



ZNEČISTENIE PODZEMNEJ VODY A ZEMÍN ANALÝZA RIZIKA

KOORDINÁTOR: EnviGeo Banská Bystrica, s r.o.

ZHOTOVITEĽ: HES - COMGEO spol. s r. o.

RIEŠITELIA: RNDr. Františka HRUBÁ

RNDr, Anton AUXT

HES-COMCEO spól.
j.f.n, sídlo: Hlboká 16
pracovisko Lazovná
7

97-í PI Banská

Banská Bystrica, máj 1998

OBSAH

1)	Úvod	->
2)	Základné pojmy, použité podklady	J
3)	Charakteristika východiskového stavu	5
3.1	Geologická a hydrogeologická situácia	5
3 2	Priepustnosť prostredia, prúdenie podzemnej vody 3 3	6
	Vodná bilancia	6
3.4	Migračné cesty	6
3 5	Vodohospodárske využitie	7
1)	Zistená kontaminácia	S
1.1	Stručné historické údaje o činnosti továrne a znečistení	S
1.2	Znečistenie zemín	9
3 3	Znečistenie podzemnej vody	JO
1)	Hodnotenie rizika	SO
3 i	Metodický postup	JO
5 2	Environmentálne hodnotenie rizika	13
3.2 1	Základné pojmy	13
3.2.2	Pôdy	14
3.2.3	Podzemná voda	15
3.3	Hodnotenie rizika pre ľudské zdravie	16
5.3 1	Základné pojmy	16
5.3.2	Využitie územia	16
5 3.3	Určenie nebezpečnosti kontaminantov	16
5 3.4	Identifikácia expozičných ciest	J9
5 3.5	Výpočet rizika pre ľudské zdravie	20
1)	Záver a odporúčania	23
■n.		
5 1	Environmentálne riziko	23
6 1	Riziko pre ľudské zdravie	23
5.3	Návrh ďalšieho postupu	24
		25
1)	Analýza rizika - mapa Širšieho okolia, M 1 : 25 000	26
B)	Analýza rizika - mapa areálu, M 1 : 7 500	

1) ÚVOD

Predkladaná analýza rizika je vypracovaná v spolupráci s HnviGeoni s.r.o. Banská Bystrica, ako súčasť správy „Niklová huta xxxxx, š.p. v likvidácii“¹, ekologický audit areálu závodu. Citovaná správa podrobne hodnotí prírodné pomery lokality a jej kontamináciu, preto uvádzame v ďalšom len stručný prehľad výsledkov prieskumných prác vo forme zodpovedajúcej účelu - rizikovej analýze.

V SR zatiaľ nie je legislatívne stanovený postup pre vypracovanie rizikových analýz. Pri spracovaní tejto analýzy sme preto použili postupy používané v zahraničí (hlavne v Holandsku), tak ako boli publikované, resp. prezentované v rámci medzinárodných projektov (viď. kap. 2).

Pri spracovaní sa vychádzalo z údajov získaných prieskumom a z tabuľkových (normových) hodnôt, neboli realizované priame merania a testy (napr. ekotoxicity a pod.).

2) ZÁKLADNÉ POJMY, POUŽITÉ PODKLADY. CIEL ANALÝZY

Analýza rizika: všeobecne ju možno definovať ako rozbor všetkých doteraz vykonaných krokov týkajúcich sa hodnotenia a riadenia rizika (4).

Hodnotenie rizika: je postup, ktorý využíva syntézu všetkých dostupných údajov, podľa súčasných vedeckých poznatkov pre určenie druhu a stupňa rizík plynúcich z environmentálnej záťaže. Stanoví v akom rozsahu sú, alebo by v budúcnosti mohli byť pôsobeniu znečistenia vystavené jednotlivé skupiny populácie alebo zložky životného prostredia a zahrňa charakteristiku existujúcich, alebo potencionálnych rizík, ktoré z daných zistení vyplývajú. Hodnotenie rizika pozostáva zo štyroch krokov: určenie nebezpečnosti, určenie vzťahu dávka - odpoveď, hodnotenie expozície, charakteristika rizika (4).

Cieľové parametre sanácie: koncentrácie nebezpečných látok v jednotlivých zložkách prostredia, ktoré sú doporučené na základe hodnotenia rizika s ohľadom na

súčasné a potenciálne využitie územia. Tieto hodnoty by mali zaručovať ochranu zdravia človeka a životného prostredia (4)

Riziko: je pravdepodobnosť, s ktorou dôjde za definovaných podmienok expozície k prejavu nepriaznivého účinku (poškodenie zdravia, poškodenie ekosystému). Riziko môže byť definované vzťahom $R = f(N.E)$, t.j. riziko je funkciou nebezpečnosti danej látky a expozície príslušného exponovaného subjektu (4).

Ekologická (enviromentálna) záťaž: je úroveň znečistenia, pri ktorej nie je možné vylúčiť negatívne účinky na zdravie človeka alebo na zložky životného prostredia (4.).

Nebezpečnosť: vlastnosť chemických látok vyvolať v určitom množstve škodlivý účinok na zdravie človeka alebo životné prostredie. Je to vlastnosť trvale viazaná na danú látku, ktorá sa prejaví vtedy, keď je človek alebo ekosystém exponovaný (4).

