

Hygienické riziká neriadených skládok odpadov z hľadiska ochrany vôd a vplyvu na ľudský organizmus

RNDr. Škultétyová Ivona, PhD., Ing. Franková Eleonóra

Katedra zdravotného inžinierstva, SvF STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

ÚVOD

Skutočnosť, že na rozklade organických substrátov sa veľmi intenzívne zúčastňujú rôzne druhy mikroorganizmov je všeobecne známa. Bez účasti týchto deštruentov by rozklad organickej hmoty a kolobeh prvkov v prírode bol problematický. Nie je to príliš optimistická predstava, najmä z pohľadu zneškodňovania rôznych odpadov. Medzi významných deštruentov využívajúcich organickú hmotu však patria aj patogénne baktérie a mikroskopické huby. Tieto okrem deštruentnej aktivity môžu byť príčinou rôznych humánnych a veterinárnych ochorení. Zvýšené počty mikrobiálnych patogénov podieľajúcich sa na degradácii koncentrovaných organických odpadov predstavujú aj zvýšené zdravotné riziká.

Ako vyplýva z dlhoročných skúseností hygienickej služby, zhodnotenie rôznych rizík spojených s vybudovaním a prevádzkovaním skládky odpadov a opatreniami, ktoré by tieto riziká minimalizovali, je potrebné ošetriť už pri jej projektovaní. Dôležité je rizikové faktory systematicky posudzovať, tak z hľadiska vplyvu na ľudský organizmus, ako aj z hľadiska ochrany životného prostredia (ZIMOVÁ, MATEJŮ, 1996). Hygienické a ekologické riešenie projektu novej skládky komunálneho odpadu však môže skomplikovať fakt, že na vytipovanej lokalite existuje stará divoká skládka.

V kritickej situácii, ktorá vznikla na konci roku 1989 pri zneškodňovaní komunálneho odpadu v bratislavskej spaľovni a pri hľadaní okamžitého riešenia zneškodňovania nahromadeného odpadu skládkovaním, bola vytipovaná lokalita neďaleko Bratislavy, ktorá sa zdala byť vhodná a pre Bratislavu výhodná. V tejto lokalite, nachádzajúcej sa tesne v bezprostrednej blízkosti obytných domov sa vyskytovala skládka, ktorá miestnym obyvateľom znepríjemňovala život najmä v letných mesiacoch, zvýšenou prašnosťou, šírením dymu a intenzívneho zápachu, rozmnožením hmyzu a hlodavcov, preto nesúhlasili s privázaním odpadu do ich okolia. Dôležitým argumentom proti skládke odpadov bolo riziko zdravotného ohrozenia tu žijúcich obyvateľov cez kontaminovanú pôdu a vodu zo studní. Aj keď hodnotenie zdravotného rizika v problematike odpadového hospodárstva býva často podceňované, v tomto prípade, na základe rozhodnutia vyšších orgánov preskúmať túto lokalitu z hľadiska vhodnosti vytvorenia riadenej skládky komunálneho odpadu pre Bratislavu, bol vypracovaný projekt na komplexné riešenie danej problematiky vrátane hodnotenia zdravotného rizika. Nakoniec však pre organizačnú nejasnosť a kompetencie boli práce objednané len v minimálnom rozsahu a rozpracovaný mikrobiologický prieskum bol zastavený. Napriek predčasnemu oficiálnemu ukončeniu, sme získali údaje, ktoré uvádzame v tomto príspevku.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Celé územie lokality existujúcej skládky, ktoré bolo vytipované na ďalšie skládkovanie produktov spaľovania z bratislavskej spaľovne bolo poznačené ľudskou činnosťou a pôvodné geologické prostredie bolo prekryté navážkami. Pôvodná skládka značnej kubatúry sa navrstvovala priamo do ťažobnej jamy sialitických ílov pre výrobu

cementu. O reliéfe dna jamy neboli k dispozícii technické údaje a tiež existujúce mapové podklady nevystihovali skutočnosť. Nezavezené dno pôvodného reliéfu bolo členité a v depresiách sa nachádzala kontaminovaná voda z priesakov skládky, ktorá bola dopĺňovaná atmosférickými zrážkami. Hlbšie podložie navážok tvorili neogéne ílovce pevnej konzistencie s polohami piesčitých ílov a šošovkami kremičitých štrkov a pieskov.

