

## ZDRAVSTVENA TVEGANJA ODLAGALIŠČ NEVARNIH ODPADKOV IN POŽAROV ODLAGALIŠČ ODPADKOV

Alenka Franko

### Izvleček

Delavci, ki delajo na odlagališčih nevarnih odpadkov, so pri svojem delu izpostavljeni številnim ekološkim, med drugim tudi kemičnim obremenitvam in škodljivostim. Škodljive kemične snovi na odlagališčih so lahko odpadki sami ali pa to nastanejo med obdelavo odpadkov. Poleg delavcev in gasilcev je tem snovem zlasti zaradi požarov na odlagališčih odpadkov lahko izpostavljeno tudi okoliško prebivalstvo. Možni škodljivi učinki na zdravje se pojavljajo na dihalih, koži, v očeh, prebavilih in tudi drugih organih.

Morebitna zdravstvena tveganja zaradi odlagališč nevarnih odpadkov in požarov nevarnih odpadkov zbuja veliko skrb med prebivalci Slovenije in tudi drugih držav, vendar pa rezultati raziskav na tem področju niso povsem konsistentni, zato so potrebne nadaljnje raziskave in predvsem redno spremljanje izpostavljenih ljudi.

### Uvod

Po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), Ministrstvo za okolje in prostor, v Sloveniji letno nastane okoli 7 milijonov ton odpadkov (1).

Glede na Uredbo o odlagališčih nevarnih odpadkov ločimo odlagališča za:

1. nevarne odpadke;
2. nenevarne odpadke in
3. inertne odpadke.

Po navedeni uredbi je na odlagališče za nevarne odpadke dovoljeno odlagati nevarne odpadke, ki izpolnjujejo zahteve za nevarne odpadke, določene v prilogi 2 (opisano v nadaljevanju), ki je sestavni del te uredbe; inertne odpadke, ki izpolnjujejo zahteve za inertne odpadke iz priloge 2 te uredbe, in nenevarne odpadke, katerih vsebnost biološko razgradljivih snovi ni večja od pet odstotkov mase odpadkov. Odlagališče, ki se uporablja za skladišče kovinskega živega srebra mora biti posebno, to je nadzemno odlagališče. Na odlagališče za nevarne odpadke je prepovedano odlagati komunalne odpadke. Na odlagališče za nenevarne odpadke je dovoljeno odlagati nenevarne odpadke, ki izpolnjujejo zahteve za nenevarne odpadke iz priloge 2 te uredbe, nenevarne odpadke z visoko vsebnostjo biološko razgradljivih snovi, ki nastajajo kot ostanki predelave po postopku iz predpisa, ki ureja odpadke, stabilne in nereaktivne nevarne odpadke, ki izpolnjujejo zahteve za nenevarne odpadke, na odlagalnih poljih, kjer ni komunalnih odpadkov ali nenevarnih odpadkov z vsebnostjo biološko razgradljivih snovi, večjo od pet odstotkov mase odpadkov, in odpadke, ki vsebujejo trdno vezani azbest, če izpolnjujejo zahteve iz priloge 2 te uredbe (2–4).

V prilogi 2 navedene uredbe je zapisano, da vrednosti parametrov izlužka nevarnih odpadkov pri 10 L/kg ne smejo presežati naslednjih mejnih vrednosti parametrov izlužka: arzen 25 mg/kg, barij 300 mg/kg, kadmij 5 mg/kg, celotni krom 70 mg/kg, baker 100 mg/kg, živo srebro 2 mg/kg, molibden 30 mg/kg, nikelj 40 mg/kg, svinec 50 mg/kg,

antimon 5 mg/kg, selen 7 mg/kg, cink 200 mg/kg, kloridi 25000 mg/kg, fluoridi 500 mg/kg, sulfati 50000 mg/kg, raztopljeni organski vodik 1000 mg/kg in celotne raztopljene snovi 100000 mg/kg (2–4).

