	0,73	0,07	7,05	1,51	0,03
496	TK-251	410,22	2,33	0,17	7,49	1,08	0,06
391	2509/22	235,20	1,43	0,26	14,25	1,23	0,05
392	2509/22	466,67	0,64	0,14	16,06	2,40	0,02
393	2509/22	372,00	0,78	0,21	11,41	1,41	0,03

Dlouhodobé působení arsenu v půdě vyjádřené hazard quocientem pro příjem náhodným požitím, se může pravděpodobně uplatnit u populační skupiny dětí, které zde trvale pobývají. Jsou vystaveny velmi vysokému riziku. Další nebezpečnou látkou je olovo, které se vyskytuje ve vysokých koncentracích a přináší významné zdravotní riziko pro děti, jímž je postižení duševního vývoje. Na šesti místech je kadmium, přinášející HQ větší, než jedna pro nekarcinogenní postižení pro děti v šesti případech.

Na osmi místech antimon přináší zdravotní riziko pro děti, HQ je větší, než jedna na osmi lokalitách.

Měď a zinek nejsou problémem.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



**Karcinogenní riziko spojené s náhodnou ingestí**

Pro výpočet rizika pravděpodobné karcinogenity jsem použili slope faktoru (SF<sub>o</sub>, slope factor oral); a odhadnuté celoživotní expoziční dávky LADD.

$$\text{ELCR} = \text{LADD} \times \text{SF}_o$$

$$\text{LADD} = \text{celoživotní dávka (70 let)}$$

$$\text{SF} = \text{slope faktor (směrnice přímky vyjadřující vztah dávka/účinek)}$$

Expoziční koncentrace As, jediného hodnoceného prvku, který má publikovanou jednotkovou hodnotu SF. Pro náš výpočet jsme použili a) hodnoty aritmetického průměru, mediánu, maxima a minima a b) pomocí vzorků získaných odběrem a analýzami půdy z míst, kde žijí.

Originály protokolů, vyjma posledních tří, provedených Dr. Hušpauerem, jsme neobdrželi. Předpokládáme že byly získány akreditovanými laboratořemi. SF jsme použili takto - pro orální vstup SF<sub>o</sub>, pro kožní vstup SF<sub>d</sub>.

Karcinogenní riziko při náhodném požití arsenu pro střední hodnoty obsahu arsenu a maximum vždy překračovaly doporučovanou hodnotu aditivního 1 onemocnění nádorem na milion. Nejvíce u dětí a trvale bydlících dospělých (Tab.21)

Relativně nejnižší zdravotní karcinogenní riziko bylo odhadnuto pro skupinu cca 10 dělníků v hodnotách E-4. Jejich expozice byla nejkratší.

Individuální únosná míra pravděpodobnosti onemocnění karcinomem je 1/milion u exponovaného v populaci o více, než sto obyvatelích. Individuální riziko karcinogenity u dětí je rovněž velmi vysoké.

U skupiny pracovníků, jejichž povrch těla je kryt osobními ochrannými pomůckami, kteří pracují 10 hodin denně po 107 dní a kterých je deset, je riziko ELCR pro osobu řádově v jednotkách na sto tisíc. Z hlediska velikosti exponované skupiny dělníků po dobu stavby je toto riziko možné. Individuální riziko je však vysoké.

**Tab.21.: Karcinogenní zdravotní riziko náhodné ingesce As v půdě pro dospělého residenta, dítě 1-6 leté a pracovníky při opravě komunikací, střední hodnoty, maximum, minimum**

<b>Náhodná ingesce</b>	<b>As</b>	<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>SFo</b>	<b>ELCR</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,00389	1,5	0,0058
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,00376	1,5	0,0056
<b>Karcinogenní působení</b>	maximum	0,01243	1,5	0,0186
	minimum	0,00002	1,5	0,0000

<b>Náhodná ingesce</b>	<b>As</b>	<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>SFo</b>	<b>ELCR</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,04240	1,5	0,0636
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,04097	1,5	0,0615
<b>Karcinogenní působení</b>	maximum	0,13534	1,5	0,2030
	minimum	0,00023	1,5	0,0003

<b>Náhodná ingesce</b>	<b>As</b>	<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>SFo</b>	<b>ELCR</b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,00008	1,5	0,0001
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,00007	1,5	0,0001
<b>Karcinogenní působení</b>	maximum	0,00024	1,5	0,0004
	minimum	0,0000004	1,5	0,0000

<b>Náhodná ingesce</b>	<b>As</b>	<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>SFo</b>	<b>ELCR</b>
<b>Dospělí v místě bydliště</b>	průměr	0,00013	1,5	0,0002
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,00013	1,5	0,0002
<b>Karcinogenní působení</b>	maximum	0,00041	1,5	0,0006
	minimum	0,0000007	1,5	0,0000

<b>Náhodná ingesce</b>	<b>As</b>	<b>LADDmg/kg/den</b>	<b>SFo</b>	<b>ELCR</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,01413	1,5	0,0212
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,01366	1,5	0,0205
<b>Karcinogenní působení</b>	maximum	0,04511	1,5	0,0677
	minimum	0,00008	1,5	0,0001

Odhadnuté karcinogenní riziko z arsenu, přijímaného perorálně, je extrémně vysoké pro ty, kteří zde trvale žijí, pro děti je extrémně vysoké a o řád vyšší, než pro dospělého obyvatele.

Pro pracovníky na stavbě je riziko relativně nejnižší. pro skupinu deseti osob v hodnotách jednotek na deset tisíc.

**Tab.22 : Karcinogenní zdravotní riziko náhodné ingesce As v půdě pro dospělého residenta a dítě 1-6 leté, žijící na konkrétních pozemcích**

ID		ELCR As dosp	ELCR As dítě
154	č.p.82	2,751E-03	2,996E-02
175	MON20	1,943E-03	2,116E-02
299	KHH-1	2,994E-03	3,260E-02
308	KHH-14	1,212E-02	1,320E-01
326	3	7,450E-03	8,113E-02
344	304	1,038E-02	1,131E-01
345	305	1,062E-02	1,156E-01
346	306	1,864E-02	2,030E-01
390	TK-248	3,324E-03	3,620E-02
391	TK-249	4,445E-03	4,840E-02
394	92286/2014	1,010E-03	1,100E-02
395	31901	1,442E-03	1,570E-02
402	15/302/376/2005-KH	8,633E-03	9,400E-02
403	30482	2,773E-04	3,020E-03
415	3342	3,122E-05	3,400E-04
416	3343	3,857E-05	4,200E-04
430	hřiště Kaňk	4,952E-04	5,392E-03
432	TK-238	7,283E-03	7,930E-02
433	TK-239	6,429E-03	7,000E-02
495	TK-250	9,184E-03	1,000E-01
496	TK-251	8,477E-03	9,230E-02
391	2509/22	4,860E-03	5,292E-02
392	2509/22	9,643E-03	1,050E-01
393	2509/22	7,687E-03	8,370E-02

Individuální karcinogenní zdravotní riziko pro dospělého (ELCR), vyjádřené pravděpodobností onemocnění, na pozemku s konkrétní kontaminací arsenem bylo odhadnuto, jako velmi vysoké. O řád vyšší bylo riziko pro děti.