Hydrologické pomery územia neboli známe, preto sa vykonal podrobný geologický prieskum tejto lokality (Správa Geoservisú Bratislava, 1991), ktorého cieľom okrem iného bolo zistiť zdroje podzemných vôd, dokumentovať vlastnosti podzemných a povrchových vôd, preveriť filtračnú schopnosť zemín a schopnosť trvale viazať škodliviny. Prieskum zachytávania škodlivín sa realizoval porovnávacou skúškou vlastností kontaminovaných vzoriek (konkrétnych a modelových vzoriek) a prirodzenej vzorky zeminy rovnakého typu bez škodlivín (ŠKULTÉTYOVÁ, 1994) s cieľom zistiť druh a množstvo zachytených škodlivín.

Pre získanie vstupných údajov pre experimenty sa použila škvára a popolček z bratislavskej spaľovne, ktoré predstavovali produkty spaľovania tuhého komunálneho odpadu z bratislavskej aglomerácie. Tuhý komunálny odpad je tvorený veľkým spektrom rôznorodého materiálu, ktorý v prípade bratislavskej spaľovne nebol ďalej triedený. Z tohto dôvodu sa pri odbere vzoriek škváry a popolčeka zohľadnil časový faktor variability látkového zloženia odpadu. Realizovali sa odbery škváry a popolčeka po dobu jedného týždňa, a to škváry v 3 rozličných termínoch a popolčeka v jednom termíne počas dňa.

Celkovo sa získalo 22 vzoriek škváry a 8 vzoriek popolčeka, z ktorých boli spracované výluhy. Výsledky analýz slúžili k modelovaniu chemického zloženia vstupných vôd pre uskutočnené experimenty.

Viacero inžiniersko - geologických štúdií poukázalo na to, že mnohé typy zemín, obsahujúce ílové minerály majú vysokú pohlcovaciu schopnosť vo vzťahu k rôznym chemickým prvkom. Preto jednou z najvýznamnejších úloh bolo stanovenie fyzikálnych a chemických zmien hornín, vhodných pre použitie do tesniaceho systému, vplyvom pôsobenia kontaminovaných experimentálnych výluhov, resp. skládkových priesakov v predmetnej lokalite.

Na stanovenie sorbčných vlastností boli použité ílové minerály rovnorodej štruktúry, zodpovedajúce laboratórnej vzorke, tj. nebrala sa do úvahy makronerovnosť vrstiev, zvlášť prítomnosť puklín, veľkých pórov a iných porušení, ktoré súvisia s činnosťou flóry a fauny. Tieto minerály boli použité aj v kombinácii iných zložiek (dolomit, zeolit, bentonit o pod.)

Rôzne mineralogické prostredie, odlišné zeminy, čo sa týka zachytávacej schopnosti kontaminantov, vykazovali rôzne hodnoty pre jednotlivé chemické prvky, ale aj pre rôznu vstupnú koncentráciu prvkov.

Realizácia prieskumných prác bola motivovaná havarijným stavom, preto projekt prieskumu obsahoval len najnutnejšie technické práce a laboratórne hodnotenia, ktoré sa postupne mali dopĺňať.

Vzhľadom k finančným a technickým možnostiam (v tom čase neexistovala legislatíva zahrňujúca stavebnú projekciu riadených skládok a teda aj ich sanácie v takom rozsahu ako dnes a taktiež existujúca skládka nebola stavebne pripravená, aby spĺňala technické parametre riadenej skládky) boli navrhnuté práce, ktoré minimalizovali negatívne dopady ďalšieho skládkovania na okolité životné prostredie a najmä vodné zdroje aspoň na plochách, ktoré boli určené len pre skládkovanie

produktov bratislavskej spaľovne s vylúčením skládkovania tuhého komunálneho odpadu a ďalších dovtedy skládkovaných odpadov.