POUŽITÉ PODKLADY A LITERATÚRA

- 1) Project Transfer of Know - how on Soil Remediation Techniques to Slovák Enviromental Engineering Offices: Assessing Enviromental and Human Risks - Course, 1995
- 2) Project: Transfer of Know - how on Soil Remediation Techniques to Slovák Enviromental Engineering Offices Summary report Phase L II, 1995
- 3) Uraentie von Bodemsanering: De handieiding, VROM ISBN, 90120822J84. Koolenbrander, 1995
- 4) Postup pri spracovaní analýzy rizika - metodický pokyn MŽP ČR č. 393/1994
- 5) Návrh metodického postupu pre komplexné hodnotenie zdravotných a enviromentálnych rizík z kontaminovanej pôdy (HGM Žilina, 1997)
- 6) Projekt „Niklová huta xxxxx, š.p. v likvidácii“, ekologický audit areálu závodu
- 7) Záverečná správa (pracovné materiály) „Niklová huta xxxxx, š.p v likvidácii“ ekologický audit areálu závodu
- 8) Posudok : Havarijné znečistenie podzemných vôd v okolí Niklovej huty v Seredi, Pechočiaková, 1992

- 9) Záverečná správa iSúčasný stav a prognóza kvality podzemných vôd s širšom okolí skládky lúženca a popolčeka niklovej huty v Seredi
- 10) Doporučenie k SKŽP k uplatňovaniu limitov a noratív pre sanáciu podzemných vôd a zemín (súčasť metód.pokynu MP č.j. 130/1992)
- 11) Rjsicobeordeling voor minerale olieverontreiningen, Bodem No3. August 1995
- 12) Hodnotenie rizika. U.S.EPA, 1993
- 13) Marhold i.: Prehľad priemyselnej toxikológie, Avicenum Praha, 1986 [4) Ambrose, A.M. et al. 1976. Long-term toxicologic assessment of nickel in rats and dogs J.Food Sci. Technol 13: 181-187.
- 15) Chovil. A , Sutherland, R.B., Halliday M. 1981 Respiratory cancer in a cohort of sinter plam workers. Br.J.Ind.Med. 38: 327-333
- 16) Peto, J., Cuckle, H., et al. 1984. Respiratory cancer mortality of Welsh nickel refinery workers. LARC Scientific Publication No. 53.1ARC. Lyon, str. 36-46
- 17) Ivankovjc. S., Preussmann. R. 1975. Absence of toxic and. carcinogenic effects afier administration of high doses of chromic oxide pigment in subacute and long- term ieeding expenments in rats. Food Cosmet Toxicol. 13: 347-351.
- 18) Eschenroeder A , Ozkaznak H 1998. Practical mathematical methods for health risk assessment, U.S. AID a HIID

CIEĽ ANALÝZY RIZIKA

Cieľom je charakterizovať existujúce a potenciálne riziká plynúce z existencie ekologickej záťaže - znečistenia zemín a podzemných vôd v areáli Niklovej Huty xxxxx a na základe posúdenia ich závažnosti navrhnúť potrebu a rozsah nápravných (sanačných) opatrení.

1) CHARAKTERISTIKA VÝCHODISKOVÉHO STAVU

1.1. Geologická a hydrogeologická situácia

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú sedimenty neogénu a kvartéru

Neogén je reprezentovaný sedimentami porú, ktoré sú zastúpené dovíťmi sedimentami pestrých farieb. V nich sa vyskytujú polohy viac alebo menej zalieváných pieskov, vyznačujúcich sa rôznou hrúbkou a sú kolektormi podzemných vôd s napätou hladinou. Ich výdatnosť sa pohybuje od 0.5 - 3.0 hm³. Svojou kvalitou spĺňajú kritériá normy STN 75 71J] pre pitnú vodu až na mierne zvýšený obsah Fe a Mn.

Kvartér ie vyvinutý vo forme fluviálnych sedimentov uložených Váhom. Podstatnú časť súvrstvia tvoria piesčité štrky, ktorých hrúbka dosahuje 8-10 m. Povrch štrkov je prikrytý nivnými hlinami a eolickými sprašatni. hrubými 1-2 m. Podzemné vody kvartérnych sedimentov predsatuvú plytkú nádrž s voľnou hladinou.

1.2. Priepustnosť prostredia, prúdenie podzemnej vody

Pódiá archívnych údajov sa koeficient filtrácie pohybuje od cca 2.10 do 5,10 ** m s⁻¹. Sklon (gradient) hladiny, ako aj smer prúdenia podzemných vôd závisí na jej momentálnom stave, ktorý je v danom území jednoznačne ovplyvňovaný najmä vodným stavom v rieke Váh, resp. vodným stavom vo vodnej nádrži Kráľové. Generálny smer prúdenia je severojužný (9). modifikovaný vodami blízkej vodnej nádrže.

1.3. Vodná bilancia

Doplňovanie zásob podzemných vôd sa deje v hlavnej miere infiltráciou z Váhu a určitou mierou sa na doplňovaní podielajú i atmosférické zrážky, najmä v miestach, kde pokrývne útvary-' dosahujú menších mocností (S)

%*

1.4. Migračné cesty

Z hľadiska transportu znečistenia podzemných vôd v hodnotenom území majú prvoradý význam dobre zvodnené kvartérne sedimenty Váhu (9). Generálny smer prúdenia je severojužný. Z hľadiska šírenia sa znečistenia je dôležitá relatívne veľká

variabilita smerov a rýchlostí prúdenia podzemných vôd, ktorá je charakteristická pre priečnu zónu Váhu, v priestore obce Dolná Streda, kde je situované odkalisko popolčeka. Tento zdroj znečistenia je umiestnený prakticky v indukčnej zóne Váhu, pričom ani jeho bližšie okolie nepresahuje vyznačenú priečnu zónu. Charakteristickou zvýšenou vodovýmenou. Vzhľadom na prevládajúci smer prúdenia podzemných vôd v tejto oblasti sa jedná o územie s prevládajúcou infiltráciou. Tento jav znamená prakticky stály prísun relatívne čistých neznečistených vôd do územia v minulosti silne atakovaného znečistenou dopravnou vodou. Ak k tomu pripočítame aj určitú variabilitu smerov prúdenia podzemných vôd v rámci naznačeného generálneho smeru prúdenia, môžeme v tomto území počítať s relatívne priaznivými podmienkami pre prirodzené znižovanie obsahu kontaminantov a ich „riedením“ (disperzné procesy).