**Dermální expozice**
**Tab. 23.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého nekarzinogenního působení arsenu pro skupiny obyvatel, dospělých a dětí, a pracovníků při dermální expozici**

Kožní expozice	As	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dospělí obyvatelé	průměr	0,00109	3,00E-04	3,62
Trvalá residence	medián	0,00105	3,00E-04	3,50
Nekarcinogenní působení	maximum	0,00347	3,00E-04	11,57
	minimum	0,00001	3,00E-04	0,02

Kožní expozice	As	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Děti 1-6 let	průměr	0,00712	3,00E-04	23,74
Trvalá residence	medián	0,00688	3,00E-04	22,95
Nekarcinogenní působení	maximum	0,02274	3,00E-04	75,79
	minimum	0,00004	3,00E-04	0,13

Kožní expozice	As	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dělníci na stavbě	průměr	0,0002623	3,00E-04	0,87
Po dobu stavby	medián	0,0002535	3,00E-04	0,85
Nekarcinogenní působení	maximum	0,0008374	3,00E-04	2,79
	minimum	0,0000014	3,00E-04	0,00

Kožní expozice	As	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dospělí obyvatelé	průměr	0,0011	3,00E-04	3,62
Po dobu stavby	medián	0,0011	3,00E-04	3,50
Nekarcinogenní působení	maximum	0,0035	3,00E-04	11,57
	minimum	0,00001	3,00E-04	0,02

Kožní expozice	As	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Děti 1-6 let	průměr	0,007	3,00E-04	23,74
Po dobu stavby	medián	0,007	3,00E-04	22,95
Nekarcinogenní působení	maximum	0,023	3,00E-04	75,79
	minimum	0,00004	3,00E-04	0,13

Vysoký obsah arsenu v půdě, i přes poměrně menší vstřebávání kůží, než v je v zažívacím traktu, přináší s sebou vysoké zdravotní nekarzinogenní riziko. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u dětí a

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

dospělých trvale bydlících osob. Práce s půdou při přestavbě komunikací, byla spojena s nižším rizikem, protože je předpokládáno, že u pracovníků existuje vybavení osobními ochrannými pomůckami, z velké části chránícími kůži. HQ je vždy vyšší, než 1.

**Tab. 24.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení kadmia pro skupiny obyvatel, dospělých a dětí, a pracovníků při dermální expozici**

<b>Kožní expozice</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,00000003	2,50E-06	0,0116
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,00000002	2,50E-06	0,0066
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00000013	2,50E-06	0,0504
	minimum	0,00000000	2,50E-06	0,0000
<b>Kožní expozice</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,00000019	2,50E-06	0,0757
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,00000011	2,50E-06	0,0435
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00000083	2,50E-06	0,3300
	minimum	0,00000000	2,50E-06	0,0000
<b>Kožní expozice</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,00000002	2,50E-06	0,0067
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,00000001	2,50E-06	0,0038
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00000007	2,50E-06	0,0292
	minimum	0,00000000	2,50E-06	0,0000
<b>Kožní expozice</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,00000003	2,50E-06	0,0116
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,00000002	2,50E-06	0,0066
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00000013	2,50E-06	0,0504
	minimum	0,00000000	2,50E-06	0,0000
<b>Kožní expozice</b>	<b>Cd</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,00000019	2,50E-06	0,0757
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,00000011	2,50E-06	0,0435
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00000083	2,50E-06	0,3300
	minimum	0,00000000	2,50E-06	0,0000

Kadmium , přijaté kožní cestou, nebude přinášet pravděpodobně příliš vysoké zdravotní riziko, HQ nepřesahuje u žádné skupiny 1.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

**Tab. 25.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení mědi pro skupiny obyvatel, dospělých a dětí, a pracovníků při dermální expozici**

<b>Kožní expozice</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,00000214	6,67E-02	0,00003
<b>Trvalá residence</b>	2,1403E-06	0,00000151	6,67E-02	0,00002
<b>Nekarcinogenní působení</b>	1,5114E-06	0,00000606	6,67E-02	0,00009
	6,0575E-06	0,00000020	6,67E-02	0,00000

  

<b>Kožní expozice</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,0000140	6,67E-02	0,00021
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,0000099	6,67E-02	0,00015
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,0000397	6,67E-02	0,00060
	minimum	0,0000013	6,67E-02	0,00002

  

<b>Kožní expozice</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,0000012	6,67E-02	0,00002
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,0000009	6,67E-02	0,00001
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,0000035	6,67E-02	0,00005
	minimum	0,0000001	6,67E-02	0,00000

  

<b>Kožní expozice</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,0000021	6,67E-02	0,00003
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,0000015	6,67E-02	0,00002
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,0000061	6,67E-02	0,00009
	minimum	0,0000002	6,67E-02	0,00000

  

<b>Kožní expozice</b>	<b>Cu</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,0000140	6,67E-02	0,00021
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,0000099	6,67E-02	0,00015
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,0000397	6,67E-02	0,00060
	minimum	0,0000013	6,67E-02	0,00002

Kontakt se zemínou, kontaminovanou mědí, nepřinese pravděpodobně žádné zdravotní riziko pro žádnou exponovanou populační skupinu



**Tab. 26.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení olova pro skupiny obyvatel, dospělých, dětí a pracovníků při dermální expozici**

<b>Kožní expozice</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000001	3,33E-04	0,002874
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000001	3,33E-04	0,002710
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000002	3,33E-04	0,006857
	minimum	0,000000	3,33E-04	0,000000

<b>Kožní expozice</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,000006	3,33E-04	0,018821
<b>Trvalá residence</b>	medián	0,000006	3,33E-04	0,017752
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000015	3,33E-04	0,044912
	minimum	0,000000	3,33E-04	0,000000

<b>Kožní expozice</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dělníci na stavbě</b>	průměr	0,00000023	3,33E-04	0,000693
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,00000022	3,33E-04	0,000654
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,00000055	3,33E-04	0,001654
	minimum	0,00000000	3,33E-04	0,000000

<b>Kožní expozice</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Dospělí obyvatelé</b>	průměr	0,000001	3,33E-04	0,002874
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000001	3,33E-04	0,002710
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000002	3,33E-04	0,006857
	minimum	0,000000	3,33E-04	0,000000

<b>Kožní expozice</b>	<b>Pb</b>	<b>ADDmg/kg/d</b>	<b>RFD derm</b>	<b>HQ</b>
<b>Děti 1-6 let</b>	průměr	0,000006	3,33E-04	0,018821
<b>Po dobu stavby</b>	medián	0,000006	3,33E-04	0,017752
<b>Nekarcinogenní působení</b>	maximum	0,000015	3,33E-04	0,044912
	minimum	0,000000	3,33E-04	0,000000

Expozice olovu kožní cestou pravděpodobně nebude přinášet vysoké riziko a tedy i hazard index. Nejvyšší je ale u dětí, ale nepřesahuje 1.

