

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

---

**Skládky domovních odpadů, rizika spojená s jejich provozem  
a následný dopad na životní prostředí**

bakalářská práce

prof. RNDr. Jiří PATOČKA, DrSc.

vedoucí práce

Jaroslav KAZDA

autor práce

Datum odevzdání práce: 16. května 2008

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Skládky domovních odpadů, rizika spojená s jejich provozem a následný dopad na životní prostředí“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 16. května 2008

Jaroslav KAZDA .....

### **Poděkování**

Chci touto cestou poděkovat prof. RNDr. Jiřímu Patočkovi, DrSc., vedoucímu bakalářské práce za odborné vedení při zpracování této bakalářské práce, Josefu Machutkovi, vedoucímu skládky TKO Lišov a Sdružení pro záchranu prostředí CALLA České Budějovice za zapůjčení písemných materiálů a ochotnou spolupráci.

## **ABSTRACT**

### **Disposal sites, hazardous waste and its impact on the environment, disposal sites management**

The topic of my thesis is waste disposal, especially the disposal site in Lišov run by the firm A.S.A. Inc.. I examine disposal site risks and waste site impacts on the environment.

In the 50th in the last century the solid waste site in Lišov was established. All the disposal produced by urban area inhabitants was deposited in a former brick-clay quarry. After being filled up the site was cultivated and other disposal was deposited in another site nearby – also an abandoned quarry.

Since 1998, the holder of the disposal site has been the firm A.S.A., Inc., Krajinská 10, 370 01 České Budějovice. Nowadays in the disposal site there are seven sectors including a sector for leaking water intake. If necessary, water may flow back to the detention basin, and there is also a degassing system in the disposal site. The disposal site management is being checked - samples of deposit site water, surface water and underground water are being analysed regularly.

The hypothesis of negative impacts of disposal sites on the environment was tested in practice. I read through all available information resources to find out that there are hazardous contaminants in the disposal site, some of them in over-limit concentrations, but their migration through underground water was not proved. It means that there is no evidence of a negative impact of the disposal site on the environment and the people living nearby.

## OBSAH

Úvod .....	8
<b>1. Současný stav.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Výklad základních pojmů .....</b>	<b>9</b>
1.1.1. Odpad.....	9
1.1.2. Nebezpečný odpad .....	10
1.1.3. Komunální odpad.....	10
1.1.4. Skládka odpadů.....	10
<b>1.2. Popis skládky tuhého komunálního odpadu Lišov.....</b>	<b>10</b>
1.2.1. Popis území.....	10
1.2.2. Přehled přírodních poměrů .....	12
1.2.3. Základní charakteristiky obydlenosti lokality.....	14
1.2.4. Základní technické údaje o skládce S-003 Lišov .....	15
1.2.5. Ochrana přírody a ochranná pásma .....	15
<b>1.3. Stav skládky TKO Lišov před nástupem nového vlastníka v roce 1998.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Analýza vod.....	16
1.3.2. Výsledky chemických analýz.....	17
1.3.3. Podzemní voda.....	19
1.3.4. Skládková voda .....	19
1.3.5. Povrchová voda .....	20
1.3.6. Výluhová voda.....	21
1.3.7. Výsledek monitoringu před předáním skládky firmě .A.S.A. v roce 1998.....	22
<b>1.4. Systém monitoringu podzemních, povrchových, podskládkových a výluhových vod</b> .....	<b>24</b>
1.4.1. Monitorovací systém.....	24
1.4.2. Monitoring podzemní vody .....	24
1.4.3. Monitoring povrchové vody.....	25

1.4.4. <i>Monitoring výluhových vod</i> .....	25
<b>1.5. <i>Určení prioritních škodlivin pro danou lokalitu</i></b> .....	<b>25</b>
1.5.1. <i>Prioritní kontaminanty</i> .....	25
1.5.2. <i>Amonné ionty</i> .....	27
1.5.2.1. <i>Identifikace a původ amoniaku</i> .....	27
1.5.2.2. <i>Toxické účinky amoniaku</i> .....	28
1.5.3. <i>Kovy</i> .....	28
1.5.3.1. <i>Fyzikálně chemické vlastnosti</i> .....	28
1.5.3.2. <i>Zdroje znečištění</i> .....	29
1.5.3.3. <i>Zdroje jednotlivých kovů</i> .....	30
1.5.3.4. <i>Arsen a jeho toxicita</i> .....	31
1.5.3.5. <i>Kadmium a jeho toxicita</i> .....	33
1.5.3.6. <i>Chrom a jeho toxicita</i> .....	34
1.5.3.7. <i>Rtuť a její toxicita</i> .....	35
1.5.3.8. <i>Olovo a jeho toxicita</i> .....	37
1.5.4. <i>Doba zdržení kovu v těle</i> .....	38
1.5.4.1. <i>Technologie sanace</i> .....	38
1.5.5. <i>Tenzidy</i> .....	38
1.5.6. <i>Požáry</i> .....	40
<b>2. <i>Cíl práce a hypotéza</i></b> .....	<b>40</b>
<b>2.1. <i>Cíl práce</i></b> .....	<b>40</b>
<b>2.2. <i>Hypotéza</i></b> .....	<b>41</b>
<b>3. <i>Metodika</i></b> .....	<b>41</b>
<b>3.1. <i>Metodický postup</i></b> .....	<b>41</b>
<b>4. <i>Výsledky</i></b> .....	<b>41</b>
<b>4.1. <i>Analýza rizik</i></b> .....	<b>41</b>
4.1.1. <i>Porovnání výsledků chemických analýz z let 2000 – 2006</i> .....	43

4.1.1.1. Tabulka limitních koncentrací vybraných kontaminantů dle čs. předpisů [14] .....	43
4.1.1.2. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 [20] ..	44
4.1.1.3. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 - pokračování .....	45
4.1.1.4. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 - pokračování .....	45
4.1.1.5. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 - pokračování .....	46
4.1.1.6. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2006 [14] ..	46
4.1.1.7. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2006 - pokračování .....	47
4.1.1.8. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2006 - pokračování .....	47
4.1.1.9. Tabulka–srovnání maxim v roce 2000 a 2001-2006 dle limitů NV č. 61/03 Sb. [20, 4, 5, 6, 7, 1] .....	48
4.1.1.10. Výsledky měření povrchové migrace úniku plynu.....	48
4.1.2. Shrnutí základních údajů a charakteristika vývoje znečištění.....	49
<b>5. Diskuse .....</b>	<b>54</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>55</b>
<b>7. Seznam použité literatury .....</b>	<b>58</b>
<b>8. Klíčová slova.....</b>	<b>61</b>
<b>9. Přílohy.....</b>	<b>62</b>
<b>9.1. Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>62</b>

## Úvod

V dnešní době lidstvo řeší velký problém, jímž je odpad. Ten vzniká při výrobě i spotřebě každého produktu. Protože odpad není nic jiného než původní látka prošlá výrobním a spotřebním procesem, je jasné, že odpady skrývají velké množství surovin a energie. Největším problémem tedy je, jak tyto suroviny a energii využít.

Lidé se s odpadem potýkají již od úsvitu dějin. Nejstarší nalezená skládka je u města Solutré ve Francii. Je zhruba 40000 let stará. Našla se zde asi dva a půl metru široká vrstva zvířecích kostí, pocházející od přibližně sta tisíc zvířat, což představuje roční spotřebu masa průměrného okresního města. Avšak v těchto dobách odpad nepředstavoval žádný problém, protože lidé neprodukovali nic trvalejšího než příroda.

Změna nastala se stěhováním lidí do měst. Výroba rostla a přebytky či zbytky se stále více hromadily na jednom místě. Dokud však fungoval přirozený rozklad, uklízela sama příroda. Kolaps tohoto systému přišel až v 60. letech 20. století. Produkce nerozložitelného odpadu prudce vzrostla kvůli nástupu plastových technologií. Tyto látky silně zatěžují životní prostředí právě z důvodu své těžké rozložitelnosti. Ještě obtížnější je najít pro skládky místo. Vzhledem k hustotě osídlení je téměř vždy nutno potýkat se s oprávněným odporem obyvatel. Vedle problémů enviromentálních a etických se tak skládky stávají i problémem politickým. Vnutí-li politik komunitě skládku přes její odpor, spolehlivě se připraví o podporu této komunity ve volbách. I z těchto důvodů je vhodné skládkování omezit, mělo by tvořit teprve nezbytnou koncovku komplexního nakládání s odpady.

Z druhého pohledu skládky představují v sobě ukládání druhotných surovin, jejich řízený, hygienicky kontrolovaný provoz je nezbytnou podmínkou k tomu, aby domovní a průmyslové odpady nebyly zdrojem znečištění ovzduší, půdy a vod. Část odpadů v plynné formě uniká do ovzduší, dostává se deštěm do vodních nádrží, toků, oceánů a půdy. Největší objem odpadů představují látky tuhé. Množství odpadů z domácností narůstá. Mnoho látek z domovních odpadů (neboli komunálních odpadů) by při jejich třídění mohlo být recyklováno a využito jako surovina pro další výroby. Bohužel velké množství odpadů je likvidováno ve spalovnách a další odpady jsou ukládány na



skládky. Souvisí to s tím, že organizace sběru a třídění odpadů je u nás poměrně nedokonalá a investiční náročnost provozů využívajících tyto tzv. druhotné suroviny nebývá vždy dostatečně celospolečensky podpořena.

Naproti tomu černé skládky (tj. vyhozené odpadky podél cest, v lese, ale i kdekoli jinde) jsou výsledkem někdy i rozsáhlého znečištění podzemní vody, rozmnožení hlodavců a tím pádem riziko nákazy chorobou přenášenou těmito hlodavci. Dalším podobným problémem jsou i nedostatečně zabezpečená uložení průmyslových toxických odpadů a radioaktivních látek. S tímto problémem souvisí i nezákonné uchovávání toxických a radioaktivních látek např. na dně oceánů nebo schované někde v jeskyni. Tato „tajná“ úložiště těchto látek mohou (ale i nemusí) v budoucnosti způsobit i rozsáhlé katastrofy v podobě toxického či radioaktivního zamoření.

V předložené bakalářské práci se zabývám hodnocením možných rizik plynoucích z provozování skládky tuhého domovního odpadu v katastrálním území města Lišov, zejména ve vztahu k životnímu prostředí a jeho obyvatelům, mezi které patřím i já sám. V současné době narůstá vlna odporu ze strany obyvatel Lišova a okolí vůči stále se rozšiřujícímu prostoru skládky a zejména pak z obav o možný únik xenobiotik z této lokality. Přesto dosud nebyl právě pro okolní obyvatele zmíněné lokality předložen o této skládce jakýkoliv materiál, který by přehlednou formou informoval o skutečném stavu skládky a možných rizicích spojených s jejím provozováním.

## **1. Současný stav**

### ***1.1. Výklad základních pojmů***

#### ***1.1.1. Odpad***

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin uvedených v příloze č. 1 zákona č. 185/2001 Sb.

### ***1.1.2. Nebezpečný odpad***

Nebezpečný odpad – je odpad uvedený v Seznamu nebezpečných odpadů uvedený v prováděcím právním předpise a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 zákona č. 185/2001 Sb.

### ***1.1.3. Komunální odpad***

Komunální odpad je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob oprávněných k podnikání.

### ***1.1.4. Skládka odpadů***

Skládka odpadů je technické zařízení určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložením na zemi nebo do země. [23]

## ***1.2. Popis skládky tuhého komunálního odpadu Lišov***

### ***1.2.1. Popis území***

Skládkování na skládce tuhého komunálního odpadu Lišov bylo zahájeno v padesátých letech minulého století. V prostoru po těžbě cihlářské suroviny cca 6 metrů hlubokého, situovaného na katastru obce, ve vzdálenosti cca 250 metrů severovýchodně od posledních obytných domů v Lišově, byly ukládány veškeré odpady produkované obcí. [12] Nejprve bylo na vrchní skládku uloženo cca 50 tisíc m<sup>3</sup> odpadů. Po celkovém zaplnění úložného prostoru byla deponie kultivována, tzn. přehrnuta inertním materiálem, zatravněna a osázena ovocným sadem. Následně byly odpady ukládány do dalšího vytěženého prostoru spodní skládky. Tato mohla být rekultivována až po uvedení do provozu nové zabezpečené skládky tuhého komunálního odpadu pro

České Budějovice a přilehlé obce, s jejíž výstavbou bylo započato v roce 1987. Vzhledem k nekontrolovatelnému způsobu ukládání lze jen velmi nepřesně odhadnout množství uloženého materiálu. Do trvalého provozu byla nová skládka uvedena ke konci roku 1994. Využita mohla být již jen do té doby nezavezená část hliníku. Tato skládka těsně přiléhala ke spodní nezabezpečené skládce a byla od ní oddělena pouze násypem pro obslužnou komunikaci bez těsnící mezivrstvy. Obě tato úložiště nazývaná „Vrchní stará skládka“ a „Spodní stará skládka“ byla bez jakékoliv izolace podloží. [11] V současné době jsou již povrchově zatěsněna, zrekultivována a monitorována. Výsledky monitorování dokumentují ustálený režim bez ovlivňování okolního prostředí. Třetí úložiště je od roku 1994 provozovaná těsněná skládka komunálního odpadu (sektory 1-6) s vybudovaným vodním hospodářstvím. Toto úložiště bylo v roce 2001 rozšířeno o sektor 7. V současné době má tedy skládka vybudováno celkem 7 sektorů včetně jímání průsakových vod z tělesa skládky do akumulací jímky s možností zpětného rozlivu do tělesa a aktivního odplyňovacího systému. Voda dešťová, podskládková a důlní voda z těžebního prostoru přilehlé bývalé cihelny je odváděna z areálu nejprve zatrubněným a následně otevřeným korytem do biologického rybníka, který slouží jako dočišťovací stupeň. Prostor areálu skládky je vyňat z lesního i zemědělského půdního fondu a je oplocen. Pozemky jsou ve vlastnictví provozovatele, kterým se stala dne 1.2.1998 firma .A.S.A. České Budějovice s.r.o., Krajinská 10, 370 01 České Budějovice. Předchozím vlastníkem skládky do konce roku 1997 bylo město České Budějovice, provozovatelem byly Technické služby města Českých Budějovic. Těsně před zahájením skládkování novým provozovatelem a vlastníkem skládky bylo provedeno nulté kolo monitoringu, které mělo ověřit případný vliv uložených odpadů na kvalitu povrchových a podzemních vod před zahájením skládkování firmou .A.S.A. Na základě vyhodnocení provedeného monitoringu bylo rozhodnuto o následných krocích v rámci dalších doplňujících prací. Nad vlastním skládkovým prostorem, uvnitř a při jeho severovýchodním omezení, kolmo na předpokládaný směr proudění podzemní vody, byl vybudován systém monitorovacích vrtů pro nepřetržitý monitoring kvality podzemní vody do areálu přitékající a odtékající. Jednalo se o osm indikačních vrtů HP-11 až HP-16, z nichž vrty nad a pod skládkou

byly vybudovány jako vrty sdružené pro sledování kvality dvou zvodní (miocénní a svrchnokřídové). Další z vrtů, označený jako HP-17, byl umístěn na předpokládaném rozhraní staré a nové skládky. [28]

Nejbližší obytná zástavba se nachází cca 250 metrů jihozápadně od skládky – město Lišov, 700 metrů severně město Hůrky a 1500 metrů východně obec Miletín. Okolní pozemky jsou zemědělsky využívány. Ke skládce vede asfaltobetonová komunikace.