Južnejšie, resp. juhovýchodne od odkaliska, smerom ku skládke lúžienca sa variabilita prúdenia znižuje, pričom dochádza i k miernemu znižovaniu sklonu hladiny, a s tým spojenému spomaľovaniu a stabilizácii prúdenia podzemných vôd. Až v okolí obcí Gáň a Nebojsa možno na základe vyšších hodnôt koeficientu filtrácie usudzovať na síce nepodstatné, predsa však mierne zrýchlenie prúdenia podzemných vôd. Z hľadiska transportu znečistenia v podzemných vodách to znamená v podstate ustálené prúdenie koncentračného mraku, a len postupné rozptyľovanie sa do strán a s tým spojené znižovanie koncentrácie. Pre transport znečistenia bude charakteristickejšia koncentračná anomália pretiahnutá pozdĺž smeru prúdenia, s relatívne koncentrickým rozložením transportovaného znečistenia okolo svojho jadra.

1.5. Vodohospodárske využitie územia

Z vodárenského hľadiska sú podzemné vody okolia skúmanej lokality bezvýznamné, avšak sú vhodné na lokálne zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou (8).

2) ZISTENÁ KONTAMINÁCIA

4.1 Stručné historické údaje o činnosti továrne a znečistení

Niklová huta š.p. xxxxx spracovávala počas svojej existencie od roku 1963 albánsku železníkovú rudu hydrometalurgickým spôsobom. Princípom hydrometalurgického spôsobu je prevedenie záujmových kovov, v našom prípade niklu a kobaltu na rozpustnú formu a ich vylúženie v selektívnom lúžiacom roztoku, pričom ostávajúca ruda odchádza y procesu vo forme kalu. Pre získanie predstavy o objeme spracovávaného materiálu uvádzame niekoľko čísel, ktoré charakterizujú výrobu Ročne vo výrobe použili napríklad:

čpavok	2800 t
Na ₂ S	12601
Na ₂ SO ₃	144 t
HC1	611 t
H ₂ SO ₄	1013 t
a iné chemikálie	

Vyrobilo sa¹

30001 redukovanej rudy

približne 3000 t niklu vo forme kovu a solí

60 t kobaltu vo forme kovu

Halda lúženca, ktorá vznikla ukladaním vyššie spomenutého kalu má 3 950 000 m³ a ďalší odpadový materiál, ktorý sedimentoval v kanáli v indundačnom území, má objem 24 500 m³

Na zhoršený stav životného prostredia, konkrétne podzemných vôd. na území závodu upozornili výsledky chemických analýz vzoriek z vrtu MM-1(M Pellet et al, 1994) Chemickými analýzami podzemnej vody bol zistený obsah niklu vo vode z vrtu MiVI-1 7 720 jg.r¹ a obsah kobaltu 102 tlg.l

V prípade niklu bola hraničná hodnota príslušného normatívu kategórie C prekročená 26 násobne a v prípade Co bola prekročená medzná hodnota kategórie B

Tieto výsledky nemôžeme považovať za výmimočné, keď vezmeme do úvahy skutočnosti o technológii výroby, o použitých chemikáliách a likvidácii technologických odpadov.

Počas výroby mohlo nastat znečistenie podložia a podzemných vôd pri prevádzke v ktorejkoľvek technologickej jednotke. O likvidácii odpadových technologických vôd vieme, že v prvej etape boli vypúšťané do bagrovaných jám priamo v areáli závodu a až odtiaľ boli prečerpávané buď do struskového pol'a. alebo do kanála v indundačnom území. Je pravdepodobné, že tak ako neboli odizolované ostatné spomínané objekty, ani bagrované jamy a celý areál továrne nebol zabezpečený proti znečisťovaniu podložných zemín a podzemných vôd. Hoci celý areál továrne mal byť vybavený sieťou monitorovacích vrtov (V1-V5 a V7-V11), údaje o kvalite podzemných vôd po začatí výroby nie sú k dispozícii, podobne ako ani údaje o existencii a použiteľnosti týchto vrtov na sledovanie kvality podzemných vôd.

Okrem samotnej výroby sa na znečistení mohla podieľať aj automobilová a koľajová doprava (vlastná závodová železničná vlečka) a prevádzka iných ťažkých mechanizmov, ktoré tvorili neoddeliteľnú súčasť výrobného procesu. Odôvodnenosť tohto predpokladu potvrdzujú aj analýzy vzoriek zemín z povrchovej vrstvy v indundačnom kanáli, kde odtekali aj odpadové vody z objektu autoparku Niklovej huty. Maximálny zistený počet nepolárnych extrahovateľných látok (NEL) bol 3 192 mg.kg-1 a väčšina vzoriek bola na základe týchto analýz zaradená do kategórie C aplikovaných normatívov.

