

Posledice požarne nesreče z vidika vpliva na zdravje prebivalstva

Prejeto 27. 3. 2019 / Sprejeto 20. 5. 2019

Strokovni članek

UDK 614.841.06+504.5

KLJUČNE BESEDE: požar, ekologija, izcedne vode, onesnaženje zraka, toksičnost

POVZETEK – Potencialni vpliv požarne nesreče na zdravje je odvisen od sestave in količine izgorele mase. Škodljivi učinki požara na zdravje okoliškega prebivalstva so posledica ekoloških sprememb, ki jih ta povzroči, zlasti onesnaženja zraka (kratkoročni vpliv) ter onesnaženja zemlje in podtalnice (dolgoročni vpliv). Pri požarnih dogodkih naraste vrednost delcev PM10 in PM2.5. Glede na kemično sestavo izgorele mase se v okolje z delci ali izcednimi vodami sproščajo številne kovine in polkovine, ki so zelo toksične za žive organizme, če smo jim izpostavljeni v višjih količinah od dovoljenih. Po požarnih dogodkih je smiselno v okolju spremljati tudi prisotnost organskih spojin, npr. bisfenola A, ftalatov in bromiranih zaviralcev gorenja ter hlapnih snovi, kot je benzen, ki imajo toksično, mutageno ali kancerogeno delovanje. V prispevku želimo na realnem primeru požara v podjetju, ki je skladiščilo lesne in plastične odpadke in tudi manjše količine nevarnih odpadkov, prikazati potencialne vplive snovi, ki se sproščajo ob požaru in so jih pristojne službe ugotovljale pri analizah zraka, vode, tal in vrtnin, na zdravje prebivalstva.

Received 27. 3. 2019 / Accepted 20. 5. 2019

Professional article

UDC 614.841.06+504.5

KEY WORDS: fire accident, ecology, leachate, air pollution, toxicity

ABSTRACT - The potential impact of a fire accident on health depends on the composition and quantity of the burnt mass. The harmful effects of fire on the health of the surrounding population are the result of ecological changes caused by this, in particular air pollution (short-term impact) and pollution of soil and groundwater (long-term impact). In case of fire, PM10 and PM2.5 particles increase. Depending on the chemical composition of the burnt mass, a number of metals and semimetals are released into the environment with particles or leachate, which are highly toxic to living organisms, if exposed to higher quantities than allowed. After the fire, it is important to monitor the presence of organic compounds with toxic, mutagenic or carcinogenic effects, for example, bisphenol A, phthalates and brominated flame retardants and volatile substances such as benzene. In the article, we present a real case of a fire accident in a company that has stored wood and plastic waste, and also smaller quantities of hazardous waste to demonstrate the potential effects of released substances, which were found the analyses of air, water, soil and vegetables, and could influence the health of the population.

1 Uvod

Požarni dogodek predstavlja nevarnost onesnaženja ekosistema. V prvi vrsti je onesnažen zrak, kontaminanti iz zraka kasneje preidejo na vegetacijo, v zemljo in podtalnico. Zaradi izcednih vod, ki nastajajo ob gašenju požara, pride do dodatnega onesnaženja podtalnice. Zaradi vdihavanja onesnaženega zraka, uživanja zelenjave z vplivnega področja požara in uporabe kontaminirane vode pa lahko tak dogodek vpliva na zdravje prebivalstva. Potencialne vplive požarnega dogodka na zdravje prikazujemo na primeru požara v podjetju Ekosistemi, ki se je zgodil 20. 7. 2017 v kraju Zalog v občini Straža. V obratu je bila skladiščena lesna biomasa, odpadki po razvr-

ščanju in končni proizvodi različnih vrst trdih goriv. Gašenje požara je trajalo 4 dni, dnevno je pri gašenju sodelovalo do 183 gasilcev (Kronologija dogajanja pri požaru v podjetju ekosistemi d.o.o., 2017).

Z namenom identifikacije možnih negativnih vplivov požara na okolje in zdravje prebivalstva so se aktivirale službe Mobilna enota za meteorologijo in hidrologijo Agencije RS za okolje (ARSO), Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH), Nacionalni inštitut za javno zdravje OE Novo mesto, Ekološki laboratorij mobilna enota ELME Inštituta Jožef Štefan ter Urad za varno hrano, veterino in varstvo rastlin. Drugi dan požara, 21. 7. 2017, je ARSO namestil mobilno merilno postajo za onesnaženost zraka približno 1 km severozahodno od kraja požara. V sodelovanju z NLZOH je bil odvzet vzorec vode iz reke Krke na merilnem mestu državnega monitoringa voda Krka Srebrniče, približno 200 m dolvodno od mostu Loke–Srebrniče. Odvzet je bil tudi vzorec domnevno izcednih/požarnih voda, ki so z območja požara tekle pod cesto, zastajale na slabše prepustnih tleh med cesto in železnico in se nato skozi cev pod železnico razlivala na njivske površine. Odvzet je bil tudi vzorec iztoka (dotok te vode ocenjen na cca 2 dl/s). 22. 7. 2017 je sledilo vzorčenje izcednih vod pod krajem požara (NLZOH po naročilu Občine Straža). 4. 8. 2017 so bili odvzeti tudi vzorci vode iz dveh vodnjakov ob reki Krki, oddaljenih cca 400 m od požara. 24. 7. 2017 je potekalo vzorčenje tal na 5 lokacijah, ki so bile izbrane v sodelovanju z Občino, in sicer na dveh otroških igriščih (Vrtec Vavta vas, Vrtec Pedenjped Novo mesto, Enota Metka), dveh njivah ter na lokaciji na mestu, kjer se pod železniško progo zadržuje požarna/ izcedna voda (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017). NLZOH je izvedel tudi analize zelenjave s šestih lokacij na vplivnem območju požara (Poročilo o aktivnostih NIJZ v zvezi s požarom v podjetju Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu za sejo Občinskega sveta Občine Straža, 2017). Znova so bile analize izvedene oktobra 2018 (Preiskave kakovosti voda in tal v povezavi s podjetjem Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu v letu 2018, 2018).

2 Glavne ugotovitve analize vzorcev z vplivnega območja požara

2.1 Onesnaženje zraka kot posledica požara

Uredba o kakovosti zunanjega zraka (2015) v prilogi 2 določa mejne vrednosti žveplovega dioksida, dušikovega dioksida, finih prašnih delcev s premerom med 2,5 in 10 μm (PM10), svineca, benzena in ogljikovega monoksida v zraku na posameznem območju. Za svinec, dušikov dioksid in benzen so določene le letne mejne vrednosti.

Kakovost zraka po požaru so spremljali z mobilno merilno postajo severozahodno od kraja požara v smeri urbanega središča občine Straža. V času požara je pihal jugovzhodnik, zato je vpliv požara segel tudi na področje Novega mesta, kjer so bili zajeti podatki iz stacionarne merilne postaje (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017).