Foto č. 1 – Panoramatický pohled na skládku ve směru od příjezdové komunikace

### ***1.2.2. Přehled přírodních poměrů***

Na základě geomorfologického členění je zájmová oblast součástí provincie Česká vysočina, soustavy Českomoravská soustava, podsoustavy Jihočeské pánve, celku Třeboňská pánev a jejího podcelku Lipovská pahorkatina. Vlastní skládkový prostor leží v nadmořské výšce od 470 metrů n.m. do 477 metrů n.m. na rozhraní Českobudějovické a Třeboňské pánve, jež jsou odděleny výrazným morfologickým hřbetem - Lipovským prahem. Jedná se o ploché mělké deprese.

Podle klimatické klasifikace je zájmová oblast přiřazována k mírně teplé klimatické oblasti MT 9, jež je charakterizována dlouhým létem, teplým suchým až mírně suchým, přechodným obdobím krátkým s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátkou zimou, mírně suchou, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Z regionálně geologického hlediska leží zájmové území na styku Lipovské hrásti a Třeboňské pánve. Jedná se o tektonickou skleslinu uvnitř moldanubika vyplněnou

uloženými svrchní křídou a terciéru, oddělenou od Budějovické pánve Rudolfovským hřbetem. Pro vlastní pánev je charakteristické její protažení ve směru průběhu hlavních zlomů, tzn. především SZ-JV a S-J omezující tvar pánve, při nichž sedimenty dosahují největších mocností. Svrchnokřídová výplň Třeboňské pánve v okolí zájmové oblasti jen místy přesahuje 100 metrů.

Vlastní zájmová lokalita se nachází na denudačním zbytku svrchního oddílu klikovského souvrství, vyplňujícího depresi v monotónní sérii moldabunika. Tato je reprezentována zejména granát-biotitickými granulity, granulitovými rulami, místy pyroxenickým granulitem s polohami aplitů. Pro svrchnokřídovou sedimentaci klikovského souvrství je typický rytmický vývoj, projevující se v rámci jednotlivých cyklů střídáním tří horninových typů (hrubozrnné pískovce až slepence, písčité jílovce, jílovce až pískovce). Následně byla v klikovském souvrství zájmové oblasti vyhloubena erozní rýha, v níž ve spodním miocénu započala sedimentace zlíčského souvrství zastoupeného silicifikovanými horninami. Po ní následoval stratigrafický hiát a terciérní sedimentace byla opětovně obnovena až ukládáním zelených a diatomových jílu a křemelin reprezentujících mydlovarské souvrství. V pliocénu pokračovala sedimentace menších plošně omezených poloh modrošedých až tmavých jílu místy s organickou příměsí příslušejících k lednickému souvrství. Ve svrchním pliocénu pak byly uloženy hlinité sedimenty a celý sedimentační cyklus byl zakončen překryvnou polohou sprašových a deluviálních hlin würmského stáří, často ještě následně transportovaných soliflukcí.

Hydrogeologické poměry zájmového území jsou úzce spjaty s celkovou geologickou, petrografickou a tektonickou stavbou a s faciálně-litologickým vývojem sedimentů.

Z hydrogeologického hlediska je zájmové území přiřazováno ke komplexu většího počtu nepravidelně se střídajících průlinovo-puklinovo vrstevných kolektorů (pískovce a slepence) a izolátorů (jíly, jílovce a prachovce) neogénu a křídou.

Svrchní zvoděn zájmového území s negativní výtlačnou výškou 2,5 – 5 m je vázána na prostorově velmi omezené písčité polohy neogenních sedimentů. Artéský strop těmto podzemním vodám tvoří cca 8 m mocná poloha téměř nepropustných sprašových hlín

s koeficientem filtrace  $n \cdot 10^{-10} - 10^{-11} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Jedná se o horninové prostředí s průlomovou propustností, jež je silně závislé na málo mocných a plošně nepravidelně rozšířených písčitéch proplátcích, jejichž koeficient transmisivity je výrazně vyšší a pohybuje se od  $n \cdot 10^{-10} - n \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Na základě ložiskového průzkumu byla mocnost těchto propustných poloh přímo v těžebním prostoru cihelny odhadnuta na 2-3 metry.

Podloží senonské sedimenty klikovského souvrství mají obdobnou hydrogeologickou charakteristiku vyjma izolované pánvičky kaolinického pískovce o mocnosti až 5 m o koeficientu transmisivity  $n \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Spodní zvědeň – zvědeň hlubokého oběhu je hydrogeologicky poměrně významnější a je vázána na rozvolněné krystalické horniny moldanubika s více či méně rozvolněnými puklinami. Část mělké podzemní vody může sestupovat pod bázi přípovrchové zóny rozvolnění hlouběji zasahujícími puklinami a zúčastňovat se tak hlubšího oběhu. Podloží krystalinikum zájmové oblasti je však pokryto nepravidelně mocnou, špatně propustnou polohou eluvií vzniklých v zrudním klimatu předterciérního zvětrávání. Koeficient filtrace je tedy značně rozkolísaný a řádově se pohybuje od  $n \cdot 10^{-5} - n \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hladina podzemní vody ve stávajících hydrogeologických vrtech v areálu skládky byla zastižena v hloubkách cca 2 m pod terénem a má negativní výtlačnou výšku. Podle hydrogeologické rajonizace náleží zájmové území do hydrogeologického rajónu 214 – Třeboňská pánev – jižní část. Leží těsně na hranici Chráněné krajinné oblasti „Třeboňsko“.[19]

### ***1.2.3. Základní charakteristiky obydlivosti lokality***

Nejbližší obytná zástavba se nachází ve městě Lišov, obci Hůrky a Miletín.

Obec	Obyvatel celkem	Muži	Ženy
Lišov	2847	1320	1527
Hůrky	278	131	147
Miletín	139	63	76

Úroveň stavu životního prostředí v okrese České Budějovice je hodnocena jako narušená až silně narušená. Střední délka života je u mužů 67-68 let, u žen 74-75 let. Kojenecká úmrtnost je v okrese hodnocena jako vysoká (14-16 na 1000 živě narozených dětí). Počet narozených dětí s nízkou porodní váhou (do 2,5 kg) je střední (5,5 – 6,0 na 1000 živě narozených dětí). Celková mortalita patří mezi nadprůměrné, jak u mužů, tak u žen, stejně jako úmrtnost na zhoubné novotvary.[20]

#### ***1.2.4. Základní technické údaje o skládce S-003 Lišov***

Vrchní stará nezabezpečená skládka:

Plocha skládky	1,14 ha,
Průměrná mocnost odpadu	3,2-3,5 m
Odhadované množství uložených odpadů	cca 37 000 m <sup>3</sup>

Spodní stará nezabezpečená skládka:

Plocha skládky	1,8 ha
Průměrná mocnost odpadu	5,7-6,5 m
Odhadované množství uložených odpadů	cca 118 000 m <sup>3</sup>

Nová zabezpečená skládka:

Plocha skládky	3,46 ha
Průměrná mocnost odpadu	15,2-22,2 m
Odhadované množství uložených odpadů	cca 450 000 m <sup>3</sup> [20]

#### ***1.2.5. Ochrana přírody a ochranná pásma***

Zájmové území se nachází v Chráněné oblasti akumulace vod CHOPAV – Třeboňská pánev na západním okraji (cca 3,8 km od hranice). V zájmovém území se nenacházejí žádná ochranná pásma vodních zdrojů pro hromadné zásobování vodou (PHO) ve smyslu vodního zákona (zákon č. 254/2001 Sb.), ani zde neprotéká žádný trvalý nebo občasný povrchový vodní tok. Nenachází se zde ani žádná vodní plocha, prameniště ani mokřad. Skládky je mimo záplavové území. V okolí skládky, cca 1200 m severovýchodním směrem na pravém břehu Hůreckého potoka se nacházejí tři domovní studny pro individuální využívání, z nichž dvě jako jediný zdroj pitné vody.

Zájmové území ani v jeho okolí se nevyskytuje přírodní rezervace ani chráněná krajinná oblast ve smyslu zákona č. 218/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny a není ani vedeno v kategorii zvláště chráněných území ve smyslu tohoto zákona, ani dle vyhlášky č. 395/1992 Sb. MŽP, kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR č. 114/1992 o ochraně přírody a krajiny. Areál skládky se nenachází v ložiskovém území dle zákona č. 386/2005 Sb., kterým se mění zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství. [2]

### ***1.3. Stav skládky TKO Lišov před nástupem nového vlastníka v roce 1998***

#### ***1.3.1. Analýza vod***

V souladu s projektovou dokumentací byl na lokalitě skládky dne 27.1.1998, ještě před započítáním skládkování firmou .A.S.A. s.r.o., realizován odběr vzorků podzemní, povrchové, skládkové a výluhové vody. Nejprve bylo ovzorkováno 12 objektů. Jednalo se o vrty V-1, V-2, V-3(IJ-2), V-4 (IJ-1), zrušeného rybníku V-1 (označeno Rybník (V-1)), šachtice Š-1, Š-3, Š-4 v prostoru skládky a Š-6 cca 350 m od skládky (v poli), výtok důlních vod z cihelny (označeno jako Cihelna), sběrná jímka výluhových vod (označeno Jímka) a kalový rybník (označeno Rybník) vzdálený 800 metrů od skládky. Z důvodu velmi malé vydatnosti či přítomnosti metanu byly všechny objekty, vyjma vrtu V-1, odebrány ve statickém stavu, tzn. odběrným válcem. Pouze vrt V-1, který byl krátkodobě začerpán a vzorky podzemní vody byly odebrány těsně před ukončením



čerpání. Následně byly dne 11.3.1998 uskutečněny odběry z dalších tří objektů a rybníční kal při ústí drenážních vod. Ovzorkovány byly výluhové vody z jednotlivých skládkových kazet, tzn. sběrné objekty Š-1 S až Š-3 S. Při odběrech byla měřena hloubka objektu, hladina podzemní vody a teploty vzduchu.

### ***1.3.2. Výsledky chemických analýz***

Celkem bylo na lokalitě odebráno 15 sad vzorků podzemní, povrchové, skládkové a výluhové vody a jeden vzorek rybníčního kalu. Ihned po odběru byly vzorky odvezeny ke zpracování do hydrochemických laboratoří GEOtestu Brno, a.s.. Chemické analýzy byly zaměřeny na základní chemické ukazatele znečištěných vod (fyzikálně chemický rozbor, CHSK/Cr, BSK<sub>5</sub>, RL, NL) a na předpokládané polutanty, které mohou mít původ uložených skládkových materiálech (NEL, CI-U, BTX, toxikologické kovy /As, Cd, Pb, Hg/, jednomocné fenoly, anionaktivní tenzidy, organochlorové pesticidy, PCB, PAU).[27]

Obsah kontaminantů (resp. fyzikálně chemické ukazatele) v podzemní vodě vrtů V-1 až V-4, v důlní vodě (Cihelna), ve sběrných šachtách Š-1S až Š-3S a rybníčním kalu byly porovnávány s „Metodickými pokyny MŽP ČR k zajištění procesu nápravy starých ekologických zátěží“, které vydal Odbor pro ekologické škody v příloze Zpravodaje MŽP ČR č. 8/1996 a jehož účinnost byla od 31.7.1996. Ukazatele pro hodnocení míry kontaminace podzemní vody jsou zde uvedeny ve třech kritériích, kde kritéria:

A – odpovídají přibližným obsahům v přírodě (v souvislosti s uzančně stanovenou mezí citlivosti analytického stanovení). Výjimkou jsou oblasti s přirozeným výskytem vyšších koncentrací dané látky. Překročení kritérií A je považováno za znečištění, pokud však nedojde k překročení kritéria B, není pokládáno za významné a není třeba zahajovat průzkum nebo ho monitorovat.

B – uměle zavedená kritéria, která jsou pro sledované látky daná přibližně aritmetickým průměrem kritérií A a C. Překročení kritérií B se posuzuje jako znečištění, které může mít negativní vliv na zdraví člověka a jednotlivé složky životního prostředí. Je

třeba shromáždit údaje pro posouzení, zda se jedná o významnou ekologickou zátěž a jaká jsou rizika s ní spojená. Při překročení kritérií B je nezbytné se znečištěním dále zabývat a vyžaduje předběžně hodnotit rizika plynoucí ze zjištěného znečištění, zjistit jeho zdroj a příčiny a podle výsledku rozhodnout o dalším průzkumu či zahájení monitoringu.

- C - při jejich odvození byly zohledněny fyzikálně-chemické, toxikologické, ekotoxikologické popř. další (např. sensorické) vlastnosti látek. Jejich překročení představuje znečištění, které může znamenat významné riziko ohrožení zdraví člověka a složek životního prostředí. Závažnost rizika může být potvrzena pouze jeho analýzou. Doporučené hodnoty cílových parametrů pro sanaci mohou být vyšší, než jsou uvedená kritéria C.[18]

Vzorky Š-1, Š-3, Š-4 byly odebrány z drenážního systému jímacího podzemní (podskládkové vody). Vzorek označený „Jímka“ měl reprezentovat vodu výluhovou, tj. směsnou vodu ze všech tří kazet tělesa skládky. Až po provedených odběrech a následných analýzách bylo zjištěno, že propojení jednotlivých vrtů, jímacích výluhovou vodu, s jímkou bylo v minulosti porušeno, a proto voda z jímky nemohla reprezentovat směsný vzorek ze všech tří vrtů. Dodatečně byly tedy provedeny odběry ze sběrných objektů výluhových vod. Vzorek označený Rybník (V-1), odebraný z hladiny na povrchu zrušeného rybníčku, představuje srážkovou vodu infiltrující do horninového prostředí přes rybníční kaly, která může následně ovlivňovat kvalitu podzemní vody na lokalitě. Proto byly vzorky hodnoceny podle již zmíněného „Metodického pokynu“.

