



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA DELO, DRUŽINO,  
SOCIALNE ZADEVE IN ENAKE MOŽNOSTI



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA ZDRAVJE  
URAD REPUBLIKE SLOVENIJE ZA KEMIKALIJE



Zavod  
Republike  
Slovenije  
za šolstvo



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA DELO, DRUŽINO,  
SOCIALNE ZADEVE IN ENAKE MOŽNOSTI  
INŠPEKTORAT REPUBLIKE SLOVENIJE ZA DELO

**NIJZ** Nacionalni inštitut  
za javno zdravje

**10. POSVET KEMIJSKA VARNOST ZA VSE:**  
**VARNO RAVNAJMO Z NEVARNIMI SNOVMI ZA**  
**ZDRAVA DELOVNA MESTA IN OKOLJE**

**Laško, 23. in 24. oktober 2018**

## **10. POSVET KEMIJSKA VARNOST ZA VSE:**

### **VARNO RAVNAJMO Z NEVARNIMI SNOVMI ZA ZDRAVA DELOVNA MESTA IN OKOLJE**

Laško, 23. in 24. oktober, 2018

ZBORNİK RAZŠIRJENIH POVZETKOV

Organizatorji:

Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti, Zavod RS za šolstvo, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ministrstvo za zdravje, Urad RS za kemikalije in Inšpektorat RS za delo

Programski in organizacijski odbor:

Vladka Komel, Nikolaj Petrišič, Andreja Bačnik, Agnes Šömen Joksić, Bojana Bažec, Alojz Grabner, Lidija Korat in Petra Potočnik

Uredile: Agnes Šömen Joksić, Andreja Bačnik in Bojana Bažec

Založnik: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2019

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2019

Brezplačen izvod

Dostopno na: <http://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/kemijska-varnost>

Reprodukcija po delih ali v celoti na kakršenkoli način in v kateremkoli mediju ni dovoljena brez pisnega dovoljenja avtorja. Kršitve se sankcionirajo v skladu z avtorsko pravno in kazensko zakonodajo.

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID=299062272](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:si:coibis-299062272)

ISBN 978-961-7002-76-8 (pdf)

## 10. Posvetu kemijska varnost za vse ob rob

Da, deset let je že od pobude in prve organizacije ter izvedbe posveta **Kemijska varnost za vse**. Deset let, sila zanimiva in relativna številka! Lahko pomeni zelo veliko, na primer v življenju psa, lahko pa le utrinek, kot na primer v življenju sekvoje. A kaj pomeni za nas, organizatorje in udeležence posveta? Pomeni, da nam je uspelo držati in vzdržati kontinuiteto, vsem okoliščinam in oviram navkljub. Zato je prav, da se ob deseti obletnici spomnimo začetkov in naredimo kratek pregled dogajanj..

Želja, ideja, pobuda o posvetu se je porodila ob zaključevanju zelo uspešnega **Phare e-twinning projekta Kemijska varnost 3**, ki ga je (že kot tretjega po vrsti) vodil Urad RS za kemikalije in v katerem smo se srečali ter prvič sodelovali tudi nekateri današnji »soborci« na področju kemijske varnosti. Želeli smo si, da bi posvet, primeren za čim širšo in raznoliko množico udeležencev (prav zato naslov Kemijska varnost ZA VSE), postal tradicionalen ter ~~le~~ na tihem upali, da bo uspešno dočakal deset let. In zgodilo se je...

Že 2. posvet smo pripravili trije soorganizatorji, ki vztrajamo vse do današnjih dni: Urad RS za kemikalije, Zavod RS za šolstvo in takrat še Zavod za zdravstveno varnost (ZZV) Koper, danes Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ). V različnih obdobjih so se nam pridružili še izbrani soorganizatorji, na primer Zveza potrošnikov Slovenije (2010–2012), Mestna občina Maribor (2015) in ob jubileju Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti (2018).

Strategija posveta Kemijska varnost za vse je bila in je še danes enkrat letno, okrog uradno določenega slovenskega dneva kemijske varnosti (29. maj), organizirati enodnevni (8 urni) posvet v različnih regijah Slovenije z različno osrednjo temo kemijske varnosti. Teme smo prilagajali bodisi, aktualnim problematikam ali izpostavljenim regijskim problemom s področja kemijske varnosti. Tako se je zvrstilo deset vsebinsko različnih posvetov:

1. **Kemijska varnost za vse**, Ptuj, 28. 5. 2009.
2. **Kemijska varnost živil in predmetov splošne rabe**, Izola, 28. 5. 2010.
3. **Pesticidi, okolje in mi**, Murska Sobota, 2. 6. 2011.
4. **Biomonitoring**—spremljanje onesnažil v ljudeh, Novo mesto, 30. 5. 2012.
5. **Strupene kovine v okolju in v nas**, Celje, 30. 5. 2013.
6. **Toksikovigilanca**—spremljanje in obvladovanje zastrupitev s kemikalijami, Ig, 17. 10. 2014.
7. **Zdravila v odpadkih**—nevarne kemikalije v okolju, Maribor, 8. 10. 2015.
8. **Nanovarnost**—ali smo dovolj previdni z *nano*? Izola, 23. 11. 2016.
9. **Kemijska (ne)varnost okolja**, Lukovica, 17. 11. 2017.
10. **Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje**, Laško, 23. –24. 10. 2018.

Če nas je na začetku, na prvem posvetu, bilo 30 udeležencev, nas je bilo na **10. posvetu**, ki smo ga **organizirali skupaj z Ministrstvom za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti** (in je prav zato, kot jubilejen, lahko bil dvodnevni) že **500 udeležencev**. Običajno pa so bili posveti organizirani za **100 udeležencev** in so bili vedno dobro obiskani.

Za začetni in nadaljnje štiri posvete smo izbrali termine okrog 29. maja, ki je uradno razglašen za slovenski dan kemijske varnosti (na ta dan je bil leta 1999 namreč uveljavljen prvi slovenski zakon o kemikalijah). Ker pa je bila večina udeležencev posveta vedno s področja izobraževanja, smo na njihov predlog kasnejše posvete zamaknili v jesenski termin.

Gradiva in predstavitve s posvetov Kemijska varnost za vse smo sprva objavljali na spletnih straneh Zavoda RS za šolstvo (<https://www.zrss.si/>), a zaradi večkratnih menjav spletnih platform ni bila omogočena kontinuiteta in najširši možni dostop do gradiv. Zato smo z letom 2012 gradiva s

posvetov začeli objavljati na spletni strani (takrat še ZZV Koper) NIJZ (<http://www.nijz.si/>) v okviru področja moje okolje–kemijska varnost.

In kaj naj še rečemo na koncu tega uvoda in 10. posvetu kemijska varnost na nadaljnjo pot?

Glede na povratne informacije udeleženk in udeležencev posvetov so bili vsi posveti v slovenskem prostoru dobrodošli oz. zelo dobro sprejeti. V okviru organizacije in izvedbe posvetov (in širše) je bilo storjenega veliko tudi, in predvsem, z entuziazmom sodelujočih. A še marsikaj je potrebno storiti na tem področju, veliko je še prostora za izboljšave. Vsi sodelujoči si želimo, da bi posvet živel še naprej, vsebinsko raznoliko in bogato, da bi še animiral, osveščal in izobraževal in, saj nam vsem gre za eno:  
**ZA ČIM VEČJO KEMIJSKO VARNOST ZA VSE!**

mag. Andreja Bačnik, pobudnica posveta Kemijska varnost za vse  
*Zavod RS za šolstvo*

## Kazalo vsebine

10. POSVETU KEMIJSKA VARNOST ZA VSE OB ROB .....	III
PROGRAM 10. POSVETA KEMIJSKA VARNOST ZA VSE .....	2
POZDRAVNI NAGOVOR NA 10. POSVETU KEMIJSKA VARNOST ZA VSE:.....	6
KAKO ŽIVETI IN DELATI Z NEVARNIMI SNOVMI ALI KEMIJSKA VARNOST.....	9
VARNO RAVNAJMO Z NEVARNIMI SNOVMI ZA ZDRAVA DELOVNA MESTA.....	13
RAKOTVORNE SNOVI V DELOVNEM OKOLJU: NOVOSTI NA PODROČJU PRAVNE UREDITVE .....	17
BREMA RAKA V SLOVENIJI 2015 .....	18
KAJ JE RES IN KAJ NE O HORMONSKIH MOTILCIH .....	20
BISFENOLI V VODNEM OKOLJU IN NJIHOVI UČINKI NA ORGANIZME .....	24
REACH, CLP IN BPR TER VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU.....	27
KAJ LAHKO STORIMO ZA MANJŠO IZPOSTAVLJENOST NANODELCEM V ZRAKU NA DELOVNEM MESTU IN V OKOLJU? .....	28
NANOTEHNOLOGIJA V NAŠEM OKOLJU IN ZDRAVJE .....	32
EVROPSKA INICIATIVA ZA HUMANI BIOMONITORING IN NACIONALNI HBM V SLOVENIJI (EHBMI).....	36
HUMANI BIOMONITORING V SLOVENIJI: IZBRANI ELEMENTI PRI ODRASLIH MOŠKIH IN DOJEČIH ŽENSKAH..	38
BIOLOŠKI MONITORING Z VIDIKA INŠPEKTORJA ZA DELO .....	42
VARNOST PRI DELU V LABORATORIJU .....	47
UGOTOVITVE INŠPEKTORATA RS ZA DELO V ZVEZI S KEMIJSKO VARNOSTJO PRI DELU V LABORATORIJU .....	50
KAJ IN KAKO O FITOFARMACEVTSKIH SREDSTVIH (GLIFOSATU) V IZOBRAŽEVANJU? .....	54
ŽIVLJENJE S SVINCEM: PRIMERI INFORMATIVNO MOTIVACIJSKIH AKTIVNOSTI V ZGORNJI MEŽIŠKI DOLINI ..	57
OKROGLA MIZA: KAKO DOSEČI ŠE VIŠJO RAVEN KEMIJSKE VARNOSTI ZA VSE?.....	60

## Program 10. Posveta kemijska varnost za vse

### VARNO RAVNAJMO Z NEVARNIMI SNOVMI ZA ZDRAVA DELOVNA MESTA IN OKOLJE

#### TOREK, 23. OKTOBER 2018

---

8.30-9.00	Registracija
-----------	--------------

---

Moderatorja:	<i>dr. Eva STERGAR</i> <i>mag. Nikolaj PETRIŠIČ, vodja Sektorja za varnost in zdravje pri delu</i> <i>Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti</i>
--------------	---

---

9.00-9.10	<b>Pozdravni govor</b> <i>Tilen Božič, državni sekretar</i> <i>Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti</i>
-----------	--