4.2. Znečistenie zemín

Kontaminácia zemín bola overovaná v ukazovateľoch Ni, Co, Cr, NH₄, S_{in}, NEL. Okrem toho boli analyzované 4 vzorky kompletne podľa Doporučenia SKŽP a v rovnakom rozsahu aj 2 vzorky vodného výluhu. Kontaminácia bola zistená v hĺbkovej úrovni 0-1 m, v ukazovateľoch : Ni, Cr, ik, Co, S. Prevažná väčšina nameraných hodnôt je v úrovni tzv. B hodnôt (doporučenie SKŽP) Hodnoty C boli zistené:

Ni - 18 bodov ■ 500 - **11 261** mg/kg

Co - **8** bodov : 300 - **1 212** mg/kg

Cr - 16 bodov 800 - 21 \ 30 mg/kg S

- 9 bodov : 200 - 81 500 mg/kg

Keďže kontaminácia sa vyskytuje zhruba v rovnakých bodoch, uvažujeme v ďalšom s rovnakou kontaminovanou plochou pre všetky identifikované kontaminanty - cca 90000 nr. (Plocha nie je pravidelná a zrejme ani súvislá)

4.3. Kontaminácia podzemnej vody

V podzemnej vode boli sledované rovnaké parametre ako v zeminách, plus fyzikálnochemický rozbor. Zistená bola kontaminácia Ni, Co, NH₄, EOCI nad úroveň C. Znečistenie podľa výsledkov tejto etapy prieskumu nemá plošný charakter. Podľa archívnych údajov znečistenie NH₄ ďaleko presahuje oblasť areálu závodu.

Ni - 2 body : 300 - 33 370 ug/l

Co - 2 body : 200 - 523 ug/l

NkU-2 body . 3 000 - 42 490 ug/l

EOCI-2 body: 70- 170 ug/l

1) HODNOTENIE

RIZIKA 5.X. Metodický

postup

Vhľadom k podmienkam lokality - prírodné pomery, zistená kontaminácia, využitie územia - a zaradeniu analýzy do rámca „ekologického auditu“ sme zvolili postup prezentovaný v rámci projektu (1) holandskými expertmi.

Podstatou uvedeného postupu je metóda postupných krokov (step by step). Prvým krokom je charakterizovanie súčasného stavu hodnoteného územia, ktoré bolo vykonané v predošlých kapitolách. V ďalšom sa postup rozdeľuje na hodnotenie environmentálnych rizík a rizík pre ľudské zdravie.

Environmentálne riziká hodnotíme pre pôdy (zeminy) a podzemnú vodu. Hodnotenie pôd

skutočných (nameraných) koncentrácií a hodnôt HC 50. Tieto údaje sú priamo porovnávané s limitnými hodnotami podľa (3). V súvislosti s holandským postupom sú definované 2 základné limitné hodnoty kvality pôdy:

A. „TARGET VALUE*“ - cieľová limitná hodnota, t.j. horný limit pre multifunkcionálnu kvalitu pôdy (T hodnota).

B. INTERVENTION VALUE¹ - intervenčná limitná hodnota, predstavujúca dolný limit neakceptovateľnej kvality pôdy (J hodnota).

Ekotoxikologické intervenčné a cieľové hodnoty sú stanovené na základe princípu zabezpečenia všetkých dôležitých procesov v pôdnom ekosystéme. Cieľom sanácie je potom obnovenie multifunkcionálnej funkcie pôdy. Praktická aplikácia metódy pozostáva z dvoch základných krokov - jednoduchého testu aktuálnosti rizika a výpočtu aktuálneho rizika.

Aktuálne riziko podľa (1,3) existuje, ak :

a) plocha kontaminovaná v koncentráciách nad HC 50 je väčšia ako:

- 50 m² v „prírodných“ územiach
- 5 000 m² v obytných a poľnohospodárskych zónach
- 0,5 km² v priemyselných zónach

a) plocha kontaminovaná v koncentráciách viac ako 10 x HC 50 je väčšia ako:

- 50 m² v prírodných územiach
- 50 m² v obytných a poľnohospodárskych zónach
- 5 000 m² v priemyselných zónach

Hodnotenie environmentálneho rizika pre podzemnú vodu (1) je založené na výpočte tzv. prírastku kontaminácie, kedy sa kontaminant šíri podzemnou vodou. Hodnotenie opäť začína jednoduchým testom „rizika šírenia“. Výpočet rizika využíva tzv. C hodnotu (intervenčná hodnota pre podzemné vody). Počíta sa prírastok kontaminovaného prostredia (zvodnenej vrstvy) s danou koncentráciou kontaminantu v podzemnej vode za rok Ak je „prírastok“ väčší ako 100 m³.rok⁻¹, hovoríme o vážnom „riziku šírenia“.

Cieľom procesu charakterizácie rizika nre zdravie človeka je výpočet pravdepodobosii vzniku prídavných ochorení pri expozícii človeka sledovanému komaminaniu. Tento proces sa skladá z určenia nebezpečnosti, charakterizácie expozície a charakterizácie rizika.

Určením nebezpečnosti sa rozumie popis typu nepriaznivých účinkov kontaminantu na zdravie pri expozícii danej chemickej látky a tiež charakteristika a závažnosť dôkazov, ktoré toto určenie nebezpečnosti podporujú. V prípade dostatočných údajov z epidemiologických alebo toxikologických štúdií je súčasťou určenia nebezpečnosti aj matematické vyjadrenie vzťahu medzi veľkosťou expozície danej chemickej látky a kvantifikovaným špecifickým účinkom. Tento vzťah sa dá vyjadriť aj pomocou cieľových hodnôt, ako sú referenčná dávka (RfD), maximálna tolerovateľná hodnota rizika (MTR), tolerovateľný denný príjem (TD1>. Všeobecne tieto hodnoty predstavujú takú úroveň koncentrácie kontaminantu, ktorá by aj za celoživotnej expozície človeka znamenala veľmi nízku (1 prípad na 10 000 - 1 000 000 ľudí) alebo žiadnu pravdepodobnosť vzniku daného špecifického ochorenia Účelom hodnotenia expozície je zistiť veľkosť expozície človeka, jej spôsob, trvanie, a frekvenciu. Spočíva v určení všetkých ciest expozície pre jednotlivé zasiahnuté populácie, veľkosti expozície z každej z ciest a stanovení celkovej expozície. Táto časť má pre celkový proces hodnotenia rizika na zdravie pre konkrétnu posudzovanú situáciu najväčší význam, pretože tam, kde nie je expozícia, nie je žiadne riziko, bez ohľadu na to, ako toxický je posudzovaný kontaminant. Všeobecne je pri hodnotení expozície brať do úvahy nasledovné expozičné cesty (pre hodnotené územie) :