Pri odlaganju gradbenih odpadkov, ki vsebujejo azbest, in trdno vezanih azbestnih odpadkov je glede na prilogo 2 navedene uredbe treba zagotoviti, da: odpadki ne vsebujejo drugih nevarnih snovi kakor trdno vezani azbest; se odlagajo samo gradbeni odpadki, ki vsebujejo trdno vezani azbest, in drugi trdno vezani azbestni odpadki; se odpadki odlagajo na posebnih odlagalnih poljih ločeno od drugih odpadkov; se območje z odloženimi odpadki prekriva dnevno in pred vsakim kompaktiranjem, da se prepreči izpuščanje azbestnih vlaken v okolje; se odpadki, ki niso pakirani, med odlaganjem škropijo z vodo; površinsko tesnjenje telesa odlagalnega polja z odpadki, ki vsebujejo azbest, preprečuje izpuščanje azbestnih vlaken v okolje; se na odlagalnem polju z odpadki, ki vsebujejo azbest, ne izvajajo nobena dela, ki povzročajo širjenje azbestnih vlaken v okolje, in se po zaprtju odlagališča z odlagalnim poljem z odpadki, ki vsebujejo azbest, prepreči vsaka uporaba površin odlagališča, ki škodljivo vpliva na zdravje ljudi. Pri odlaganju gradbenih odpadkov, ki vsebujejo azbest, in trdno vezanih azbestnih odpadkov je treba zagotoviti, da se po zaprtju odlagališča hrani načrt odlaganja odpadkov z navedbo, da so tam odloženi odpadki, ki vsebujejo azbest (2–4).

### **Izpostavljenost škodljivim ekološkimi dejavnikom na odlagališčih nevarnih odpadkov**

Delavci, ki delajo na odlagališčih nevarnih odpadkov, so pri svojem delu izpostavljeni številnim ekološkimi, to je fizikalnim, biološkimi in kemičnim obremenitvam in škodljivostim.

Med fizikalnimi so zlasti pomembni hrup (5), vibracije (6) in toplotne obremenitve (7). Med biološke obremenitve in škodljivosti sodijo virusi, kot sta virus hepatitisa B in C (HBV in HCV) ter virus človeške imunske pomanjkljivosti (HIV) (8), številne bakterije, kot so *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella typhi* *Shigella*, *Helicobacter pylori*, *Mycobacterium tuberculosis* itd.(9).

### **Izpostavljenost škodljivim kemičnim dejavnikom na odlagališčih nevarnih odpadkov**

Nevarne kemične snovi se na odlagališčih odpadkov lahko nahajajo v trdi, tekoči ali plinasti obliki. Pri tem obstajajo štiri značilnosti, ki jih opredeljujejo kot nevarne: vnetljivost, jedkost, reaktivnost in strupenost (10).

Med kemičnimi obremenitvami in škodljivostmi so delavci na odlagališčih izpostavljeni številnim plinom, prahu in param. Škodljive kemične snovi na odlagališčih so lahko odpadki sami ali pa to nastanejo med obdelavo odpadkov. Večje tveganje se pojavlja pri zbiranju, predelavi in recikliranju odpadkov, pri delu na odlagališčih, obratih za predelavo odpadkov in v sežigalnicah (11).

Na odlagališčih nevarnih odpadkov se lahko nahajajo številne kemične snovi; med drugim nevarnost za zdravje predstavljajo plini, kot sta metan in ogljikov dioksid, ki nastajata iz odpadkov (12), ter kemične snovi, kot so benzen, toluen, diklorometan,

tetrakloretilen, formaldehid, policiklični aromatski ogljikovodiki, dimetilformamid, krom (VI), trikloroetilen, svinec in njegove spojine, nikelj, kadmij, arzen in njegove spojine, dikloroetan, PCB, ftalati, butadien in dimetilacetamid, azbest in številne druge (13).