Rezultati so pokazali, da je bila mejna vrednost PM10 na mobilni merilni postaji presežena drugi dan požara in bistveno večja kot v urbanih središčih Slovenije. Z ured-

bo (Uredba o kakovosti zunanjega zraka, 2015) je določena mejna dnevna vrednost za PM10 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ki ne sme biti presežena več kot 35-krat v letu do vrednosti 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dnevna koncentracija je 22. 7. 2018 znašala 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, najvišja izmerjena urna koncentracija pa je bila kar 480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Delci PM10, zajeti na stalnem merilnem mestu v Novem mestu, so bili analizirani na policiklične aromatske ogljikovodike (PAH), ki nastajajo med nepopolnim izgorevanjem organskih snovi in so kancerogeni. Primerjava koncentracij PAH pred požarom in po njem kaže, da so bile koncentracije teh snovi (benzopiren, benzoantracen, benzofluornatreni, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(ah)antracen) 22. 7. 2017 v Novem mestu nekoliko povišane, vendar še vedno bistveno nižje od predpisane ciljne vrednosti (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017).

Glede na smer vetra je bila lokacija mobilne merilne postaje manj izpostavljena onesnaženju zraka in so bila nekatera področja bližje požara v JV smeri pod večjim vplivom požarnega onesnaženja. Tudi del Novega mesta, kjer je stacionarna mobilna postaja, je bil pod manjšim vplivom dimnega oblaka kot južni del mesta. Tako obstaja verjetnost, da so bili nekateri prebivalci izpostavljeni bistveno višjim vrednostim PM10 kot tudi PAH glede na izmerjene.

2.2 Meritve onesnaženja vode kot posledica požara

Mesto požara je bilo približno 400 m od brega reke Krke. Pristojne službe so vzorčile vodo reke Krke cca 200 m dolvodno od mesta, najbližjega požaru. Odvzete so bile tudi izcedne vode, ki so se z mesta požara izcejale na njivske površine. Odvzeta sta bila tudi vzorca vode v dveh vodnjakih po reki Krki, ki se uporabljata za zalivanje vrtnin.

V vzorcih so izvedli analize naslednjih kazalnikov (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017):

- splošni fizikalno-kemijski kazalniki v vodi (kisik, nasičenost s kisikom, kemijska potreba po kisiku ..., amonij, nitriti, nitrati, sulfati, kloridi, fluoridi, celotni fosfor),
- mineralna olja,
- anionaktivni elementi,
- kovine v filtratu: bor, arzen, antimon, kobalt, molibden, selen, baker, cink, kadmij, krom, nikelj, svinec, železo, aluminij, barij, berilij, kositer, mangan, srebro, titan, vanadij ...,
- halogenirane in aromatske spojine,
- lahkohlapni klorirani ogljikovodiki,
- kloroalkani,
- ogljikovodiki C10-C40,
- policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH),
- formaldehid,
- cianid prosti,
- Di(2-etil heksil) ftalat in dibutilftalat,
- oktifenol, nonifenol, bisfenol,
- pesticidi in farmacevtske učinkovine.

Pri vrednotenju rezultatov analiz izcednih/požarnih voda je bila upoštevana Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Rezultati analiz reke Krke so bili vrednoteni glede na Uredbo o stanju površinskih voda. Rezultati analiz podzemne vode iz vodnjakov so bili ovrednoteni v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda in zaradi povezanosti vodnjakov s površinsko vodo tudi z Uredbo o stanju površinskih voda (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017).

Poročilo ARSO navaja naslednje ugotovitve (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017):

- v vzorcu izcednih/požarnih voda je bila prvi dan požara presežena vrednost za anionske in neionske tenzide, kar je posledica uporabe sredstev za gašenje. Ostali kazalniki so bili v mejah dovoljenih vrednosti. Povečane pa so bile nekatere snovi, ki so določene kot nevarne za podzemno vodo, npr. nonifenil, oktifenol, bisfenol A in benzen. Senzorične analize so pokazale poslabšanje kakovosti, voda je postala močno kalna, imela je močan vonj po plastiki, pretok iz cevi se je povečal, zato se je njeno razlivanje širilo po njevnih površinah proti Krki. Drugi dan požara so bili v vzorcu izcedne vode preseženi: splošni fizikalno-kemijski kazalniki, ki kažejo na onesnaženost z organsko maso; fenol; aromatski spojini benzen in toluen; bor, kobalt, železo in mangan; adsorbiljivi organski halogeni; cianid prosti; tenzidi; nonil-fenol, oktil-fenol in bisfenol A. V vzorcu so bili ugotovljeni tudi kofein in nekatera zdravila;
- v reki Krki je bil vpliv požarnih izcednih voda zaznan v vzorcu z dne 3. 8. 2017, kjer sta bili ugotovljeni substanci noni-fenol in bisfenol A, vendar koncentraciji teh dveh onesnaževal nista presegle maksimalne dovoljene koncentracije, dovoljene za površinske vode;
- v obeh vzorcih vodnjakov je bilo ugotovljena slaba kakovost in na podlagi povečane koncentracije kemijske potrebe po kisiku, kovin in mikroelementov ter povečane električne prevodnosti dokazan vdor onesnažene vode v podzemno vodo. Glede na izmerjeno povprečje v podzemnih vodah dolenskega krasa so bile zlasti povečane koncentracije bora, kadmija, kobalta in mangana. Povečane so bile tudi vrednosti oktifenola in bisfenola A, ki so označene kot nevarne za podzemno vodo. Glede na Uredbo o stanju površinskih voda so bili v vodnjakih preseženi okoljski standardi za bor, kadmij, svinec, nikelj, baker, cink, kobalt, selen, antimon, oktifenol in bisfenol A. V obeh vodnjakih so bile ugotovljene zelo visoke vsebnosti mikroorganizmov (*E. coli* in entrokokov), ki so pokazatelji fekalnega onesnaženja, ki pa ni posledica požarnega dogodka.

Meritve, ki jih je ARSO v letu 2018 vnovič izvedel 15 mesecev po požarnem dogodku predvsem zato, ker požarno mesto še ni sanirano, so pokazale, da izcedna voda, ki se izceja iz industrijske cone, še vedno presega mejne vrednosti za celotni organski ogljik, amonij, železo in mangan in kot taka ne bi smela odtekat neposredno v okolje. Analiza vode v enem od vodnjakov ni pokazala preseganja mejnih vrednosti, bisfenol A pa je bil še prisoten v sledovih. Na obeh merilnih mestih je bila visoka vsebnost

fekalnih bakterij (Preiskave kakovosti voda in tal v povezavi s podjetjem Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu v letu 2018, 2018).