a) potenciálne cesty expozície pre ľudí pracujúcich v priemyselných objektoch

expozícia požitím (pôda, prach z pôdy) expozícia vdychovaním
(prach z pôdy, výpary z pôdy) expozícia priamym dermálnym
kontaktom (pôda, prach z pôdy) nepriama expozícia (požitím
kontaminovaných potravín, vody)

b) potenciálne cesty expozície pre ľudí žijúcich v obytných priestoch v blízkosti areálu

expozícia požitím (prach z pôdy)

expozícia vdychovaním (prach z pôdy)

expozícia priamym dermálnym kontaktom (pôda, prach z pôdy) nepriama

expozícia (požitím kontaminovaných potravín, vody)

c) potenciálne cesty expozície pre ľudí vlastníacich záhrady v blízkosti areálu

expozícia požitím (prach z pôdy)

expozícia vdychovaním (prach z pôdy)

expozícia priamym dermálnym kontaktom (prach z pôdy)

nepriama expozícia (konzumácia záhradných produktov, kontaminovaných potravín, vody)

d) potenciálne cesty expozície pre ľudí pracujúcich na poľnohospodársky využívaných poliach

expozícia požitím (prach z pôdy)

expozícia vdychovaním (prach z pôdy)

expozícia priamym dermálnym kontaktom (pôda, prach z pôdy)

nepriama expozícia (konzumácia kontaminovaných potravín, vody)

Charakterizácia rizika je konečná fáza odhadu rizika pre zdravie, poskytuje kvantitatívne a kvalitatívne údaje o riziku posudzovanej situácie pre ľudské zdravie na základe vypočítanej sumárnej expozície a vzťahu expozícia-zdravotný účinok. Za vysoké sa považuje riziko vzniku 1 prípadu ochorenia z expozície sledovanému kontaminantu na 1000 exponovaných obyvateľov. Charakterizácia rizika popisuje aj stupne neistoty a predpoklady, ktoré boli v konkrétnom procese použité.

5.2. Environmentálne hodnotenie rizika

5.2.1. Základné pojmy, symboly a vzorce

Podstatná kontaktná zóna - interval 0,0 - 1.5 m od povrchu terénu a úroveň kolísania hladiny podzemnej vody (úroveň v dosahu kontaktu s podzemnou vodou) HC 50 - úroveň koncentrácie kontaminantu pri ktorej viac ako 50 % z možných prítomných druhov je smrteľne ohrozených. Ak nie je stanovená ekologická hodnota

HC 50, je možné použiť „C“ hodnotu podľa „Holandskej normy“ , resp. Doporučenia SKŽP pre uplatňovanie ukazovateľov pre sanáciu podzemných vôd a zemín. Hodnota HC 50 je stanovená pre štandardnú pôdu (= 10 % humusu. 25 % ílu).

Prírastok kontaminácie - množstvo prostredia (zvodnenej zóny), ktoré pribudne za rok, pri šírení sa kontaminácie podzemnou vodou (vždy pre danú koncentráciu), $pr = S \cdot v/R$ (m⁵/rok)

5.2.2. Pôdy

TEST AKTUÁLNEHO RIZIKA

OTÁZKA:	Je kontaminant v podstatnej kontaktnej zóne?
ODPOVEĎ:	Áno (cca 90 000 m ² v hĺbke 0 - i m)
VÝSLEDOK:	V lokalite je možné očakávať aktuálne riziko.

VÝPOČET AKTUÁLNEHO ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA

TYP ÚZEMIA - priemyselná zóna

KONTAMINANT	NAMERANÁ KONCENTRÁCIA = NK (mg/kg) priemer	HC 50 (mg/kg)	NK/HC50	PLOCHA (m ²)	VÝSLEDOK
Ni	3 563	210	17	90 000	riziko
Co	629	240	2.6	90 000	bez rizika
Cr	7 340	230	32	90 000	riziko
S	12 100	200 (C)	60	90 000	riziku

53. HODNOTENIE RIZIKA PRE ĽUDSKÉ ZDRAVIE 53.1. Základné pojmy

Expozičná cesta: sled procesov, ktorými sa daná chemická látka dostáva od zdroja cez zložky životného prostredia do organizmu

Expozícia: kontakt chemickej látky s vonkajšími hranicami organizmu

Dávka: množstvo látky prijaté subjektom

Referenčná dávka (RfD): denná dávka pre človeka (vrátane senzitívnych populácií ako napr. deti), ktorá pri celoživotnej expozícii pravdepodobne nespôsobí poškodenie zdravia (mg látky/kg váhy/deň)

53.2 Využitie územia

Kontaminácia podzemných vôd a zemín bola zistená v areáli Niklová Huta xxxxx. Tento areál prirodzene hodnotíme ako priemyselnú oblasť (industriálnu zónu).

Okolie areálu je využívané ako poľnohospodárska pôda. Výnimkou sú obytné domy a záhrady v susedstve s východným okrajom areálu (kde podľa odhadu býva do 500 ľudí). Najbližšou obcou je Dolná Streda, ktorej okraj susedí s východným okrajom areálu (viď mapové prílohy záverečnej správy).