**Tab. 27.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení antimonu pro skupiny obyvatel, dospělých a dětí, a pracovníků při dermální expozici**

Kožní expozice	Sb	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dospělí obyvatelé	průměr	0,00000018	6,00E-05	0,003
Trvalá residence	medián	0,00000005	6,00E-05	0,001
Nekarcinogenní působení	maximum	0,00000101	6,00E-05	0,017
	minimum	0,00000002	6,00E-05	0,000

Kožní expozice	Sb	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Děti 1-6 let	průměr	0,00000012	6,00E-05	0,020
Trvalá residence	medián	0,00000004	6,00E-05	0,006
Nekarcinogenní působení	maximum	0,00000066	6,00E-05	0,111
	minimum	0,00000001	6,00E-05	0,002

Kožní expozice	Sb	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dělníci na stavbě	průměr	0,00000001	6,00E-05	0,002
Po dobu stavby	medián	0,00000000	6,00E-05	0,001
Nekarcinogenní působení	maximum	0,00000006	6,00E-05	0,010
	minimum	0,00000000	6,00E-05	0,000

Kožní expozice	Sb	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dospělí obyvatelé	průměr	0,00000002	6,00E-05	0,003
Po dobu stavby	medián	0,00000001	6,00E-05	0,001
Nekarcinogenní působení	maximum	0,00000010	6,00E-05	0,017
	minimum	0,00000000	6,00E-05	0,000

Kožní expozice	Sb	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Děti 1-6 let	průměr	0,00000012	6,00E-05	0,020
Po dobu stavby	medián	0,00000004	6,00E-05	0,006
Nekarcinogenní působení	maximum	0,00000066	6,00E-05	0,111
	minimum	0,00000001	6,00E-05	0,002

Antimon přijímaný kožní cestou nebude přinášet žádné vysoké zdravotní riziko. Hazard quotient nepřesahuje 1. Relativně nejvyšší je při maximálním obsahu v půdě pro dítě při dlouhodobé expozici.

**Tab. 28.: Pravděpodobné zdravotní riziko dlouhodobého působení zinku pro skupiny obyvatel, dospělých a dětí, a pracovníků při dermální expozici**

Kožní expozice	Zn	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dospělí obyvatelé	průměr	4,4E-06	3,00E-01	0,00001
Trvalá residence	medián	3,6E-06	3,00E-01	0,00001
Nekarcinogenní působení	maximum	1,1E-05	3,00E-01	0,00004
	minimum	6,6E-07	3,00E-01	0,00000

Kožní expozice	Zn	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Děti 1-6 let	průměr	2,9E-05	3,0E-01	0,00010
Trvalá residence	medián	2,4E-05	3,0E-01	0,00008
Nekarcinogenní působení	maximum	7,5E-05	3,0E-01	0,00025
	minimum	4,3E-06	3,0E-01	0,00001

Kožní expozice	Zn	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dělníci na stavbě	průměr	2,6E-06	3,0E-01	0,00001
Po dobu stavby	medián	2,1E-06	3,0E-01	0,00001
Nekarcinogenní působení	maximum	6,6E-06	3,0E-01	0,00002
	minimum	3,8E-07	3,0E-01	0,00000

Kožní expozice	Zn	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Dospělí obyvatelé	průměr	4,4E-06	3,0E-01	0,00001
Po dobu stavby	medián	3,6E-06	3,0E-01	0,00001
Nekarcinogenní působení	maximum	1,1E-05	3,0E-01	0,00004
	minimum	6,6E-07	3,0E-01	0,00000

Kožní expozice	Zn	ADDmg/kg/d	RFD derm	HQ
Děti 1-6 let	průměr	2,9E-05	3,0E-01	0,00010
Po dobu stavby	medián	2,4E-05	3,0E-01	0,00008
Nekarcinogenní působení	maximum	7,5E-05	3,0E-01	0,00025
	minimum	4,3E-06	3,0E-01	0,00001

Zinek v půdě nebude přinášet téměř žádné zdravotní riziko pro žádnou populační skupinu při příjmu dermální cestou.

**Tab.29 :Zdravotní riziko chronického nekarcinogenního působení arsenu a kovů z kontaminované zeminy na konkrétním pozemku -kožní expozice-dospělí rezidenti**

ID		Hazard quocient					
		As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
154	č.p.82	1,707726	0,020178	0,000069	0,003182		0,000028
175	MON20	1,206120	0,005837	0,000022	0,001984		0,000033
299	KHH-1	1,858200	0,050388	0,000051	0,000890		0,000038
308	KHH-14	7,524000	0,010944	0,000032	0,002414		0,000005
326	3	4,624199	0,017533	0,000039	0,000791		0,000024
344	304	6,443987	0,002280	0,000023	0,004257		0,000005
345	305	6,591999	0,029914	0,000091	0,003281		0,000032
346	306	11,571519	0,008573	0,000025	0,004092		0,000004
390	TK-248	2,063400	0,006977	0,000019	0,001243	0,000116	0,000012
391	TK-249	2,758800	0,004948	0,000018	0,002140	0,000205	0,000017
394	92286/2014	0,627000	0,003580	0,000021	0,000539	0,000046	0,000004
395	31901	0,894900	0,009120	0,000015	0,000909	0,000086	0,000005
402	15/302/376/2005-KH	5,358000	0,001277	0,000045	0,006607	0,003047	0,000006
403	30482	0,172140	0,001573	0,000003	0,000844	0,000086	0,000002
415	3342	0,019380	0,002964	0,000005	0,000991	0,000092	0,000005
416	3343	0,023940	0,003420	0,000007	0,000861	0,000163	0,000005
430	hřiště Kaňk	0,307350	0,000000	0,000006	0,000000	0,000148	0,000006
432	TK-238	4,520100	0,004355	0,000060	0,004724	0,000895	0,000018
433	TK-239	3,990000	0,006635	0,000061	0,005238	0,000770	0,000020
495	TK-250	5,700000	0,012403	0,000018	0,003013	0,000775	0,000013
496	TK-251	5,261100	0,039900	0,000044	0,003201	0,000553	0,000027
391	2509/22	3,016440	0,024396	0,000067	0,006094	0,000632	0,000023
392	2509/22	5,985000	0,010921	0,000036	0,006864	0,001232	0,000009
393	2509/22	4,770900	0,013406	0,000054	0,004878	0,000726	0,000012

V osmnácti expozičních lokalitách bude pravděpodobně existovat dlouhodobé riziko z kožní expozice arsenu pro dospělé , vyjádřené HQ bude vyšší, než 1. Cd, Pb, Sb, Cu a Zn při kožním příjmu nebudou přinášet zdravotní riziko, které by přesáhlo HQ=1.