---

9.10-9.40	<b>Kako živeti in delati z nevarnimi snovmi ali kemijska varnost</b> <i>mag. Andreja BAČNIK, višja svetovalka</i> <i>Zavod RS za šolstvo</i>
-----------	--

---

9.40-10.10	<b>Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta</b> <i>dr. Lidija KORAT, vodja območne enote, inšpektorica svetnica</i> <i>Inšpektorat RS za delo</i>
------------	--

---

10.10-10.25	Odmor
-------------	-------

---

<b>1. sklop:</b>	<b>RAKOTVORNE SNOVI</b>
------------------	-------------------------

---

10.25-10.55	<b>Rakotvorne snovi v delovnem okolju</b> <i>mag. Petra BECHIBANI, sekretarka</i> <i>Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti</i>
-------------	--

---

10.55-11.25	<b>Poklicni rak: zapostavljena bolezen</b> <i>prof. dr. Metoda DODIČ FIKFAK, predstojnica</i> <i>UKC Ljubljana, Klinični inštitut za medicino dela, prometa in športa</i>
-------------	---

---

11.25-11.55	<b>Breme rakov v Sloveniji</b> <i>doc. dr. Vesna ZADNIK, Epidemiologija in register raka</i> <i>Onkološki inštitut Ljubljana</i>
-------------	--

---

11.55-12.10	<b>Razprava</b>
-------------	-----------------

---

12.10-13.10	Kosilo
-------------	--------

---

---

**2. sklop: HORMONSKI MOTILCI IN STRUPENE KOVINE**

---

13.10-13.40 **Kaj je res in kaj ne o hormonskih motilcih**  
*prof. dr. Gregor MAJDIČ*  
*Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta*

---

13.40-14.10 **Bisfenoli v vodnem okolju in njihovi učinki na organizme**  
*prof. dr. Marija SOLLNER DOLENC*  
*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo*  
*prof. dr. Tatjana TIŠLER*  
*Kemijski inštitut*

---

14.10-14.40 **Strupene kovine**  
*prim. dr. Marija JAMŠEK*

---

14.40-14.55 **Razprava**

---

14.55-15.10 Odmor

---

**3. sklop: VAROVANJE ZDRAVJA IN OKOLJA PRED KEMIJSKIMI TVEGANJI**

---

15.10-15.40 **REACH, CLP in BPR ter varnost in zdravje pri delu**  
*dr. Karmen Kranjc*  
*Urad RS za kemikalije*

---

15.40-15.45 **Razprava**

---

**4. sklop: NANOVARNOST**

---

15.45-16.15 **Kaj lahko storimo za manjšo izpostavljenost nanodelcem v zraku na delovnem mestu in v okolju?**  
*prof. dr. Maja REMŠKAR*  
*Inštitut Jožef Stefan*

---

16.15-16.45 **Nanotehnologija v našem okolju in zdravje**  
*dr. Viviana GOLJA*  
*doc. dr. Agnes ŠÖMEN JOKSIĆ<sup>2</sup>*  
*Bojana BAŽEC<sup>2</sup>*  
*Nacionalni inštitut za javno zdravje, <sup>1</sup>Območna enota Ljubljana,*  
*<sup>2</sup>Območna enota Koper*

---

16.45-16.55 **Razprava**

---

16.55-17.00 **Zaključki prvega dneva**  
*mag. Nikolaj PETRIŠIČ, vodja Sektorja za varnost in zdravje pri delu*  
*Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti*

---

## SREDA, 24. OKTOBER 2018

---

8.30-9.00 Registracija

---

Moderatorja: *dr. Eva STERGAR*  
*mag. Nikolaj PETRIŠIČ*, vodja Sektorja za varnost in zdravje pri delu  
Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti

---

### 5. sklop: KEMIJSKA VARNOST Z OČMI ZDRAVNIKA

---

9.45-10.15 **Kemijska varnost z očmi zdravnika**  
*doc. dr. Miran BRVAR*, vodja Centra za klinično toksikologijo in  
farmakologijo  
UKC Ljubljana

---

10.15-10.20 **Razprava**

---

10.20-10.35 Odmor

---

### 6. sklop: BIOLOŠKI MONITORING

---

10.35-11.05 **Nacionalni program humanega biološkega monitoringa v Sloveniji**  
*mag. Lijana KONONENKO*  
Urad RS za kemikalije

---

11.05 -11.35 **Humani biomonitoring**  
*Janja Snoj Tratnik*  
Inštitut Jožef Stefan

---

11.35-12.05 **Biološki monitoring z vidika inšpektorja za delo**  
*dr. Lidija KORAT*, vodja območne enote, inšpektorica svetnica  
Inšpektorat RS za delo

---

12.05-12.45 **Primer dobre prakse: Biološki monitoring v skupini Gorenje**  
*mag. Vilma FECE*, direktorica Varstva okolja ter varnosti in zdravja pri delu  
Gorenje, d.d.  
*Darja KRUMPAK*, dr. med., specialistka medicine dela, prometa in športa,  
direktorica  
Medicina dela Krumpak, d.o.o., Žalec

---

12.45-13.00 **Razprava**

---

13.00-14.00 Kosilo

---

### 8. sklop: KEMIJSKA VARNOST V LABORATORIJIH IN IZOBRAŽEVANJU

---

14.00-14.30 **Varnost pri delu v laboratoriju**  
*doc. dr. Barbara NOVOSEL*, predstojnica Katedre za poklicno, procesno  
in požarno varnost  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

---



---

14.30-15.00 **Ugotovitve Inšpektorata RS za delo v zvezi s kemijsko varnostjo pri delu v laboratorijih**

*Petra POTOČNIK, inšpektorica II  
Inšpektorat RS za delo*

---

15.00-15.30 **Kaj in kako o fitofarmaceutskih sredstvih (glifosatu) v izobraževanju?**

*Simona SLAVIČ KUMER  
Saša KREGAR  
Zavod RS za šolstvo*

---

15.30-16.00 **Življenje s svincem – primeri informativno motivacijskih aktivnosti v Zgornji Mežiški dolini**

*mag. Matej IVARTNIK<sup>1</sup>  
dr. Stanislava KIRINČIČ<sup>2</sup>  
Helena PAVLIČ<sup>1</sup>  
Nacionalni inštitut za javno zdravje, <sup>1</sup>Območna enota Ravne na Koroškem, <sup>2</sup>Območna enota Ljubljana*

---

16.00-16.15 **Razprava**

---

**Okrogla miza: KAKO DOSEČI ŠE VIŠJO RAVEN KEMIJSKE VARNOSTI ZA VSE?**

---

16.15 -17.00 *Moderatorica:*

*doc. dr. Agnes ŠÖMEN JOKSIĆ  
Nacionalni inštitut za javno zdravje; Območna enota Koper*

*Sodelujejo:*

- mag. Andreja BAČNIK (Zavod RS za šolstvo)*
- Bojana BAŽEC (Nacionalni inštitut za javno zdravje, OE Koper)*
- mag. Alojz GRABNER, direktor (Urad RS za kemikalije)*
- dr. Lidija KORAT, vodja območne enote, inšpektorica svetnica (Inšpektorat RS za delo)*
- doc. dr. Barbara NOVOSEL, predstojnica Katedre za poklicno, procesno in požarno varnost (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)*
- mag. Nikolaj PETRIŠIČ, vodja Sektorja za varnost in zdravje pri delu (Ministrstvo za delo, družino)*

---

**Posvet je bil organiziran pod okriljem evropske kampanje Zdravo delovno okolje 2018-2019:**

**Varno ravnanje z nevarnimi kemičnimi snovmi za zdrava delovna mesta**



## **Pozdravni nagovor na 10. Posvetu kemijska varnost za vse: Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje**

### **Spoštovane gospe! Spoštovani gospodje!**

Dobrodošli na 10. posvetu Kemijska varnost za vse: Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje. Resnično me veseli, da ste se na naše povabilo odzvali v tako velikem številu, kar ne nazadnje kaže na to, da so teme kemijske varnosti, ki bodo obravnavane na tem posvetu, še kako aktualne.

Kemikalije so ključnega pomena za sodoben način življenja in proizvodnje – od pesticidov, s katerimi povečujemo obseg proizvodnje hrane, do zdravil, s katerimi zdravimo bolezni, in čistilnih izdelkov, s katerimi si pomagamo pri vzpostavljanju boljših higienskih razmer. Kemikalije so pomemben element zdravega življenja in modernega udobja. Seveda jih bomo tudi v bodoče proizvajali in uporabljali. Hkrati pa so kemikalije kritični del številnih proizvodnih procesov.

Primerjava podatkov 6. evropske raziskave o delovnih pogojih iz leta 2015 s predhodnimi raziskavami kaže, da se je v zadnjem desetletju povečala izpostavljenost kemičnim snovem pri delu. Leta 2015 je kar 17 odstotkov anketiranih delavcev iz Evropske unije in 14 odstotkov slovenskih delavcev poročalo, da so bili izpostavljeni kemičnim snovem vsaj četrtno delovnega časa. Nadalje je 15 odstotkov delavcev iz Evropske unije in 16 odstotkov slovenskih delavcev poročalo o izpostavljenosti dimu, hlapom in prahu. Proizvodnja in uporaba kemikalij predstavlja enega izmed največjih izzivov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu v svetovnem merilu. Nekatere kemikalije lahko zaradi svojih lastnosti – kot so, na primer, rakotvornost, mutagenost, vnetljivost – povzročajo vrsto negativnih učinkov na zdravje delavcev, da nevarnosti za okolje niti ne omenjamo. Številni požari, eksplozije, zastrupitve in druge nezgode pri delu so posledica neustreznega nadzora nad njihovimi fizikalnimi lastnostmi.

Za 2. evropsko raziskavo podjetij o novih in nastajajočih tveganjih, ki jo je Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu izvedla leta 2014, je 38 odstotkov podjetij iz Evropske unije in nekaj manj kot 30 odstotkov slovenskih podjetij poročalo, da so na njihovih delovnih mestih prisotne kemične snovi ali biološki dejavniki v obliki tekočin, hlapov ali prahu. Velika podjetja pogosto uporabljajo več kot 1.000 različnih kemičnih izdelkov, na primer, barve, črnila, lepila, čistila. Odvisno od gospodarske dejavnosti in delovne naloge je možno, da en sam delavec – na primer, v gradbeništvu – pride v stik s stotinami različnih kemičnih snovi.

Lahko rečemo, da so v vseh gospodarskih dejavnostih v večji ali manjši meri prisotne nevarne kemične snovi. Seveda pa obstajajo velike razlike med njimi. Za že omenjeno 2. evropsko raziskavo podjetij o novih in nastajajočih tveganjih so podjetja iz nekaterih gospodarskih dejavnosti poročala o močno razširjeni uporabi nevarnih kemičnih snovi. Pri tem velja še zlasti omeniti kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo, predelovalne dejavnosti, gradbeništvu, dejavnost ravnanja z odpadki ter oskrbo z vodo in elektriko.