533. Určenie nebezpečnosti kontaminantov

Pri určení nebezpečnosti sme sa zamerali na tie chemické látky, ktoré majú za daného rozsahu znečistenia najväčší význam: nikel, kobalt, chróm a síru.

Ako zdroj údajov pre určenie nebezpečnosti a vzťahu dávka-účinnosť sme použili (13) a databázu 1RIS. IRIS (Integrated Risk Information System) obsahuje informácie potrebné pre odhad rizika chemických látok pre zdravie, túto databázu informácií spravuje U.S.EPA. Údaje sú v informačnom systéme uvedené až po ukončení

rozsiahleho kontrolného procesu a hodnoty uvádzané v IRIS sú výsledkom konsenzu dosiahnutého v tomto procese.

Nikel

Nikel je striebrolesklý kov. jeho referenčná dávka pre chronickú orálnu expozíciu je 0.02 mg/kg/deň. Referenčná dávka je založená na predpoklade, že pre niektoré nekarcinogénne toxické účinky existuje prahová hodnota (pre karcinogenitu sa prahová hodnota neuvažuje). Základnou podpornou štúdiou pre určenie referenčnej dávky pre nikel bola toxikologická štúdia na potkanoch, kde cieľovým účinkom bol úbytok váhy tela a orgánov (14). Sú však známe aj iné účinky spojené s expozíciou niklu, a to novorodenecká úmrtnosť a dermatotoxicita. Nikel pôsobí ako iritant na kožu, vyvoláva kožné vyrážky, u citlivých (uďí až ekzém, prípadne už existujúci ekzém zhoršuje). Tieto účinky boli pozorované pri dermálnom kontakte ako aj pri požití niklu. Pre tieto účinky nie je možné určiť vzťah dávka-účinnok priamo, uvedená referenčná dávka pre orálnu expozíciu sa však považuje za dostatočne bezpečnú pre všetky účinky pravdepodobne s výnimkou hypersenzitívnych ľudí. Niklový prach, polietavy prach z niklových hurí sa považuje za dokázaný karcinogén, evidencia sa dokázala konzistentne v niekoľkých epidemiologických štúdiách (Clydach, Wales; Copper Clif, Ontario; Port Colborne, Ontario; Kristiansand, Nórsko) a tiež pri toxikologických štúdiách na zvieratách (15), (16). Spôsobuje rakovinu pľúc a pri vysokých expozíciách aj rakovinu nosných dutín. Jednotkové riziko pre inhalačnú expozíciu je určené na $2 \cdot 10^{-4}$ pg/m³ a znamená individuálne riziko vzniku rakoviny pre človeka pri jeho celoživotnej expozícii 1 pg niklového prachu v m³ vzduchu. Niklový prach obsahuje niekoľko chemických zlúčenín niklu (sírany, subsulfidy, kyslíčniky) a zatiaľ nie je možné určiť, ktorá zlúčenina rakovinu spôsobuje.

Kobalt

Je striebrolesklý kov, jemne rozptýlený kovový kobalt je prudko jedovatý. U pracujúcich s kovovým kobaltom boli pozorované dost' neurčité nálezy, ako zápal kože. Iné štúdie nepozorovali žiadne zdravotné účinky pri pracovnej expozícii

kobaltu. Preto sa práca s kobaltom ako kovom nepovažuje za rizikovú z hľadiska ľudského zdravia.

Chróm

Je šedý kov, elementárny chróm sa považuje za neškodný. V jedovatosti jeho zlúčenín sú značné rozdiely. Účinky Cr^{III} sú veľmi malé, účinky Cr^{VI} sú závažné. Miestne vyvolávajú zlúčeniny Cr^{III} u veľmi citlivých ľudí podráždenie kože. Referenčná dávka pre chronickú orálnu expozíciu bola určená na 1 mg Cr^{III} /kg váhy človeka /deň vo forme nerozpustnej zlúčeniny. Základnou podpornou štúdiou bola toxikologická štúdia na potkanoch (17), kde neboli pozorované žiadne účinky Cr_2O_3 pri žiadnej dávke. Pre RfD človeka bol použitý bezpečnostný faktor 1000. Cr^{VI} bol hodnotený aj na karcinogenitu, nie je preukázané, že by mohol byť potenciálny karcinogén.

Rozpustné zlúčeniny Cr^{VI} sú svojim miestnym účinkom ďaleko nebezpečnejšie. Pri vdychovaní prachu alebo výparov roztokov je dráždená sliznica nosnej dutiny, poškodzovaná sliznica však nebolí, prejavuje sa iba nádcha, neskôr dochádza k perforácii chrupavkovej časti nosnej prepážky, a to u skoro každého exponovaného. Rovnako môžu byť postihnuté aj horné dýchacie cesty, k poškodeniu pľúc dochádza len vzácné. Silne dráždené sú aj oči, dochádza k zápalu spojiviek a poškodeniu rohovky. Prach a výpary sú aj veľmi silným kožným iritantom, po expozícii vznikajú vredy alebo zápal kože. Referenčná koncentrácia pre inhalačnú expozíciu bola určená na 0.1 mg/m³. Pri požití dochádza podľa dávky k anémii a poškodeniu obličiek a pečene, pri vyšších dávkach k poleptaniu tráviaceho traktu. Referenčná dávka pre chronickú orálnu expozíciu bola určená na 5 µg /kg váhy /deň. Najzávažnejším účinkom Cr^{VI} je však jeho účinok karcinogénny, je to dokázaný karcinogén, pri dlhodobej inhalačnej expozícii prachu vznikajú nádory pľúc.