**Tab.30.: Zdravotní riziko chronického nekarcinogenního působení arsenu a kovů z kontaminované zeminy na konkrétním pozemku -kožní expozice-děti 1-6 let**

Hazard quotient

ID		As	Cd	Cu	Pb	Sb	Zn
154	č.p.82	2,396808	0,009912	0,000034	0,001563		0,000014
175	MON20	1,692800	0,002867	0,000011	0,000975		0,000016
299	KHH-1	2,608000	0,024752	0,000025	0,000437		0,000019
308	KHH-14	10,560000	0,005376	0,000016	0,001186		0,000003
326	3	6,490104	0,008613	0,000019	0,000388		0,000012
344	304	9,044192	0,001120	0,000011	0,002091		0,000002
345	305	9,251928	0,014694	0,000045	0,001612		0,000016
346	306	16,240728	0,004211	0,000012	0,002010		0,000002
390	TK-248	2,896000	0,003427	0,000009	0,000610	0,000317	0,000006
391	TK-249	3,872000	0,002430	0,000009	0,001051	0,000560	0,000008
394	92286/2014	0,880000	0,001758	0,000010	0,000265	0,000124	0,000002
395	31901	1,256000	0,004480	0,000007	0,000446	0,000233	0,000003
402	15/302/376/2005-KH	7,520000	0,000627	0,000022	0,003246	0,008307	0,000003
403	30482	0,241600	0,000773	0,000001	0,000415	0,000233	0,000001
415	3342	0,027200	0,001456	0,000002	0,000487	0,000252	0,000002
416	3343	0,033600	0,001680	0,000003	0,000423	0,000443	0,000003
430	hřiště Kaňk	0,431368	0,000000	0,000003	0,000000	0,000403	0,000003
432	TK-238	6,344000	0,002139	0,000029	0,002321	0,002441	0,000009
433	TK-239	5,600000	0,003259	0,000030	0,002573	0,002100	0,000010
495	TK-250	8,000000	0,006093	0,000009	0,001480	0,002114	0,000007
496	TK-251	7,384000	0,019600	0,000022	0,001572	0,001507	0,000013
391	2509/22	4,233600	0,011984	0,000033	0,002993	0,001722	0,000011
392	2509/22	8,400000	0,005365	0,000017	0,003372	0,003360	0,000005
393	2509/22	6,696000	0,006586	0,000027	0,002396	0,001979	0,000006

Pro děti 1-6leté budou individuální hodnoty arsenu v půdě na jednotlivých pozemcích při dermální expozici přinášet zdravotní riziko pro děti vyšší, než u dospělých. Výjimečně je HQ nižší, než 1. Pro ostatní prvky je související zdravotní riziko přinášené kožní cestou velmi malé, podobně jako u dospělých.

#### Karcinogenita arsenu, přijímaného kůží

Kožní vstup do organismu u dospělých bude u arsenu přinášet možnost karcinogenního zdravotního rizika. Pouze pro residenční scénář dětí bude riziko nejvyšší, nebude ale tak vysoké, jako riziko

spojené s orálním příjmem. Karcinogenní riziko pro dospělé bude též překračovat hodnotu jednoho aditivního nádorového onemocnění na milion.

**Tab.31.: Zdravotní riziko karcinogenního působení arsenu při kožním příjmu pro dospělé a děti trvale žijící na Kaňku, pro pracovníky a pro obyvatele v době prací.**

Kožní expozice	As	LADDmg/kg/d	SF derm	ELCR
Dospělí obyvatelé	průměr	0,0004661	1,50E+00	6,99E-04
Trvalá residence	medián	0,0004504	1,50E+00	6,76E-04
Karcinogenní působení	maximum	0,0014878	1,50E+00	2,23E-03
	minimum	0,0000025	1,50E+00	3,74E-06

Kožní expozice	As	As	SF derm	ELCR
Děti 1-6 let	průměr	0,0035612	1,50E+00	5,34E-03
Trvalá residence	medián	0,0034418	1,50E+00	5,16E-03
Karcinogenní působení	maximum	0,0113685	1,50E+00	1,71E-02
	minimum	0,0000190	1,50E+00	2,86E-05

Kožní expozice	As	As	SF derm	ELCR
Dělníci po dobu stavby	průměr	0,0000037	1,50E+00	5,62E-06
Karcinogenní působení	medián	0,00000362	1,50E+00	5,43E-06
	maximum	0,00001196	1,50E+00	1,79E-05
	minimum	0,00000002	1,50E+00	3,01E-08

Kožní expozice	As	As	SF derm	ELCR
Dospělí v místě bydliště	průměr	0,0000076	1,50E+00	1,14E-05
Po dobu stavby	medián	0,0000074	1,50E+00	1,11E-05
Karcinogenní působení	maximum	0,0000244	1,50E+00	3,65E-05
	minimum	0,0000000	1,50E+00	6,12E-08

Kožní expozice	As	As	SF derm	ELCR
Děti 1-6 let	průměr	0,0003480	1,50E+00	5,22E-04
Po dobu stavby	medián	0,0003363	1,50E+00	5,04E-04
Karcinogenní působení	maximum	0,0011109	1,50E+00	1,67E-03
	minimum	0,0000019	1,50E+00	2,79E-06

Nejohroženější populační skupinou i u uplatnění karcinogenity arsenu vstupujícího do organismu kůží, jsou opět děti, zejména v místě nejvyšší kontaminace. Dělníci na stavbě jsou na tom relativně lépe, protože jejich tělesný povrch je chráněn před kontaminací povinnými ochrannými pomůckami.