Inšpektorat Republike Slovenije za delo, žal, v svojih letnih poročilih še vedno prepogosto ugotavlja, da delodajalci ne vedo, katere kemične snovi uporabljajo pri svojem delu, še manj pa poznajo njihove dolgoročne škodljive učinke na zdravje delavcev.

Seveda se vsi strinjamo s stališčem Mednarodne organizacije dela, da je potreben na področju varnosti in zdravja pri delu usklajen globalni odziv na znanstveni in tehnološki napredek ter hitro rast proizvodnje kemikalij. Le z usklajenim delovanjem vlade, delodajalcev in delavcev ter njihovih organizacij lahko dosežemo bolj varno ravnanje z nevarnimi kemičnimi snovmi. Potreben je nadzor nad izpostavljenostjo kemičnim snovem na delovnem mestu – kot tudi omejevanje emisij v okolje.

Ker neprestano nastajajo velike količine in vrste novih kemikalij in njihovih zmesi, o učinkih katerih se ve zelo malo ali nič, je treba v skladu s spoznanji stroke sproti spreminjati in dopolnjevati predpise, ki določajo dovoljene mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost nevarnim kemičnim snovem. Z regulacijo njihove proizvodnje ali uporabe je mogoče že na izvoru odpravljati tveganja za zdravje.

Izpostavljenost delavcev rakotvornim snovem predstavlja velik problem, saj po podatkih Mednarodne organizacije dela vsako leto zaradi poklicnega raka v Evropi umre več kot 100.000 ljudi, kar je 20-krat več

kot zaradi nezgod pri delu. Ocenjuje se, da znašajo neposredni letni stroški izpostavljenosti rakotvornim snovem pri delu v Evropi okoli 2,4 milijarde EUR na leto.

Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem pri delu iz leta 2004 določa mejne vrednosti zgolj za 3 rakotvorne snovi. Direktiva je bila v slovenski pravni red prenesena s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem, ki določa mejne vrednosti za 46 rakotvornih snovi in razvršča 158 rakotvornih snovi. Po trinajstih letih je Evropska unija lani sprejela prvo dopolnitev omenjene direktive, ki določa mejne vrednosti za 14 rakotvornih snovi. Rok za njen prenos v pravni red držav članic se izteče januarja 2020. Določbe pravilnika, ki ga pripravljamo na Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti, bodo pripomogle k nižji izpostavljenosti delavcev rakotvornim snovem na delovnih mestih in bolj varnemu in zdravemu delovnemu okolju.

Poleg zakonodajnih sprememb je mogoče storiti več tudi na področju ozaveščanja in izmenjave dobre prakse na tem področju.

Na tem mestu bi želel omeniti Dogovor o ozaveščanju in izmenjavanju dobre prakse na področju zmanjševanja izpostavljenosti rakotvornim snovem na delovnem mestu, ti. »Roadmap on Carcinogens«, ki je nastal v času nizozemskega predsedovanja Svetu Evropske unije leta 2016. Cilj dogovora, h kateremu je doslej pristopilo 16 držav – med njimi je tudi Slovenija, je spodbujanje inovativnih rešitev na tem področju ter izmenjava primerov dobre prakse. Na njihov spletni strani je objavljenih že 70 primerov dobre prakse, med njimi so tudi primeri slovenskih podjetij. Poleg tega je Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti prevedlo v slovenski jezik 10 letakov, ki so jih pripravili nizozemski raziskovalci za potrebe ozaveščanja o karcinogenih snoveh, kot so azbest, benzen, šestvalentni krom, vinilkorid, lesni prah itd. Prejšnji mesec je bilo dogovorjeno, da se pobuda nadaljuje – na začetku smo govorili o ti. »Roadmap from Amsterdam to Vienna«, sedaj govorimo o »Roadmap from Amsterdam via Vienna 2018 to Helsinki 2019«.

Druga pomembna pobuda evropska kampanja Zdravo delovno okolje 2018-2019: »Varno ravnajmo z nevarnimi kemičnimi snovmi za zdrava delovna mesta«, pod okriljem katere poteka tudi današnji posvet. Pobudnica kampanje je Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. Glavni cilj kampanje je ozaveščanje o pomembnosti varnega ravnanja z nevarnimi kemičnimi snovmi na delovnih mestih. Z aktivnostmi kampanje si prizadevamo opozoriti, kako pomembno je, da se zagotovijo informacije in podatki o izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem ter njihovemu vplivu na delavce, spodbuditi poskušamo ocenjevanje tveganja na delovnih mestih, na katerih so prisotne nevarne kemične snovi, odpravo in nadomestitev nevarnih kemičnih snovi z manj nevarnimi, upoštevanje vrstnega reda preventivnih ukrepov, poleg tega si prizadevamo zagotoviti informacije o praktičnih orodjih in primerih dobre prakse.

Zelo pomemben del kampanje je nacionalno tekmovanje za priznanja »Dobra praksa na področju varnosti in zdravja pri delu 2018-2019«, ki jih bo Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti podelilo organizacijam, ki so razvile primere inovativnega in učinkovitega upravljanja varnosti in zdravja pri delu na področju ravnanja z nevarnimi kemičnimi snovmi. Komisija za ocenjevanje kandidatov za priznanje za dobro prakso je pretekli teden zaključila z ogledi in bo v kratkem sprejela odločitev.

Žal pa moram ugotoviti, da nam še vedno manjka ključni element – tj. Pravilnik o poklicnih boleznih. Ob odsotnosti vzpostavljenega sistema odkrivanja, potrjevanja in prijavljanja poklicnih bolezni ter bolezni, povezanih z delom, in ob odsotnosti pravega medicinskega nadzora nad zdravstvenim stanjem izpostavljenih delavcev so sicer obvezujoče meritve koncentracij nevarnih kemičnih snovi v delovnem okolju brezpredmetne in brez realnega učinka oziroma posledic. Naj povem, da sta Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti ter Ministrstvo za zdravje uskladili osnutek Akcijskega načrta za izvajanje Resolucije o nacionalnem programu varnosti in zdravja pri delu v obdobju 2018-2020, ki bo te dni posredovan v obravnavo Ekonomsko-socialnemu svetu. V omenjenem dokumentu se je Ministrstvo za zdravje zavezalo, da bo leta 2019 sprejelo in objavilo nov Pravilnik o poklicnih boleznih, čemur bo sledila vzpostavitev sistema za ugotavljanje poklicnih bolezni. In zagotavljam vam, da bo Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti vztrajno opozarjalo na to nalogo.

Naj sklenem svoje misli. Gonilniki sprememb v sodobnem svetu so številni; naj omenim le nekatere, ki so ključni z vidika delovnega okolja – hiter tehnološki razvoj, demografske spremembe, okoljska

problematika, globalizacija, sodobni načini proizvodnje blaga in opravljanja storitev. Spremembe so vse hitreje in nanje se odzivamo prepočasi. Vsekakor ne moremo več delovati na način »počakaj in videl boš«. Da bi lahko učinkovito odgovorili na sodobne izzive, moramo v naprej predvidevati možne smeri razvoja in možne odgovore nanje. To velja tudi za področje kemijske varnosti.

Predvsem pa se v današnjem svetu ni več mogoče zapirati v ozke kroge. Varnost in zdravje pri delu je multidisciplinarno področje. Zato si moramo prizadevati za njeno vključitev v politike, strategije in zakonodajo na področju izobraževanja, javnega zdravja, gospodarskega razvoja, financ, investicij, trgovine itd.

Prav ta posvet je, po mojem mnenju, dragocen tudi zato, ker je njegov program rezultat sodelovanja petih institucij: Urada Republike Slovenije za kemikalije, Nacionalnega inštituta za javno zdravje, Zavoda Republike Slovenije za šolstvo, Inšpektorata Republike Slovenije za delo ter Ministrstva za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti. Dovolite mi, da se na tem mestu zahvalim partnerskim organizacijam za sodelovanje pri pripravi programa tega posveta. Čeprav smo imeli različne poglede na nekatere rešitve, pa smo vendarle uspeli pripraviti program, ki je pritegnil zelo raznoliko publiko – danes ste med nami tako varnostni inženirji, zdravniki-specialisti medicine dela, laboranti, delodajalci, sindikalisti, osnovnošolski in srednješolski učitelji, predavatelji na fakultetah, študentje in številni drugi. To je vsekakor zagotovilo, da bo razprava zanimiva.

Vsem sodelujočim želim uspešno izmenjavo mnenj in izkušenj ter uspešen prenos dobrih praks v vaše vsakdanje delo.

Tilen Božič, državni sekretar,  
*Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti*

## Kako živeti in delati z nevarnimi snovmi ali kemijska varnost

Andreja Bačnik

Zavod RS za šolstvo

Vsako (posebej poglobljeno) diskusijo o kemijski varnosti velja začeti in končati z vprašanjem kaj je kemijska varnost oz. kaj razumemo pod tem terminom; kaj ga pravzaprav podrobneje opredeljuje in kaj vse vpliva na naše razumevanje le tega. Dejstvo je, da je termin neločljivo povezan s kemijo, kot vedo, kot področjem in posledično tudi z odnosom, ki ga kot posamezniki in družba imamo do kemije. Ta odnos je raznolik in se mnogokrat nagiba v negativno stran, a sodobnejše raziskave, kot je na primer poglobljena nacionalna študija o odnosu javnosti do kemije, ki je bila leta 2015 izpeljana v Veliki Britaniji (1), kažejo spremembe tudi na tem področju. Izpostavimo ugotovitev, da je javno mnenje bolj pozitivno naklonjeno kemiji, kot smo (posebej v znanstveni sferi) pričakovali. Kar 51% anketirancev je izrazilo nevtralnno stališče do kemije, 25 % pa jih za to področje ni zainteresiranih. Večina anketirancev v zvezi s kemijo pomisli na svoje šolanje in pouk kemije, ter kemijo večinoma povezuje s farmacijo. Kar 84% anketirancev se strinja, da kemiki pomembno prispevanju k razvoju družbe, ob tem kar 59% anketirancev verjame, da so doprinosi/prednosti kemije večji kot škodljivi učinki/pomanjkljivosti.

V več kot 23. letih aktivnega delovanja na področju kemijske varnosti smo se srečevali z različnimi deležniki, predvsem pa izobraževalno sfero. Na osnovi vseh izkušenj, spoznanj, znanj ter poglobljenega premisleka o kemijski varnosti, smo izoblikovali tako imenovane »zapovedi« kemijske varnosti za vse. Le te bi ob vsakem izobraževanju, informiranju, diskusiji itd. veljalo imeti v mislih oz. biti pozorni na njihovo vsebino, razumevanje. V »zapovedih« kemijske varnosti za vse so izpostavljena pomembna in problematična področja.