Síra

Je žltá tuhá látka, vyskytujúca sa v niekoľkých modifikáciách. Toxicita čistej síry je malá, je to prvok nevyhnutný pre život. Malé dávky sa používajú ako liek, väčšie dávky pôsobia ako preháňadlo. Akútna inhalačná expozícia vedie k dráždeniu nosnej sliznice, Častý je zápal priedušnice a priedušiek. Vážnejšie poškodenie zdravia pri

dlhodobej priemyselnej expozícii nie je časté, uvádzajú sa len kožné účinky u citlivých osôb a ľahšie prejavy dráždivého účinku.

5.3.4. Identifikácia expozičných ciest

Vzhľadom na údaje o kontaminácii pôdy a podzemnej vody a na charakter využívania územia sme určili všetky potenciálne cesty expozície pre ľudí:

a) potenciálne cesty expozície pre ľudí pracujúcich na území areálu závodu

- expozícia požitím (pôda, prach z pôdy)
- expozícia vdychovaním (prach z pôdy)
- expozícia priamym dermálnym kontaktom (pôda a prach z pôdy)
- nepriama expozícia (konzumácia produktov zo záhrad, kontaminovaných poli)

a) potenciálne cesty expozície pre ľudí žijúcich v blízkosti areálu závodu

- expozícia požitím (prach z pôdy)
- expozícia vdychovaním (prach z pôdy)
- expozícia priamym dermálnym kontaktom (prach z pôdy)

Expozícia je pravdepodobná, vzhľadom k rozsahu kontaminácie a vzdialenosti obytných blokov

- nepriama expozícia (konzumácia produktov zo záhrad, kontaminovaných poli)

a) potenciálne cesty expozície pre ľudí vlastniacich záhrady pri obytných domoch v okolí

- expozícia požitím (prach z pôdy)
- expozícia vdychovaním (prach z pôdy)
- expozícia priamym dermálnym kontaktom (prach z pôdy)
- nepriama expozícia (konzumácia produktov zo záhrad, kontaminovaných poli)

a) potenciálne cesty expozície pre ľudí pracujúcich na poľnohospodársky využívaných poliach

- expozícia požitím (prach z pôdy)

- expozícia vdychovaním (prach z pôdy)
- expozícia priamym dermálnym kontaktom (prach z pôdy)
- nepriama expozícia (konzumácia produktov zo záhrad, kontaminovaných poli)

Pri potenciálnych cestách expozície predpokladáme vznik prachu z kontaminovanej pôdy v tomto areáli, ktorý sa môže potenciálne usadzovať na okolitých poliach, na plochácii záhrad a rovnako môže potenciálne prispievať k zvýšenej koncentrácii sledovaných látok v ovzduší. Tieto predpoklady by sa dali potvrdiť disperzným modelovaním, ktoré však vyžaduje údaje o miestnych meteorologických podmienkach (napr. veterná ružica) alebo pomocou deterministických modelov, kde sú potrebné údaje ako odhad pomeru odprášenia kontaminantov z pôdy do ovzdušia a odhad priemernej ročnej depozície kontaminantov z ovzdušia.

Analýza rizika pre ľudí žijúcich v okolí areálu by sa dala urobiť aj pomocou údajov z monitorovania kvality ovzdušia pre sledované kontaminanty,* v tomto prípade by sme však nevedeli určiť príspevok prašnosti z areálu k tomuto vypočítanému riziku.

Vzhľadom na údaje, ktoré sme mali k dispozícii sme zamerali analýzu zdravotného rizika pre ľudí pracujúcich na území areálu závodu, kde máme údaje o kontaminácii zemín a na cesty expozície priamym dermálnym kontaktom s pôdou a prachom z pôdy, ako aj požitím pôdy a prachu z pôdy.

5.3.5. Výpočet aktuálneho rizika pre zdravie ľudí

Pre výpočet rizika sme použili program A R AM EX (18), ktorý umožňuje výpočet prídavného rizika pre ľudské zdravie pre zvolené cesty expozície, kde sledovanými škodlivinami môžu byť kovy a niektoré organické látky. Z hodnotenia znečistenia zemín v areáli sme použili priemerné a najvyššie koncentrácie kovov v zeminách, s cieľom vypočítať najvyššie možné, ako aj „priemerné“ riziko. Aj keď sa v analýze zameriame na kontaminanty, ktoré boli nájdené v zeminách vo vysokých koncentráciách, je možné, že aj kontaminanty s nízkou koncentráciou a vysokou toxicitou prinesú potenciálne riziko, preto sme do výpočtu zaradili aj tieto.

Použité boli tieto koniaminamy a koncentrácie uvedené v tabuľke tpodia 7):

Ukazovateľ (mg/kg)	Koncentrácia v zemine	
	Najvyššia	Priemerná
Arzén	11.4	9.3
Berýlium	1.7	0.8
Kadmium	0.77	0.3
Chróm III	21.130	10391
Chróm VI	0.39	0.15
Olovo	64	45
Ortuť	0.996	0.43
Nikel	11.261	5495
Vanád	256	147
Zinok	283	212

Program používa deterministické modely, kde sa v prípade expozície z pôdy používajú tieto expozičné faktory:

- * Priemerné množstvo pôdy, ktoré dospelý človek náhodne denne požije (vypočítané z údajov epidemiologických štúdií pre populáciu USA)
- Pomer absorpcie kontáminatitu pokožkou

Výsledkom výpočtu je rizikový index, čo je pomer vypočítanej dávky z danej koncentrácie k referenčnej dávke.