2.3 Meritve onesnaženja tal kot posledica požara

Tla se zaradi požara onesnažijo prek zraka ali prek izcednih voda. Vzorci tal so bili vzeti 24. 7. 2017 na dveh njivskih površinah, dveh otroških igriščih in na kmetijski površini, kamor so se izcejele požarne vode. Presežene mejne vrednosti so bile ugotovljene le v vzorcu zemljišča, kamor so se izcejele požarne vode, in sicer: povečana mejna imisijska vrednost bakra in kroma ter opozorilna imisijska vrednost niklja in cinka. Pri vnovičnem pregledu vzorca tal te površine z dne 3. 8. 2017 so bile ugotovljene tudi presežene mejne vrednosti fenolnih snovi in mineralnih olj. Kritične imisijske vrednosti, pri kateri tla zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na človeka niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani, niso bile presežene (Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu, 2017).

Meritve, ki jih je ARSO znova izvedel v letu 2018, so na najbolj onesnaženem mestu, kamor se iztekajo izcedne vode iz industrijske cone, pokazale povečanje onesnaženosti tal glede na meritve po požaru, kar pomeni, da so se tla dodatno onesnaževala. Tu so bile ugotovljene presežene mejne vrednosti kadmija, kobalta, fenolov in mineralnih olj in opozorilne vrednosti bakra, svinca, niklja in kroma, presežena pa je bila tudi kritična vrednost cinka (Preiskave kakovosti voda in tal v povezavi s podjetjem Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu v letu 2018, 2018).

2.4 Preverjanje onesnaženosti vrtnin kot posledica požara

NLZOH je izvedel analize vrtnin na 5 lokacijah na vplivnem območju požara. Vzorce so bili odvzeti drugi dan požara in so pokazali, da mejne vrednosti testiranih kazalnikov v nobenem primeru niso bile presežene. Nekoliko povečana je bila vsebnost arzena, kadmija in svinca na vzorcu solate, odvzetem v kraju Loke v neposredni bližini požara (Poročilo o aktivnostih NIJZ v zvezi s požarom v podjetju Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu za sejo Občinskega sveta Občine Straža, 2017).

3 Potencialni vpliv onesnažil, ki se sproščajo ob požaru, na zdravje prebivalstva

V pregledanih vzorcih zraka, tal in voda ob opisanem požarnem dogodku so bile ugotovljene predvsem presežne vrednosti PM10, nekaterih kovin in polkovin ter bisfenola A in nekaterih lahko hlapnih ogljikovodikov (Analiza vzorcev vod Krke, izcednih požarnih vod in vod vodnjakov v obdobju od 21. 7. 2017 do 4. 8. 2017, b.d.). Zato v nadaljevanju predstavljamo nekatere ugotovitve raziskav o vplivu teh onesnažil na zdravje prebivalstva.

3.1 Fini delci v zraku (PM10)

Večji delci, ki nastajajo pri drobljenju ali gorenju materiala, se hitro usedejo na tla blizu mesta nastanka. V primeru vdihavanja se ti delci odlagajo na zgornjih dihalnih poteh in se izločijo s sluzjo in kašljanjem. Ljudje, ki so takim delcem izpostavljeni, občutijo draženje očne veznice, nosne sluznice in sapnika (Eržen idr., 2010).

Delci, ki so manjši od 10 μm (PM10) – imenujemo jih tudi fini, majhni, lebdeči ali respirabilni delci, pa obidejo varovalni sistem zgornjih dihalnih poti in dosežejo pljučne mešičke ter lahko preidejo v krvni obtok. Učinek je še večji pri manjših delcih PM_{2,5} ali nanodelcih. Poleg velikosti delcev sta pomembni tudi kemijska sestava in morfologija delca. Fini delci so kompleksna mešanica trdnih in tekočih delcev, suspendiranih v plinasti fazi (Eržen idr., 2010).

Večina študij ugotavlja povezanost med kronično izpostavljenostjo povečanim koncentracijam PM10 in respiratornimi obolenji. Izpostavljenost povečanim koncentracijam PM10 je bila npr. ugotovljena kot dejavnik tveganja za nastanek kronične obstruktivne pljučne bolezni (COPB) (Tamayo - Uria idr., 2016), alergijskega rinitisa pri otrocih (Zou idr., 2018). Kim idr. (2018) so ugotovili tudi povezavo med onesnaženostjo zraka s PM10 ali PM_{2,5} in ledvično funkcijo pri odraslih, Yang idr. (2018) pa povezanost med onesnaženostjo zraka z delci in povečanim krvnim pritiskom.

Italijanska študija je pokazala, da se ob akutnem kratkotrajnem povečanju koncentracije PM_{2,5} in PM10 poveča naravna umrljivost ljudi s kroničnimi obolenji, zlasti pri srčnih bolnikih in bolnikih z diabetesom (Alessandrini idr., 2016). Poleg PAH in NO₂ so bili delci PM_{2,5} ugotovljeni tudi kot dejavnik tveganja za nastanek obolenj centralnega živčnega sistema pri odraslih in otrocih (Sram idr., 2017).

3.2 Vpliv kovin in polkovin na zdravje ljudi

Večina kovin in polkovin je zelo toksičnih za žive organizme, tudi tiste, ki veljajo za esencialne za žive organizme, če smo jim izpostavljeni v višjih količinah od dovoljenih. Toksičnost kovin je odvisna od absorbirane doze ter oblike in trajanja izpostavljenosti (Mudgal, Madaan, Mudgal, Singh, in Mishra, 2010; Jaishankar, Tseten, Anbalagan, Mathew in Beeregowda, 2014). V splošnem se toksičnost težkih kovin manifestira v obliki razvojnega zaostanka, poškodb ledvic, nevroloških in endokrinih motenj, motenj v delovanju imunskega sistema, pojavnosti rakavih obolenj in motenj v delovanju drugih pomembnih organov. Eden od glavnih negativnih vplivov težkih kovin je povzročanje oksidacijskega stresa. Kovine povečajo peroksidacijo lipidov in vplivajo na aktivnost antioksidacijskih encimov (superoksidne dismutaze, katalaze in glutation peroksidaze) ter zmanjšujejo delovanje imunskega sistema v tkivih (Markiewicz - Górka idr., 2015).