### **Izpostavljenost škodljivim kemičnim dejavnikom zaradi požarov na odlagališčih nevarnih odpadkov**

Zaradi požarov so na odlagališčih nevarnih odpadkov kemičnim dejavnikom izpostavljeni predvsem gasilci ter delavci, ki delajo na odlagališčih nevarnih odpadkov. Pri tem so gasilci na intervencijah, ki niso povezane z zgorevanjem, izpostavljeni kemičnim snovem, kot so antimon, azbest, kadmij, svinec, perfluorooktanojska kislina in njen produkt politetrafluoretilen, pesticidi, polibromirane in poliklorirane bifenilne spojine, silicijev prah itd., pri intervencijah, ki so primarno povezane z izgorevanjem, pa lahko nastanejo acetaldehid, akrolein, aldehidi, alkani, alkeni, benzen, benzaldehid, bromirani ogljikovodiki, 1,3-butadien, ogljikov oksid, ogljikov monoksid, klorirani alkani, klorobenzeni, cikloalkani, ciklopenteni, dioksini in furani, diklorofluorometan, etilbenzen, formaldehid, glutaraldehid, vodikov klorid, vodikov fluorid, vodikov cianid, metilen klorid, naftalen, nitrili, dušikov dioksid, fini delci, fosgen, policiklični aromatski ogljikovodiki, žveplov dioksid, stiren, tetrakloretilen, toluen, trikloretilen, vinil klorid, ksileni ter številne druge kemične snovi (14–19).

### **Škodljivi učinki na zdravje**

Škodljivi učinki na zdravje zaradi odlagališč nevarnih odpadkov se pojavljajo zlasti pri delavcih, ki delajo na odlagališčih, gasilcih, ki ga gasijo morebitne požare, lahko pa tudi pri okoliških prebivalcih. Tako so pri delavcih, ki delajo v tem sektorju, poročali o očesnih, nazalnih, respiratornih, kožnih in gastrointestinalnih simptomih in zdravstvenih težavah, ne samo zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem, ampak tudi zaradi izpostavljenosti biološkimi in drugim dejavnikom. Nekateri avtorji so nakazali možnost učinka odmere-odgovor, vendar dokazi niso bili povsem zanesljivi (20, 21).

V raziskavah so poročali o zračni emisiji iz sežigalnic komunalnih odpadkov, vključno s pepelom in prahom, ki je vseboval težke kovine, poliklorinirane dioksine, dibenzofurane, policiklične aromatske ogljikovodike, vendar pri tem niso ugotavljali škodljivih učinkov ali bolezni zaradi teh izpostavljenosti pri delavcih (20). V treh presečnih raziskavah, v katerih so preučevali vpliv nevarnih odpadkov v sežigalnicah, so ugotovili, da se povprečne koncentracije težkih kovin, polikloriniranih dioksinov in bifenilov v krvi in urinu pri zaposlenih delavcih niso razlikovale od izmerjenih vrednosti pri kontrolnih preiskovancih, ki niso bili nikoli zaposleni v sežigalnicah (20, 22–24).

Številne raziskave so izvedli tudi na odlagališčih, kjer poteka recikliranje kovin, baterij, kablov in žic. Pri tem so preučevali morebitne učinke na zdravje, in sicer tako pri delavcih kot tudi okoliških prebivalcih. Raziskave so vključevale preiskovance, ki so bili znatno izpostavljeni težkim kovinam, predvsem svincu. V okviru raziskav v različnih delih sveta so poročali o povišanih vsebnostih svinca v krvi pri otrocih, ki so delali ali živeli blizu tovarn oziroma odlagališč, kjer so reciklirali baterije s svinčeno kislino, pri čemer so ugotavljali letalne ali pa subklinične zastrupitve s svincem (20, 25). V Italiji so v študiji

primera poročali o delavcu, ki je zaradi zastrupitve s svincem v procesu recikliranja odpadkov s baterijami, ki so vsebovale svinčevo kislino, razvil anemijo in polinevropatijo zaradi zastrupitve s svincem (26). V presečni raziskavi so poročali o nazalnih simptomih in simptomih v prsnem košu zaradi izpostavljenosti, ki je nastala na odlagališčih pri recikliranju stekla. Navajali so tudi povišane vsebnosti svınca pri delavcu in njegovih dveh otrocih zaradi recikliranja katodne cevi, narejene iz stekla (20, 27).

Pri recikliranju fluorescentnih luči obstaja možnost izpostavljenosti hlapom živega srebra, prahu svınca in itrija. V Nemčiji so poročali o primeru dveh delavcev, pri katerih so se zaradi izpostavljenosti živemu srebru v okviru navedene dejavnosti razvile zdravstvene težave, ki so bile posledica izpostavljenosti živemu srebru (pri enem delavcu membranozni glomerulonefritis, pri drugem pa nefrotični sindrom) (20, 28).