Kvalita povrchové vody v biologickém rybníku byla hodnocena podle nařízení vlády č. 171/1992 Sb., kterým se stanoví ukazatele přípustného znečištění povrchových vod (vodárenských, ostatních). Do rybníka, který by měl sloužit jako biologický, ale tuto funkci nemůže plnit, jsou svedeny drenážní vody z oblasti skládkového tělesa a důlní vody z cihelny. Výtok z rybníka je veden do Hůreckého potoka a odtud do dalších rybníků, které jsou využívány k rekreačním účelům nebo jako chovné.[28]

### ***1.3.3. Podzemní voda***

Podzemní voda v prostoru skládky je převážně kalcium-magnesium-bikarbonátového typu, s občas se uplatňující složkou chloridovou. Jedná se o vodu převážně měkkou až středně tvrdou, středně mineralizovanou, slabě kyselé reakce.

Z hlediska „Metodického pokynu“, který má doporučující charakter s ohledem na geologické poměry apod., došlo k překročení kritérií B nebo C pouze v případě vzorku V-1, a to v ukazateli chloridy (C), As, Pb, Hg (B). Tento vzorek obsahoval také vysoké koncentrace rozpuštěných a nerozpuštěných látek s vysokou hodnotou CHSK/Cr. Z porovnání ukazatelů CHSK/Cr, CHSK/Mn a BSK<sub>5</sub> vyplynulo, že v podzemní vodě jsou přítomny oxidovatelné látky (pravděpodobně organického charakteru) hůře oxidovatelné a biochemicky málo odbouratelné. Obdobně tomu bylo i vrtu V-2, který vykazoval přítomnost totožných kontaminantů.

Důlní voda z cihelny je kalcium-bikarbonáto-sulfátového typu, dosti tvrdá, se zvýšenou mineralizací, slabě alkalické reakce. Vzorek nevykazoval známky kontaminace, obsahoval však vyšší koncentraci nerozpuštěných látek.

Ovlivnění kvality podzemní vody bylo způsobeno existencí staré nezabezpečené skládky.

### ***1.3.4. Skládková voda***

Vzorek rybník (V-1) odebraný z hladiny na povrchu zrušeného rybníčku představoval srážkovou vodu se zvýšenou mineralizací, tvrdou, slabě alkalické reakce, kalcium-bikarbonátového typu. Vzorek neobsahoval kontaminanty v koncentracích, které lze označit za kontaminaci. Srážková voda infiltrující přes dnové sedimenty zrušeného rybníčku neohrožuje kvalitu podzemní vody na lokalitě.

Podzemní voda z drenážního systému pod skládkou ze šachtice Š-1 je voda slabě alkalická až alkalická, dosti tvrdá až tvrdá. V prostoru šachtic Š-3 a Š-4 je zachytávána voda velmi tvrdá také slabě alkalické reakce. Ze tří vzorkovaných šachtic zachycujících

podzemní vodu odváděnou drenážním systémem z pod tělesa skládky byla nejméně kontaminována v šachtici Š-1, kde byl zjištěn jen mírně zvýšený obsah amonných iontů a olova překračující hodnotu kritéria B a mírně zvýšený obsah arsenu a kadmia nad kritérium C. Ani hodnoty CHSK/Mn, CHSK/Cr a BSK<sub>5</sub> nenasvědčovaly velkému zatížení vody oxidovatelnými látkami. V šachticích Š-3 a Š-4 byly koncentrace NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NH<sub>3</sub> a Cl<sup>-</sup> zvýšeny, takže v Š-4 dosahovala koncentrace NH<sub>4</sub><sup>+</sup> až 531,38 mg/l, NH<sub>3</sub> 17,58 mg/l a Cl<sup>-</sup> 870 mg/l. Postupně vzrůstaly i hodnoty ukazatelů charakterizující odpadní vody, tj. CHSK/Mn, CHSK/Cr, BSK<sub>5</sub>, RL a NL. V šachticích Š-3 a Š-4 byly zjištěny i zvýšené koncentrace PAL-A. V šachtici Š-3 překračoval obsah arsenu a rtuti kritérium C. V šachtici Š-4 koncentrace kovů ještě vzrostly a kritérium C překračoval jako arsen a rtuť, tak olovo, kadmium překračovalo kritérium B. V této části drenáže byl prokázán ve vodě i benzen v koncentraci překračující kritérium B. V nízkých koncentracích byly prakticky ve všech vzorcích z drenážního systému přítomny polyaromáty (max. v Š-4), organochlorové pesticidy (max. v Š-1). S výjimkou rybníku (V-1) obsahovala skládková voda i PCB (max. Š-4).

Z těchto výsledků bylo patrné, že drenážní systém nemohl plnit svoji funkci indikace těsnosti nově připravované zabezpečené skládky TKO. Bylo zcela evidentní, že zde dochází k infiltraci skládkových vod ze sousedící spodní nezabezpečené skládky v alarmujících koncentracích. Tato situace byla považována za téměř havarijní.[24]

### ***1.3.5. Povrchová voda***

V prostoru šachtice Š-4 se k drenážnímu systému napojuje důlní voda z cihelny a je odváděna východním směrem zatrubněným korytem ukončeným šachticí Š-6. Odtud jsou tyto vody odváděny otevřeným korytem do cca 800 metrů vzdáleného rybníka. Z těchto důvodů byly vzorky ze šachtice Š-6 hodnoceny jako povrchový tok.

V porovnání s nařízením vlády č. 171/1992 Sb. (ostatní toky) byla voda v Š-6 nevyhovující z hlediska vysokého obsahu amonných iontů i volného amoniaku, vysokým obsahem dusitanů, chloridů, železa a manganu. Mimo mírně zvýšené

koncentrace NEL a PAL-A obsahoval vzorek také nevyhovující koncentrace PAU a PCB. Ze sledovaných PAU limitoval nařízení vlády pouze benzo(a)pyren jehož koncentrace však překročena nebyla. Tato situace byla odrazem průniku skládkových vod ze spodní nezabezpečené skládky do drenážního systému vod podskládkových. V rybníku, který již představuje regulérní povrchovou vodu, odtékající do Hůreckého potoka, napájejícího další rybníky, byly zjištěny stejné kontaminanty jako v Š-6 nebo v drenážním systému skládky. Jednalo se o vysoké koncentrace amonných iontů, amoniaku a dusitanů, které jsou toxické pro ryby a vodní organizmy. Dále to byl vysoký obsah železa, který negativně ovlivňuje činnost žaber u ryb (dochází k vypadávání oxidu Fe v žaberním systému a k udušení ryb),[22] dále pak PAU, kde je nejvíce zastoupeným fluoranthen. Z uvedených důvodů jednoznačně vyplynulo, že skládka negativně ovlivňovala vodu v rybníku, což se mohlo projevit i na kvalitě vody v Hůreckém potoku a v dalších rybnících, které již zasahují do CHKO Třeboňsko.

Dne 11.3.1998 byl z rybníku při ústí drenážních vod odebrán vzorek dnového sedimentu na analýzu těžkých kovů, OCP, PCB a PAU. Přestože v rybníční vodě nebyly těžké kovy zjištěny, v sedimentu byl prokázán As, Cd, Pb v koncentracích nepřekračujících kritérium A. Hg v sedimentu prokázána nebyla, stejně jako OCP a PCB. Ve vzorku byly zjištěny nízké koncentrace PAU (nejvíce naftalen), jejichž koncentrace také nedosahovala kritéria A. Z uvedeného vyplynulo, že dnový sediment obsahoval některé polutanty odtékající s výluhovými vodami ze skládky, přičemž nedošlo k jejich výraznému ukládání do rybníčního kalu.

### ***1.3.6. Výluhová voda***

Výluhová voda z „Jímky“ byla tvrdá, alkalické povahy. Její mineralizace dosahovala 2654 mg/l, hodnoty CHSK/Mn, CHSK/Cr a BSK<sub>5</sub> svědčily o velkém zatížení výluhové vody oxidovatelnými látkami. Současně byly v jímce zjištěny i vysoké koncentrace amonných iontů, volného amoniaku a chloridů, zjištěny byly i zvýšené koncentrace PAL-A, v nízkých koncentracích pak polyaromáty a organochlorové pesticidy. Voda v jímce nemohla reprezentovat směšnou výluhovou vodu z jednotlivých skládkových

kazet, neboť voda v jímce nekomunikuje s vrty díky neprůchodnosti potrubního řadu. Kvalita vody v jímce byla nadlepšena i vodou srážkovou.

Z těchto důvodů byla dne 11.3.1998 odebrána výluhová voda ze šachet Š-1 až Š-3, která reprezentovala výluhy z odpadů uložených v jednotlivých skládkových kazetách. Sledovány byly stejné ukazatele jako ve skládkové vodě z objektů Š-1, Š-3, Š-4 a Jímka, odebrané 27.1.1998.

Z výsledků pak bylo patrné, že se jedná o značně kontaminovanou vodu  $\text{NH}_4\text{-Na-HCO}_3\text{-Cl}$  typu, slabě alkalické reakce, velmi tvrdé. Mineralizace všech vzorků se pohybovala ve rozsahu 12 735 - 13 800 mg/l (odparek 7 449 až 7 922 mg/l). Výluhová voda obsahovala vysoké koncentrace  $\text{NH}_4$ , Na, K, Cl. Koncentrace těchto iontů byly cca 2 x vyšší než ve skládkové vodě odebrané dne 27.1.1998.

Voda vykazovala vysoké hodnoty CHSK/Mn (>200 mg/l  $\text{O}_2$ ). Z hodnot CHSK/Cr (1 470 až 1 660 mg/l  $\text{O}_2$ ) a  $\text{BSK}_5$  (100 až 140 mg/l  $\text{O}_2$ ) bylo patrné, že látky rozpuštěné ve vodě jsou velmi málo odbouratelné biologicky.

Na rozdíl od anorganických solí, jejichž obsah ve výluhové vodě byl cca dvojnásobný oproti skládkové vodě, byl obsah těžkých kovů CIU, OCP a NEL prakticky srovnatelný. Výrazný rozdíl byl v obsahu PAU, které byly ve výluhové vodě výrazně vyšší než ve vodě skládkové. Obsah fenolů a aniontových tenzidů byl ve výluhové vodě jen mírně vyšší než ve vodě skládkové.

Z tohoto vyplynulo, že vzorky skládkové vody jsou byly částečně ovlivněny prosakováním výluhových vod, především v oblasti šachet Š-3, Š-4, které obohacovaly skládkovou vodu především o organické soli (Na,K,  $\text{NH}_4$ , Cl) a celkově zvyšovaly hodnoty CHSK/Mn, CHSK/Cr. Stopové prvky byly zjištěny ve skládkové vodě přibližně ve stejných nebo vyšších koncentracích jako ve vodě výluhové, proto byl předpoklad, že jejich hlavním zdrojem byla stará skládka a jen částečně skládka nová.  
[26]

### ***1.3.7. Výsledek monitoringu před předáním skládky firmě .A.S.A. v roce 1998***

Na základě provedeného monitoringu firmou Geotest Brno, a.s., resp. zhodnocením výsledků provedených hydrochemických analýz odebraných vzorků podzemní, povrchové a skládkové vody bylo konstatováno, že kvalita okolního životního prostředí byla stávajícím provozem skládky vážně narušena.

Vzhledem k prokázanému vlivu uložených odpadů na životní prostředí bylo nezbytně nutné dodatečně zabezpečit starou nedostatečně rekultivovanou skládku. Bylo zapotřebí dostupnými technickými opatřeními zajistit správnou funkci drenážních systémů, zejména zabránit únikům kontaminovaných skládkových vod ze spodní skládky. Mezi další navržená opatření ze strany Geotestu Brno, a.s. bylo zavedení pravidelného monitoringu kvality vod v obou drenážních systémech, zrušeném rybníčku a vody v biologickém rybníku, odvodnit těleso skládky, tzn. odčerpávanou vodu nerozstříkovat zpět na terén, ale odvázet ke konečné likvidaci. Jako nezbytně nutné bylo navrženo pročistit a zprůchodnit propojení jednotlivých vrtů vnitřního drenážního systému jímajících povrchovou vodu s usazovací jímkou. Mezi posledními návrhy bylo i doplnění monitorovacího systému o vrty nad a pod areálem skládky, pro kontrolu horninového prostředí a vod do areálu přitékajících a areál opouštějících.[28]

Na základě těchto výsledků byla v dalším období provedena oprava a přetěsnění obou systémů. Po této rekonstrukci byly průsakové vody z nové skládky jímány již drenážní vrstvou a sběrnými drény a byly odváděny do šachet označených Š1S až Š4S na svodném potrubí, kde v nejnižším místě dochází k přečerpávání této vody do akumulární jímky (nádrže) s užitným objemem 970 m<sup>3</sup> a likvidovány zpětným zasakováním do tělesa skládky. Případné přebytky těchto vod jsou odváženy na čističku odpadních vod. Podskládkové vody jsou odváděny třemi drenážními perami DN 300 zaústěné do kanalizačních šachet Š1, Š2, Š3. Voda z prostoru těžby cihlářských hlín je odváděna požerákem (belem) ocelové konstrukce s dřevěnými dlužemi do jednoho drenážního pera pod tělesem nové skládky se zaústěním do šachty Š-3. Bezpečnostní přepad pro odtok vod z tohoto prostoru je tvořen samostatným potrubím DN 500 vedeným rovněž pod tělesem skládky a zaústěným do šachty Š-4 (nově Š 12). Dešťová znečištěná voda stékající z již rekultivované části tělesa skládky (rekultivovaných těles)

je po obvodu skládky sváděna žlabovkami umístěnými u paty skládky a u hrany objízdne komunikace a přes vpustí nebo lapače splavenin do stávající kanalizace v areálu skládky. Kanalizační řad je vyústěn do melioračního příkopu východně od skládkového areálu. Meliorační příkop odvádí vodu z kanalizace areálu skládky, prostoru těžby cihlářských hlín i melioračních staveb v okolí do retenční nádrže (rybníka), odkud je vypouštěna do Hůreckého potoka. Povrchové vody z rybníčku jsou odváděny šachtou, která tvoří přelivnou hranu, do kanalizační šachty Š-1. Povrchové dešťové vody z rekultivované plochy těsněné a rozšířené skládky byly odvodněny do obvodových příkopů zaústěných do horských vpustí nebo lapačů splavenin s napojením na stávající kanalizační řady. Odvod všech povrchových a drenážních vod je kanalizačním řadem vedeným ze šachty Š3 do Š4 (nově Š12) v areálu a dále za oplocení do stávající šachty Š6 (nově Š22). Voda pro pitné a sociální účely je do skládkového areálu přiváděna vlastní vodovodní přípojkou DN 100. Voda je přivedena do vážního domku a do provozní haly.[24]

#### ***1.4. Systém monitoringu podzemních, povrchových, podskládkových a výluhových vod***

##### ***1.4.1. Monitorovací systém***

Monitorovací systém respektuje provozní řád skládky a požadavky provozovatele, zohledňující specifické podmínky na lokalitě (koexistence dvou starých skládek a nové zabezpečené skládky). Monitorovací síť vytvářejí v zájmovém prostoru pouze hydrogeologické objekty s indikační funkcí potenciálního vlivu nové zabezpečené skládky a starých nezabezpečených skládek na okolní hydrogeologický systém. Referenční objekty (t.j. objekty, které nemohou být skládkami ovlivněny a monitorovaly by „pozadí“ dané lokality) na lokalitě neexistují. [20]

##### ***1.4.2. Monitoring podzemní vody***



Podzemní voda na lokalitě je reprezentována vrty V-1 až V-5, HP-11 až HP-17, důlní vodou (Cihelna) a podskládkovou vodou, která je monitorována v šachtách (Š-1 až Š-5) drenážního systému, jímajícího podzemní vodu z prostoru pod tělesem skládky, t.j. pod izolací.