Najpomembnejše kovine in polkovine s toksičnim delovanjem na človeka

- *Kadmij* je kovina, ki se v telesu akumulira in ga je IARC (Mednarodna agencija za raziskave raka) klasificirala kot karcinogenega za ljudi (Mudgal idr., 2010). Tudi po rangiranju ATSDR (Agencija za toksične snovi in register bolezni) je sedma najbolj toksična težka kovina (Jaishankar idr., 2014). Izpostavljenost kadmiju med nosečnostjo lahko privede do prezgodnjega poroda in zmanjšane porodne teže

- (Mudgal idr., 2010). Kronična izpostavljenost kadmiju lahko povzroči patološke spremembe ledvic, povzroči spremembe v metabolizmu kosti, deformacije reproduktivnega trakta in negativno vpliva na delovanje endokrinega sistema.
- *Kobalt* je zelo pomemben za vzdrževanje homeostaze DNA, hema, aminokiselin in maščobnih kislin kot vitamin B12 (Sheikh, 2016). Toksičnost kobalta se kaže v negativnih učinkih na kri, kardiovaskularni, imunski, endokrini sistem in živčevje (npr. poškodbe vida in sluha) (Sheikh, 2016; Leyssens, Vinck, Van Der Straeten, Wuyts in Maes, 2017).
 - *Svinec* je zelo strupena kovina, ki lahko vpliva na skoraj vsak organ v telesu. Še posebej občutljivi na njegove učinke so otroci, pri katerih izpostavljenost celo pri nizkih odmerkih povzroči spremembe v vedenju, težave z učenjem in nižji IQ (Wani, Ara in Usmani, 2015). Zastrupitev s svincem se lahko pojavi tudi zaradi onesnaženja pitne vode. V glavnem se toksični učinki manifestirajo predvsem v osrednjem živčnem sistemu in v prebavnem sistemu. EPA (Agencija za varstvo okolja) je opredelila svinec kot rakotvorno snov. Akutna izpostavljenost vodi do izgube apetita, glavobola, bolečin v trebuhu, ledvične disfunkcije, utrujenosti, nespečnosti, halucinacij in omotice, medtem ko lahko kronična izpostavljenost privede do duševne zaostalosti, prirojenih okvar, psihoze, avtizma, alergije, disleksije, hiperaktivnosti, paralize, možganske in ledvične poškodbe in celo povzroči smrt (Jaishankar idr., 2014).
 - *Nikelj* je potencialno hematotoksična, imunotoksična, nevrotoksična, nefrotoksična, hepatotoksična snov. Ta kovina ima negativne učinke na dihalni in reproduktivni sistem (Das, Das in Dhundasi, 2008). Na podlagi študij, ki vključujejo delavce, izpostavljene niklju, in študij na laboratorijskih živalih so IARC vse nikljeve spojine, razen osnovnega niklja, opredelili kot snovi z rakotvornim vplivom na človeka. Pri posameznikih, ki so bili zaradi povečane vsebnosti niklja v pitni vodi po naključju izpostavljeni tej kovini, so opazili nevrološke motnje. Enako so ugotovili tudi za borovo kislino.
 - *Bakru* smo izpostavljeni predvsem zaradi njegove prisotnosti v hrani in vodi. Relativni vnos bakra iz hrane ali vode je odvisen od geografskega položaja, v povprečju pa približno 20–25 % vnosa bakra izhaja iz pitne vode. Baker je sestavni del nekaterih metaloencimov, zato je nujen za zdravje ljudi. Vendar je njegov presežek škodljiv za zdravje, saj povzroča oksidativne poškodbe bioloških molekul. Z negativnimi učinki bakra so povezane številne nevrološke motnje, kot so Alzheimerjeva bolezen in prionske bolezni. Pri ljudeh baker primarno toksično vpliva na jetra (Stern idr., 2007).
 - *Cink* je v primerjavi z nekaterimi drugimi kovinskimi ioni s podobnimi kemičnimi lastnostmi razmeroma neškodljiva (oralni LD50 cinka je približno 3 g/kg telesne teže, več kot 10-krat višja vrednost od vrednosti LD50, določene za kadmij, in 50-krat večja od tiste za živo srebro). Vnos velikih odmerkov cinka se združuje z vnosom bakra. Neposredni simptomi po zaužitju toksične količine cinka so bolečine v trebuhu, slabost in bruhanje. Poleg tega se lahko pojavijo letargija, anemija in vrtoglavica (Plum, Rink, in Haase, 2010).
 - Simptomi akutne zastrupitve s *selenom* so slabost, bruhanje, driska in bolečine v

trebuhu. Resen zaplet zastrupitve je pljučni edem. Nevrološki simptomi kot posledica zastrupitve s selenom lahko vključujejo tresenje, mišične krče, anksioznost, zmedenost, delirij in komo (Nuttall, 2006). Kronična zastrupitev s selenom ali selenoza povzroča vidne spremembe na nohtih in alopecijo. Drugi simptomi so slabost, bruhanje, driska, utrujenost in poškodbe kože, lahko pride tudi do hiperrefleksije in bolečin v okončinah. Sčasoma kronična zastrupitev s selenom povzroča zmanjšanje kognitivne funkcije, šibkost, paralizo in smrt.

- Oralna izpostavljenost *antimonu* navadno negativno vpliva na prebavni sistem (Sundar in Chakravarty, 2010). Specifični znaki zastrupitve so glavobol, kašelj, anoreksija, nemiren spanec in omotica (Antimony in Drinking-water, 2003).

3.3 Organske škodljive snovi

Po požarnih dogodkih je smiselno v okolju spremljati tudi prisotnost bisfenola A, ftalatov in bromiranih zaviralcev gorenja. Plastiki se dodajajo različne snovi za doseganje določenih lastnosti in navedene imajo verjetno največji pomen za ekologijo in zdravje ljudi (Verma, Vinoda, Papireddy in Gowda, 2016).

BPA [2,2-bis (4-hidroksifenil) propan] je industrijska kemikalija, ki se na svetovni ravni proizvaja v največjih količinah, deluje pa kot endokrini modulator, ki lahko moti kompleksne endokrine signalne poti in povzroča negativne učinke (Preethi idr., 2014). Obstajajo številni dokazi, da BPA povečuje tveganje za razvoj raka, razvojnih motenj, diabetesa, debelosti, metaboličnega sindroma ter negativno vpliva na plodnost in reprodukcijo (Rochester, 2013; Seachrist idr., 2016).

Ftalati se dodajo plastiki za povečanje fleksibilnosti, tako kot BPA pa so klasificirani kot endokrini modulatorji in so povezani z neugodnimi razvojnimi, reproduktivnimi, nevrološkimi, kardiovaskularnimi, metaboličnimi in imunološkimi učinki, zlasti pri izpostavljanju posameznika v zgodnjem življenjskem obdobju. Študije toksičnosti na živalih so pokazale povezanost izpostavljenosti ftalatom z nastankom raka, vendar pri ljudeh ni zanesljivih dokazov o tem (Mikula, Svobodová in Smutná, 2014; Phthalates and Cumulative Risk Assessment: The Task Ahead, 2008).

Bromirani zaviralci plamena povzročajo predvsem endokrine motnje, delujejo pa tudi hepatotoksično in nevrotoksično (Wikoff in Birnbaum, 2011).