V zvezi s poklicno izpostavljenostjo na odlagališčih nevarnih odpadkov so navajali tudi kontaktni dermatitis zaradi različnih dražečih snovi, kot so olja ali topila oziroma alergogene snovi, vključno s tiuramom, merkapto mix ali kromati, ter tudi primere poklicne astme in alergičnega alveolitisa (20).

Predpostavljajo, da se škodljivi učinki zaradi odlagališč nevarnih odpadkov na zdravje okoliških prebivalcev lahko pojavljajo predvsem v primeru požarov na odlagališčih nevarnih odpadkov in da so le-ti odvisni predvsem od vrste kemičnih snovi na odlagališčih. Pri tem pri ljudeh posebno skrb zbuja možnost nastanka kroničnih obolenj, med drugim raka. Tako je na primer marca leta 2014 na Tajskem izbruhnil velik požar na odlagališču industrijskih odpadkov, kar je sprožilo strah okoliških prebivalcev predvsem zaradi morebitnih karcinogenih učinkov. Zaskrbljeni so bili zaradi možnih kroničnih učinkov trdnih delcev PM<sub>10</sub> v območju 5 km od požara. Raziskovalci so ocenili tveganje za nastanek raka, ki naj bi bilo glede na rezultat raziskave 70,15-kratno. Na podlagi rezultatov raziskave je bilo podano mnenje, da je potrebno redno spremljanje prebivalcev v kriznem območju, predvsem kar zadeva problem pljučnega raka (29).

Znano je, da je nenadzorovano kurjenje trdnih komunalnih odpadkov pomemben vir onesnaževanja zraka in je v mnogih državah zelo razširjeno, vendar pa o tem obstajajo le omejeni podatki in le redke raziskave (30).

## **Zaključek**

Morebitna zdravstvena tveganja zaradi odlagališč nevarnih odpadkov in požarov nevarnih odpadkov zbuja veliko skrb med prebivalci Slovenije in tudi drugih držav, vendar pa rezultati raziskav na tem področju niso povsem konsistentni. V le redkih raziskavah preučujejo ta problem celostno, zato so potrebne nadaljnje raziskave. Problem predstavljajo predvsem pomanjkljivi podatki o izpostavljenosti kemičnim snovem na odlagališčih in v primeru požarov, na podlagi katerih bi bilo moč predvideti morebitne škodljive učinke na zdravje tudi dolgoročno.

## **Literatura**

1. Poročilo o stanju okolja v Evropi 2010 - prispevki Slovenije. Odpadki. Dostopno na: <https://www.arso.gov.si/soer/odpadki.html>
2. Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih. Urad list RS, št. 61/2011.