#### ***1.4.3. Monitoring povrchové vody***

Kvalita povrchové vody na lokalitě je reprezentována biologickým rybníčkem a zrušeným rybníkem u V-1. Do biologického rybníka jsou svedeny drenážní vody z oblasti skládkového tělesa (Š-6) a důlní vody z cihelny. Výtok z rybníka je veden do Hůreckého potoka a odtud do dalších rybníků, které jsou využívány k rekreačním účelům nebo jako chovné.

#### ***1.4.4. Monitoring výluhových vod***

Kvalita výluhových vod odtékajících z jednotlivých kazet je sledována odběrem vzorků přímo ze sběrných šachet Š-1S až Š-3S. [24]

### ***1.5. Určení prioritních škodlivin pro danou lokalitu***

#### ***1.5.1. Prioritní kontaminanty***

Mezi prioritní kontaminanty, které mohou negativně ovlivňovat kvalitu podzemních a povrchových vod na lokalitě skládky a v jejím širším okolí patří zejména:

- amonné ionty  $\text{NH}_4^+$ ,
- těžké kovy As, Cd, Pb, Hg,
- tenzidy [20]

Škodlivost anorganických a organických látek pro člověka a jiné složky biosféry je posuzována řadou organizací, z nichž lze jmenovat například americkou agenturu pro ochranu životního prostředí - Enviromental Protection Agency (U.S. EPA), Světovou zdravotnickou organizaci (WHO), Mezinárodní organizaci pro výzkum rakoviny (IARC) a další. Obsah škodlivých chemických látek v ovzduší je dán v České republice hygienickými předpisy a ve vodě v normě ČSN 75 7111 - Pitná voda. V centru pozornosti uvedených organizací je člověk, resp. škodlivost látek je posuzována z hlediska jejich vlivu na člověka. Na základě toxikologických testů je u těchto látek zjišťována jejich toxicita, popř. genotoxicita, karcinogenita, mutagenita, teratogenita, případně jsou známy jejich synergické nebo bioakumulační schopnosti. V hodnocení zdravotního rizika se kromě extrapolace výsledků toxikologických testů na zvířatech vychází i ze studia lidské populace (epidemiologické studie). [22]

Toxikologické pokusy k průkazu karcinogenity jsou obvykle dlouhodobé, nejlépe generační. Podle IARC jsou tyto kategorie karcinogenů:

1. skupina : látka je karcinogenní pro člověka
2. A. skupina: látka je pravděpodobně karcinogenní pro člověka
2. B. skupina: látka je možná karcinogenní pro člověka
3. skupina: látku nelze klasifikovat jako humánní karcinogen
4. skupina: látka pravděpodobně není karcinogenní pro člověka

Podle U.S. EPA a WHO nemají karcinogeny a mutageny prahovou hodnotu účinků. Pokud však nepůsobí genotoxicky, mohou být limitovány prahovou hodnotou, neboť podle U.S. EPA je kladen větší důraz na vývojové toxikanty než na karcinogenní látky. Práhová hodnota TDI (tolerovatelný denní příjem) je uváděn v mg/kg za den. Je to dávka, kterou lze konzumovat denně po celý život bez zdravotního ohrožení. Je stanovena na základě toxikologických testů a je využívána WHO pro výpočet směrnice hodnoty (GV) pro obsah škodlivé látky v pitné vodě. Při výpočtu GV se používají faktory nejistoty. Směrnice hodnota je vypočtena pro člověka o hmotnosti 60 kg, který vypije 2 litry vody za den po dobu 70 let. Pro případy zvýšeného rizika

ohrožení dílčí populace je uvažováno dítě o hmotnosti 10 kg a spotřebě vody 1 l/den nebo kojenec o hmotnosti 5 kg a spotřebě 0,75 l/den. Riziko vyjádřené pravděpodobností 10<sup>-5</sup> znamená jeden případ úmrtí navíc v populaci 100 tisíc osob při celoživotním pití vody s limitní koncentrací (MHPR v ČSN 75 7111). WHO neuvažuje vliv směsí, posuzuje každou látku samostatně. Větší bezpečnost ze strany překročení limitu do jisté míry zaručuje, že bude pokrývat možné odlišné působení směsi. Směrnicovými hodnotami WHO se zabýváme z důvodu možnosti jejich srovnání s ČSN 75 7111 při posuzování používání podzemní vody ve studnách, v případě jejich kontaminace. Vzhledem k rostoucí ceně vody je podzemní voda ve studnách stále více využívána jako závlahová i jako užitková ( nápoj pro dobytek, praní apod.). [20]

### ***1.5.2. Amonné ionty***

Amonné ionty se v přírodě vyskytují volně pouze ve vodné bázi jako disociovaný radikálový kationt  $\text{NH}_4^+$  a to v koncentracích odpovídající disociační konstantě  $K = 1,71 \cdot 10^{-5}$  pro vztah  $\text{NH}_4^+ \text{OH}^- \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Rovnováha této reakce je funkcí pH a T°C. Vázaný amonný iont je součástí celé řady chemických sloučenin přírodních i syntetických, které charakterizuje snadná rozpustnost ve vodných roztocích a nestálosti atmosférických podmínkách s tím, že uvolňují z pevné i kapalně fáze plynný molekulární amoniak  $\text{NH}_3$ . Samotné ionty  $\text{NH}_4^+$  nejsou zdaleka tak toxické, buněčná stěna je nepropouští, jako molekulární amoniak  $\text{NH}_3$ , který snadno proniká buněčnou membránou - tkání a má zvláštní afinitu k mozgovým buňkám. Proto je z toxikologického hlediska řazen mezi neurotoxické jevy.

#### ***1.5.2.1. Identifikace a původ amoniaku***

Amoniak se tvoří v biosféře při rozkladu organických látek obsahujících dusík. Znečištění vod - recipientů je původu organického (biologická degradace biomasy a mikrobiální procesy s nezanedbatelnou antropogenní zátěží) a anorganického

(průmyslová hnojiva, plynárny, koksárny, chemické výrobky, zvláště pak umělá hnojiva s daleko většími následky).

#### ***1.5.2.2. Toxické účinky amoniaku***

Amoniak má z toxikologického hlediska dráždivé účinky, tím je jeho nebezpečí vážného poškození značně sníženo. Indikován je již od 50 ppm, vzhledem k rychlému návyku je snesitelný i v koncentracích 500 ppm, letální  $Z_{D100}$  koncentrace zvažována hodnota kolem 5000 ppm. Vyšší koncentrace poškozují i další tkáně (kůže) a orgány (oči). Amonné ionty jsou nebezpečné jen při perorální, intravenózní a intramuskulární aplikaci. [15]

#### ***1.5.3. Kovy***

Obecně tvoří kovy více jak  $\frac{3}{4}$  prvků periodické soustavy a do skupiny tzv. těžkých kovů (t.j. prvků s atomovou hmotností vyšší jak 100) jich náleží celá polovina. V přírodě je však zastoupení kovů zcela opačné a to až s řádovými rozdíly. Např. v litosféře se obsahy u vybraných kovů (As, Cd, Cr, Hg, Pb) pohybují v průměru  $X \cdot 10^{-1} - 10^{-3}$  g/t horniny a to pouze jako akcesorické a stopové minerály v základních horninách (výjimku tvoří mineralogické rudní akumulace těchto kovů). V hydrosféře jsou obsahy uvedených kovů ještě nižší a to v množství  $X \cdot 10^{-3} - 10^{-6}$  g/t. Jednou z nejvýznamnějších skupin z toxikologického hlediska jsou stopové kovy. Podle toxicity lze těžké kovy uspořádat do následující řady: Cd>Pb>Hg>Cr>As. Vážně poškozovat zdraví člověka, ale i jiných organismů mohou i Ni, Mo, Cu, Te, Se, Co, Zn a Al. Je přitom nutné upozornit na to, že celá řada výše uvedených těžkých kovů jsou pro organismus člověka v přiměřené koncentraci neškodné, ba přímo nezbytné (biogenní prvky). Z tohoto důvodu je nutné hovořit nikoliv o toxických kovech, ale o kovech toxikologicky významných.

##### ***1.5.3.1. Fyzikálně chemické vlastnosti***

- As** - šedý kov, atomová hmotnost 74,9, spec. hustota 5720 kg/m<sup>3</sup>, b.t. 817 °C (při 610 °C sublimuje), více krystalických modifikací
- Cd** - bílý kov, atomová hmotnost 112,4, spec. hustota 8640 kg/m<sup>3</sup>, b.t. 320,9 °C, měkký, kubická soustava
- Cr** - bílý kov, atomová hmotnost 52,0, spec. hustota 7200 kg/m<sup>3</sup>, b.t. 1830 °C, nejtvrdší z kovů,
- Hg** - kapalný, stříbrobílý kov, atomová hmotnost 200,6, spec. hustota 13546 kg/m<sup>3</sup>, b.t. -38,34 °C,
- Pb** - modrobílý kov, atomová hmotnost 207,2, spec. hustota 11340 kg/m<sup>3</sup>, b.t. 327,4 °C, nejměkčí z těžkých kovů, kubická soustava[15]

### ***1.5.3.2. Zdroje znečištění***

Primární zdroje znečištění lze rozdělit na :

- přírodní - vzniklé v procesu lithogeneze ložisek nerostných surovin
  - antropogenní - vzniklé antropogenní činností
1. Významné přírodní zdroje kovů hlavně v místech s intenzivní těžbou vlastních, polymetalických aj. rudných ložisek (mineralogické a geochemické asociace prvků - kovů).
  2. Mezi primární antropogenní zdroje patří:
    - hornická činnost
    - uprávěrenství a metalurgická výroba
    - chemický průmysl
    - doprava
    - skládky

- čistírny odpadních vod

- spalovny fosilních paliv

3. Mezi sekundární zdroje lze zařadit:

- atmosférické srážky

- skládky odpadů včetně odkališť atp.

- úniky kontaminovaných vod z větších hloubek vlivem iniciace při hornické činnosti aj.

- výrobky na bázi těchto kovů, resp. slitin

- dotace příměsí z přípravků používaných za jiným účelem[16]

#### ***1.5.3.3. Zdroje jednotlivých kovů***

**As** - je součástí téměř všech sulfidických rud, vlastní minerály jsou (auripigment  $As_2S_3$  a realgar  $As_4S_4$ , nejběžnější je však arsenopyrit  $FeAsS$ ), antropogenním producentem je těžební a úpravárenský průmysl, kožedělný průmysl, chemický průmysl (barviva, zemědělství), pesticidy a exhaláty při spalování fosilních paliv včetně výluhů z elektrárenských popílků.

**Cd** - kadmium doprovází zinek v jeho rudách, antropogenním zdrojem jsou úpravy kovů a keramický, fotografický, polygrafický průmysl, nezanedbatelné jsou exhaláty ze spalování fosilních paliv, nafty, ropných olejů a odpadů obsahujících plasty.

**Cr** - je v přírodě přítomen v řadě minerálů bazických hornin, nejčastějším minerálem je chromit ( $CrFe_2O_4$ ), antropogenním zdrojem jsou rudné doly a úpravy, ocelárny a strojírenský průmysl, kožedělný a textilní průmysl, chemické výrobky (aditiva, hornina aj.

**Pb** - nejrozšířenější olovenou rudou je galenit ( $PbS$ ), hlavním antropogenním zdrojem jsou doly a rudné úpravy, chemický a strojírenský průmysl, výfukové exhaláty

motorových vozidel ( s antidekonačními aditivami v uváděném obsahu 0,15 g Pb/l l benzínu). [15]

Při spalování uhlí unikají do ovzduší a zůstávají též v popelovinách (škváře), neboť některé druhy uhlí obsahují značné množství toxických kovů a metaloidů. Jejich koncentrace je závislá na ložisku, ze kterého byly kaustobiolity těženy. Z úložišť popílku se dostávají do podzemních a povrchových vod a přirozeně mohou kontaminovat i atmosférické srážky. Toxicita těžkých kovů se projevuje v jejich zapojení do metabolismu živočichů, v první řadě jejich průnik do organismu přes biologické membrány, kde mohou být částečně tyto procesy zpožděny nebo naopak se dostávají okamžitě do krve a kolují celým organismem. Hlavní místa „vstupu“ je trávicí trakt, dýchací cesty včetně kůže a přestup přes placentu. Dynamika migrace je dána valencí, chemickou formou s vazbou na některé bílkoviny, tvorba komplexních solí atp. Kovy z těla jsou vylučovány močí a stolicí. Největší vliv kovů je na ledviny, játra a orgány vnitřní a vnější sekrece. Ledviny propouští kovy hlavně s nižší molekulovou hmotností, přičemž při některých onemocněních průchodnost pro kovy stoupá a při jiných dokonce může poklesnout. [22]

#### ***1.5.3.4. Arsen a jeho toxicita***

Arsen patří k nejdéle známým jedům. Všeobecně působí arsen na fermentativních pochodů, a to tlumivě. Blokuje metabolismus tuků a glycidů spojením se sulfhydrylovými skupinami enzymů a snižuje vnitřní dýchání buněk, což je asi účinkem hlavním. Často se do popředí staví vliv na krevní kapiláry (ochrnutí a propustnost stěn). Akutní otrava arsenem se projevuje s určitými odchylkami podle toho, jakým způsobem a hlavně jakou dávkou k otravě došlo. Po velké dávce mohou nastat prudké bolesti hlavy, zhroucení krevního oběhu (kolaps) a smrt v několika hodinách bez příznaků poškození zažívacího traktu (paralytická forma). Při nižší dávce jsou rovněž počáteční příznaky podobné: bolest hlavy, závratě, pocit slabosti a při požití palčivá bolest v hrdle, ale brzy se objeví (event. latence několik hodin) hlavní příznaky, příznaky zažívací. Jsou to bolesti břicha, vodnaté a krvavé průjmy a zvracení (gastrointerstiniální

forma otravy - je nejobvyklejší). Tyto příznaky mohou být velmi bouřlivé a brzy se může objevit pokles krevního tlaku, selhání oběhu a může dojít ke smrti v křečích a hlubokém bezvědomí (arseniková cholera). Přežije-li postižený, objeví se (obvykle za 1 až 3 dny) známky poškození jater (žloutenka) a ledvin (oligurie až anurie) a toto poškození může zavinit v dalším průběhu smrt. Došlo-li k otravě inhalační cestou (mohou být rovněž bolesti hlavy, bolesti na prsou, neklid, cyanóza, dráždivý kašel a může se vyvinout až edém plic. Zvracení, průjem a jiné příznaky zažívací mohou být při tom slaběji vyznačeny. Chronická otrava arsenikem i jinými sloučeninami arsenu je charakterizována dosti pestrým obrazem, který zahrnuje různé systémové příznaky. Arsen má na tkáň účinky umrtvující (nekrotizující) - dobře známo využití tohoto účinku pro umrtvení pulpy zubní. Ve většině případů chronické otravy se projeví tento účinek jako místní. Projevy kožní jsou výsledkem jak místního tak celkového působení. Kůže je drážděna a mohou se vyvinout až hluboké vředy. Na dlaních a chodidlech je kůže velmi ztluštělá (hyperkeratóza). Popisována je ztráta vlasů a poškození nebo ztráta nehtů. Typické je temné, bronzové zbarvení kůže (melonóza), které může lékaře svést k podezření na onemocnění nadledvin (oproti M. Addisoni nejsou však zbarveny sliznice). Kožní projevy mohou být velmi pestré, neboť může jít o primární dráždění, tak o projevy přecitlivělosti, nebo o známky celkového působení (trofické změny). Podráždění se vyskytuje i na spojivkách a na sliznicích cest dýchacích. Sliznice jsou suché, postižení trpí chrapotem a obtěžujícím, suchým kašlem.