Výsledky výpočtu rizikového indexu pre najvyššie namerané koncentrácie kontaminantov sú uvedené v tabuľke:

Ukazovateľ (mg/kg)	Referenčná dávka (mg/kg/deň)	Rizikový index	
		Požitie pôdy	Dermálny kontakt
Arzén	0.0003	0 003	0.04
Berýlium	0.002	0.00007	0
Kadmium	0.001	0 00007	0.0008
Chróm III	1	0003	0.03
Chróm VI	0.005	0.000007	0.0001
Olovo	0.09	0.00006	0
Ortuť	0.0002	00004	0.009
Nikel	0.02	0.05	0.6
Vanád	0.004	0.005	0
Zinok	0.3	0.00008	0
SPOLU		0.06	0.7

Z uvedenej tabuľky vyplýva, že aj keď sme pri výpočte použili najvyššie namerané koncentrácie kontaminantov v zeminách, vypočítané rizikové indexy znamenajú dosiahnutie 6 % referenčnej dávky v prípade požitia pôdy a 70 % referenčnej dávky v prípade kontaktu s pokožkou. Pri týchto cestách expozície sa teda neočakáva žiadne zdravotné riziko a žiadne pozorovateľné účinky aj pri celoživotnej expozícii ľudí pracujúcich v areáli závodu. Keďže sa pre týchto ľudí predkladá najvyššia expozícia z kontaminovanej pôdy, rovnako tieto cesty expozície by nemali predstavovať zdravotné riziko ani pre ľudí pracujúcich na poľnohospodársky využívaných poliach, pre ľudí vlastniacich záhrady v blízkosti areálu ani pre ľudí žijúcich v blízkosti areálu.

Neistotou v tejto analýze je použitie priemerného množstva náhodne požitej pôdy ako aj dávky z kontaktu s pokožkou odhadnutých pre priemernú americkú

populáciu, pretože ľudia intenzívne pracujúci vonku na kontaminovanej pôde môžu mať tieto hodnoty oveľa vyššie.

Vzhľadom na dokázanú karcinogenitu prachu vznikajúceho v niklových hutiach pri inhalačnej expozícii v tejto analýze chýba odhad inhalačnej expozície niklu pre ľudí pracujúcich v areáli, ale aj odhad inhalačnej expozície iným karcinogénom, ktoré boli nájdené v zeminách. Keďže sme údaje o pomere odprašovania pôdy do ovzdušia nemali, toto potenciálne riziko nebolo možné kvantitatívne odhadnúť, avšak túto analýzu by bolo potrebné doplniť.

Za teoretického predpokladu, že plocha areálu by sa využívala na pestovanie rastlín, výpočet programu poskytuje aj rizikový index z príjmu potravín pestovaných na kontaminovanej pôde. V tomto prípade odhad rizikového indexu ukazuje 9-násobné prekročenie referenčnej dávky niklu pre najvyššiu nameranú koncentráciu, 4-násobné pre priemernú nameranú koncentráciu a 50 % referenčnej dávky pre najnižšiu nameranú koncentráciu. Z tohto hľadiska ako aj z hľadiska kumulácie kovov v pôde by bolo potrebné pre komplexnejšiu analýzu zistiť aj údaje o kontaminácii poľnohospodárskej pôdy niklom v okolí areálu.

6) Závery a odporúčania

6.1. Environmentálne riziko

Environmentálne riziká boli hodnotené pre pôdu a podzemnú vodu. Zistená kontaminácia pôdy (nenasýtenej zóny) je takého rozsahu, že predstavuje významné riziko a je limitujúca pre ďalšie využitie pôdy.

Iná je situácia u podzemnej vody. Týmto prieskumom bola zistená len v ojedinelých bodoch a nepredstavuje riziko ďalšieho znehodnocovania podzemnej vody. Znečistenie je však potrebné hodnotiť v širších vzťahoch, s prihliadnutím ku kvalite podzemnej * vody v širšom okolí. Táto je podľa citovanej literatúry významne ovplyvnená. *

6.2. Riziko pre ľudské zdravie

Kvantitatívnym výpočtom rizika bolo preukázané, že za súčasného stavu nie je žiadne aktuálne riziko ohrozenia zdravia ľudí zistenou kontamináciou zemín. Plocha areálu závodu sa však v žiadnom prípade nemôže využívať na poľnohospodárske účely.

6.3. Návrh ďalšieho postupu

Po zhodnotení uvedených skutočností a výsledkov navrhujeme v lokalite vykonať nápravné opatrenia a sledovať stav kvality podzemných vôd a zemín.

Zeminy a pôdy

Kontaminácia je zjavne značného rozsahu a v areáli podniku predstavuje riziko pre životné prostredie. Vzhľadom na rozsah by prípadná sanácia vyžadovala extrémne vysoké náklady. Navrhujeme vykonať opatrenia na zníženie až odstránenie prašnosti a vykonávať len monitoring kvality pôd. V prípade iného ako priemyselného využitia areálu, bude potrebné pristúpiť aj k aktívnym sanačným opatreniam. Navrhujeme spracovať štúdiu prašnosti až do odhadu pre inhalačnú expozíciu ľudí, čo by umožnilo spracovať kvantitatívnu analýzu rizika pre zdravie človeka cestou inhalačnej expozície.

Podzemné vody

Monitoring kvality podzemnej vody je potrebné vykonávať v blízkosti potenciálnych zdrojov kontaminácie a v možnom dosahu šírenia sa zistenej kontaminácie. V maximálnej miere bude možné využiť existujúce hydrogeologické vrty.

V Banskej Bystrici, 4.5.199S

RNDr. Františka

Hrubá RNDr. Anton

Auxt

100