3. Uredba o odlagališčih nevarnih odpadkov. Urad list RS, št. 10/14, neuradno prečiščeno besedilo.
4. Uredba o spremembi in dopolnitvi Uredbe o odlagališčih nevarnih odpadkov. Urad list RS, št. 37/18, neuradno prečiščeno besedilo.
5. Liu Y, Wang H, Weng S, Su W, Wang X, Guo Y, et al. Occupational Hearing Loss among Chinese Municipal Solid Waste Landfill Workers: A Cross-Sectional Study. *PLoS One* 2015;10:1–10.
6. Paschold H. Whole-Body Vibration in Automated Residential Solid Waste Collection. *Open J Saf Sci Technol* 2015; 5: 85–92.
7. Searl A, Crawford J (IOM). Review of Health Risks for workers in the Waste and Recycling Industry. Edinburgh; 2012.
8. Gershon RRM, Vlahov D, Farzadegan H, Alter MJ. Occupational Risk of Human Immunodeficiency Virus, Hepatitis B Virus, and Hepatitis C Virus Infections among Funeral Service Practitioners in Maryland. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1995; 16: 194–7
9. Davidson SS, Benjamin WH. Risk of infection and tracking of work-related infectious diseases in the funeral industry. *Am J Infect Control* 2006; 34: 655–60.
10. Environmental Health and Radiation Safety University of Pennsylvania. Retrieved 10 March 2016.
11. European Agency for Safety and Health at Work. Expert Forecasts on Emerging Chemical Risks Related to Occupational Safety and Health. European Risk Observatory Report 2009.
12. HSE. HSE Health & Safety Executive Mapping health and safety standards in the UK waste industry Mapping health and safety standards in the UK waste industry. 2004.
13. Chollot A. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. *Hygiène Sécurité du Trav – Cah notes Doc.* 2007; 209: 73–88.
14. Guidotti TL. Health Risks and Occupation as a Firefighter. 2014.
15. Austin CC, Dussault G, Ecobichon DJ. Municipal Firefighter Exposure Groups , Time Spent at Fires and Use of Self-Contained-Breathing-Apparatus. *Am J Ind Med* 2001; 40: 683–92.
16. Austin CC, Wang D, Ecobichon DJ, Dussault G. Characterization of volatile organic compounds in smoke at experimental fires. *J Toxicol Environ Heal Part A* 2001; 63: 191–206.
17. Brandt-Rauf PW, Cosman B, Fleming Fallon Jr L, Tarantini T, Idema C. Health hazards of firefighters: acute pulmonary effects after toxic exposures. *Br J Ind Med* 1989; 46: 209–11.
18. Bolstad-Johnson DM, Burgess JL, Crutchfield C, Gerkin R, Wilson JR. Characterization of Firefighter Exposures During Fire Overhaul. *Am Ind Hyg Assoc* 2000; 61: 636–41.
19. Ruokojärvi P, Aatamila M, Ruuskanen J. Toxic chlorinated and polyaromatic hydrocarbons in simulated house fires. *Chemosphere* 2000; 41: 825–8.

20. Poole CJM, Basu S. Systematic Review: Occupational illness in the waste and recycling sector. *Occup Med (Lond)* 2017; 67: 626-36.
21. Walser SM, Gerstner DG, Brenner B, Bünger J, Eikmann T, Janssen B, Kolb S, Kolk A, Nowak D, Raulf M, Sagunski H, Sedlmaier N, Suchenwirth R, Wiesmüller G, Wollin KM, Tesseraux I, Herr CE. Evaluation of exposure-response relationships for health effects of microbial bioaerosols - A systematic review. *Int J Hyg Environ Health* 2015; 218: 577-89.
22. Schuhmacher M, Domingo JL, Agramunt MC, Bocio A, Muller L. Biological monitoring of metals and organic substances in hazardous-waste incineration workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 500–6.
23. Mari M, Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL. Body burden monitoring of dioxins and other organic substances in workers at a hazardous waste incinerator. *Int J Hyg Environ Health* 2013; 216: 728–34.
24. Yamamoto K, Kudo M, Arito H, Ogawa Y, Takata T. A cross-sectional analysis of dioxins and health effects in municipal and private waste incinerator workers in Japan. *Ind Health* 2015; 53: 465–79.
25. Haefliger P, Mathieu-Nolf M, Locicero S et al. Mass lead intoxication from informal used lead-acid battery recycling in Dakar, Senegal. *Environ Health Perspect* 2009; 117: 1535–40.
26. Reh C, Kang D, Herrera-Moreno V. Mercury exposures during the recycling/reclamation of household-type alkaline batteries. *Applied Occup Environ Hygiene* 2001; 16: 993–1005.
27. Newman N, Jones C, Page E, Ceballos D, Oza A. Investigation of childhood lead poisoning from Parental Take-Home Exposure from an Electronic Scrap Recycling Facility-Ohio, 2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2015; 64: 743–5.
28. Aymaz S, Gross O, Krakamp B, Ortmann M, Dienes HP, Weber M. Membranous nephropathy from exposure to mercury in the fluorescent-tube-recycling industry. *Nephrol Dial Transplant* 2001; 16: 2253–5.
29. Wiwanitkit V. Thai waste landfill site fire crisis, particular matter 10, and risk of lung cancer. *J Cancer Res Ther* 2016; 12: 1088-9.
30. Reyna-Bensusan N, Wilson DC, Smith SR. Uncontrolled burning of solid waste by households in Mexico is a significant contributor to climate change in the country. *Environ Res* 2018; 163: 280-8.