Velmi důležitý pro průmysl je však karcinogenní účinek arsenu. Podle četných pozorování je dnes jisté, že arsen v různých formách může způsobit vznik nádorů, ikdyž průkazný experimentální důkaz dosud podán nebyl. Nejobvykleji se přičítají působení stresu nádory kožní, dále nádory dutiny nosní a plic, vzácněji nádory orgánů jiných (zažívacího systému, močových orgánů a žláz s vnitřní sekrecí). Při jejich vzniku se uvažuje působení arsenu na řadu enzymatických pochodů. Dále se uvažuje účinek arsenu na dělení buněk, arsenové sloučeniny mají rušící účinek dělení (podobný kolchicinu). Temné zbarvení kůže při chronické otravě arsenem je podmíněno deriváty melaninu a uvažuje se souvislost s kancerogenními aromatickými uhlovodíky. A konečně se při vzniku takových nádorů nevylučuje ani spoluúčast kobaltu



a ionizujícího záření. U nádorů kůže je jistě podpůrným faktorem tření, zraňování a sluneční světlo. Otázky, které sloučeniny arsenu nádorové bujení způsobují a jaký druh expozice je nejnebezpečnější, nejsou zdaleka rozhodnuty. Jsou popsány dosti četné případy po dlouhém léčebném podávání různých sloučenin, po práci s rudami obsahujícími arsen i s přípravky zemědělskými, při práci sklářské i při přípravě pigmentů a v úvahu přicházejí tedy všechny obvyklejší sloučeniny arsenu a nejrůznější expozice. I trvání expozice se udává velmi široce, 2 až 50 let, a stejně jako u jiných karcinogenních látek není vyloučena možnost vzniku nádorů i za nějakou dobu po přerušení expozice. I zde mají úlohu dosud neznámé faktory a jistě neonemocní každý, kdo do styku a arsenem přichází. [15]

#### ***1.5.3.5. Kadmium a jeho toxicita***

Kadmium náleží k prvkům poškozující život a je známa otrava při požití jeho sloučenin i otrava chronická. Akutní otrava při požití se projeví zvracením, pálením a křečovitými bolestmi žaludku, někdy též sliněním a průjmami, následuje těžký (až vředový) zánět zažívacího traktu. Otrava může někdy končit smrtí, byly-li požitý větší dávky (30 až 40 mg). Chronická otrava vzniká průměrně za 2 roky práce s kadmii. Postižení hubnou, mají žlutavou barvu pleti, pokašlávají, trpí úpornou nespavostí a neurčitými zažívacími obtížemi. Byla pozorována lehká chudokrevnost a výskyt bílkoviny v moči. Zubní sklovina je impregnována dozlatova a zbarvení se projevuje nejprve u zubních krčků. Žlutý lem kolem krčků je jedním z prvních příznaků. Dalšími velmi časnými příznaky jsou časté rýmy až ztráta čichu a pocit sucha v hrdle. V pozdějším průběhu otravy jsou typické silné bolesti zvláště v kříži a v dolních končetinách, stupňujících se po chůzi. Zdá se, že při práci s kadmii se zvyšuje náchylnost k rozedmě plic. Výsledky pokusů na zvířatech rovněž svědčí pro možnost vzniku trvalého poškození plic. Zástava růstu a degenerace jater, které byly u zvířat prokázány, nebyly u lidí nalezeny. Stejně škodlivý je účinek kadmia na mužské pohlavní žlázy. Cennou pomůckou k určení otravy je stanovení kadmia v krvi a moči. [17]

### ***1.5.3.6. Chrom a jeho toxicita***

Chrom je částečně obsažen v těle (v zubech), jeho biologická funkce není však známa. V jedovatosti jeho sloučenin jsou velmi značné rozdíly podle mocenství: sloučeniny  $\text{Cr}^{\text{II}}$  a  $\text{Cr}^{\text{III}}$  jsou velmi málo jedovaté, sloučeniny  $\text{Cr}^{\text{IV}}$  jsou velmi nebezpečné. Jsou jím poškozovány buněčné dýchací fermenty. Jako celkový účinek chromu se uvádí poškození ledvin a jater (účinek neurotoxický a hepatotoxický), po vstřebání sloučenin chromu jsou příznaky hlavně ze strany systému zažívacího. Celkové účinky chromu - nepočítáme-li sem karcinogenitu, která se uvádí v souvislost s účinkem na biologické redoxsystemy - jsou zatlačeny do pozadí místními účinky sloučenin  $\text{Cr}^{\text{IV}}$ . Místně vyvolávají sloučeniny  $\text{Cr}^{\text{III}}$  pouze u citlivých osob podráždění kůže, rozpustné sloučeniny  $\text{Cr}^{\text{IV}}$  jsou místním účinkem nepoměrně závažnější, důležitou úlohu hraje pravděpodobně jejich účinek oxidační. Při vdechování prachu je drážděna sliznice dutiny nosní, ale vážně poškozovaná sliznice nebolí, projevuje se jen rýma. V určité partii nosní přepážky dochází k nebolestivému zvředovatění a brzy k proděravění chrupavčité části nosní přepážky, k její perforaci. V počátcích může při přerušení expozice dojít ještě k vyhojení, později se defekt stává trvalým, na kostěnou část přepážky se však nerozšiřuje. Perforace, která je při práci s chromany velmi obvyklá a vzniká téměř u každého zaměstnance již po několika měsících, nepředstavuje však tak velké zdravotní poškození. Při požití rozpustných sloučenin chromových projeví se v první fázi jejich leptavý účinek, těžké poleptání zažívacích cest může brzy vést i ke smrti. Podobně i masivní inhalace prachu nebo mlhy může přivodit zánět plic. Ve druhé fázi prozradí výskyt bílkovin a krve, event. i cukru v moči poškození ledvin, dochází k celkovému působení po vstřebání. Tímto působením se vysvětlují i obtíže, které jsou popisovány u zaměstnanců po dlouholeté expozici. Jsou stížnosti na bolesti hlavy, závratě a hubnutí. Velmi pravděpodobný je větší sklon k vředové nemoci (hlavně vře dvanáctníku). Častý je katar žaludeční (gastritis). Objektivně byla jen vzácně zjištěna chudokrevnost, počet bílých krvinek nejevil jednoznačné změny. Nemoci ledvin jsou snad častější, ojediněle byl popsán případ těžkého poškození jater. Nálezy poškození

srdečního svalu je možno přičíst celkovým účinkům, nejsou však zdůrazňovány. Zcela ojediněle se uvádí i působení na svaly a kosti. Projevy celkového působení nejsou vyloučeny ani po kontaktu chromanů s kůží, neboť chromany se kůží vstřebávají. Oproti místním účinkům jsou však celkové účinky vzácné. Nejzávažnějším nebezpečím je účinek karcinogenní. Přičítá se takřka výhradně specifickému působení  $\text{Cr}^{\text{IV}}$ . Chromové rudy tento účinek podle některých autorů nemají, podle jiných mají. Na častější výskyt nádorů plic po vdechování prachu nebo mlhy chromanů, dvojjchromanů a kysličníku chromového bylo poukázáno v řadě prací. Onemocnění se vyskytuje při práci s těmito látkami asi 10 až 80krát častěji než normálně. I nádory zažívacích cest jsou prý u exponovaných asi čtyřikrát častější. Experimentálně se u zvířat dosud nepodařilo kancerogenitu prokázat a i počet případů u lidí není dosud vzhledem k velkému počtu ohrožených příliš veliký, takže celá otázka zůstává do jisté míry spornou. Onemocnění se uvádí v souvislost s velmi dlouhou dobou práce - deset, dvacet let. Případy, kdy nádor vznikl již po několika letech, jsou ojedinělé. Nádory se nijak neliší od běžného obrazu karcinomu a jejich léčení má stejné vyhlídky, přičemž naděje na včasné rozpoznání a tím i úspěšnější léčbu jsou při znalosti tohoto ohrožení větší. Zhoubné zvrhnutí vředů, způsobených účinkem chromových sloučenin, známo není. [22]

#### ***1.5.3.7. Rtuť a její toxicita***

Rtuť je jedním z nejstarších a nejznámějších průmyslových jedů. Se rtutí přichází i v moderní době v zaměstnání do styku řada osob v nejrůznějších odvětvích. Rtuť se nachází v těle normálně v koncentracích 1 až 10 mg/kg, biochemickou funkci podle dosavadních výzkumů nemá. Prudká otrava rtutí je nejlépe známa po požití chloridu rtuťnatého. Projevuje se za malou chvíli po požití pálením v ústech, obtížným polykáním, bolestmi na prsou a v břiše a sliněním. Při velkých dávkách může dojít již v tomto prvním stádiu ke zhroucení (kolapsu) a smrti. V dalším průběhu se zvětšují bolesti v břiše, dostavují se koliky, krvavé průjmy a křeče. Od druhého dne jsou znatelně zduřeny slinné žlázy a objevuje se zánět sliznice ústní. Kolem krčků zubních je šedý lem a zuby se uvolňují, mohou i vypadat. Za dva až tři dny se dostavují známky

poškození pro akutní otravu rtutí nejtypičtější: poruchy ledvin (nekróza stočených kanálků). Vylučování moče je omezeno nebo přestává vůbec, objevují se otoky a příznaky, které selhání ledvin provázejí (urémie). Pod obrazem selhání funkce ledvinné umírá dříve či později většina postižených za velkého utrpení. Chronická otrava nemá vždy stejný začátek. Mezi akutní a chronickou otravou jsou nezřetelné přechody. Např. pro větší a třeba i jednorázové expozici (často inhalační při koncentraci 1 až 10 mg Hg/m<sup>3</sup>) je popisována kovová chuť v ústech, bolesti hlavy, později vředy na rtech a tvářích, vyrážka a větší či menší příznaky akutní otravy, které v lehčích případech vymizí asi ve 14 dnech, ale mohou přejít v obraz otravy chronické. K otravě chronické dochází též plíživě v průběhu měsíců až let práce, hlavně práce s kovovou rtutí. Většinou se již po několika dnech až týdnech expozice objevuje zvýšené vylučování slin a zduření slinných žláz. Velmi často a brzy i zánět sliznice ústní, doprovázený zápachem z úst a zvláštním měděným zabarvením patra. Tvoří se šedý lem kolem zubů, časté jsou chronická rýma a krvácení z nosu a záněty vedlejších dutin nosních. Charakteristické pro chronickou otravu jsou však nenápadně a pomalu vznikající poruchy nervové. Je to nemožnost soustředění, dráždivost a nesnášenlivost, zapomnětlivost, pocit únavy a slabosti. Postižení jsou trápeni bolestmi a závratěmi. To jsou příznaky, které jsou běžné i u velmi rozšířené u neurastenie. Objektivně zjistitelný je jemný třes, který zachvacuje hlavně ruce, víčka, rty a jazyk. Postižení nejsou schopni jemných pohybů prstů, třes je tím horší, čím více se snaží své pohyby zkoordinovat (intenční třes) a čím více jsou příslušné svaly unaveny. Typické je při chronické otravě písmo. Jeho začátek je poměrně dobrý, ale při dalším psaní se stává brzy roztřeseným až nečitelným. K tomu přistupují někdy poruchy hmatu, mravenčení (parestézie), bolesti (neuralgie), v těžkých případech až poruchy zraku (skotomy), poruchy sluchového nervu a rovnováhy nebo bolestivé křeče. Jedním z časných příznaků otravy je zúžení zorného pole. Může dojít i k poruše oční čočky. Pokud se vztahu dávek a stupně otravy týče, uvádí se, že 1 g rtuti způsobuje perakutní, rychle smrtící otravu, 150 až 200 mg způsobuje akutní, často smrtící otravu, 0,5 až 1 mg denně po dobu několika týdnů způsobuje chronickou otravu, od 0,005 mg denně u zvláště citlivých. [22]