**Tab.32.: Zdravotní riziko karcinogenního uplatnění arsenu při kožním vstupu do organismu pro dospělé a děti trvale bydlící na konkrétním pozemku**

ID		ELCR As dospělý	ELCR As dítě 1-6let
154	č.p.82	0,0003	0,0111
175	MON20	0,0002	0,0068
299	KHH-1	0,0004	0,0095
308	KHH-14	0,0015	0,0097
326	3	0,0009	0,0171
344	304	0,0012	0,0030
345	305	0,0013	0,0041
346	306	0,0022	0,0009
390	TK-248	0,0004	0,0013
391	TK-249	0,0005	0,0079
394	92286/2014	0,0001	0,0003
395	31901	0,0002	0,0000
402	15/302/376/2005-KH	0,0010	0,0000
403	30482	0,0000	0,0005
415	3342	0,0000	0,0067
416	3343	0,0000	0,0059
430	hřiště Kaňk	0,0001	0,0084
432	TK-238	0,0009	0,0078
433	TK-239	0,0008	0,0044
495	TK-250	0,0011	0,0088
496	TK-251	0,0011	0,0078
391	2509/22	0,0006	0,0044
392	2509/22	0,0012	0,0088
393	2509/22	0,0010	0,0070

Kožní karcinogenní riziko pro dospělé i dětské obyvatele související s arsenem přijatým dermálně, předčí řádově přijatelnou hodnotu jednoho onemocnění na milion. U dětí je řádově vyšší, než u dospělých.

## 7. Hodnocení nejistot

- Pro hodnocení zdravotního rizika jsme měli k dispozici dvacet tři analýz vzorků odebraných v různém čase. S určitou nejistotou jsme je použili. Neměli jsme k dispozici, kromě protokolů o odběrech a analýzách Dr. Hušpauera, další doprovodné protokoly k analýzám. Naše hodnocení vychází z předpokladu, že všechny analýzy proběhly podle norem, s akreditací, se

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

zajištěním kontroly kvality. Není pochyby o tom, že kontaminace arsenem a také olovem je velmi vysoká.

2. Nerozlišovali jsme, o jaké pozemky, které reprezentovaly analyzované GIS hodnoty, se jedná. Zda je to území s vyústěním štoly, rozvlečenou hlušinou, vyústění rudonosné vrstvy, zaplavované území důlní vodou s rozpuštěnými kontaminanty. Uvažovali jsme vše, jako území, kde se trvale bydlí. Data jsme zpracovali, jako soubor reprezentovaný mediánem, průměrem, maximem a minimem. Všechny hodnoty z jednotlivých vrtů jsme vyhodnotili také individuálně. Viz tabulky.
3. Neznáme, v jaké chemické podobě se arsen i ostatní prvky vyskytují. Může docházet během času k fyzikálně chemickým změnám a tím se mění i biologická dostupnost toxických prvků, které se mohou vyskytovat v různých formách. U arsenu při analýzách půdy nebyla provedena speciace, která by pomohla k odstranění nejistot.
4. Pro hodnocení zdravotního rizika olova nejsou publikovány referenční hodnoty. Je to dáno obavami z vysoké toxicity olova pro děti. Na Kaňku žijí rodiny s malými dětmi, proto hodnocení zdravotního rizika z olova jsme považujeme za prioritní. Olovo perzistuje v organismu, na rozdíl od arsenu, dlouho. Proto jsme museli odvodit referenční dávku od existujících doporučených hodnot WHO z limitů pro pitnou vodu. Tyto limity jsou považovány více méně za „technické“, stanovitelné a udržitelné, zdraví však chránící s velkou nejistotou. Olovo je významná toxická látka, která ovlivňuje duševní a nervový vývoj dětí. Doufáme, že jsme volili spíše přísnější přístup.
5. Bylo těžké hodnotit dostupnost toxických látek pro organismus při běžném životě obyvatel. Dvě epidemiologické studie, které proběhly za účasti obyvatel Kaňku, nám daly odpovědi na určité otázky, snižující nejistotu. Arsen byl evidentně vylučován močí, tj. byl vstřebán a metabolizován a vyloučen, v několika případech překračoval u obyvatel zákonné limity pro pracovníky. Dochází k reálné expozici arsenem, ten je přítomen v rozpustné podobě a lze ho požit s půdou, prachem, zeleninou, ovocem, produkty, cestou kožní i alimentární tolik, aby existovalo pravděpodobně vysoké zdravotní riziko. Biologická dostupnost pravděpodobně nebude všude stejná, ale že se arsen nevstřebává, rozhodně nelze zaručit.
6. K hodnocení jsme využili standardních scénářů expozice pro pracovníky na stavbě, s doporučeními jednotlivých parametrů expozice. Projektanty popsaná délka činnosti byla 107 dní v jednom roce, denní práce byla 10 hodin a práce na stavbě probíhaly i o weekendech. Nedostali jsme k dispozici informaci, jak se bude výstavba posouvat vpřed, jak bude velká plocha rozdružená a rozkopaná půdy, co se bude dít za dešťů a naopak za sucha, jak se budou, nebo nebudou střídat pracovníci.
7. U dětí do šesti let jsme použili publikovanou (5) průměrnou délku pobytu tři roky. Expozici jsme rovněž uvažovali 365 denní. Pobyt vně a uvnitř domovů jsme nespecifikovali. Předpokládali jsme, že domácí prach je většinou zavlečený z venku a má tedy podobné složení, jako okolní zemina. Víme, že kontaminace se přináší do obydlení a arsen se zde vyskytuje poměrně vysokém množství (Viz Pilotní studie z roku 2015)..
8. Pro kompletní hodnocení zdravotního rizika, kdy toxické látky se dostávají všemi cestami do organismu, by mělo být k dispozici i měření kvality ovzduší, nebo model kvalitu určující a předpovídající. Dýchací cestou je ale přijímáno minimální množství arsenu a dalších

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

toxických látek ve srovnání se zažívacím systémem. Pro hodnocení rizika pro pracovníky jsme provedli odhad rizikovitosti práce. Přepočítali jsme průměrnou denní dávku, přijatou zažívací cestou na dávku inhalovanou, koeficienty vstřebávání jsme nepoužili. Výslednou hodnotu jsme přepočítali na expoziční koncentraci, která by pravděpodobně existovala při rovnocenném inhalačním riziku. Pro arsen při mediánové a maximální hodnotě došlo k překročení PEL z Nařízení vlády 361/2007 Sb. pro arsen 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Totéž jsme provedli pro olovo, výsledná koncentrace byla nízká a hodnoty PEL nedosáhla.

9. Nemohli jsme hodnotit karcinogenní efekt, způsobený kadmíem, olovem a antimonem, nejsou známy vztahy dávky a účinku (slope faktory)
10. Použili jsme expoziční scénář pro děti z Metodického pokynu MŽP z Věstníku č.11/2011, dále jsme ale nerozlišovali období vývoje dítěte v kojeneckém a batolecím věku. Hodnocení karcinogenity pro děti by patrně bylo ještě poněkud horší.
11. Expoziční podmínky, které jsme použili pro skupinu pracovníků, jsme využili z publikace Metodického pokynu MŽP, kde je předpoklad přísného používání osobních ochranných pomůcek při práci.