Pri požarih se sproščajo tudi številne hlapne kancerogene snovi, med njimi benzen, katerega številni metaboliti delujejo genotoksično in mutageno (Khan, 2007), in vinil klorid, pri katerem so dokazali škodljive učinke na delovanje jeter, možganov in pljuč (Sherman, 2009; Wagoner, 1983). Požari predstavljajo optimalne pogoje za nastanek policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH, najbolj poznan predstavnik skupine je benzopiren), ki nastajajo pri nepopolnem izgorevanju organskih snovi in delujejo toksično, mutageno, kancerogeno oz. teratogeno (Abdel - Shafy in Mansour, 2016) ter dioksina, polikloriranih dibenzofuranov (PCDD/F) in polikloriranih bifenilov (PCB) (Altarawneh, Dlugogorski, Kennedy in Mackie, 2007), ki škodljivo učinkujejo na delovanje reproduktivnega in imunskega sistema ter povzročajo spremembe v metabolizmu (White in Birnbaum, 2009). Te snovi imajo lipofilni značaj, zato imajo tendenco akumulacije v maščobnem tkivu in biokoncentracije znotraj prehrabnih verig.

3.4 Fekalno onesnaženje

Fekalno onesnaženje, ki je bilo tudi ugotovljeno ob analizi, ni neposredno povezano s požarom. Fekalno onesnažena voda ogroža zdravje ljudi. Pitje takšne vode ali njena uporaba za kuhanje, pripravo hrane, osebno higieno ali druge gospodinjске namene najpogosteje vodi do akutne črevesne okužbe (Gale idr., 2016), zato je treba čimprej ugotoviti vzroke onesnaženja in jih odpraviti. Do odprave vzroka je treba prekuhavati vodo pri uporabi za pitje, kuhanje in pripravo hrane. O ukrepu morajo biti obveščeni vsi uporabniki (Opisi mikrobioloških parametrov, 2014). Število prijavljenih hidričnih izbruhov v Sloveniji je bilo v zadnjih 19 letih (1997–2015) med 1 in 3 na leto, skupaj 28. Prijave izbruha ni bilo v letih 2006, 2009 in 2015. Število prijavljenih zbolelih oseb v posameznem hidričnem izbruhu je bilo med 5 in 263, skupaj 1.809. Število prijavljenih hidričnih izbruhov je podcenjeno. Del izbruhov se ne zazna, saj zboleli zaradi blage klinične slike ne iščejo zdravniške pomoči, ali zaradi drugih razlogov (Gale idr., 2016).

4 Zaključek

Ob obsežnem požarnem dogodku se poveča tveganje za zdravje prebivalstva na vplivnem področju požara. Zato so pristojne službe dolžne obveščati prebivalstvo o nevarnostih za zdravje in izvajati ustrezne ukrepe za preprečevanje škodljivih vplivov na zdravje prebivalstva. Pristojne službe so v primeru tega požarnega dogodka kakovostno in ažurno obveščale prebivalce na vplivnem področju požara. Nacionalni inštitut za javno zdravje je v času požara in po njem na spletni strani redno objavljaval rezultate analiz in priporočila prebivalcem za ravnanje (Priporočila prebivalcem po požaru pri Novem mestu, 2017).

Pristojne službe so na podlagi analiz zaključile, da navedeni požarni dogodek julija 2017 ni imel dolgoročnih posledic na onesnaženje zraka, povečanje koncentracije delcev PM10 je bilo le začasno. Požar je prek izcednih voda vplival na kmetijska zemljišča južno od požara, vendar se glede na izmerjene emisijske vrednosti ne pričakujejo škodljivi vplivi na zdravje človeka ali okolje. Vzorčene površinske in podzemne vode so bile onesnažene z izcednimi vodami in fekalijami. Kot posledica požara so bili v vzorcih povečane predvsem vrednosti nekaterih kovin in polkovin, oktifenol in bisfenol A ter nekaterih drugih škodljivih organskih spojin. Od 7. 8. 2017 dalje je mnenje NIJZ, da glede uporabe vrtnin in gibanja na prostem veljajo običajna higienska priporočila. Opozorilo je po tem datumu ostalo le glede uporabe vode iz vodnjakov, katere uporaba ni varna. Vodnjaki so bili očiščeni, vendar nadaljnje iztekanje požarnih voda ni bilo preprečeno. Dolgoročno je torej pomembna previdnost pri uporabi vode.

Analiza v letu 2018 je pokazala, da je onesnaženje manj obsežno, vendar še prisotno in vpliva predvsem na zemljišče, kamor odtekajo izcedne vode iz industrijske cone (Preiskave kakovosti voda in tal v povezavi s podjetjem Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu v letu 2018, 2018). Cink, pri katerem je bila ugotovljena presežena kritična vrednost, je sicer v primerjavi z nekaterimi drugimi kovinskimi ioni s podobnimi

kemičnimi lastnostmi za zdravje človeka sicer razmeroma neškodljiv (Plum, Rink, in Haase, 2010).

Vplivno območje požara je v pretežni meri oskrbovano s pitno vodo iz komunalnega zajetja. Voda iz vodnjakov se tako uporablja pretežno za zalivanje, vendar se tako onesnažila posredno prenašajo na vrtnine in vstopajo v prehransko verigo.

Oskrba s kakovostno vodo je ena temeljnih potreb prebivalstva. Še vedno je tudi v Sloveniji velik delež prebivalcev, ki nimajo dostopa do varne pitne vode. Z lastno oskrbo s pitno vodo, ki ni bila zajeta v monitoring pitne vode, se je v letu 2015 oskrbovalo skoraj 134.000 oz. 7 % prebivalcev. Ti prebivalci praviloma ne poznajo kakovosti vode, ki jo uporabljajo kot pitno vodo. Poleg tega so zlasti majhni sistemi v velikem deležu fekalno onesnaženi zaradi nezadostne ali neustrezne priprave pitne vode in pomanjkljivega nadzora (Gale idr., 2016).

Določitev prizadetega območja in načrtovanje vzorčenja segmentov okolja sta ključnega pomena pri ustreznem monitoringu posledic ekološke nesreče. To opredeljujejo smernice svetovne zdravstvene organizacije, ki priporočajo smiselno vključevanje vzorcev segmentov bivalnega okolja (zunanji in notranji zrak, tla in sedimenti, industrijski izpusti), vode (površinska voda, podzemna voda, pitna voda) in pridelave hrane (rastlinje, pridelki, hrana, zemljina in sedimenti, pridelovalne površine, vzorci živalskega biološkega materiala oz. živil živalskega izvora) (Galičič idr., 2018). Vplivno področje požara se lahko spreminja tudi zaradi vremenskih razmer, vendar se načrt vzorčenja temu ne prilagodi. To lahko v konkretnem primeru ugotavljamo pri monitoringu delcev PM10 in namestitvi mobilne merilne enote na mesto, ki je bilo glede na smer vetra od drugega dne požara naprej izven vplivnega območja požara.