### ***1.5.3.8. Olovo a jeho toxicita***

Otrava olovem je nejstarší známou průmyslovou otravou vůbec. Dnes ovšem olovo tak výhradní postavení nemá, nejdůležitějším průmyslovým jedem však zůstává i nadále. Účinek olova na organismus nelze vyjádřit jednotně a jednoduše. V podstatě škodí inhibicí olova na různých buněčných fermentech, hlavně na skupinách sulfhydrylových a také zasahuje do systému vitamínu PP. Zjednodušeně lze shrnout hlavní účinky na krevní barvivo a červené krvinky, na cévy, na nervstvo a svalstvo. Způsob účinku na metabolismus hemoglobinu a na erythrocyty není dosud uspokojivě vyřešen. Jisté je, že při otravě olovem se objevuje v moči koproporfyrin III, který se však vyskytuje i při jiných otravách (např. alkohol, arsen atd.). Dále je zřetelně vyznačena anémie, obvykle ne příliš těžká (asi třicetiprocentní úbytek krevního barviva a počtu erythrocytů) a červené krvinky jeví při určitém způsobu barvení nebo při pozorování v temném poli tečkování. Není dosud bezpečně rozhodnuto, zda olovo zasahuje rušivě již do tvorby protoporfyrinu, nebo ruší teprve proces červených krvinek, která ztrácí pružnost. Erythrocyty jsou mechanicky méně odolné. Za hlavní bránu vstupu olova do těla při profesionální expozici se pokládají dnes plíce. Při inhalaci par nebo prachu olova a jeho sloučenin se vstřebává do krve daleko více než při požití téhož množství. Vstřebání ze zažívacích cest představuje celkem malé nebezpečí a neporušenou kůží se olovo a jeho anorganické sloučeniny prakticky neresorbují. Krví se olovo transportuje hlavně jako koloidní fosforečnan. Při zvýšené expozici je hladina olova v krvi (plumbémie) nad normálními hodnotami. V krvinkách je olova více než v plazmě. Olovo se ukládá takřka výhradně (přes 90%) v kostech, a to v jejich kostěné části, nikoli ve dřeni. V kostech se může nashromáždit značné množství olova a nemusí se při tom objevit příznaky otravy. Vlivem řady faktorů (např. horečka, acidóza atd.) může dojít k nárazovému uvolnění a vyplavení kostních zásob a k onemocnění. Principem všech léčebných postupů u otrav je odstranit olovo z kostních dep v takové formě, aby nepůsobilo toxicky. Olovo se vylučuje hlavně stolicí, ale částečně i močí. Stanovení hladiny olova v moči (normálně nejvýše 0,1 mg/l) se užívá orientačně k posouzení expozice. Uvádí se, že vstřebání 10 mg olova denně vede v několika

týdnech k těžké otravě, 1 mg po dlouhou dobu vede k chronické otravě a asi 0,3 mg denně se dostává do těla potravou. [22]

#### **1.5.4. Doba zdržení kovu v těle**

Doba zdržení kovu v těle odpovídá záporně exponenciální funkci, přičemž jedním z nejdůležitějších kritérií je tzv. biologický poločas vylučování (doba, za kterou poklesne obsah kovu v těle právě na polovinu)

$$t_{0,5} = \ln 2 / b$$

( $b$  = vylučovací konstanta,  $\ln 2 = 0,693$ ), která se určuje pro jednotlivé orgány z tzv. kompartmentů. Obsahy kovů se určují v tělních tekutinách (krvi, moči, slinách), vlasech, nehtech, stolici atp. [17]

##### **1.5.4.1. Technologie sanace**

Kovy se z kontaminovaného prostředí separují a eliminují těmito metodami:

- vysrážením - z vod
- iontovou výměnou - z vod
- sorpcí - z vod i plynné fáze (emise)
- extrakcí - z vod a pevné fáze (zeminy) [20]

##### **1.5.5. Tenzidy**

Z chemického hlediska se tenzidy dělí na aniontové, kationtové, neiontové a amfolytické. Aniontové tenzidy disociují na povrchově aktivní anion a neaktivní kation. Kationtové tenzidy disociují na povrchově aktivní kation a neaktivní anion. Neiontové tenzidy nedisociují a rozpouštějí se solvatací většího počtu hydrofilních skupin. Amfolytické tenzidy nabývají buď aniontového, nebo kationtového charakteru, podle hodnoty pH prostředí.

Podle převládajících vlastností se povrchově aktivní přípravky dělí na prací prostředky, emulgátory, dispergátory, smáčedla a pěnidla. Obsah tenzidů v pracích prostředcích se pohybuje v rozmezí asi 15 až 20 procent. Dodávané tenzidy nejsou 100% látkami (většina vyrobených tenzidů obsahuje vodu a doprovodné anorganické látky, jako je síran sodný po sulfonaci a neutralizaci). Proto se udává i obsah aktivní látky, který je analyticky zjištělný.

Tenzidy se používají téměř ve všech odvětvích průmyslu, zejména v průmyslu textilním, kožedělném, potravinářském, při výrobě syntetického kaučuku, v kovoprůmyslu (jsou součástí řezných emulzí) a jinde. Zde se používají obvykle směsi aniontových a neiontových tenzidů. Kationtové tenzidy slouží jako konzervační a dezinfekční činidla.

Mezi aniontové tenzidy patří zejména mýdlo, alkylsulfáty, alkansulfonany, alkensulfonany, alkylbenzensulfonany a sulfatované neiontové tenzidy. Kationtové tenzidy mají dobré dezinfekční a hydrofobační účinky. Ve vodách jsou dosti závadné, protože působí toxicky na vodní organizmy a biologicky jsou většinou pomalu rozložitelné. Ve velké míře se sorbují na různé materiály včetně biologických kalů v čistírnách odpadních vod. Aniontové a kationtové tenzidy spolu vzájemně reagují za vzniku málo rozpustných sloučenin, čímž je specifický účinek jednotlivých tenzidů potlačen.

Amfolytické tenzidy jsou charakterizovány přítomností dvou hydrofilních skupin, kyselých a zásaditých, které molekule udělují amfoterní charakter. Obvykle jde o skupinu obsahující dusíkový atom nebo o karboxylovou skupinu. Podle pH prostředí se mohou tyto tenzidy chovat jako látky aniontové nebo kationtové. Mezi hlavní typy patří alkylbetainy  $R^1R^2R^3R^4COO^-$ , alkylaminokarboxilové kyseliny  $R^1 - NH_2^+ - R_2 - COO^-$  aj. Jejich produkce je velmi malá, takže nemají dosud zvláštní vodohospodářský význam.

Člověk i zvířata snášejí poměrně vysoké dávky tenzidů. Kromě přímých vlivů se mohou však projevit i vlivy nepřímé, související se zvyšováním propustnosti sliznic (žaludeční a střevní) pro jiné škodlivé látky, např. pro pesticidy a karcinogenní látky. Přípustná koncentrace aniontových tenzidů v pitné vodě byla stanovena spíše z hlediska

estetického než z hlediska fyziologické škodlivosti, protože v koncentračním rozmezí od 0,5 do 1,0 mg.l<sup>-1</sup> začínají již roztoky aniontových tenzidů pěnit. [16]

### ***1.5.6. Požáry***

Mezi další rizikové faktory skládky TKO Lišov patří také požáry uloženého odpadu. Ve dnech 16. až 21. září 2006 došlo k jednomu z nejrozsáhlejších požárů skládky. Zásah si vyžádal nasazení devíti jednotek požární ochrany, vzhledem k potřebě nasazení těžké ženíjní techniky byl k zásahu povolán i 153. záchranný prapor Armády ČR Jindřichův Hradec. Zásah ztěžovalo zejména šíření ohně uvnitř tělesa skládky. Jednalo se již o druhý požár této skládky od roku 2003, kdy zde hořela vrstva odpadů z povodní z roku 2002. Činnost zasahujících složek směřovala v první fázi zásahu k lokalizaci požáru a urychlenému uhašení plamenného hoření na velké ploše skládky a následnému zamezení úniku velkého množství zplodin hoření na okolní obce, zejména na město Lišov. Druhá fáze likvidace požáru byla zaměřena na rozebírání skládky a otevírání jednotlivých ohnisek. Během celého zásahu byl prováděn monitoring zplodin hoření a měření teploty ve vnitřním tělese skládky. Zasahující jednotky požární ochrany během zásahu prováděly měření zplodin hoření na výbušné látky, na obsah kyslíku a na obsah CO. Vzhledem k množství unikajících zplodin hoření na město Lišov byla požádána o monitoring výjezdová skupina Školícího střediska a chemické laboratoře Kamenice HZS Středočeského kraje. Měření škodlivin v ovzduší na místě požáru bylo provedeno dne 17.9.2006. Vedle množství znečištění ovzduší vzniklo i riziko nadlimitního zvýšení hladiny skládkové vody z důvodu zásahu proti požáru. Proto byly po provedeném měření škodlivin v ovzduší na místě požáru odebrány i vzorky skládkové vody k chemickému rozboru, který následně prokázal vysoké nadlimitní ukazatele přípustného znečištění povrchových vod. [3]

## **2. Cíl práce a hypotéza**

### ***2.1. Cíl práce***



Cílem této práce je analyzovat rizika spojená s ukládáním tuhých domovních odpadů na skládce Lišov a vytvořit pro obyvatele okolních obcí ucelený přehled o možných rizicích plynoucích z ukládání odpadů na uvedenou skládku.

## **2.2. Hypotéza**

Skládka tuhého komunálního odpadu Lišov je nejširší veřejností, zejména pak ze strany obyvatel Lišova, vnímána jako velké riziko pro životní prostředí. Zejména obavy o možný únik xenobiotik z této lokality jsou častým předmětem jednání mezi občany města Lišova a jeho představiteli. Samotná skládka je prezentována jejím provozovatelem jako bezpečná, nezatěžující životní prostředí. Proto chci touto prací zhodnotit a ověřit, že skládka TKO Lišov nemá negativní vliv na životní prostředí.

## **3. Metodika**

### **3.1. Metodický postup**

Prostudování již platné účinné legislativy, vnitřních předpisů a dostupné odborné literatury, analyzovat současný stav ukládání odpadů na skládce tuhého komunálního odpadu Lišov, zhodnocení provedených analýz a porovnání s platnými zákony zabývajícími se touto problematikou. Provedení vlastního šetření a pozorování na skládce.

## **4. Výsledky**

### **4.1. Analýza rizik**

Pro účely analýzy rizik jsem využil údaje z průzkumných a monitorovacích prací prováděných od roku 2000 do roku 2006 firmami GEOtest Brno, a.s., Šmahova 112, Brno, Aquatest, a.s., Geologická 988/4, Praha 5 a Enviro-Ekoanalytika, s.r.o., Nad

Kunšovcem 1405/2, Velké Meziříčí. Vzhledem k tomu, že Metodický pokyn MŽP pro analýzu kontaminovaného území ze září 2005 uvádí, že analýzu rizik je doporučeno zpracovat v případech, kdy existuje podezření na existenci závažného ohrožení nebo znečištění povrchových nebo podzemních vod podle § 42 Vodního zákona nebo na další dopady kontaminace na lidské zdraví či jednotlivé složky životního prostředí, výsledky chemických analýz vzorků podzemní a povrchové vody se hodnotí podle kritérií A,B,C předcházejícího Metodického pokynu z roku 1996, a to i z důvodu souměřitelnosti s výsledky prací z předchozích let. Limitní koncentrace dle tohoto pokynu jsou již charakterizovány v oddíle 1.3.2.



Foto č. 2 – Panoramatický pohled na skládku ve směru od obce Hůrky (v levé části hromady s uloženým odpadem, v pravé části snímku pohled na obec Lišov)



Foto č. 3 – Panoramatický pohled na skládku z východní části (v levé části technická budova, vpravo uložený odpad)

#### 4.1.1. Porovnání výsledků chemických analýz z let 2000 – 2006

##### 4.1.1.1. Tabulka limitních koncentrací vybraných kontaminantů dle čs. předpisů [14]

	Jednotka	Metodický pokyn MŽP			NV č. 82/99	NV č. 61/03	Vyhláška č.252/04
		A	B	C			
NH <sub>4</sub>	mg/l	0,12	1,2	2,4	3,2	0,64	0,5
As	mg/l	0,005	0,050	0,100	0,1	0,020	0,010
Cd	mg/l	0,0015	0,005	0,020	0,005	0,001	0,005
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l	0,003	0,150	0,300	0,3	0,050	0,050
Hg	mg/l	0,0001	0,002	0,005	0,001	0,0001	0,001
Pb	mg/l	0,020	0,100	0,200	0,1	0,015	0,010
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l				50	35	8 <sup>***</sup>
Cl	mg/l	25	100	150	350	250	100
NEL	mg/l	0,050	0,500	1,000	0,2	0,100	
∑ PAU	ng/l	150	60 000	120 000	500	200	100

\*\*\* dle ČSN 75711

4.1.1.2. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 [20]

Rok	Jedn.	Vrt V-3		Vrt V-4		Vrt HP-11		Vrt HP-11A	
		29.3.	22.9.	29.3.	22.9.	29.3.	22.9.	29.3.	22.9.
2000									
NH <sub>4</sub>	mg/l	<	<	0,23	0,19	0,13	0,11	0,27	6,2
As	mg/l				<				
Cd	mg/l				<				
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l				<				
Hg	mg/l				<				
Pb	mg/l				<				
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	28	15	30	23	29	10	68	71
Cl	mg/l	85	88	31	50	3	3	18	58
NEL	mg/l	0,12	0,13	<	<	0,03	0,04	<	<
SO <sub>4</sub>	mg/l	29,5	29,4	147	247	-	4,2	-	82,4

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.3. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 - pokračování**

Rok	Jedn.	Vrt HP-12		Vrt HP-15		Vrt HP-16		Vrt HP-16A	
		29.3.	22.9.	29.3.	22.9.	29.3.	22.9.	29.3.	22.9.
2000									
NH <sub>4</sub>	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	-
As	mg/l							<	
Cd	mg/l							<	
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l							<	
Hg	mg/l							<	
Pb	mg/l							<	
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	0,14	<	0,11	<	0,14	<	0,15	-
Cl	mg/l	110	108	41	45	13	9	45	-
NEL	mg/l	<	<	<	<	<	<	<	-
SO <sub>4</sub>	mg/l	-	13,4	-	21	122	18,8	144	-

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.4. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 - pokračování**

Rok	Jedn.	Šachta Š-2		Šachta Š-6		Biologický rybník		
		29.3.	22.9.	29.3.	22.9.	29.3.	6.6.	21.9.
2000								
NH <sub>4</sub>	mg/l	1160	157	<	145	<	1,36	31,36
As	mg/l					<		
Cd	mg/l					<	<	<
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l					<		
Hg	mg/l					<	<	<
Pb	mg/l					<	<	<
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	1670	291	36	255	53	79	127
Cl	mg/l	1750	365	43	315	28	100	165
NEL	mg/l	0,03	0,07	<	<	<	<	<
SO <sub>4</sub>	mg/l	198	78,5	247	97,9	54,8	65,4	144

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.5. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2000 - pokračování**

Rok	Jednotka	Cihelna		Vyústění kanalizace		
		6.6.	21.9.	6.6.	21.9.	10.11
2000						
NH <sub>4</sub>	mg/l	0,54	0,92	4,55	54,7	103
As	mg/l	<	<			
Cd	mg/l	<	<			
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l	<	<			
Hg	mg/l	<	<			
Pb	mg/l	<	<			
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	52	43	54	122	189
Cl	mg/l	36	3	42	150	255
NEL	mg/l	<	<	0,79	<	<
SO <sub>4</sub>	mg/l	13,8	12,5			44