## 8. Závěr, doporučení, opatření, řízení rizika

Shrneme-li naše hodnocení, musíme se vyjádřit k nejzávažnějším kontaminantům zeminy na Kaňku a ohroženým populačním skupinám. Nekarcinogenní působení a možnost existence rizika je vyjádřena HQ, hazard quotientem. Pokud bude hazard quotient na základě koncentrace v půdě větší, než jedna, existuje pravděpodobně zdravotní riziko nekarcinogenního působení. Pokud bude HQ větší, než 5, US EPA doporučuje provést opatření ke snížení zdravotního rizika.

**Tab.33: Populační skupiny obyvatel nejvíce exponované arsenem při mediánu a maximu expozice a jejich pravděpodobné nekarcinogenní a karcinogenní zdravotní riziko**

Nejvíce exponovaná skupina	kontaminant	Nekarcinogenní působení		Karcinogenita	
		Náhodná ingesce	Kožní expozice	Náhodná ingesce	Kožní expozice
	Arsen	HQo	HQd	ELCR	ELCR
Trvalá residence dospělý	medián expozice	23,0	2,76	4,44E-03	5,32E-04
	maximum expozice	96,7	11,57	1,86E-02	2,23E-03
Trvalá residence dítě 1-6 let	medián expozice	215,11	7,52	4,84E-02	4,07E-03
	maximum expozice	902,26	31,56	2,03E-01	1,71E-02

Skupina dětí do šesti let, které zde trvale bydlí, je pravděpodobně ohrožená arsenem, uplatňujícím se zažíváním, nejvíce. Příjem expozice je vysoký náhodnou ingescí, řádově nižší cestou kožní. O něco

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

méně se uplatní arsen u dospělých osob, trvale žijících na Kaňku. Hazard quotient u dětí překračuje hodnotu 1 o dva řády, u dospělých o řád. Expozice kůží pro dospělé i děti při trvalém bydlení pravděpodobně také překračuje únosnou míru rizika při HQ=1.

Byla odhadnuta vysoká karcinogenita arsenu v půdě pro dospělé obyvatele a zejména pro děti. Náš odhad koliduje s únosnou mírou individuálního rizika ELCR= jedno onemocnění na jeden milion. Dospělí obyvatelé a děti byli vystaveni karcinogennímu riziku arsenu řádově více, než dělníci.

Skupina pracovníků (10 osob) je vystavena karcinogennímu riziku v jednotkách na deset až sto tisíc. Dělníci, kteří budou pracovat na stavbě, jsou druhou nejvíce ohroženou populační skupinou, chronickým působením arsenu. Podkladem je vysoká expozice arsenem v kontaminované půdě zažívací cestou. Kůží budou přijímat arsen podstatně méně

**Tab.34: Skupina dělníků exponovaná arsenem po dobu stavby při mediánu a maximu expozice a pravděpodobné nekarcinogenní a karcinogenní riziko**

Nejvíce exponovaná skupina	Nekarcinogenní působení			Karcinogenita	
	kontaminant	Náhodná ingesce	Kožní expozice	Náhodná ingesce	Kožní expozice
	Arsen	HQo	HQd	ELCR	ELCR
Dělníci na stavbě	medián expozice	46,10	0,67	8,69E-05	4,28E-06
	maximum expozice	193,34	2,79	3,64E-04	1,79E-05

**Tab.35: Extrapolace expoziční dávky per os na dávku vdechnutou a na expoziční inhalovanou koncentraci**

kontaminant	Náhodná ingesce	Inhalace
Arsen	ADDo	konc.air (mg/m3)
medián expozice	0,01	0,12
maximum expozice	0,06	0,49
PEL*		0,1

\* PEL =přípustný expoziční limit podle Nařízení vlády 361/2007 Sb.

Expoziční dávku přijatou požitím u dělníků jsme přepočítali na koncentraci, které by mohli být dělníci exponováni, kdyby stejná dávka byla inhalována. Při maximální expozici by docházelo k pětinasobnému překročení limitní hodnoty. Nařízení vlády 361/2007 Sb. připouští i jinou cestu expozice toxické látky na pracovišti, než je cesta inhalační, cestu zažívací i kožní.

Doporučujeme provést cílená opatření pro ochranu pracovníků při rizikové práci podle zákona 258/2000 Sb., Zákoníku práce Vyhlášky 107/2013Sb. Nařízení 361/2007 Sb.

**Tab.36: Maximální koncentrace kadmia a hazard quocient pro perorální a kožní příjem u dítěte 1-6 letého**

Nejvíce exponovaná skupina	kontaminant	Náhodná ingesce	Kožní expozice
	<b>Kadmium</b>	<b>HQo</b>	<b>HQd</b>
<b>Trvalá residence dítě 1-6 let</b>	maximum expozice	2,95	0,33

Kadmium se nevyskytovalo v půdě plošně, pouze maximální hodnota přinesla nekarcinogenní zdravotní riziko pro děti, jehož výše koliduje s hodnotou HQ =1.

**Tab37: Populační skupiny obyvatel nejvíce exponované olovem při mediánu a maximu expozice a jejich pravděpodobné nekarcinogenní riziko**

Nekarcinogenní působení			
Nejvíce exponovaná skupina	kontaminant	Náhodná ingesce	Kožní expozice
	<b>Olovo</b>	<b>HQo</b>	<b>HQd</b>
<b>Trvalá residence dospělý</b>	maximum expozice	1,65	0,007
<b>Děti 1-6 let</b>	medián expozice	5,00	0,014
	maximum expozice	15,44	0,043
<b>Dělníci na stavbě</b>	medián expozice	1,07	0,001
	maximum expozice	3,31	0,002

Olovo v půdě nejvíce ohrožuje skupinu dětí. Při hodnocení mediánem koncentrace a maximem dosahuje HQo při orálním příjmu hodnoty 1, resp. 5 , kožní příjem je minimální. Olovo se nevyskytuje plošně, ale je velmi nebezpečné pro vyvíjející se organismus dítěte a jeho nervový systém. HQ je vyšší, než jedna též pro dělníky a pro dospělé, pokud by byli vystaveni maximální hodnotě.

I pro olovo jsme extrapolovali dávku na inhalační koncentraci, limitní hodnota PEL pro pracoviště by nebyla překročena.