V maju 2017, dobra dva meseca pred opisanim požarom v podjetju Ekosistemi, je prišlo do požara v podjetju Kemis na Vrhniki. Galičič idr. (2018) ugotavljajo, da sta bili v primeru požara v podjetju Kemis določitev prizadetega območja in načrtovanje vzorčenja pripravljena z upoštevanjem vseh dostopnih podatkov in strokovno znanih dejstev o morebitnih posledicah požara, vendar pa je načrtovanje vzorčenja za spremljanje onesnaženja različnih segmentov okolja po požaru v povezavi z vplivi na zdravje ljudi, vključno z določitvijo prizadetega območja, vključevalo določene pomanjkljivosti. Te so deloma posledica pomanjkanja podatkov o tem, katere snovi in v kakšnih količinah so v požaru gorele, deloma pa dejstva, da je primer terjal hitre, »ad-hoc« rešitve. Pridobljene izkušnje so strokovnim službam dale pomembno izhodišče za pripravo protokola za podobne primere (Galičič idr., 2018), tako so v primeru požara v podjetju Ekosistemi delovale bolj pripravljeno in koordinirano.

Vpliv okoljskih dejavnikov na zdravje prebivalstva je tema, ki je zaradi sprememb in urbanih vplivov na okolje vse pomembnejša. Ugotavljanje povezanosti prisotnih onesnaževalcev in zdravstvenega stanja prebivalstva je neposredno povezano z oza-veščenostjo prebivalcev glede prisotnosti škodljivih snovi v njihovem okolju in z upoštevanjem navodil pristojnih služb glede izvajanja preventivnih ukrepov, zlasti v zvezi z uporabo nenadzorovanih vodnih virov in hrane iz lastne proizvodnje.

Glede na potencialni toksični vpliv kovin in drugih snovi, ki jih najdemo v emisijah požara, so pomembne preventivne dejavnosti in jasna navodila prebivalcem v okolici, da bi se izognili dolgoročnim učinkom onesnaženja na njihovo zdravje. Pri osveščanju in informiranju prebivalstva o vplivu okoljskih dejavnikov na zdravje imajo pomembno vlogo tudi zdravstveni delavci.

Nevenka Kregar Velikonja, PhD, Teuta Murati, PhD

The Consequences of a Fire Accident and Potential Impact on the Health of the Population

A fire event represents a risk of ecosystem contamination. First of all, air pollution is involved, airborne contaminants later affect vegetation, soil and groundwater. Additional leakage of groundwater occurs as a result of leaching lines generated by fire fighting. Because of the inhalation of contaminated air, the consumption of vegetables from an influential fire zone and the use of contaminated water, such an event may affect the health of the population. The potential effects of a fire incident on health are shown in the example of a fire in the company Ecosystems, which occurred on 20 July 2017 in Zalog in the municipality of Straža, Slovenia. In the plant, wood biomass, waste after sorting and final products of various types of solid fuels were stored. Fire fighting lasted for 4 days; up to 183 firefighters participated in the fire fighting (Kronologija dogajanja pri požaru v podjetju ekosistemi d.o.o., 2017).

In order to identify potential negative impacts of fire on the environment and the health of the population, the Mobile Unit for Meteorology and Hydrology of the Environmental Agency of the Republic of Slovenia (ARSO), the National Laboratory for Health, Environment and Food (NLZOH), the National Institute of Public Health of Novo mesto, Ecological Laboratory mobile unit of the ELME Institute Jožef Štefan, and the Office for Safe Food, Veterinary and Plant Protection performed an extensive analysis of air, water, soil and vegetables in the influential area of the fire event. Analyses of leaking water, water in closest well and soil near the industrial zone were repeated 15 months after the accident.

In the examined samples of air, soil and water during the described fire event, the excess values of PM₁₀, certain metals and semimetals, as well as bisphenol A and some volatile hydrocarbons were detected (Analiza vzorcev vod Krke, izcednih požarnih vod in vod vodnjakov v obdobju od 21. 7. 2017 do 4. 8. 2017, b.d.). In the article, we present some of the research findings on the impact of these pollutants on the health of the population.

The particles that are smaller than 10 μm (PM₁₀) – also called fine, small, floating or respirable particles – bypass the upper respiratory tract protective system and reach the pulmonary lobes and can pass into the bloodstream. Fine particles are a

complex mixture of solid and liquid particles suspended in the gaseous phase (Eržen et al., 2010).

Most studies determine the correlation between chronic exposure to increased concentrations of PM10 and respiratory illnesses. Exposure to increased concentrations of PM10 was identified as a risk factor for the onset of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) (Tamayo-Uria et al., 2016), allergic rhinitis in children (Zou et al., 2018). Kim et al. (2018), confirmed the relationship between air pollution with PM10 or PM2.5 and renal function in adults whereas Yang et al. (2018), found the relationship between particulate air pollution and increased blood pressure. An Italian study showed a correlation between acute short-term increases in PM2.5 and PM10 and the natural mortality rate of people with chronic diseases, especially in cardiac and diabetes patients (Alessandrini et al., 2016).

Several metals and semimetals are toxic for humans:

- *Cadmium is nonessential heavy metal, cumulative toxicant classified as a Group 1 carcinogen for humans by IARC (International Agency for Research on Cancer) (Mudgal et al., 2010). As per ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ranking, it is the seventh most toxic heavy metal (Jaishankar et al., 2014). Long-term exposure to cadmium can lead to pathological changes in kidneys and negatively affect the functioning of the endocrine system, deform the reproductive tract, as well as disturb bone metabolism and cause skeletal demineralization, probably leading to deformations and multiple fractures (Mudgal et al., 2010; Bishak et al., 2015). Exposure to cadmium during pregnancy leads to reduced birth weights and premature birth (Mudgal et al., 2010).*
- *Cobalt is very important for homeostasis of DNA, heme, amino acids and fatty acids as cyanocobalamin or Vitamin B12 (Sheikh, 2016). The toxicity of cobalt manifests as negative effects on hematologic, cardiovascular, immune, endocrine and neurological systems (e.g. vision and hearing impairment) (Sheikh, 2016; Leyssens et al., 2017).*
- *Other metals with lower negative effect are lead, nickel, copper, zinc, selenium, antimony.*

Several harmful organic substances are released during a fire event when plastic materials are burnt. There is a wide range of additives or chemicals in plastics that give plastic certain properties, but the most relevant from ecological point of view and impact on human health are bisphenol A (BPA), phthalates and brominated flame retardants (Verma et al., 2016).

- *BPA [2,2-bis (4-hydroxyphenyl) propane] is a high-production volume chemical, characterized as an endocrine disruptor that interferes with complex endocrine signalling pathways and can cause adverse health effects (Preethi et al., 2014). Numerous animal studies have demonstrated an association between BPA exposure and development of cancer, type-2 diabetes, cardiovascular disease and obesity (Rochester, 2013; Seachrist et al., 2016).*
- *Phthalates are organic substances, added to increase plastic flexibility and classified as endocrine modulators. These chemicals are associated with adverse re-*

productive, neurological, cardiovascular, metabolic and immunological effects, particularly in early-life exposure (Mikula, Svobodová and Smutná, 2014; National Research Council (US) Committee on the Health Risks of Phthalates, 2008).