Na základe výsledkov fyzikálno chemických rozborov vody pred začatím sanačných prác z viacerých odberných miest (jazierko, potok, vrty a domové studne) nezodpovedala ani jedna vzorka podmienkam pre pitnú vodu podľa STN 75 7111 - Pitná voda.

Tak napríklad prekročenie $CHSK_{cr}$ bolo 84 až 110 násobné, v domácich studniach 2 až 3,2 násobné oproti spomínanej norme. Ďalšie prekročené hodnoty boli u kationov - NH_4^+ , u aniónov - Cl^- , SO_4^- , NO_2^- u ťažkých kovov bolo viac ako 2 násobné prekročenie oproti norme pre Cd a 2,5 násobné pre Ni a Hg. Z organických látok bolo zistené až 8 násobné prekročenie najvyššej medznej hodnoty pre PCB_s.

V čase mikrobiologického prieskumu sa v tomto priestore nachádzala skládka komunálneho odpadu, škváry a popolčeka zo spaľovne a rôzny priemyslový odpad s podozrením na toxické materiály.

Vzorky na mikrobiologický rozbor boli odobraté z povrchových a podpovrchových profilov zeminy a vody na 6 miestach v danej lokalite, a to z:

- vody z potoka
- ílových zemín a vody z dvoch vrtov (V3 IGHP a SH V6)
- vody zo šachtice 0,8 m hĺbokej (ŠŠ-1) v blízkosti skládky
- vody zo severnej a južnej časti jazierka (močiara) pod skládkou.

Voda v jazierku bola oddelená vyvýšeným pásom zeminy, pričom v južnej časti silne páchla po sirovodíku, bola hustá a čierna, kým na severnej strane bola na pohľad čistá, bez zápachu a plávali v nej kačice.

Mikrobiologické hodnotenie vzoriek zemín a vody sa robilo kultivačne aj mikroskopicky. Z výsledkov uvedených v tabuľke 1 vidieť, že počty psychrofilných a mezofilných baktérií pripadajúcich na 1 ml vody alebo 1 g zeminy sa pohybovali v bežných hodnotách od 10^2 do 10^8 KTJ (kultivačné hodnotenie). Najmenej baktérií sa vyskytovalo vo vode z vrtu V3 IGHP (do 10^2 KTJ. ml⁻¹), najvyššie koncentrácie baktérií $10^7 - 10^9$ KTJ. ml⁻¹ boli zaznamenané v južnej časti jazierka s obsahom sirovodíka. Z tejto sirovodíkovej vody bolo izolovaných aj najviac druhov mikromycét s abundanciou 41 – 780 KTJ.ml⁻¹ vzorky vody. Vzhľadom na charakter skúmanej lokality, zvýšené počty baktérií a mikromycét vo vodných vzorkách, ani rádové rozdiely v abundancii a druhovej mikrobiálnej diverzite medzi vzorkami z jednotlivých odberných miest (voda – zemina), nie sú žiadnou anomáliou a nemali by prakticky negatívne ovplyvňovať mikrobiologickú kvalitu vody v studniach pri rodinných domoch, s výnimkou vody z jazierka. V jeho južnej časti, skoro 90 % celkového bakteriálneho oživenia vody tvorili zástupcovia rodov *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Proteus*, *Clostridium*, *Leptospira*, medzi ktorými sa vyskytujú patogénne a potenciálne patogénne druhy. Napríklad *Pseudomonas aeruginosa* - u ľudí môže spôsobiť zápaly stredného ucha, močových ciest a mozgových blán až celkové sepsy. Pre novorodencov a kojencov pseudomonádové infekcie bývajú často smrteľné. Medzi vibriami je najznámejší druh *Vibrio cholerae*, ktoré vyvoláva cholera, avšak aj iné druhy vibrií tzv. „vodné“, môžu spôsobiť ochorenia pripomínajúce cholera, ale s miernejším a menej nebezpečným priebehom ochorenia. Typovým druhom proteov je *Proteus vulgaris*. Vyskytujú sa vo vodách aj v pôde. Medzi vysoko rezistentné druhy voči antibiotikám patria najmä nemocničné kmene *Proteus mirabilis*. Vyvolávajú ranové infekcie, infekcie močových ciest, pneumónie a sepsy. Patogenitu proteov spôsobuje hlavne pôsobenie ich endotoxínov s pyogénnym a nekrotizujúcim účinkom. Rod *Clostridium* patrí medzi najdôležitejšie patogénne anaeroby. Najznámejšími druhmi sú pôvodcovia botulizmu a tetanu *Clostridium botulinum* a *Cl. tetani*. Toxíny *Cl. perfringens*