**Tab.38: Extrapolace dávky per os na dávku vdechnutou a na inhalovanou koncentraci**

kontaminant	Náhodná ingesce	
<b>Olovo</b>	<b>ADDo</b>	konc.air (mg/m3)
medián expozice	0,000357	0,00375
maximum expozice	0,001103	0,01158
PEL		0,05

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

práce s kontaminovanou zemínou olovem by riziková pravděpodobně nebyla.

\* PEL =přípustný expoziční limit Nařízení vlády 361/2007 Sb.

Antimon nebyl v půdních vzorcích vždy analyzován. Hazard quotient =1 byl překročen pouze při průměrné a maximální koncentraci v půdě pro děti, kde dosáhl hodnoty vyšší, než 5. Hodnota =1 byla překročena u dělníků.

Pro měď a zinek byly nacházeny v půdě velmi vysoké hodnoty, ale vzhledem k vysokým referenčním hodnotám a nezbytnosti obou prvků pro lidský organismus nezpůsobovaly kontaminanty pravděpodobně žádné riziko.

**Tab.39: Nejvíce ohrožené skupiny expozicí antimonem-děti do 6 let a dělníci na stavbě.**

Nekarcinogenní působení			
Nejvíce exponovaná skupina	kontaminant	Náhodná ingesce	Koží expozice
Děti 1-6 let	Antimon	HQo	HQd
	průměr expozice	1,05	0,02
	maximum expozice	5,93	0,11
Dělníci na stavbě	maximum expozice	1,27	0,0041

**Obyvatelé Kaňku** jsou vysoce exponováni plošné kontaminaci arsenem, méně olovem, méně kadmíem a antimonem. Ještě více je exponovaná skupina dětí, je ohroženější, protože není ukončen vývoj jejich organismu. Pravděpodobná zdravotní rizika arsenu a olova jsou velmi vysoká. Při dlouhodobém působení arsenu jsou nacházeny obecné kožní změny, jde o hyperpigmentaci a palmární a plantární hyperkeratózy. Současně vzniká zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění, poškození periferních cév, dýchacích nemocí, diabetes a neutropenie. Účinná léčba chronické otravy arsenem dosud neexistuje(17). Olovo omezuje zejména duševní vývoj dítěte

## Opatření pro obyvatele a jejich děti

- konečné odstranění starých zátěží-opuštěných důlních děl na základě vytvoření a plnění programu podle platné legislativy, zajištění monitoringu a dalších povinností ze zákona 157/2009 Sb.,o Nakládání s těžebním odpadem. V tomto smyslu řešit územní plán. Navázat na Usnesení vlády ČR č. 538/2002 o řízení ovlivňování životního prostředí starou důlní činností V KH a okolí, které se v minulosti snažilo problém řešit.
- současná oprava komunikace Ke Gruntě a Vavřínecká je žádoucí pořízení bezprašných cest na Kaňku, které lze považovat za zlepšující opatření, při stavbě však musí být brán ohled na kontaminovanou půdu a neumísťovat ji tam, kde dosud nebyla kontaminace významná. Tím se kontaminace zvyšuje (!) a zhoršuje se životní prostředí pro obyvatele, které se mělo opravou komunikace zvelebit. Úložná místa a jejich „pohyb“ v rámci stavby musí být posouzeny podle výše uvedeného zákona. Těžební odpad svým obsahem arsenu odpovídá

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023



odpadu nebezpečnému, není však takto kategorizován. Doporučujeme realizovat průběžný monitoring toxických látek v zemině.

- definitivní pokrytí povrchu obytného území, kde probíhá běžný život, vrstvou nekontaminované zeminy, nebo porostu bránícímu přímému kontaktu člověka s půdou
- zamezení vyplavování kontaminantů z odvalů, zamezení přemísťování zbytků důlních děl včetně rozvlečené zeminy, udržování neporušenosti povrchů
- pěstování květin ano, ale zeleniny jen na novém kompostu odpovídající kvality
- malá domácí hospodářská zvířata by se měla žít jen granulemi, nehrabat a nepást se
- studny by se neměly využívat, voda není ani pitná, ani vhodná na zalévání
- pokud budou obyvatelé opravovat historické, nebo své budovy na Kaňku, pak v osobních ochranných pomůckách a s dostatečnou hygienou při práci, doma oděvem a botami nekontaminovat prostředí ostatním členům rodiny

**Dělníci** musí být informováni o rizicích, které souvisejí s jejich prací na Kaňku. Podle informace projektanta budou pracovat na Kaňku cca 107 dní (popis činnosti jsem neobdržela, má být součástí výběrového řízení), budou vystaveni zdravotnímu riziku.

Jich činnost by měla být zařazena do kategorie prací podle Vyhlášky 107/2013 Sb., kterou se mění vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií včetně všech souvisejících povinností zaměstnavatele, jako je realizace biologických expozičních testů na expozici arsenu (konec týdne) a další povinnosti ze Zákoníku práce a Zákona 258/2000Sb.

Pro dělníky budou splněny podmínky, dané Zákoníkem práce, vybavení osobními ochrannými pomůckami, oděvy, rukavicemi, ochranou dýchacích cest, možnost převléci se před a po práci a umýt se po práci a před jídlem. Pracovní režim musí odpovídat Zákoníku práce, zejména délka pracovní doby a restituce po ní. Dělníci by se měli při práci s kontaminovanou zemínou po etapách střídát.

Odkrytá zemina musí být ihned zakrývána, pokud se v ní přímo nepracuje. A stejně zakrytá musí být po přerušení práce a odchodu pracovníků. Provizorní cesty pro obyvatele by měly být vymezeny zcela mimo kontaminovaný materiál z odvalu či jiné části důlního díla, měly by být pokryté nekontaminovaným materiálem (prkna? geotextilie?), které by byly udržovatelné a čisté, aby nedocházelo k vnášení zeminy na pozemky a do obydlí obyvatel a roznášení kontaminace do městské části Kaňk. Mezideponie zeminy by měly být označeny a zcela mimo dosah obyvatel. Kontrola opatření by měla být prováděna odpovědnou osobou a měla by být evidována ve stavebním deníku. Umístění a narušování hald by mělo odpovídat Zákonu 157/2009 Sb. a též podle něj posouzeno. Úložná místa mají být kategorizována, o jejich umístění rozhoduje OBÚ, v této věci by měl být komunikován OBÚ, s úložnými místy a rozvlečenou hlušinou se bude pracovat při stavbě.

**Obyvatelé a děti po dobu stavby** včetně dětí po dobu stavby, budou vystaveni stavebnímu dyskomfortu. Ve svém běžném životě jsou exponováni kontaminanty ze starých opuštěných důlních děl, expozice je vysoká, je otázkou, zda může být vyšší – může, pokud bude docházet k prášení ze stavby, rozbíhání cest okolo, neopatrnému přenášení hmot v rámci stavby, mezideponiím těžebního odpadu v blízkosti domků, kde žijí obyvatelé a dalším nepředvídaným událostem.