- Brominated flame retardants have a potential to cause endocrine disruption and are associated with developmental reproductive and neuro-toxicity (Wikoff and Birnbaum, 2011).

During a fire, many volatile organic compounds, such as benzene and vinyl chloride, also arise. Benzene is a proven human and animal carcinogen, although the exact mechanism of toxicity is not well-known. It is assumed that some of its metabolites are responsible for genotoxic and mutagenic properties (Khan, 2007). Studies have shown the primary sites of vinyl chloride toxicity are liver, brain and lungs. Vinyl chloride can cause hepatocellular carcinoma and has been shown to be mutagenic in many in vitro tests (Sherman, 2009; Wagoner, 1983).

Usually, when the municipal solid waste containing about 12% of plastics is burnt, toxic gases like polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), mercury and polychlorinated biphenyls (PCBs) are released into the atmosphere (Verma et al., 2016). Dioxins and dioxin-like compounds have lipophilic character and tend to accumulate in lipophilic tissue and concentrate within the food chain. Adverse health effects of dioxin-like compounds in humans may include changes in the functioning of reproductive and immune system, diabetes, cancer, hormone levels disruption, skin, tooth and nails abnormalities, and altered metabolism (White and Birnbaum, 2009).

On the basis of the analyses, the competent services concluded that the described fire event did not have long-term effects on air pollution in July 2017, and the increase in PM10 particles was only temporary. Fire caused damage to agricultural land south of the fire, but, according to the measured emission values, no harmful effects on human health or the environment are expected. The sampled surface and ground water was contaminated with leachate and faeces. As a result of the fire, the values of some metals and polymers, octyphenol and bisphenol A as well as some other harmful organic compounds were increased in the samples. From 7 August 2017, the opinion of the National Institute of Public Health is that the use of vegetables and outdoor activities is subject to the usual hygiene recommendations. After that date, the warning has remained only for the use of water from wells, which is not safe. The wells were cleaned, but further leaking of the fire lines was not prevented. In the long term, therefore, caution is important in the use of water.

The analysis in 2018 showed that the pollution is less extensive but still present and affects mainly the land that drains leachate from the industrial zone (Preiskave kakovosti voda in tal v povezavi s podjetjem Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu v letu 2018, 2018). Zinc, in which a critical value was found, is otherwise relatively harmless for human health compared to some other metal ions (Plum, Rink, and Haase, 2010).

The influence of environmental factors on the health of the population is a topic that is increasingly important due to changes and urban influences on the envi-

ronment. *The identification of the relationship between the present contaminants and the health status of the population is directly linked to the awareness of the inhabitants regarding the presence of harmful substances in their environment and the observance of instructions from the competent services regarding the implementation of preventive measures, in particular with regard to the use of uncontrolled water sources.*

According to a potential negative effect of the metals and other substances found in the emissions of the fire accident, precaution activities and clear instructions to the inhabitants of the surrounding area are important in order to avoid long-term effects of the pollution on their health.

In May 2017, about two months before the described fire event, there was a similar fire event in the company Kemis in Vrhnika. The experience gained gave professional services a valuable starting point for the preparation of a protocol for similar cases (Galičič et al., 2018), and in the event of fire in July 2017, these services were more prepared and coordinated. Health workers also play an important role in raising awareness and informing the public about the impact of environmental factors on health.

LITERATURA

1. Abdel - Shafy, H. I. and Mansour, M. S. M. (2016). A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum* 25, str. 107–123.
2. Alessandrini, E. R., Stafoggia, M., Faustini, A., Berti, G., Canova, C., De Togni, A., Di Biagio, K., Gherardi, B., Giannini, S., Lauriola, P., Pandolfi, P., Randi, G., Ranzi, A., Simonato, L., Zauli Sajani, S., Cadum, E. and Forastiere, F. (2016). Association Between Short-Term Exposure to PM_{2.5} and PM₁₀ and Mortality in Susceptible Subgroups: A Multisite Case-Crossover Analysis of Individual Effect Modifiers. *Am J Epidemiol*, 15, št. 184, str. 744–754.
3. Altarawneh, M., Dlugogorski, B. Z., Kennedy, E. M. and Mackie, J. C. (2007). Quantum chemical investigation of formation of polychlorodibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from oxidation and pyrolysis of 2-chlorophenol. *J Phys Chem A.*, 111, št. 13, str. 2563–2573.
4. Analiza vzorcev vod Krke, izrednih požarnih vod in vod vodnjakov v obdobju od 21. 7. 2017 do 4. 8. 2017. (b.d.). ARSO Okolje. Pridobljeno 3. 11. 2017 s svetovnega spleta: <http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/038094-Ekosistemi%2010.%208.%202017.pdf>.
5. Antimony in Drinking-water (2003). Ženeva: World Health Organization. Pridobljeno 2. 11. 2017 s svetovnega spleta: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/antimony.pdf.
6. Das, K. K., Das, S. N. and Dhundasi, S. A. (2008). Nickel, its adverse health effects & oxidative stress. *Indian Journal of Medical Research*, 128, str. 412–425.
7. Eržen, I., Gajšek, P., Hlastan Ribič, C., Kucec, A., Poljšak, B. and Zaletel Kragelj, L. (2010). *Zdravje in okolje*. Maribor: Medicinska fakulteta.
8. Gale, I., Freljih, T. and Blaško Markič, M. (2016). Hidrični izbruhi (epidemije). Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 3. 11. 2017 s svetovnega spleta: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=804.
9. Galičič, A., Agnes Šömen Joksić, A., Golja, V., Kirinčič, S., Otorepec, P., Eržen, I. and Blaznik, U. (2018). Pristop k določitvi prizadetega območja in vzorčenja segmentov okolja za oceno dolgoročnega vpliva požara v podjetju Kemis d.o.o. na Vrhniki na zdravje ljudi. *Javno zdravje*, 2, št. 1, str. 21–28. Pridobljeno 8. 8. 2018 s svetovnega spleta: http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/galicic_et_al_jz_02-03.pdf.
10. Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B. and Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7, št. 2, str. 60–72.