### „Zapovedi“ kemijske varnosti za vse:

1. Začnimo s Paracelsus-om ali paradoks strupa in danes vemo več!
2. Snovi/kemikalije: naravne ali nenaravne, vse so lahko nevarne!
3. Poznamo nevarne lastnosti snovi, pomagamo si s piktogrami, H-in P-stavki!
4. Presojamo tveganje, ne samo in zgolj nevarne lastnosti snovi!
5. Preventiva je boljša kot kurativa ali strup ni enak strupu!
6. Poznamo poti vnosa nevarnih snovi ... in osnove toksikologije!
7. Usmerimo pozornost na problematična področja kemijske varnosti!
8. Zvišajmo raven kemijske varnosti, doma in na delovnih mestih!
9. Nenamerno in namerne zastrupitve ali poskrbimo za kemijsko varnost otrok!
10. Kemijska varnost (ne kemofobija) kot del naravoslovne pismenosti!

Izpostavimo nekatere vsebinske vidike posamezne »zapovedi« kemijske varnosti za vse:

#### 1. Začnimo s Paracelsus-om ali paradoks strupa in danes vemo več!

Beleženje zavedanja o nevarnosti snovi sega daleč v zgodovino, močneje in izraziteje pa se začne s srednjeveškim švicarskim zdravnikom in alkimistom Paracelsusom (1493–1541), ki mu pripisujejo izrek in ki ga vsi s področja kemijske varnosti in toksikologije vedno in redno citirajo, v taki ali drugačni obliki: »Vse snovi so strup in nobene ni, ki ni strup. Le odmerek loči zdravilo od strupa.« Dejstvo je, da danes vemo o nevarnih snoveh mnogo več in bolje, vemo, da razen odmerka na škodljivo, strupeno delovanje vpliva vrsta dejavnikov v okviru izpostavljenosti itd.. S tega stališča bi veljalo Paracelsusov izrek dopolniti oz. redefinirati, a v njem je ujeta vedenje, ki ga danes mnogi spregledajo, da v osnovi ni nenevarnih snovi, da so glede na okoliščine, izpostavljenost prav vse snovi lahko nevarne, ne glede na svoj izvor

(naravne ali sintetične) itd. Tako je izpostavljen ta večni paradoks strupa, ki ga je v svoji knjigi z istim naslovom slikovito opisal tudi angleški toksikolog John Timbrell (2).

## **2. Snovi/kemikalije: naravne ali nenaravne, vse so lahko nevarne!**

Opredelitev (definicija) in s tem razumevanje pojmov (terminov) snov, kemikalija se izkazuje (tudi zakonodajno) kot posebej problematično. Naše izkušnje kažejo, da vedno in povsod velja preveriti razumevanje teh pojmov oz. ustrezno razjasniti njihovo razumevanje. V kemiji, kot eni temeljnih naravoslovnih ved, in tudi sicer, je snov opredeljena kot vse, kar ima maso in zavzema določen prostor. Vsaj na Zemlji. Besedni nesmisli, kot je kemijska snov, so se nezavedno prikradli v naš besednjak in pravilnike. Na Zemlji ne obstaja snov, ki ni kemijska. V že omenjeni študiji o odnosu javnosti do kemije (1) se 60% anketirancev strinja, da je vse sestavljeno iz snovi/kemikalij in kar 70%, da je vse, vključujoč vodo in kisik, lahko na določeni stopnji nevarno oz. škodljivo. 67% anketirancev se ne strinja, da je vse snovi/kemikalije naredil človek oz. so posledica človekovega delovanja. Če pogledamo še opredelitev kemikalij, kot skupno ime za kemijske snovi, elemente, spojine zmesi, toliko lažje podpremo dejstvo, da velja strokovno korektno govoriti o snoveh ali kemikalijah. Velikokrat ugotovimo, da se pojem kemikalija neustrezno enači ali zamenjuje s pojmom ksenobiotik, s sintetičnimi snovmi človeškega izvora. Dejstvo pa ostaja, da so nekatere snovi zaradi svojih lastnosti (npr. vnetljivost, jedkost, strupenost...) nevarnejše od drugih oz. predstavljajo večje tveganje za naše zdravje in za okolje. Takim snovem pravimo nevarne snovi. Nevarne so lahko tako sintetične (umetno proizvedene) snovi, kot tudi naravne snovi. Med pogostimi zmotnimi prepričanji je, da so nevarne snovi le proizvedene snovi/kemikalije ali snovi z močnim vonjem oziroma takoj opaznim nevarnim učinkom. Če se neka snov pojavlja naravno ali sintetično (umetno), nam to še nič ne pove o njeni nevarnosti, škodljivosti oz. strupenosti. Lestvica nevarnih snovi nikakor ni črna bela.

## **3. Poznamo nevarne lastnosti snovi, pomagamo si s piktogrami, H-in P-stavki!**

Nevarne snovi so opredeljene kot tiste, ki imajo vsaj eno od nevarnih lastnosti (npr. vnetljivost, eksplozivnost, jedkost, strupenost...) in so v skladu s kemijsko zakonodajo razvrščene in ustrezno označene z simboli za nevarne snovi–piktogrami. Pri tem si velja zapomniti, da mnoge snovi zaradi načina, kako smo jim izpostavljeni, prav tako predstavljajo nevarnost oz. so nevarne, a niso označene s piktogrami. Globalno oz. mednarodno usklajen sistem za razvrščanje in označevanje snovi/kemikalij (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals–GHS) je vpeljal nove, enotne simbole–pikograme za označevanje nevarnih snovi oz. nevarnosti. Piktogrami za nevarnost so namenjeni sporočanju določenih informacij o zadevni nevarnosti, so v obliki rdeče obrobljenih rombov z ustreznim simbolom na sredini. V GHS sta v uporabi tudi opozorilni besedi: »NEVARNO« in »POZOR«. Poenostavljeno lahko rečemo, da so piktogrami za nevarnost prvo opozorilo na nevarnost in sporočajo le določene omejene informacije o nevarnosti. Več informacij o nevarnosti posamezne snovi prinašajo stavki o nevarnosti ali t.i. H stavki (H iz ang. *Hazard*). H stavke dopolnjujejo z informacijami o varnem ravnanju z nevarno snovjo še previdnostni stavki ali t.i. P stavki (P iz ang. *Precaution*), pri čemer so upoštevani stavki o nevarnosti in predvideni ali ugotovljen način uporabe nevarne snovi. Ustrezna etiketa nevarne snovi naj bi vsebovala tako piktograme za nevarnost, kot tudi H in P stavke, vse te informacije pa so primarno zbrane v varnostnih listih za posamezno snov.

## **4. Presojamo tveganje, ne samo in zgolj nevarne lastnosti snovi!**

V javnosti (včasih tudi ne-laični) se vse prevečkrat izpostavljajo zgolj in samo nevarnosti oz. nevarne lastnosti izbrane snovi in se jih enači s škodljivim vplivom teh snovi. Velja si zapomniti, da nas mora v zvezi z nevarnimi snovmi vedno in povsod zanimati predvsem tveganje. Tveganje je produkt nevarne lastnosti/nevarnosti snovi (na katero nimamo vpliva) in izpostavljenosti (na kar večinoma lahko vplivamo). Pri tem ob oceni tveganja za našo varnost in zdravje ne upoštevamo le količine (nevarne) snovi, temveč govorimo o izpostavljenosti (nevarni) snovi. Pod izpostavljenost ob količini (odmerku) oz.

koncentraciji nevarne snovi upoštevamo tudi čas oz. pogostost izpostavljenosti nevarni snovi ter način oz. vrsto vnosa nevarne snovi.

## 5. Preventiva je boljša kot kurativa ali strup ni enak strupu!

Kemijska varnost je sama po sebi področje preventive in preventivnega delovanja, pri čemer ima znanje, zavedanje oz. informiranost osrednjo vlogo. Če pogledamo področje zastrupitev ločimo med akutnimi zastrupitvami (takojšnje okvare zdravja) in kroničnimi zastrupitvami (dolgoročne okvare zdravja). Prav pri kroničnih zastrupitvah je znanje, zavedanje s področja kemijske varnosti na preizkušnji, saj posledice delovanja nevarnih snovi, niso vidne in očitne, sploh pa ne takoj, temveč po daljšem časovnem obdobju.

## 6. Poznamo poti vnosa nevarnih snovi in osnove toksikologije!

Področje kemijske varnosti in toksikologije hodita z roko v roki oz. imata obsežno polje prekrivanja. Ljudje so bili od nekdaj intuitivni toksikologi, zanašajoč se na svoja čutila za zaznavo škodljivih, nevarnih snovi, bodisi v hrani, vodi, zraku. A čutila niso (bila) zadostna zato se je razvila znanstvena veda – toksikologija (veda o strupih) in znanost ocenjevanja tveganj. Naše izkušnje kažejo, da je potrebno prav v vsa izobraževanja s področja kemijske vključiti (vsaj minimalne) osnove toksikologije, vse od osredotočenja na tveganja za zdravje (glej točko 4) in načinov vstopa snovi v organizem (ki so: skozi usta (oralno), skozi kožo (dermalno) in z vdihovanjem (inhalacija)) dalje. Naj se ob tem pohvalimo, da nam je v slovenskem izobraževalnem prostoru, s prenovo kurikula oz. učnih načrtov v letih 2008–2011, uspelo umestiti cilje/vsebine kemijske varnosti po celotni izobraževalni vertikali, vključno z osnovami toksikologije v učnem načrtu kemije za gimnazije (3).

## 7. Usmerimo pozornost na problematična področja kemijske varnosti!

Da so ksenobiotiki, posebej obstojni organski onesnaževalci (POPs – *persistent organic pollutants*), tista skupina nevarnih snovi, ki jih vedno znova velja imeti pod drobnogledom kemijske varnosti ni potrebno posebej poudarjati. Pozorno je potrebno spremljati nova spoznanja, nove snovi, nove tehnologije in se z njimi kemijsko varnostno ukvarjati, o njih izobraževati, informirati, z njimi ustrezno ravnati, itd. Naj izpostavimo naslednje skupine nevarnih snovi, ki jim v okviru kemijske varnosti velja nameniti posebno pozornost: CMR snovem (*Carcinogenic, Mutagenic chemicals and chemicals toxic for Reproduction*); EDC snovem (*Endocrine Disrupting Chemicals*); PBT snovem (*Persistent, Bioaccumulative, Toxic chemicals*); zaviralcem gorenja (flame retardants), nanovarnosti, itd.