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.6. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2006 [14]**

Rok	Jedn.	Vrt V-3	Vrt V-4	Vrt HP-11	Vrt HP-11A
		16.5.	16.5.	16.5.	16.5.
2006					
NH <sub>4</sub>	mg/l			<	1,53
As	mg/l			<	<
Cd	mg/l	<	<	<	0,105
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l			<	<
Hg	mg/l	<	<	<	<
Pb	mg/l	<	<	<	<
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l			42	43
Cl	mg/l			5	29
NEL	mg/l			<	<
SO <sub>4</sub>	mg/l	33,7	117	7,8	89,1

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.7. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2006 - pokračování**

Rok	Jedn.	Vrt HP-12	Vrt HP-15	Vrt HP-16	Vrt HP-16A
2006		16.5.	16.5.	16.5.	16.5.
NH <sub>4</sub>	mg/l				<
As	mg/l				<
Cd	mg/l	<	<	<	<
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l				<
Hg	mg/l	<	<	<	<
Pb	mg/l	<	<	<	0,0109
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l				34
Cl	mg/l				40
NEL	mg/l				<
SO <sub>4</sub>	mg/l	20,9	63,5	30,8	63,2

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.8. Tabulka s výsledky chemických analýz vzorků vody z roku 2006 - pokračování**

Rok	Jedn.	Šachta Š-2	Šachta Š-6	Biologický rybník	Cihelna	Vyústění kanalizace
2006		16.5.	16.5.	16.5.	16.5.	16.5.
NH <sub>4</sub>	mg/l			<		<
As	mg/l			<		<
Cd	mg/l		<	<		<
Cr <sub>celk.</sub>	mg/l			<		<
Hg	mg/l		<	<		<
Pb	mg/l		<	<		<
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l			33		
Cl	mg/l			37		
NEL	mg/l			<		-
SO <sub>4</sub>	mg/l		303	69		109

< menší než mez detekce analytické metody

**4.1.1.9. Tabulka–srovnání maxim v roce 2000 a 2001-2006 dle limitů NV č. 61/03 Sb.**  
[20, 4, 5, 6, 7, 1]

Složka	Jednotka	Vyústění kanalizace		Cihelna		Biologický rybník		Hůrecký potok
		2000	2001-2006	2000	2001-2006	2000	2001-2006	2006
Mn	mg/l					0,83		5,63
NH <sub>4</sub>	mg/l	103	116 <sup>2003</sup>	0,92		31,36		
NO <sub>2</sub>	mg/l	5,6	11,5 <sup>2005</sup>			0,69	1,27 <sup>2006</sup>	
NO <sub>3</sub>	mg/l					98,5		75,2
Cl	mg/l	255	290 <sup>2003</sup>					
B	mg/l		1,38 <sup>2006</sup>				0,99 <sup>2006</sup>	
CHSK Cr	mg/l	189	188 <sup>2003</sup>	43		127		
BSK <sub>5</sub>	mg/l	116	111 <sup>2003</sup>	9				
RL	mg/l	1269						
NL	mg/l	850						
NEL	mg/l	0,79	113 <sup>2004</sup>					
PCB	mg/l	59	155 <sup>2004</sup>					
PAU	mg/l		994 <sup>2004</sup>					

(horním indexem označeny roky, ve kterých byla maxima prokázána)

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že ve smyslu limitů NV č. 61/2003 Sb. je nejvíce ovlivněna kvalita vody odebíraná v místě vyústění kanalizace na terén. Jako polutanty ve smyslu tohoto nařízení lze označit dusíkaté látky – amoniak a dusitany, chloridy, bór, ropné látky, PCB a polyaromáty (PAU). Nejvyšší koncentrace těchto složek se ve vodě vyskytovaly v roce 2003 resp. 2004.

**4.1.1.10. Výsledky měření povrchové migrace úniku plynu**

Dne 2.11.2005 bylo firmou BIOGAS spol. r.o. Brno provedeno dosud poslední měření migrace metanu CH<sub>4</sub> na neaktivních a nerektivovaných plochách I. a II. etapy



(plochách, kde není dlouhodobě ukládán další odpad) a na aktivních plochách skládky. Na ploše skládky bylo provedeno celkem 13 kontrolních měření úniků. Místa měření (B1-B13) byla zvolena rovnoměrně po celé ploše skládky. Na základě výsledků tohoto měření (povrchová migrace) skládka spadá z hlediska úniků do kategorie I., to je skládka s nulovými úniky metanu. Průměrná hodnota ze všech provedených odběrů činila 0,42 litrů CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>h., což potvrzuje, že odpady jsou většinou poměrně kvalitně zhutněny a zatěsněny krycí inertní vrstvou. [14]



Foto č. 4 – Pohled na vrchní část skládky s komínovými hlavicemi pro odvod skládkového plynu

#### **4.1.2. Shrnutí základních údajů a charakteristika vývoje znečištění**

Skládkování v prostoru TKO Lišov bylo zahájeno v padesátých letech 20. století. Do vytěženého prostoru po těžbě cihlářských surovin cca 6 metrů hlubokého byly ukládány veškeré odpady produkované obcí. Nejprve byl odpad ukládán na vrchní skládku (cca 50 000 m<sup>3</sup> odpadů). Po celkovém zaplnění úložného prostoru byla deponie rekultivována, tzn. přehrnuta inertním materiálem a zatravněna. Následně byly odpady ukládány do dalšího vytěženého prostoru, v oblasti tzv. spodní skládky. Tato mohla být rekultivována až po uvedení do provozu nové zabezpečené skládky TKO pro České Budějovice a přilehlé obce, s jejíž výstavbou bylo započato v roce 1987. Vzhledem k nekontrolovanému způsobu ukládání lze jen velmi nepřesně odhadnout množství uloženého materiálu. Do trvalého provozu byla nová skládka uvedena ke konci roku 1994. Využita mohla být již jen do té doby nezavezená část hliníku. Nová skládka těsně

přiléhá ke spodní nedostatečně zabezpečené skládce a je od ní oddělena pouze násypem pro obslužnou komunikaci.

Nová skládka je odplyněna a vybavena dvěma drenážními systémy pro odvod a jímání vod. Vnější pro odvod podzemní vody z podloží skládky, tzn. vody pokládkové nekontaminované, vnitřním pro jímání skládkové vody z jednotlivých skládkových kazet. Voda podskládková teče nejprve zatrubněným, následně otevřeným korytem do rybníka mimo areál skládky. Rybník je v soukromém vlastnictví a je prvním ze soustavy rybníků Třeboňské pánve.

V roce 2000 byla nová těsněná skládka TKO rozšířena jihozápadním směrem o sektor 7. Prostor založení a kontakt nové skládky se spodní starou skládkou byly utěsněny způsobem odpovídajícím současným požadavkům na těsnění skládek domovního odpadu. V průběhu roku 2000 byla provedena rekonstrukce a zprovoznění drenážního systému a odvedení skládkových vod mimo skládku. Současně byla rekultivována a na povrchu zalesněna spodní a vrchní stará nezabezpečená skládka. Povrchové vody byly odvedeny odvodňovacím systémem mimo skládkové těleso. K provozování skládky bylo vydáno Integrované povolení, vydané Krajským úřadem Jihočeského kraje, OŽPZL, č.j. KUJCK 4937/2004 OZZL/Ku/R ze dne 7.5.2004. [14]

Na skládce probíhá trvalý monitoring kvality podzemní, podskládkové a povrchové vody. Výsledky analýz podzemní a skládkové vody jsou porovnávány s hodnotami kritérií znečištění zemin a podzemní vody – Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí ČR z roku 1996.

Kvalita podzemní vody v areálu skládky je monitorována:

- na vstupu do areálu skládky (vrt KV a objekt cihelna – od roku 2003 suchý), které slouží pro určení referenčních hodnot ovlivnění podzemní vody skládkou,
- v prostoru vlastní skládky (vrty HP-11, HP 11A, HP-13, HP-17, V-1, V-4, V-5), těmito vrty jsou sledovány změny chemismu v podloží skládky, popř. pronikání skládkových vod do horninového prostředí,

- výstup podzemní vody ze skládky (vrt HP-12 v prostoru vrchní staré skládky, vrty V-3, HP-14, HP-15, HP-16 podél spodní staré skládky).



Foto č. 5 – Pohled na monitorovací vrt HP- 12

Výsledky monitoringu podzemních vod prokázaly ve vrtech v prostoru vlastní skládky průnik skládkových vod do horninového prostředí (amonné ionty, chloridy, B, As, Cd, NEL, tenzidy). Kontaminace spodní podzemní vody byla zjištěna pouze ve vrtech mimo výstupní linii, a to zejména ve vrtech V-1, V-5, HP-11A a HP-13 a HP-17, přičemž poslední dva vrty jsou umístěny do odpadu, jsou ukončeny v přirozeném horninovém prostředí (jíly) a reprezentují spíše kvalitu průsakové – výluhové vody než vody podzemní. Vrty umístěné na východním okraji skládky, charakterizují kvalitu podzemní vody odtékající z areálu skládky, kontaminaci podzemní vody v rozsahu provedených monitoringů nevykazují.

Na lokalitě je prostřednictvím systému drénu a sběrných šachtic sledována i kvalita podskládkové vody. Na vyústění tato voda již představuje směs podzemní – podskládkové vody a povrchové vody ze splachů ze zpevněných ploch. Ve vodě na výstupu z areálu skládky byly koncentrace sledovaných kontaminantů, překračujících hodnotu kritéria B, resp. C zjišťovány pouze nepravidelně a nárazově. Překročení kritérií bylo zjištěno u dusíkatých látek – amoniak, dále u chloridů a bóru, ze stopových prvků byl opět nárazově zjištěn As, Cd, Cr, a Ni, kritérium B bylo překročeno

u ropných látek a kritérium C u tenzidů. Od roku 2004 stopové prvky v nevyhovujícím množství zjištěny nebyly v žádném z monitorovaných objektů. Kvalita povrchové vody je sledována na vyústění do kanalizace na vtoku do meliorační rýhy. Z výsledků monitoringu vyplývá, že povrchová voda opouštějící prostor skládky nesplňovala požadavky, definované platnou legislativou na kvalitu (nařízení vlády č. 61/2003 Sb.) do roku 2004. Překročení limitních hodnot pro povrchové vody bylo zjištěno u amonných iontů, dusitanů, chloridů,  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$ ,  $\text{BSK}_5$ , rozpuštěných látek, PCB a PAU. V roce 2006 byl monitoring vody prováděn v rozšířené formě, kdy byla zjištěna kontaminace podzemní vody v ukazatelích: amoniak, chloridy, bór, fluoridy a tenzidy, přičemž nejvíce kontaminována byla voda z vrtu HP-11 A, HP-13 a HP-17. Podskládková voda monitorována prostřednictvím zaústění do šachtice Š-6 kontaminaci nevykazovala. Voda na vyústění kanalizace do drenážní rýhy pak obsahovala nad limit kritéria B bór.

V rámci monitoringu širšího zájmového území byly odebrány vzorky podzemní vody z domovních studní v obci Hůrky a povrchové vody z rybníku pana Frolíka, který se nachází stejně jako studny ve směru proudění podzemní vody pod skládkou a do kterého ústí vody z drenáží – meliorační rýhy a dále z Hůreckého potoka pod soutokem s bezejmenným potůčkem odtékajícím z Frolíkova rybníku (viz biologický rybník). Výsledky analýz z Frolíkova rybníka prokazovaly vliv skládky na kvalitu povrchové vody z rybníka, a to v ukazatelích bór (překročeno kritérium B dle pokynu, resp. limit nařízení vlády č. 61/2003 Sb., avšak v tomto případě se nepodařilo jednoznačně prokázat, zda se jedná výhradně o vliv skládky, nebo i o podíl zemědělské kontaminace, neboť vzorek rybníční vody vykazoval i přítomnost organochlorových pesticidů. Voda v uvedeném rybníku je na základě chemických analýz však méně kyselá a více mineralizovaná a ve smyslu Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. nevyhovuje obsahem dusitanů ( $1,27 \text{ mg/l NO}_2$ ) a limitní koncentraci se blíží i dusičnany. Pro posouzení možnosti šíření znečištění z biologického (Frolíkova) rybníku a bezejmenného potůčku do něj přítékajícího a z něj odtékajícího prostřednictvím případné infiltrace do podzemní vody byly vypracovány tzv. hydroizohypsy. Z konstrukce hydroizohyps vyplynulo, že zvrstvení mělké podzemní vody je v souladu s morfologií okolního terénu

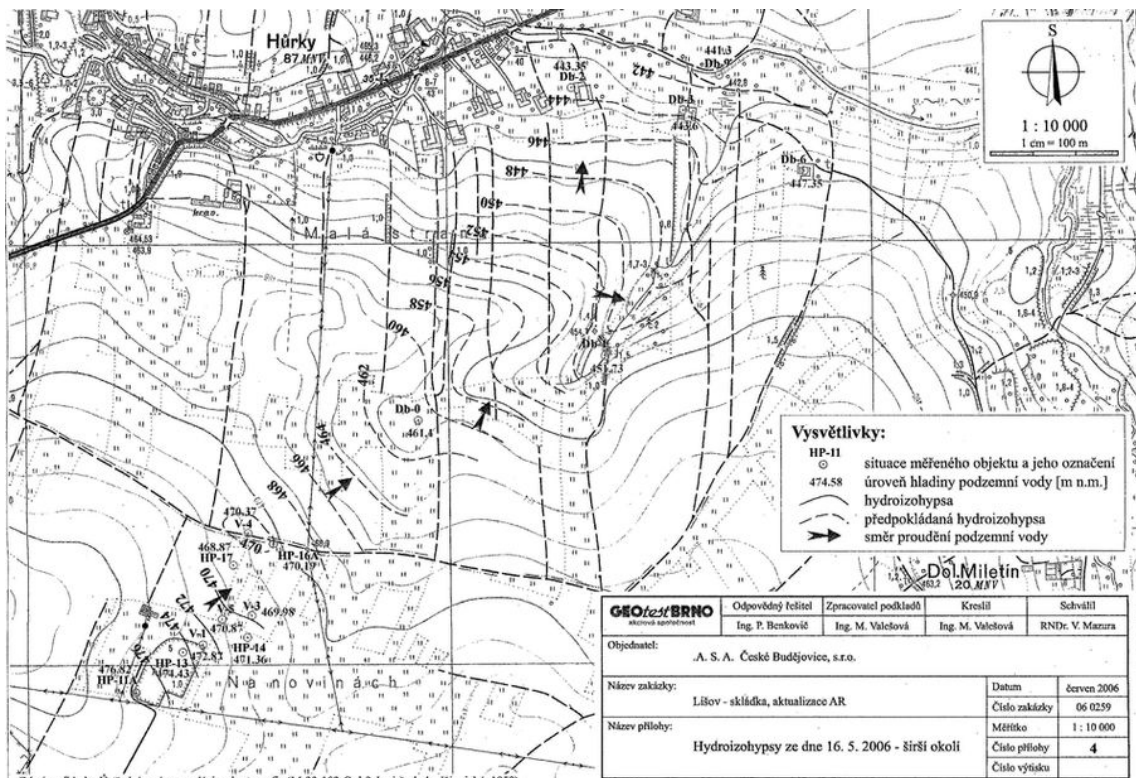
a podzemní voda je drénována po celé délce toku bezejmenného potůčku, takže k teoretickému ohrožení domovních studní by mohlo dojít jen v případě silně zvýšeného průtoku v tomto toku. Rovněž tak rozdílný chemismus vody ze studní a z bezejmenného potůčku, resp. z Frolíkova rybníku prokázal, že voda ze studní není v ohrožení skládkou. Samotný Frolíkův rybník (biologický rybník), který má provozovatel skládky firma .A.S.A. v pronájmu od pana Frolíka právě z důvodu monitoringu odtékajících vod, je určitým důkazem toho, že skládkové vody nepředstavují až takové riziko pro životní prostředí, neboť v tomto rybníku žijí ryby (přestože by zde neměly být uměle vysazovány), ale i další živočichové. Vzorky povrchové vody z Hůreckého potoka a z domovních studní skládkou kontaminovány nejsou, prokázané znečištění má charakter místní – kontaminace (kombinace obecního a zemědělského typu). [14]