spôsobujú hromadné otravy potravinami. Leptospirózy sú akútne horúčkovité ochorenia s príznakmi zo strany CNS (meningitídy), obličiek, v ťažších prípadoch pečene (ikterus) a cirkulačného aparátu (hemoragie). Pôvodcami týchto ochorení sú zástupcovia rodu *Leptospira* sp. Sú typickými parazitmi niektorých zvierat, najmä hlodavcov (krysa, potkan, myš). Ich prenos na človeka je možný kontaminovaním vody močom infikovaných zvierat. Tieto baktérie sa v rutinej vodárenskej praxi nestanovujú, no v danom prípade, nie je možné vylúčiť ich prienik do studní pitnej vody. Produkujú sirovodík podobne ako baktérie rodov *Clostridium* a *Proteus* (KMETY a kol., 1983, HRŮŽIK a kol., 1984, Kolektív autorov 1985).

Okrem bakteriálneho oživenia sme sledovali aj výskyt mikromycét, ktoré sú významnými deštruentmi organickej hmoty najmä vo fyziologicky extrémnych podmienkach pre rast baktérií (pH, toxíny, ťažké kovy a pod.) a zároveň patria k potenciálnym patogénom, vyvolávajúcím rôzne mykózy, alergie a toxikózy. Mikromycéty boli prítomné vo všetkých analyzovaných vzorkách vody a zeminy, avšak pri porovnávaní výsledkov jednotlivých vzoriek boli rozdiely v abundancii aj v druhovej diverzite mikromycét. Najmenej izolátov mikromycét 1 – 4 KTJ.g⁻¹ pochádzalo zo suchej ílovitej zeminy. Vo zvodnených vrstvách zemín V3 IGHP (3,5m) a vrtu SH V6 (6,5m), podobne ako v potoku sa okrem vláknitých mikromycét vyskytovali aj bližšie neurčené kvasinky. Keďže na mikromycéty sa ťažko dajú aplikovať limitné počty (koncentrácia) z pohľadu zdravotnej nezávadnosti, zaujímavejšia a dôležitejšia je druhová diverzita. Medzi najfrekvencovanejšie mikromycéty vyskytujúce sa v sledovanej lokalite patrili peniciliá s druhmi *Penicillium chrysogenum*, *P. aurantiogriseum*, *P. janthihelum*, *P. simplicissimum*, ďalej *Paecilomyces varioti*, *P. lilacinus*, *Trichoderma viride*, *Gliocladium sp.*, *Fusarium sp.*, *Verticillium sp.*, *Myrothecium sp.* (DOMSCH a kol. 1980, FASSATIOVÁ 1979). Propagule mikromycét najmä vo forme spór môžu prenikať až do podzemných zdrojov pitnej vody a ako potenciálne patogény a sorbenty ťažkých kovov ju znehodnocovať (FRANKOVÁ 1994, FRANKOVÁ, ŠIMONOVICHOVÁ 1997, 1999).