## 8. Zvišajmo raven kemijske varnosti, doma in na delovnih mestih!

V izobraževanju in širše si skupaj prizadevamo za čim višjo raven kemijske varnosti. Ne glede na to, kakšna ta je in kako smo z njo zadovoljni, nikoli ni dovolj visoka oz. je vedno lahko boljša. Vse aktivnosti, iniciative, posebej pa celostni, medresorski pristopi in sistemske rešitve so na tem področju zelo dobrodošli. Izpostavimo le nekatere: uredba REACH o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (*Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals*) je v celoti v uporabi od 1. junija 2008, za vse nevarne in nekatere nenevarne snovi. Za leti 2018 in 2019 je Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (EU–OSHA) organizirala kampanjo Zdravo delovno okolje – varno ravnajmo z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta. Tudi sicer EU–OSHA s svojimi aktivnostmi in produkti, posebej z animiranim junakom NAPO-m, že 20 let pomaga na področju varnosti pri zdravju in delu. Zelo aktivno tudi na področju kemijske varnosti, saj filme kot so (5):

- NAPO V NEVARNOSTI: KEMIKALIJE (*Kemijska tveganja na delovnem mestu: Eksplozivno; Škodljivo; Dražilno; Vnetljivo; Jedko; Strupeno; CMR; Nevarno za okolje; Plini pod tlakom*);
- NAPO DOGODIVŠČINE (*Opozorilne napise je treba prebrati in Vsak izdelek ima svojo embalažo*);
- NAPO PRI TVEGANIH OPRAVILIH (*Oceni tveganje!; Opredeli neznano! In Ukrepaj!*)

že vrsto let s pridom uporabljamo v izobraževanjih kemijske varnosti za vse stopnje, za kar smo na Zavodu RS za šolstvo izdelali tudi ustrezna vsebinsko-didaktična gradiva.

## 9. Nenamerne in namerne zastrupitve ali poskrbimo za kemijsko varnost otrok

Otrokom je, zaradi njihovih telesno-razvojnih značilnosti, na področju kemijske varnosti potrebno nameniti posebno pozornost in pri tem ločiti med mlajšimi otroci in mladostniki. Če nas za mlajše otroke (starost od 1 do 5 let) skrbijo predvsem nenamerne (naključne) zastrupitve oz. nesreče z nevarnimi snovmi v domačem okolju (kuhinja, kopalnica), nas za mladostnike (starost od 15 do 19 let) skrbijo predvsem namerne zastrupitve (zlorabe) nevarnih snovi, med katerimi v Sloveniji prednjači etanol. Razveseljivo je dejstvo, da so nenamerne zastrupitve med mlajšimi otroci v upadu, zaskrbljujoče pa dejstvo, da so namerne v porastu. Snovi, ki jih najstniki bolj ali manj inovativno zlorabljajo je čedalje več (od smejalnega plina in pralnih blazinic dalje) in prihajajo vedno nove. Navedene razlike in okoliščine terjajo različne pristope k starostno različnim skupinam otrok/mladostnikov in posredno k izobraževanju za njihove vzgojitelje/učitelje ter terjajo posebne akcijske in strateške načrte.

## 10. Kemijska varnost (ne kemofobija) kot del naravoslovne pismenosti!

Vse v prispevku zapisano utemeljuje dejstvo, da je kemijska varnost del naravoslovne in še kakšne pismenosti, saj zanjo potrebujemo znanje, spretnosti in ustrezen odnos. Na ta način se lahko tudi argumentirano borimo proti kemofobiji (8). Ob zaključku lahko znova spomnimo na opredelitev kemijske varnosti, kot ustreznega ravnanje s snovmi, ki so potencialno nevarne, da bi bilo tveganje za naše zdravje in okolje čim manjše ali kot je zapisal takrat še sedemletni Bor: »*Kemijska varnost je to, da veš katero so stvari, ki škodijo in se jih izogibaš. Če se ne moreš izogniti, ti morajo straši povedat', pomagat'...*«.

Vsem skupaj nam gre za najširše možno razumevanje kemijske varnosti, prav za vse. To je področje, ki nam govori kako živeti in delati z nevarnimi snovmi in ki ga preprosto moramo poznati in uporabljati prav vsi. In kje se kemijska varnost začne, če se že nikoli ne konča?

**Ključne besede:** *zapovedi kemijske varnosti, izobraževanje, nevarne snovi, tveganje, naravoslovna pismenost*

## Viri

1. <http://www.rsc.org/globalassets/04-campaigning-outreach/campaigning/public-attitudes-to-chemistry/public-attitudes-to-chemistry-infographic.pdf?id=8498> (pridobljeno 17.1. 2019)
2. Timbrell, John A., Paradoks strupa: kemikalije kot prijatelji in sovražniki, IVZ Ljubljana, 2008
3. Bačnik, A., Kemijska varnost v osnovni šoli in gimnaziji, V: Zbornik referatov s posvetovanja Slovenski kemijski dnevi, september 2009, Maribor.
4. McGregor, D. et al., Fundamental Toxicology RSC, London, 2006
5. <https://www.napofilm.net/sl> (pridobljeno 17.1. 2019)
6. Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta, vodnik po kampanji, Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, Bilbao, 2018
7. Uredba (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. december 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi
8. Kennedy, J., Fighting Chemophobia: A survival guide against marketers who capitalise on our innate fear of chemicals for financial and political gain, Amazon, 2018



## Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta

Lidija Korat

*Inšpektorat RS za delo*

V gospodarstvu praktično ni dejavnosti, v kateri delavci ne bi bili izpostavljeni nevarnim snovem. Izpostavljeni so jim tako v kemijskih dejavnostih kot tudi v številnih drugih, npr. v lesni, pohištveni in kovinskopredelovalni industriji, v gradbeništvu (kjer so izpostavljeni celo rakotvornim snovem, npr. pri odstranjevanju azbesta), v pekarstvu, pri popravilih motornih vozil, industrijskem čiščenju itd. Zadnje čase se velika pozornost posveča tudi tveganjem zaradi izpostavljenosti nanodelcem.

Po podatkih Mednarodne organizacije dela je bilo v letu 2010 po vsem svetu več kot 313 milijonov nezgod pri delu, pri čemer so upoštevane samo tiste, zaradi katerih je bil delavec odsoten več kot 4 dni. Zaradi nezgod pri delu in bolezni, povezanih z delom, vsako leto umre več kot 2,30 milijona ljudi, od tega preko 350.000 zaradi nezgod pri delu (15 %) in skoraj 2 milijona zaradi bolezni, povezanih z delom. Skoraj 900.000 ljudi umre zaradi nevarnih kemičnih snovi, kar predstavlja 39 % vseh smrtnih nezgod (ocenjeno za leto 2011). To predstavlja izgubo 4 % svetovnega BDP. Stroški nezgod in bolezni, povezanih z delom, so v Evropski uniji ocenjeni na 2,6 % do 3,8 % BDP.

### **Problematika nevarnih snovi**

Učinkovito obvladovanje in nadzor izpostavljenosti nevarnim snovem sta pomembna tako za posameznika kot tudi za podjetja, države in globalno skupnost. Varnost in zdravje pri delu morata biti del varnostne kulture vsakega posameznika in interes vsake države oz. družbe kot celote. Glavni problemi pri doseganju tega cilja so: pomanjkljivo poznavanje problematike, obsežna zakonodaja in kompleksnost področja. Problematika izpostavljenosti nevarnim snovem je zelo aktualna, kljub temu je v Republiki Sloveniji na voljo le malo podatkov in analiz o izpostavljenosti tovrstnim snovem. Podobno velja za druge države. Tako ni celovitega pregleda, katerim nevarnim snovem so delavci izpostavljeni, kakšnim koncentracijam in v katerih podjetjih oz. na katerih delovnih mestih. Težave so tudi pri izvajanju ekološkega in biološkega monitoringa na delovnih mestih. Ker Komisija EU ni določila ne indikativnih ne zavezujočih mejnih vrednosti za poklicno izpostavljenost za vse nevarne snovi, ki se pojavljajo na delovnih mestih, so posamezne države članice samostojno določile te vrednosti v svojih internih aktih. Zato so mejne vrednosti v državah EU neenotne, kar lahko predstavlja nelojalno konkurenco med podjetji posameznih držav. Podobne težave so tudi pri izvajanju biološkega monitoringa, kjer prihaja do dodatnih težav, saj poleg tega, da niso predpisane zavezujoče biološke mejne vrednosti, niso določeni niti postopki in metode za izvajanje biološkega monitoringa za posamezno nevarno snov. Temeljni problem pri doseganju ciljev varnostne politike je nepoznavanje ali slabo poznavanje lastnosti nevarnih snovi, njihova neustrezna uporaba, pomanjkljiv nadzor in neupoštevanje varnostnih ukrepov. Posledice so okvare zdravja, poklicna obolenja, nezgode pri delu, požari in eksplozije, ki imajo za posledico materialno škodo, ogrožanje človeških življenj in ekološko onesnaženje. Pri reševanju teh problemov ima izobraževanje poseben pomen in bi moralo pri posameznikih potekati kontinuirano od zgodnjega šolanja ter vso delovno dobo. Med delodajalci so velike razlike glede zainteresiranosti za varnost in zdravje pri delu, saj je njihov interes odvisen od odnosa in politike do tega področja. V manjših podjetjih pogosto ne posvečajo dovolj pozornosti varnosti in zdravju pri delu, saj za to področje praviloma nimajo strokovnjakov. Pri večjih delodajalcih je lahko problem nepreglednost zaradi velikega števila delovnih mest.

Zakonodaja, ki ureja področje varnosti in zdravja pri delu in s tem izpostavljenost nevarnim snovem, je izjemno obsežna in se poleg tega redno spreminja. Evropska unija predpisuje številne direktive, smernice in standarde, ki jih nato posamezne članice implementirajo v svoje nacionalne zakonodaje. Zaradi razsežnosti področja se delodajalci soočajo s težavami, ki jih prinaša nenehno spreminjanje

zakonodaje, saj je treba spremembe ustrezno umestiti v številne interne akte in navodila. Poleg tega je treba zagotoviti, da se bodo novosti zakonodaje upoštevale na vsakem posameznem delovnem mestu. Korenite spremembe na področju nevarnih snovi je prinesla Uredba REACH in Uredba CLP. Nova zakonodaja prinaša tudi nove prepovedi uporabe določenih snovi, kar vpliva na potrebe po spreminjanju in posodabljanju tehnoloških procesov in vzdrževalnih postopkov ter zahteva redno obnavljanje ocenjevanja tveganj na delovnih mestih. To pomeni, da je treba slediti zelo obsežni in zahtevni zakonodaji, ki se pogosto spreminja in jo je treba v kratkem času umestiti na delovna mesta. V nasprotju z zgoraj navedenim je področje nanotehnologije še popolnoma neregulirano, in to kljub številnim aplikacijam na področju zdravstva, biotehnologije, informacij in komunikacij, v kemični, elektronski in vojaški industriji, v kmetijstvu, gradbeništvu in proizvodnji energije. Kot kažejo raziskave, je pričakovati, da bo do leta 2020 približno 20 % vseh proizvedenih izdelkov do določene mere temeljilo na uporabi nanotehnologije. Toda razkorak med poznavanjem izdelave in uporabe nanodelcev ter poznavanjem njihovega vpliva na zdravje je velik, zato so tveganja, povezana z nastajajočo nanotehnologijo, še v veliki meri neznanka. Področje nanotehnologije še ni posebej regulirano z nobenim evropskim predpisom. Znanstvene raziskave, ki so bile narejene na področju vpliva nanodelcev na zdravje ljudi, še ne dajejo zadovoljivih odgovorov delodajalcem, kako ustrezno zagotavljati varne delovne razmere, in tudi ne organom nadzora, kako učinkovito opravljati nadzor.