Foto č. 6 – Panoramatický pohled na biologický rybník (majitel p. Frolík)



Foto č. 7 – Panoramatický pohled na skládku ve směru od biologického rybníku



Fotokopie mapy hydroizohyps s vyznačením směru proudění podzemní vody (ve směru od skládky na obec Hůrky) [20]

## 5. Diskuse

V předložené bakalářské práci je charakterizována skládka tuhého domovního odpadu v obci Lišov, kde jsou shrnuta a vyhodnocena rizika, která doprovázejí skládkování v uvedené lokalitě. Je však právě skládkování tou nejlepší alternativou, kde má domovní odpad skončit? Jsou určitě lepší možnosti jak domovní odpad využít. Jednou z těchto možností je právě důmyslné třídění domovních odpadů tak, aby do samotného skládkového tělesa byly uloženy opravdu jen ty odpady, které již nelze dále využít. Jakým způsobem je dnes například zvýhodněna fyzická osoba, která odpad třídí na rozdíl od jiné, která jakýkoliv odpad prostě jen uloží do popelnice? Pokud je mi známo, tak žádným. Je proto na každém z nás, abychom začali přemýšlet o životním prostředí v širších souvislostech. Dalším problémem jsou pak místa, kam

můžeme vytríděný materiál ukládat. Mám-li být konkrétní, tak v obci Lišov, ke které skládka patří, má pouze několik míst, kam můžeme vytríděný odpad uložit. Nebylo by vhodnější vytvořit takový systém, aby u každého domu byly nádoby na vytríděný odpad? Rovněž tak si přiznejme kdo z nás odevzdá k bezpečné likvidaci např. vybitou baterii na sběrný dvůr jako nebezpečný odpad. Asi málokdo. Přesto všechny tyto materiály po jejich uložení na skládku představují zdroj rizika pro ohrožení životního prostředí. Dalším fenoménem poslední doby jsou plastové obaly. Mají sice své nesporné výhody, ale na druhou stranu, pokud nejsou vytríděny a recyklovány, představují v samotné skládce ekologickou zátěž i pro budoucí generace.

Dalším faktorem, který přispívá k tomu, že obyvatelé Lišova se těžce vyrovnávají se zde umístěnou skládkou je vliv na krajinný ráz. V prakticky rovinném terénu zde rostou hory uskladněného materiálu, které s jsou sice po ukončení skládkování v daném sektoru vždy zrekultivovány tak, že jsou zatravněny a osázeny stromy, přesto, alespoň dle mého názoru, narušují ráz uvedené lokality. Dalším problémem, který představuje samotné skládkování na TKO Lišov je obrovský nárůst dopravy, vyvolaný příjezdy a odjezdy svozových nákladních vozidel, která mají svůj podíl na zhoršování stavu životního prostředí v důsledku emise výfukových plynů. Myslím si, že nikdo z nás nechce, aby skládka domovních odpadů byla v lokalitě, kde trvale bydlí. Přesto však je třeba si uvědomit, že domovní odpad musíme někam ukládat, ale za určitých pravidel, která nám zajistí, že skládkování nebude mít negativní vliv na naše životy a na okolní životní prostředí.

Činnost skládky TKO Lišov byla k 1.10.2007 pozastavena ze strany provozovatele z důvodu naplnění skládkového prostoru. V současné době probíhají jednání na rozšíření skládky nad prostorem staré nezabezpečené skládky, která byla největším úskalím celé skládky. [25]

## **6. Závěr**

Předložená bakalářská práce upozorňuje na rizika, která jsou spojená se skládkováním domovních odpadů na skládce Lišov. Prostudováním a porovnáním

dostupných materiálů týkajících se uvedené skládky jsem dospěl k závěru, že se výrazným způsobem podařilo eliminovat koncentrace nebezpečných kontaminantů nalezených v průsakových skládkových vodách, v porovnání s rokem 1998, kdy došlo k tzv. nultému monitoringu kvality povrchových a podzemních vod před zahájením skládkování firmou .A.S.A., k čemuž přispěla zejména opatření vedoucí k zatěsnění staré nezabezpečené skládky. Nutno však podotknout, že na skládce jsou i nadále indikovány nebezpečné kontaminanty, leckdy i v nadlimitních koncentracích, přesto však jejich migrace podzemní vodou mimo zájmové území nebyla v rozsahu provedených monitorovacích prací prokázána. Jediné možné ohrožení tak představuje pouze odtok skládkové vody směrem na obec Hůrky, kde může dojít k teoretickému ohrožení domovních studní a to jenom v případě silně zvýšeného průtoku v tomto toku (byť tento stav ještě nebyl zaznamenán a to ani v době záplav a zvýšené srážkové činnosti v roce 2002). Zhodnocením všech dostupných materiálů tak byla potvrzena hypotéza, že skládka Lišov nemá negativní vliv na životní prostředí. Myslím si proto, že skládka nepředstavuje pro životy obyvatel v okolí ani pro okolní životní prostředí tak významné riziko, kterého bychom se museli oprávněně obávat.

Smyslem předložené bakalářské práce je podat ucelený přehled o stavu skládkování na skládce TKO Lišov a možných rizicích spojených s jejím provozováním a to nejen pro obyvatele Lišova a okolních obcí, ale i pro nejširší veřejnost, které nebyl doposud předložen žádný materiál, kde by byla uvedená problematika řešena. Sám se přikláním k názoru, že skládkování v Lišově by mělo být již ukončeno a to jak s ohledem na zaplnění stávajícího prostoru, tak s ohledem na skutečnost, že plánované rozšíření skládky nad původní starou nezabezpečenou skládku se mi jeví jako příliš velký hazard vzhledem k opatřením, která musela být v předchozích letech přijata k jejímu zatěsnění. Pokud by však skládka zůstala i nadále v provozu, bylo by rozumné, přejít na důsledné třídění sem dovezeného odpadu a vytříděný materiál využít k další recyklaci, přičemž do skládkového tělesa by se ukládalo opravdu jenom minimum nevyužitého odpadu. V tomto řešení vidím budoucnost nejen pro samotnou skládku, ale i pro celosvětové odpadové hospodářství. Výsledky své práce chci nabídnout k prezentaci v časopise Lišovský zpravodaj, byť jsem si vědom skutečnosti, že její



publikace nebude možná jinak než ve zkrácené podobě (s ohledem na rozsah časopisu), případně tuto uveřejnit na internetových stránkách města Lišov.

## 7. Seznam použité literatury

1. BENKOVIČ, P., SEMRÁD, T.: Lišov – skládka. Vyhodnocení monitorovacích prací za rok 2005. Brno: GEOtest, a.s., prosinec 2005. 78 s.
2. BOUČEK, Z., VÍT, O.: Posouzení záměru firmy .A.S.A. České Budějovice, s.r.o. na rozšíření nové skládky a rekultivaci starých skládek na lokalitě Lišov. Velké Meziříčí: Enviro-Ekoanalytika, s.r.o., 10/1999. 81 s.
3. JEZERSKÝ, Z.: Monitoring skládek společnosti .A.S.A., s.r.o. Výsledky monitoringu skládky Lišov v roce 2001. Praha: Aquatest, listopad 2001. 43 s.
4. JEZERSKÝ, Z.: Monitoring skládek společnosti .A.S.A., s.r.o., Výsledky monitoringu skládky Lišov v roce 2001. Praha: Aquatest, listopad 2002. 38 s.
5. JEZERSKÝ, Z.: Monitoring skládek společnosti .A.S.A., s.r.o., Výsledky monitoringu skládky Lišov v roce 2003. Praha: Aquatest, leden 2004. 43 s.
6. JEZERSKÝ, Z.: Monitoring skládek společnosti .A.S.A., s.r.o., Výsledky monitoringu skládky Lišov v roce 2004. Praha: Aquatest, prosinec 2004. 47 s.
7. KARVÁNEK, J.: Inženýrsko-geologický průzkum a hydrogeologický průzkum na utěsnění skládky domovního odpadu Lišov. České Budějovice: KCZ-GEO, 02/1992. 51 s.
8. KARVÁNEK, J.: Hydrogeologický průzkum o míře kontaminace podzemních vod vlivem skládky domovního odpadu města České Budějovice – lokalita Lišov. České Budějovice: KCZ-GEO, 04/1993. 57 s.
9. KARVÁNEK, J.: Hydrogeologický průzkum kontaminace vod před započatím provozu těsněné části skládky Lišov. České Budějovice: KCZ-GEO, 04/1994. 51 s.
10. KARVÁNEK, J.: Inženýrsko-geologický průzkum a hydrogeologický průzkum na utěsnění skládky domovního odpadu Lišov. České Budějovice: KCZ-GEO, 02/1992, 53 s.

11. KARVÁNEK, J.: Hydrogeologický průzkum o míře kontaminace podzemních vod vlivem skládky domovního odpadu města České Budějovice – lokalita Lišov. České Budějovice: KCZ-GEO, 04/1993. 46 s.
12. KARVÁNEK, J.: Hydrogeologický průzkum kontaminace vod před započítáním provozu těsněné části skládky Lišov. České Budějovice: KCZ-GEO, 04/1994. 44 s.
13. KOHUTOVÁ, I.: Lišov – skládka. Aktualizace analýzy rizik. Brno: GEOTest, červen 2006. 42 s.
14. MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1980, 522 s.
15. MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Organické látky, 1. vyd. Praha: Avicenum, 1986, 760 s.
16. MATRKA, M., RUSEK, V.: Průmyslová toxikologie: Úvod do obecné a speciální toxikologie. 1. vyd. Pardubice: VŠCHT, 1991. 157 s. ISBN 80-85113-36-X
17. Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí ČR č. 8/1996 k zajištění procesu nápravy starých ekologických zátěží
18. MICHLÍČEK, E., et al.: Hydrogeologická rajonizace 1986. Hydrogeologické rajony podzemních vod v povodí Moravy a Odry. Brno: MS Geotest, 1986. 92 s.
19. MYKINOVÁ, M., BOUČEK, Z., JANÍČEK P.: Skládka Lišov. Zkrácená analýza rizik. Velké Meziříčí: Enviro-Ekoanalytika, s.r.o., květen 2000. 57 s.
20. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod
21. RIEDL, O., ONDRÁČEK, V.: Klinická toxikologie: Toxikologie léků, potravin, jedovatých živočichů a rostlin aj., 5. přepracované vydání. Praha: Avicenum, 1980, 820 s.
22. ŘÍMANOVÁ, D.: Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. včetně prováděcích předpisů s komentářem. 1. vyd. Praha: Polygon, 2001. 444 s. ISBN 80-7273-054-1

23. SEDLÁČEK, J., SLOMEK, J.: Lišov, skládka, rozšíření těsnění skládky. Projekt pro územní rozhodnutí. Brno: AREAL, s.r.o., , 01/1999. 52 s.
24. SUKDOLOVÁ, M.: Jak je to tedy se skládkou. Lišovský zpravodaj č. 4/2007, s. 17
25. SVITÁK, M., HRUŠKA, B., SLEPIČKA, Z.: Požár skládky v Lišově, <http://www.mvcr/casopisy/112/2006/listopad/lisov.html>, 28.1.2008
26. VILÍMOVÁ, Z., SCHWARZEROVÁ, I.: Lišov – skládka – vzorkování. Závěrečná zpráva o hydrochemickém monitoringu podzemních vod na skládce Lišov a v jejím bezprostředním okolí. Brno: Geotest, a.s., 03/1998. 45 s.
27. VILÍMOVÁ, Z., TEYSCHER, M.: Lišov – skládka. Závěrečná zpráva o průzkumných pracích provedených na skládce Lišov. Brno: Geotest, a.s., 08/1998. 61 s.
28. VILÍMOVÁ, Z., SCHWARZEROVÁ, I.: Lišov skládka. Závěrečná zpráva o průzkumných pracích na skládce Lišov a návrhu dalších nezbytně nutných sanačních opatření. Brno: Geotest, a.s., 11/1998, 39 s.
29. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů a jejich využívání na povrchu terénu
30. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon)

## **8. Klíčová slova**

Kontaminace

Monitoring

Odpad

Skládka

Toxická látka

Životní prostředí

## 9. Přílohy

### 9.1. Seznam použitých zkratek

BSK <sub>5</sub>	Biochemická spotřeba kyslíku
N-NH <sub>4</sub>	Amoniakální dusík
RL	Rozpuštěné látky
As	Arsen
Cd	Kadmium
Cr	Chrom
Hg	Rtuť
Pb	Olovo
CHSK <sub>cr</sub>	Chemická spotřeba kyslíku Cr
Cl	Chlor
NEL	Nepolární extrahovatelné látky
SO <sub>4</sub>	Sírany
Ni	Nikl
Mo	Molybden
Cu	Měď
Te	Tellur
Se	Selen
Co	Kobalt
Zn	Zinek
Al	Hliník
PCB	Polychlorované bifenoly
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PAL-A	Anionové tenzidy