11. Khan, H. A. (2007). Benzene's toxicity: a consolidated short review of human and animal studies. *Human & Experimental Toxicology*, 26, št. 9, str. 677–685.
12. Kim, H. J., Min, J. Y., Seo, Y. S. and Min, K. B. (2018). Association between exposure to ambient air pollution and renal function in Korean adults. *Ann Occup Environ Med.* 30, št. 14. Pridobljeno 5. 8. 2018 s svetovnega spleta: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29507730>.
13. Končno poročilo o izvedenih aktivnostih v zvezi s požarom v napravi družbe Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu. (2017) Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 5. 8. 2018 s svetovnega spleta: <http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/038221-Porocilo%20Ekosistemi%20kon%C4%8Dno.pdf>.
14. Kronologija dogajanja pri požaru v podjetju Ekosistemi d.o.o. (2017). Občina Straža. Pridobljeno 5. 8. 2018 s svetovnega spleta: http://www.obcina-straza.si/wp-content/uploads/2017/08/031_02_Priloga_kronologija_jul.2017.pdf.
15. Leysens, L., Vinck, B., Van Der Straeten, C., Wuyts, F. and Maes, L. (2017). Cobalt toxicity in humans-A review of the potential sources and systemic health effects. *Toxicology*, 387, str. 43–56.
16. Markiewicz - Górka, I., Januszewska, L., Michalak, A., Prokopowicz, A., Januszewska, E., Pawlas, N. idr. (2015). Effects of chronic exposure to lead, cadmium, and manganese mixtures on oxidative stress in rat liver and heart. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 66, str. 51–62.
17. Mikula, P., Svobodová, Z. in Smutná, M. (2014). Phthalates: toxicology and food safety – a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 23, str. 217–223.
18. Mudgal, V., Madaan, N., Mudgal, A., Singh, R. B. in Mishra, S. (2010). Effect of Toxic Metals on Human Health. *The Open Nutraceuticals Journal*, 3, str. 94–99.
19. Nuttall, K. L. (2006). Evaluating Selenium Poisoning. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 36, št. 4, str. 409–420.
20. Opisi mikrobioloških parametrov, ki jih najdemo v pitni vodi (2014). NIJZ. Pridobljeno 3. 11. 2017 s svetovnega spleta: http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/mikrobioloski_parametri.pdf.
21. Phthalates and Cumulative Risk Assessment: The Task Ahead. (2008). NRC - National Research Council (US) Committee on the Health Risks of Phthalates. Washington, DC: The National Academies Press.
22. Plum, L. M., Rink, L. and Haase, H. (2010). The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, str. 1342–1365.
23. Preethi, S., Sandhya, K., Lebonah, D.E. Venkata Prasad, Ch., Sreedevi, B., Chandrasekhar, K. idr. (2014). Toxicity of bisphenol a on humans: a review. *International Letters of Natural Sciences*, 27, str. 32–46.
24. Preiskave kakovosti voda in tal v povezavi s podjetjem Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu v letu 2018 (22. 11. 2018). Agencija Republike Slovenije za okolje. Interno gradivo Občine Straža.
25. Priporočila prebivalcem po požaru pri Novem mestu. (2017). Nacionalni inštitut za javno zdravje. Pridobljeno 5. 8. 2018 s svetovnega spleta: <http://www.nijz.si/sl/priporocila-prebivalcem-po-pozaru-pri-novem-mestu>.
26. Poročilo o aktivnostih NIJZ v zvezi s požarom v podjetju Ekosistemi d.o.o. v Zalogu pri Novem mestu za sejo Občinskega sveta Občine Straža (2017). Nacionalni inštitut za javno zdravje. Pridobljeno 4. 8. 2018 s svetovnega spleta: http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/nijz_porocilo_o_aktivnostih_za_obcinski_svet.pdf.
27. Rochester, J. R. (2013). Bisphenol A and human health: a review of the literature. *Reproductive Toxicology*, 42, str. 132–155.
28. Seachrist, D. D., Bonk, K. W., Ho, S. M., Prins, G. S., Soto, A. M. and Keri, R. A. (2016). A Review of the carcinogenic potential of bisphenol A. *Reproductive Toxicology*, 59, str. 167–182.
29. Sheikh, I. (2016). Cobalt poisoning: A comprehensive review of the literature. *Journal of Medical Toxicology and Clinical Forensic Medicine*, 2, št. 2.
30. Sherman, M. (2009). Vinyl chloride and the liver. *Journal of Hepatology*, 51, str. 1074–1081.

31. Sram, R. J., Veleminsky, M. Jr., Veleminsky, M. Sr. and Stejskalová, J. (2017). The impact of air pollution to central nervous system in children and adults. *Neuro Endocrinol Lett*, 38, št. 6, str. 389–396.
32. Stern, B. R., Solioz, M., Krewski, D., Aggett, P., Aw, T. C., Baker, S. idr. (2007). Copper and human health: biochemistry, genetics, and strategies for modeling dose-response relationships. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 10, str. 157–222.
33. Sundar, S. and Chakravarty, J. (2010). Antimony Toxicity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, str. 4267–4277.
34. Tamayo - Uria, I., Altzibar, J. M., Mughini - Gras, L. and Dorronsoro, M. (2016). Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD): An Ecological Study in the Basque Country, Spain (2000-2011). *COPD*, 13, št. 6, str. 726–733.
35. Uredba o kakovosti zunanjega zraka – neuradno prečiščeno besedilo št. 1. (2015). Uradni list RS, št. 9/11 in 8/15. Pridobljeno 5. 8. 2018 s svetovnega spleta: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5493>.
36. Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M. and Gowda, A. N. S. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, str. 701–708.
37. Wagoner, J. K. (1983). Toxicity of Vinyl Chloride and Poly(vinyl Chloride): A Critical Review. *Environmental Health Perspectives*, 52, str. 61–66.
38. Wani, A. B., Ara, A. and Usmani, J. A. (2015). Lead toxicity: a review. *Interdisciplinary Toxicology*, 8, št. 2, str. 55–64.
39. White, S. S. and Birnbaum, L. S. (2009). An Overview of the Effects of Dioxins and Dioxin-like Compounds on Vertebrates, as Documented in Human and Ecological Epidemiology. *Journal of environmental science and health. Part C, Environmental carcinogenesis & ecotoxicology reviews*, 27, št. 4, str. 197–211.
40. Wikoff, D. in Birnbaum, L.S. (2011). Human Health Effects of Brominated Flame Retardant. V: Eljarrat, E. and Barceló, D. (ur.). *Brominated Flame Retardants*, 19–53. Berlin: Springer-Verlag.
41. Yang, B. Y., Qian, Z., Howard, S. W., Vaughn, M. G., Fan, S. J., Liu, K. K. and Dong, G. H. (2018). Global association between ambient air pollution and blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut.*, 235, str. 576–588.
42. Zou, Q. Y., Shen, Y., Ke, X., Hong, S. L. and Kang, H. Y. (2018). Exposure to air pollution and risk of prevalence of childhood allergic rhinitis: A meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 112, str. 82–90.

Dr. Nevenka Kregar Velikonja, docentka na Fakulteti za zdravstvene vede Univerze v Novem mestu.
E-naslov: nevenka.kregar-velikonja@uni-nm.si

Dr. Teuta Murati, docentka na Sveučilištu u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnoška fakulteta.
E-naslov: tmurati@pbf.hr