Področje varnosti in zdravja pri delu je izjemno kompleksno. Prisotnost nevarnih kemičnih snovi na delovnih mestih vpliva na zdravstveno stanje delavcev, zato zahteva ustrezen monitoring izpostavljenosti, kontinuirano izobraževanje in usposabljanje, poznavanje tehnoloških procesov, sredstev za delo, osebne varovalne opreme, notranjega transporta, skladiščenja nevarnih snovi, pravnih aktov, ustreznosti zgradb in delovnega okolja, obveznosti glede obveščanja organa nadzora, tj. Inšpektorata RS za delo, itd. Ob tem je treba upoštevati še varovane kategorije delavcev, kot so npr. invalidi, nosečnice, doječe delavke in delo otrok. V naših delovnih okoljih so tudi državljani drugih članic in nečlanic EU, kar predstavlja dodatno tveganje zaradi jezikovnih barrier. Prav tako se v delovne procese pogosto vključujejo zunanji izvajalci, npr. pri izvajanju remontnih, vzdrževalnih in investicijskih del, kar prispeva k povišanju tveganja zaradi izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem. V kontekstu izpostavljenosti nevarnim snovem je posebej kompleksno procesnotehniško področje, saj zahteva obvladovanje naprednih tehnologij in postopkov za znižanje izpostavljenosti ter načrtovalskih metod za implementacijo teh tehnologij v tehnološke procese in njihovo učinkovito vzdrževanje.

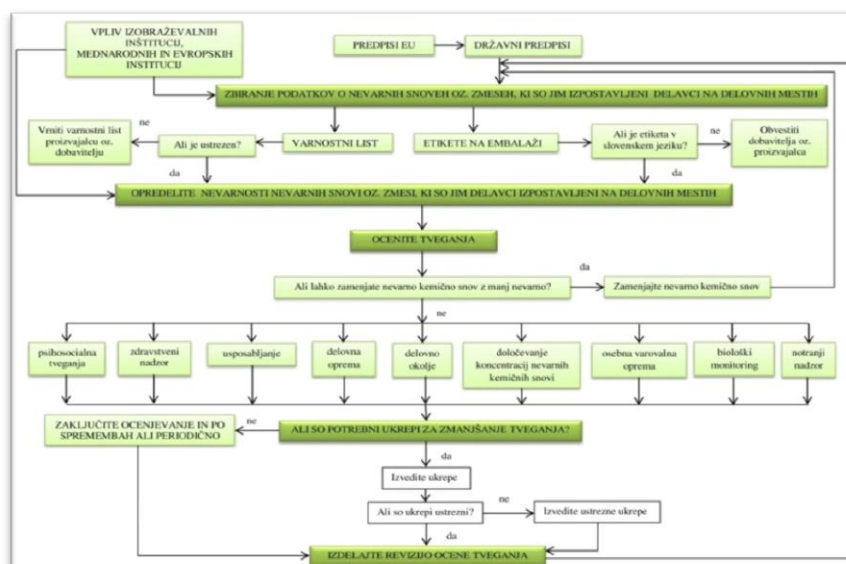
Leta 2014 je bilo v EU 217 milijonov delavcev. V istem letu je bilo zabeleženih 3,2 milijona nezgod pri delu z odsotnostjo delavca več kot 4 dni, zaradi nezgod pri delu pa je umrlo 3.739 delavcev. Po ocenah Mednarodne organizacije dela vsako leto v EU-27 umre za posledicami dela 167.000 delavcev. Kar 159.500 teh smrtnih žrtev lahko pripišemo z delom povezanim boleznim, od katerih jih je 74.000 pripisati izpostavljenosti nevarnim snovem. Po ocenah so leta 2012 v državah članicah EU diagnosticirali 2,7 milijona novih primerov raka. Število smrti zaradi poklicnega raka se v EU za leto 2012 ocenjuje na 79.700. Po poročanju Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu pa pri svojem delu 15 % delavcev rokuje z nevarnimi snovmi, nadaljnjih 19 % na svojem delovnem mestu vdihuje dim, hlape, prah. Glede na resnost problema je Evropska komisija nevarne kemične snovi vključila v strateški okvir EU za varnost in zdravje pri delu za obdobje 2014–2020, pri čemer je treba še naprej posebno pozornost namenjati poklicnim vrstam raka, boleznim, ki jih povzroča azbest, pljučnim in kožnim boleznim, astmi ter drugim kroničnim boleznim.

### **Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta**

Zakonodajalec postavlja pogoje za varne delovne razmere na delovnih mestih, zato je treba vzpostaviti čim boljši način implementiranja predpisov v delovna okolja, da ne prihaja do razlik med predpisanimi in dejanskimi razmerami na delovnih mestih. K temu zagotovo pripomore ustrezen zunanji nadzor glede upoštevanja ukrepov za varno opravljanje dela, kakor tudi notranji nadzor. Delodajalec lahko zmanjša izpostavljenost nevarnim kemičnim snovem z zamenjavo nevarne snovi z manj nevarno, s tehnološkimi rešitvami, po katerih se zmanjšajo emisije v delovno okolje, z ustrežno organizacijo dela, pri čemer

skladnost ni odvisna samo od znanja, razumevanja in spretnosti posameznikov, pač pa tudi od motivacije posameznika, in nenazadnje z uporabo ustrezne osebne varovalne opreme. Izpostavljenost se zmanjša tudi z ustreznimi postopki preverjanja in odobritve nevarnih in zelo nevarnih snovi, upoštevanjem součinkovanja hrupa in ototoksičnih kemikalij, ustreznim usposabljanjem delavcev, ustreznim merjenjem koncentracij nevarnih snovi, ustreznim izvajanjem biološkega monitoringa. Praviloma se problematika izpostavljenosti ne obravnava celovito, ampak se rešujejo parcialni problemi. Izpostavljenost nevarnim snovem na delovnih mestih je zelo kompleksno področje, ki zahteva interdisciplinarni pristop, v katerega morajo biti vključena področja varnosti in zdravja pri delu, splošne kemije, analitske kemije, kemijske procesne tehnike, medicine in prava.

Interdisciplinaren pristop je prikazan na sliki 1 in je zasnovan na algoritemski način, ki sestoji iz petih korakov. K prvemu koraku, »Zbiranju podatkov o nevarnih snoveh oz. zmeseh, ki so jim delavci izpostavljeni na delovnih mestih« imajo za učinkovito zbiranje podatkov o nevarnih snoveh oz. zmeseh na delovnih mestih, velik vpliv izobraževalne institucije, mednarodne in evropske institucije, evropski predpisi, kakor tudi državni predpisi. V drugem koraku, »Opredelitev nevarnosti«, je potrebno prepoznati nevarnosti, ki izhajajo iz lastnosti nevarnih snovi oz. zmesi. V tretjem koraku, »Ocenitev tveganja«, je potrebno upoštevati celovito obravnavo dejavnikov, ki vplivajo na tveganja in prispevajo k njihovemu zniževanju, kot so psihosocialne razmere, zdravstveni nadzor, usposabljanja, delovna oprema, delovno okolje (osvetljenost, toplotno udobje, ročno premeščanje bremen, hrup, vibracije, elektromagnetna sevanja, alkohol, droge in druge psihoaktivne snovi, ustreznost hrambe in skladiščenje nevarnih snovi), meritve kemičnih škodljivosti, osebna varovalna oprema, biološki monitoring in izvajanje notranjega nadzora. V četrtem koraku, »Ukrepi za zmanjšanje tveganja«, je potrebno upoštevati varnostne ukrepe od tistih z najvišjo prednostjo, tj. nadomestitev nevarne kemične snovi in/ali procesa z manj nevarno ali nenevarno snovjo in/ali procesom, če je to tehnično možno, do organizacijskih in individualnih ukrepov. V petem koraku, »Revizija ocene tveganja«, je potrebno upoštevati kriterije za redno obnavljanje ocene tveganja in evalvacijo napredka.



Slika 1: Interdisciplinaren pristop za varno ravnanje z nevarnimi snovmi na delovnih mestih

## Zaključki

Izpostavljenost nevarnim snovem na delovnih mestih je kompleksno področje, ki zahteva interdisciplinarno obravnavo. Samo s sistemskim pristopom, ki problematiko obravnava celovito, tako da povezuje različne discipline, tj. splošno kemijo, analitsko kemijo, kemijsko procesno tehniko, medicino in pravo, se omogoča celovit nadzor nad izpostavljenostjo nevarnim snovem na delovnih mestih. S tem se

prispeva k zmanjšanju tveganja glede rokovanja z nevarnimi snovmi in prispeva k varnejšemu ravnanju z nevarnimi snovmi na delovnih mestih.

**Ključne besede:** *nevarne snovi, delovno mesto, ravnanje, inšpekcijski nadzor*

## Viri

1. EUROPEAN COMMISSION, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2014-2020.
2. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0332> (dostop 9.1.2019).
3. Eurostat, Statistics Explained, (2014), Accidents at work statistics, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main>. (dostop 9.1.2019).
4. EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work, [https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/TE3008390ENC\\_chemical\\_risks/view/](https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/TE3008390ENC_chemical_risks/view/) (dostop 9.1.2019).
5. OECD, (2014), Health at a Glance: Europe 2014, European Commission, OECD Publishing, [http://dx.doi.org/10.1787/health\\_glance\\_eur-2014-en](http://dx.doi.org/10.1787/health_glance_eur-2014-en) (dostop 9.1.2019).
6. Jongeneel W.P., Eysink P.E.D., Theodori D., Hamberg-van Reenen H.H., Verhoeven J.K., (2016), Work-related cancer in the European Union, Size, impact and options for further prevention. RIVM Letter report 2016-0010, National Institute for Public Health and the Environment, The Netherlands. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0010.pdf> (dostop 9.1.2019).
7. Parent-Thirion A., Fernandez Macias E., Hurley J., Vermeylen G., (2007), Fourth European Working Conditions Survey, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Luxembourg, <http://eurofound.europa.eu/pubdocs/2006/98/en/2/ef0698en.pdf> (dostop 9.1.2019).
8. EC, (2014), EUROPEAN COMMISSION, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2014-2020,
9. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0332> (dostop 9.1.2019).
10. Korat L., (2017), Pristop za celovit nadzor izpostavljenosti nevarnim snovem na delovnih mestih : doktorska disertacija, Maribor, 194 str., ilustr. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=65186>. [COBISS.SI-ID 20924694].