Tab.1: Počet mikroorganizmov (KTJ) v 1 ml vody a v 1 g zeminy (kultivačne)

Vzorka	Voda			Zemina		
	Baktérie		Mikromycéty	Baktérie		Mikromycéty
	Psycho	Mezo		Psycho	Mezo	
Potok	10 ⁵	10 ⁴	11	-	-	-
Vrt V-3 3,5 m	10 ²	<10 ²	2	10 ⁴	10 ³	4
Vrt V-6 3,2 m 6,5 m	Voda sa stratila			>10 ⁶ < 10 ³	>10 ⁵ < 10 ²	3 1
ŠS-1 0,8 m	10 ⁶	10 ³	8	10 ⁴	10 ³	2
Jazierko Juh	>10 ⁸	>10 ⁶	780	-	-	-
Jazierko Sever	>10 ⁶	10 ⁵	41	-	-	-

Úvodný mikrobiologický prieskum bol zameraný na zistenie, či a do akej miery sú obavy z možnosti zdravotného ohrozenia obyvateľov skládkou komunálneho odpadu v sledovanej lokalite oprávnené. Hoci tento prieskum neobsiahol všetky rizikové faktory napr. vírusy, ukázalo sa, že obavy obyvateľov boli oprávnené. Zároveň sa potvrdilo, že neriadená skládka odpadov môže byť zdrojom a príčinou mnohých zdravotných problémov najmä pre obyvateľov žijúcich v jej blízkosti.

Predmetná problematika je riešená v rámci grantovej výskumnej úlohy VEGA č.1/8320/01 – 2711 a VEGA č. 1/7135/20.

LITERATÚRA

- DOMSCH,K.H., GAMS,W., ANDERSON,T.H.: Compendium of soil fungi. Academic Press, London, 1980, 859 pp.
- FASSATIOVÁ,O.: Plísne a vláknité houby v technické mikrobiologii. Praha, 1979, 211s.
- FRANKOVÁ,E.: Prenikanie pôdnych mikromycét do vodných zdrojov. Vod. Spravodaj,3, 1994, s.219 – 223.
- FRANKOVÁ,E., ŠIMONVIČOVÁ,A.: Mikroskopické huby v geochemicky znečistenom prostredí. Mineralia Slovaca, 29, 1997, s.10.
- FRANKOVÁ,E., ŠIMONVIČOVÁ,A.: Výskyt mikromycét v životnom prostredí so zreteľom na zdravotné riziká, Konferencia ČSSM, SSI a ČSI "Aktuálne problémy mikrobiológie a imunológie", Košice 13. - 15. október 1999, In Bulletin ČSSM, XXXX, 1999,s. 189 - 190.
- HRŮZIK,J., ČATÁR,G., HAVLÍK,J., JÍRA,J., KOUBA,K., MATHERNOVÁ,V., VACEK,V.: Infektológia, Osveta, Martin, 1984, 304s.
- KMETY,E., BAKOSS,P., BAZOVSKÁ,S., GURIČOVÁ,D., STRAKA,Š., BADALÍK,L., JUNAS,J., PRÍKAZSKÝ,V., HLAVÁČKOVÁ,L.: Epidemiológia. Osveta, Martin, 1983, 192 s.
- Kolektív autorov: Špeciálna epidemiológia. Osveta, Martin, 1985, 132s.
- Ochranný val skládky odpadu Stupava - Žabáreň, záverečná správa, Geoservis Bratislava, júl 1991
- ROSYPAL,S., a kolektív: Obecná bakteriológia. SPN,Praha, 1981, 729 s.
- ŠKULTÉTYOVÁ, I.: Eliminácia vplyvov skládok tuhého odpadu na životné prostredie, Dizertačná práca, Stavebná fakulta STU Bratislava, 1994, 145 s.
- ŠTĚPÁNEK,M., a kolektív: Biologické metody vyšetřování vod ve zdravotnictví. Avicenum, Praha, 1982.
- ZAHRADNICKÝ,J., a kolektív : Mikrobiologické vyšetřovacie metody. Obzor, Bratislava, 1987, 508s.
- ZIMOVÁ,M., MATĚJŮ,L.: Problematika zdravotního rizika a hodnocení nebezpečných vlastností odpadů v České republice. Odpady, 1996, s. 135 – 143.