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

Po dobu stavby, stejně jako mimo toto období, musí obyvatelé v domcích udržovat úzkostnou čistotu, bezprašnost, úklid na vlhko (v rukavicích!) přijdou-li zvenku, musí se převléknout a to mimo místnost, kde se běžně zdržují. Větrat jednorázově, nejlépe po dešti, bude-li. Děti v batolecím věku by se neměly samotné bez dozoru venku na zahrádce vyskytovat, pokud možno, musí se jim zabráňovat, aby olizovaly ruce a ochutnávaly, co najdou. Podobná péče musí být i o větší děti.

### **Řízení rizika**

- Informace pro obyvatele o stavbě a o preventivních opatřeních pro ně, i která budou muset sami osobně podnikat
- Informace pracovníků o rizicích, která souvisejí se stavbou a preventivních opatřeních, zajištění OOP, odběrů a vyhodnocení BET
- Komunikace s OBÚ, stará důlní díla budou předmětem stavby, kategorizace úložných míst, umístění těžebních odpadů, program a monitoring podle zákona 157/2009 Sb.
- KHS - postup podle platné legislativy v hygieně práce po podání žádosti o kategorizaci pracoviště dělníků, opravujících komunikaci Ke Gruntě a Vavříneckou.
- Investor/projektant najdou nejlepší dostupnou techniku (BAT) pro výše uvedenou stavbu
- Návrh zpracovatele dokumentace k řízení zdravotních rizik – opatření pro obyvatele a pracovníky je nutné nechat odsouhlasit ve smyslu § 82 odst. 2 písmeno t) příslušnou KHS ÚP KH, podle znalosti místních podmínek.

### **9. Literatura**

1. Artendr: Rekonstrukce komunikace Ke Gruntě a Vavřínecká v městské části Kaňk Kutná Hora - Projektová dokumentace pro stavební povolení D.1.1-A TECHNICKÁ ZPRÁVA)
2. Tabulka výsledků analýz GIS
3. Hušpauer M.: KUTNÁ HORA – KAŇK – Rekonstrukce komunikací – dílčí části ulic Ke Gruntě a Vavřínecká Ověření obsahu vybraných těžkých kovů v přípovrchových půdních vrstvách v trase projektované liniové stavby (č. akce : 2022 10 27)
4. US EPA Human Risk Assessment, <https://www.epa.gov/risk/human-health-risk-assessment>
5. Metodický pokyn MŽP č. Hodnocení rizika, Věstník XXI., březen 2011, částka 3
6. Zásady a postupy hodnocení a řízení zdravotních rizik v činnostech odboru hygieny obecné a komunální č.j.HEM-300-19.9.05/31639)
7. Manuál prevence v lékařské praxi-VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, Národní program zdraví, 2000 .
8. ČGS, Registr opuštěných úložných míst . Mapy rizikových opuštěných úložných míst těžebního odpadu. dostupné 20.2.2023 na on-line <https://mapy.geology.cz/rroum/>
9. Rychlíková E et al. „Dílčí hodnocení zdravotního rizika obyvatel lokality Kutná Hora – Kaňk“, 2015

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

10. Rychlíková E et al. Kutná Hora – Kaňk-Analýza rizik znečištění pocházejícího z těžebních odpadů v lokalitě Kaňk, Analýza rizik znečištění pocházejícího z těžebních odpadů v lokalitě Kaňk , EPS, 2018
11. Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch (11).
12. Vyhláška č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu (12).
13. Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (13).
14. Metodický pokyn MŽP „Indikátory znečištění“, 2013
15. Regional Screening Levels US EPA – kontaminace půdy v obytném území
16. ICPS INCHEM World Health Organization 2001 Environmental Health Criteria 224, Arsenic and compounds [online] dostupné z <https://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc224.htm#4.1.4>
17. Ratnaike RN Acute and chronic arsenic toxicity Postgrad Med J 2003;79:391-3
18. WHO Air Quality guidelines for Europe. Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000 WHO Regional Publications, European Series, No. 91
19. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts Volume 100C ISBN-13 978-92-832-1320-8 [online] dostupné z <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-6.pdf>
20. ATSDR Toxic Substances Portal. Toxicological Profile for Arsenic Page last reviewed: March 12, 2015[online] dostupné z <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=22&tid=3>
21. WHO Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-4-154995-0.
22. WHO. Evaluation of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food and Additives TRS 930-JEFCA 64/26[online] dostupné z <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1376>
23. ATSDR Toxicological profile for Cadmium, 2018 [online] dostupné z <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>
24. IARC Cadmium and Cadmium Compounds , IARC Monographs 100 C [online] dostupné z <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-8.pdf>
25. Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publication, European Series No 23, WHO Reg. Office Copenhagen, 1987
26. IPCS INCHEM EHC 200 Copper WHO 1998
27. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives[online] dostupné z [https://incchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_453.htm](https://incchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_453.htm)
28. Taylor a et al: Recommended reference Values for Risk Assessment of Oral Exposure to Copper, Risk Analysis, , Feb 22: 1-8
29. Vojteková et al, 2014). Antimony in Various Environment Components, Jan 2014, Chemické listy 108 (2):135-140

MUDr. Eva Rychlíková, Ph.D.: Kutná Hora – rekonstrukce komunikací Vavřínecká a Ke Gruntě, studie hodnocení zdravotního rizika, únor – březen 2023

30. US EPA, Antimony Compounds, 2016. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/antimony-compounds.pdf>
31. Sundar et al., (2010). Sundar S, Chakravarty J, Antimony Toxicity\_Int. J. Environ. Res. Public Health 2010, 7(12), 4267-4277; <https://doi.org/10.3390/ijerph7124267>
32. IRIS EPA, Antimony . [https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance\\_nmbr=6](https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=6)
33. Antimony in drinking-water, [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/water-safety-and-quality/chemical-fact-sheets-2022/antimony-fact-sheet-2022.pdf?sfvrsn=8e3dbf22\\_1&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/water-safety-and-quality/chemical-fact-sheets-2022/antimony-fact-sheet-2022.pdf?sfvrsn=8e3dbf22_1&download=true)
34. IARC Monographs 47-16 ANTIMONY TRIOXIDE AND ANTIMONY TRISULFIDE (2015)I
35. IPCS INCHEM Environmental Health Criteria 221 ZINC, WHO 2001
36. WHO/FAO Evaluation of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food and Additives 683-jecfa-26/32[online] dostupné z <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/4197>