## Rakotvorne snovi v delovnem okolju: novosti na področju pravne ureditve

Petra Bechibani

*Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti*

Evropska direktiva, ki ureja področje varnosti in zdravja pri delu z rakotvornimi snovmi je Direktiva 2004/37/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. aprila 2004 o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem pri delu. Le ta je bila po trinajstih letih dopolnjena z Direktivo 2017/2398/EU, ki je bila sprejeta 12. decembra 2017. Direktiva 2017/2398/EU določa mejne vrednosti za 14 rakotvornih snovi. Direktiva 2017/2398/EU bo prenešana tudi v slovenski pravni red. Rok za prenos Direktive 2017/2398/EU pa je 17. januar 2020. Po oceni ILO:

- vsako leto zaradi poklicnega raka v EU umre 102.500 ljudi, kar je 20-krat več kot zaradi nezdod pri delu;
- je 8-16% vsega raka v EU posledica poklicne izpostavljenosti rakotvornim snovem;
- V RS zaradi posledic poklicnega raka umre 442 ljudi;
- je najpogostejši poklicni rak – pljučni rak (54-75%);
- je 17-29% vsega pljučnega raka poklicni rak;
- najpogosteje pa ljudje v 28 državah EU umirajo zaradi poklicnega raka, povzročena zaradi izpostavljenosti azbestu (ocena 47.000 smrti letno).

Evropska direktiva, ki ureja področje varnosti in zdravja pri delu z rakotvornimi snovmi je Direktiva 2004/37/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. aprila 2004 o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem pri delu, Priloga III te direktive– določa mejne vrednosti zgolj za 3 rakotvorne snovi, ki so določene na podlagi trenutno razpoložljivih znanstvenih spoznanj, socialno-ekonomskih kriterijev in tehničnih možnosti. Direktiva 2004/37/ES je bila v slovenski pravni red prenesena s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem (Uradni list RS, št. 101/05, 43/11 - ZVZD-1 in 38/15), ki določa mejne vrednosti 46 rakotvornih snovi in razvršča 158 rakotvornih snovi.

Ker Direktiva ni bila spremenjena vse od leta 2004, je Evropska konfederacija sindikatov ETUC v letu 2015 začela kampanjo, s katero poziva Evropsko komisijo k dopolnitvi Direktive 2004/37/ES z obvezujočimi mejnimi vrednostmi za poklicno izpostavljenost za 50 najpomembnejših rakotvornih snovi. ETUC je v letu 2016 kampanjo nadgradila s seznamom rakotvornih snovi, ki predstavljajo 80% poklicne izpostavljenosti rakotvornim snovem na evropskih delovnih mestih. Kampanja je naletela na veliko podporo, saj so ministri za delo Nizozemske, Belgije, Nemčije in Avstrije že leta 2014 pozvali EK, da le ta določi mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost za 50 najpogostejših rakotvornih snovi na delovnem mestu. ETUC je Evropski komisiji predlagala, da le ta pripravi dopolnitev Direktive 2004/37/ES, ki naj bi po predlogu ETUC potekala v 4 fazah.

Po trinajstih letih je Evropska unija izdala prvo dopolnitev Direktive 2004/37/ES, Direktivo 2017/2398/EU, ki je bila sprejeta 12. decembra 2017. Direktiva 2017/2398/EU sledi predlogu ETUC in sledi predlogu prvega vala mejnih vrednosti in določa mejne vrednosti za 14 rakotvornih snovi. Direktiva 2017/2398/EU bo prenešana tudi v slovenski pravni red. Rok za prenos Direktive 2017/2398/EU je 17. januar 2020, razen za prah trdega lesa, za katerega velja prehodno obdobje do 17. januarja 2023 in spojine šest valentnega kroma, za katere velja prehodno obdobje do 17. januarja 2025.

**Ključne besede:** *Direktiva 2004/37/ES, rakotvorne snovi, pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem pri delu*

## Brema raka v Sloveniji 2015

Vesna Zadnik<sup>1</sup>, Tina Žagar<sup>1</sup>, Katarina Lokar<sup>1</sup>, Sonja Tomšič<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Onkološki inštitut Ljubljana

Zbiranje podatkov o bolnikih z rakom ima v Sloveniji dolgoletno tradicijo, saj imamo na Onkološkem inštitutu Ljubljana enega najstarejših populacijskih registrov raka v Evropi, Register raka Republike Slovenije. Ustanovljen je bil leta 1950 kot posebna služba za zbiranje in obdelavo podatkov o incidenci raka, prevalenci in preživetju bolnikov z rakom. Podatke o umrljivosti za rakom zbira Nacionalni inštitut za javno zdravje.

Leta 2015 je v Sloveniji za rakom zbolelo 14.329 ljudi (7.859 moških in 6.470 žensk). Starostno standardizirana incidenčna stopnja (evropsko prebivalstvo) je bila 478,9/100.000, 581,9 pri moških in 403,9 pri ženskah. Od rojenih leta 2015 bosta do svojega 75. leta starosti predvidoma za rakom zbolela eden od dveh moških in ena od treh žensk. Leta 2015 je za rakom umrlo 6.216 Slovencev, 3.484 moških in 2.732 žensk. Med nami je živelo 102.393 ljudi (46.168 moških in 55.225 žensk), ki so kadarkoli zboleli za eno od rakavih bolezni (prevalenca).

Čeprav se ogroženost z rakom zmerno veča, je največja v poznejših letih; od vseh rakavih bolnikov je leta 2015 kar 62 % moških in 60 % žensk zbolelo potem, ko so dopolnili 65 let. Ker se slovensko prebivalstvo stara, je samo zaradi čedalje večjega deleža starejših pričakovati, da se bo število novih primerov raka še večalo. Ocenjujemo, da je bilo leta 2018 že 15.300 novih bolnikov.

Število novo zbolelih se vsako leto poveča. Groba incidenčna stopnja se je v zadnjih dvajsetih letih skoraj podvojila, v zadnjem desetletju se veča za 1 % povprečno letno (2,4 % pri moških in 1,6 % pri ženskah). Groba stopnja umrljivosti se je pri moških v zadnjih 10-ih letih večala povprečno za 1,0 % letno, pri ženskah pa za 1,1 %. Več kot polovica tega povečanja gre pripisati staranju prebivalstva, saj ima z daljšo življenjsko dobo tudi več ljudi možnost dočakati to bolezen.

Rak ni ena sama bolezen, temveč več sto različnih. Te lahko vzniknejo v vseh tkivih in organih človeškega organizma. Razlikujejo se po pogostosti, zdravljenju in izidu, imajo pa tudi različne bolj ali manj znane nevarnostne dejavnike. Pet najpogostejših vrst raka pri nas – kožni (brez melanoma), prostate, raki debelega črevesa in danke, dojke in pljuč obsegajo skoraj 60 % vseh novih primerov rakavih bolezni. Najpogostejši raki so povezani z nezdravim življenjskim slogom, čezmernim sončenjem, nepravilno prehrano, kajenjem in čezmernim pitjem alkoholnih pijač. Ogroženost z njimi je treba zmanjšati z ukrepi primarne preventive. Pri moških je bil z 20 % vseh rakov na prvem mestu rak prostate, sledili so mu kožni rak (brez melanoma), pljučni rak in rak debelega črevesa in danke. Pri ženskah petino vseh rakov zavzemajo raki dojke, sledijo mu nemelanomski kožni rak, rak debelega črevesa in danke ter pljučni rak.

Med pogostejšimi rakavimi boleznimi se je pri moških incidenčna stopnja pljučnega raka večala vse do začetka devetdesetih let prejšnjega stoletja, ko se je ustalila pri vrednosti okoli 90/100.000. Strmo pa pljučnega raka prehitelata rak prostate (povečanje za 4,2 % povprečno letno) in kožni nemelanomski rak (povečanje za 5,2 % povprečno letno). Izjemno povečanje incidence raka prostate v zadnjem desetletju ni posledica kakega novega nevarnostnega dejavnika, pač pa predvsem vse širše rabe testa za določanje za prostato specifičnega antigena (PSA) pri zdravih moških in odkrivanja velikega števila primerov, ki bi drugače ostali vse življenje prikriti. Podatki za zadnja leta kažejo, da smo vrh incidence raka prostate vseeno že dosegli. Tudi časovne spremembe v pojavljanju raka debelega črevesa in danke je potrebno ocenjevati z upoštevanjem sprememb v diagnostiki – leta 2009 smo namreč v Sloveniji uvedli Državni program presejanja in zgodnjega odkrivanja predrakavih sprememb in raka na debelem črevesu in danki (SVIT). Incidenca raka debelega črevesa in danke se je pri moških med leti 2006 in 2010 povečevala za

7,6 % letno, od leta 2010 do 2015 pa pada za 5,2 % letno. Med pogostejšimi rakavimi boleznimi so se pri ženskah večale incidenčne stopnje raka dojk (za 1,4 % povprečno letno), kože, razen melanoma (povečanje za 3,5 % povprečno letno), pljučnega raka (za 4,2 % povprečno letno) in raka materničnega telesa (za 2,5 % povprečno letno). Incidenčna stopnja raka materničnega vratu od uvedbe Državnega presejalnega programa za odkrivanje predrakavih in zgodnjih rakavih sprememb na materničnem vratu (ZORA) strmo manjša (za 3,4 % povprečno letno v zadnjih desetih letih). Podobno kot pri moških se tudi pri ženskah zaradi uvedbe presejalnega programa SVIT spreminja časovni trend pojavljanja raka debelega črevesa in danke – med leti 2006 in 2010 se je incidenca povečevala za 3,9 % letno, od leta 2010 do 2015 pa pada za 4,5 % letno.

Petletno čisto preživetje moških bolnikov s katerokoli vrsto raka razen nemelanomskega kožnega, ki so zboleli v obdobju 2011–2015, je bilo že 55,5-odstotno, žensk pa 59,2-odstotno in se z leti veča. Več kot 80-odstotno je bilo relativno 5-letno preživetje pri moških z rakom mod, ščitnice, Hodgkinovo boleznijo, rakom prostate in kožnim melanomom. Pri ženskah pa pri bolnicah z rakom ščitnice, kožnim melanomom, Hodgkinovo boleznijo, rakom dojk in rakom materničnega telesa.

**Ključne besede:** *register raka, incidenca, umrljivost, preživetje*

**Viri:**

1. Rak v Sloveniji 2015. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka, Register raka Republike Slovenije, 2018.
2. Zadnik V, Primic Žakelj M, Lokar K, Jarm K, Ivanus U, Zagar T. Cancer burden in Slovenia with the time trends analysis. *Radiol Oncol* 2017; 51(1): 47-55. doi:10.1515/raon-2017-0008
3. Zadnik V, Primic Žakelj M. SLORA: Slovenija in rak. Epidemiologija in register raka. Onkološki inštitut Ljubljana. Spletni vir: [www.slora.si](http://www.slora.si) (14.11.2018).

## Kaj je res in kaj ne o hormonskih motilcih

Gregor Majdič

*Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta*

V zadnjih letih smo lahko tako v strokovni literaturi kot v časopisih in revijah veliko prebrali o hormonskih motilcih. Veliko ljudi je postalo zaskrbljenih zaradi kemikalij v našem okolju, ki lahko delujejo podobno kot hormoni v našem telesu in na ta način potencialno motijo normalne procese v organizmu. Poročanje o tovrstnih kemikalijah in njihovih učinkih je pogosto senzacionalistično in zato zbuja zaskrbljenost pri ljudeh. A kakšni so dejansko znanstveni dokazi, ki potrjujejo, da hormonski motilci iz našega okolja vplivajo na naše zdravje?

Številne kemikalije, ki jih uporabljamo vsakodnevno, imajo lahko škodljiv vpliv na naše zdravje, če smo jim izpostavljeni v visokih koncentracijah. Popolnoma jasno je, da številne snovi v visokih koncentracijah povzročajo različne vrste rakavih obolenj. Številne snovi so se v preteklosti izkazale, da lahko povzročajo genske mutacije in s tem nepravilnosti pri razvoju plodu v maternici (prirojene napake). Vemo tudi, da lahko številne kemikalije, predvsem škropiva, ki se uporabljajo ali so se uporabljala v kmetijstvu, lahko vplivajo na delovanje spolnih organov tako pri moških kot pri ženskah, če jih po nesreči zaužijemo v velikih količinah. A tveganje za zdravje običajnih ljudi, ki smo tem različnim kemičnim snovem izpostavljeni v zelo majhnih koncentracijah, je veliko težje določiti. Seveda lahko nekatere kemikalije škodljivo vplivajo na naše zdravje tudi v nizkih koncentracijah, sploh če se nalagajo v telesu in se tako njihova koncentracija skozi leta in desetletja povečuje. Dva najbolj znana primera takšnih kemikalij sta DDT in poliklorirani bifenili, ki so bili zaradi njihovega dokazanega škodljivega učinka že pred desetletji prepovedani.

A kaj so hormonski motilci? S tem izrazom označujemo vse snovi, ki bi lahko delovale škodljivo na naše telo na tak način, da bi oponašale delovanje hormonov v telesu. Hormonske motilce se največkrat povezuje s spolnimi hormoni in delovanjem spolnih organov, hormonski motilci pa so lahko tudi snovi, ki imajo delovanje podobno hormonom ščitnice, hormonom nadledvične žleze in drugim. A kot rečeno o hormonskih motilcih največkrat govorimo v povezavi s spolnimi hormoni, predvsem estrogeni, ter delovanjem spolnih organov. Razprave o snoveh iz okolja, ki bi lahko motile delovanje hormonov v telesu, so izšle iz epidemioloških podatkov, ki so pokazali, da se je v zadnjih desetletjih močno povečala pojavnost raka na dojkah pri ženskah in na modih pri moških, pri moških pa tudi v pojavnost nepravilnosti pri razvoju moških spolnih organov, ki se lahko pokažejo v obliki nespuščenih mod, nepravilnosti v razvoju moškega spolnega uda (t.i. hipospadije) in morebiti tudi v zmanjšanemu številu semenčic pri odraslih moških. Morebitno povezavo med snovmi, ki posnemajo delovanje hormonov in rakom na dojki najbolj prepričljivo kažejo podatki o povečani pojavnosti raka dojk pri ženskah, ki so bile v času razvoja v maternici izpostavljene povečani koncentraciji estrogenih (ženskih spolnih) hormonov. V šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja se je namreč nekaj časa uporabljalo umetni estrogeni hormon dietilstilbestrol (DES) kot zaščito pri rizičnih nosečnostih. DES naj bi preprečeval spontane splave, a se je kasneje izkazalo, da to ne drži, da pa je imelo jemanje tega zdravila škodljive posledice tako za ženske kot moške potomce žensk, ki so v času nosečnosti jemale DES. Pri moških potomcih je bilo že ob rojstvu več razvojnih nepravilnosti kot so nespuščena moda in hipospadije, pri ženskah pa se je po 40 letih pokazalo, da pogosteje zbolevalo za rakom na dojkah. To je vsekakor zelo zaskrbljujoče, a treba je povedati, da so bile te ženske izpostavljene zelo visokim dozam DES (estrogenov), mnogo višjim kot smo jim izpostavljeni v vsakdanjem življenju. O hormonskih motilcih smo prvič začeli govoriti pred približno 25 leti, ko so bila v znanstvenih revijah prvič objavljena poročila o povečevanju prirojenih napak pri moških spolnih organih (nespuščena moda ali kriptorhizem, nepravilno razvita sečnica (hipospadija), poročila o zmanjševanju števila semenčic pri moških ter povečevanje raka na modih. Številne raziskave v zadnjih desetletjih niso uspeli z zanesljivostjo potrditi povečanja števila



primerov za prve tri motnje, epidemiološki podatki pa zanesljivo kažejo, da se je povečala pojavnost raka na modih pri moških. Te podatke lahko štejemo za zanesljive, saj je rak mod bolezen mlajših moških, zato se ga običajno ugotovi in povečevanja pojavnosti ne moremo pripisati boljši diagnostiki. Podobno se pri ženskah povečuje pojavnost raka na dojkah, vzrokov za to pa še ne poznamo. Podobnosti med temi težavami in težavami, ki so jih ugotavljali pri potomcih in potomkah žensk, ki so se zdravile z DES pa so bili podlaga za teorijo, da snovi iz okolja posnemajo delovanje hormonov in vplivajo na razvoj in delovanje naših spolnih, morebiti pa tudi nekaterih drugih, organov.

Številne raziskave so se nato posvetile iskanju snovi, ki bi lahko imele takšna, hormonom podobna delovanja in znanstveniki so odkrili kar nekaj takšnih snovi. Med najbolj znanimi so zagotovo bisfenol A, snov, ki jo veliko uporabljajo v proizvodnji plastik, pa derivati DDT-ja, ki jih še vedno lahko najdemo marsikje po svetu, poliklorirani bifenili, ki jih poznamo tudi v Sloveniji iz žalostne zgodbe z belokranjsko reko Krupo, snovi, ki se uporabljajo za barvanje ladij in še nekatere druge. Poleg teh umetnih snovi, pa imajo estrogenim hormonom podobno delovanje tudi številne naravne snovi. Kar nekaj rastlin tako vsebuje naravne snovi, ki so zelo podobne estrogenim hormonom in jih imenujemo fitoestrogeni (estrogeni iz rastlin). Veliko takšnih snovi ima npr. soja, pa različne detelje in lucerna, v manjših količinah (nenevarnih za zdravje) pa tudi druge stročnice in koruza.

Raziskave v laboratorijih s celicami ali laboratorijskimi živalmi so pokazale, da številne takšne snovi dejansko lahko vplivajo na delovanje spolnega sistema, na razvoj spolnih organov in tudi na razvoj nekaterih rakastih obolenj kot so rak prostate in rak dojke. A skoraj vse takšne raziskave so bile narejene z visokimi koncentracijami teh snovi, ki niso primerljive naši vsakdanji izpostavljenosti. V zadnjih letih je bilo narejenih tudi več epidemioloških raziskav, ki so poskušale pokazati povezavo med izpostavljenostjo hormonskim motilcem in zdravjem ljudi, a do sedaj trdnih dokazov, da bi takšna povezava dejansko obstajala, nimamo. Seveda so lahko vse te snovi škodljive za naše zdravje, če smo jim izpostavljeni v velikih količinah (kot npr. krokodili v znanem jezeru na Floridi Apopka, ki imajo zaradi DDT težave z razmnoževanjem, a v primeru tega jezera je šlo za zelo veliko onesnaženje, ko se je ob nesreči v jezero sprostil nekaj ton DDT). Številne raziskave v različnih državah po svetu, ki so proučevale izpostavljenost v različnih obdobjih življenja pa npr. niso uspeli pokazati povezave med hormonskimi motilci in pojavnostjo raka na dojki. Rezultati vseh teh raziskav so zato opogumljajoči, čeprav je hkrati potrebno povedati, da dokončnega odgovora zagotovo nimamo, in ga verjetno še dolgo ne bomo imeli. Vedno se lahko vprašamo, ali so v teh številnih raziskavah ugotavljali izpostavljenost pravi kemikaliji in ali so gledali pravi čas izpostavljenosti, a po drugi strani veliko število raziskav in dejstev, da imajo vse kemične snovi iz okolja zelo šibko delovanje v primerjavi z ženskimi spolnimi hormoni estrogeni (npr. od tisočkrat do milijon-krat v primerjavi z DES), s katerimi je žensko telo preplavljeno veliko časa, kažejo, da je takšna povezava malo verjetna. Vloga estrogenih hormonov pri nastanku raka na dojki je sploh zelo zapletena, saj raziskave kažejo, da naj bi imeli ti v določenih obdobjih življenja in določenih koncentracijah zaščitno vlogo, pri določenih izpostavljenostih pa bi povečevali pojavnost raka na dojkah. Izpostavljenost visokim koncentracijam v času razvoja plodu, pa tudi daljša izpostavljenost v času življenja (zaradi zgodnje pubertete in pozne menopavze) tako povečujeta verjetnost razvoja raka dojke. Debelost, preko povečane koncentracije estrogenih hormonov, ki nastajajo tudi v maščobnih celicah, v obdobju po menopavzi predstavlja dodaten dejavnik tveganja, pri ženskah pred menopavzo pa debelost ne predstavlja dodatnega tveganja (kar pa seveda ne pomeni, da je prekomerna telesna teža koristna, saj ima številne druge negativne učinke za naše zdravje). Po drugi strani pa je več raziskav pokazalo, da izpostavljenost estrogenim hormonom v določenih obdobjih življenja lahko ščiti pred rakom dojke. Raziskave pri laboratorijskih podganah so tako pokazale, da dodajanje estrogenih hormonov pred izpostavljenostjo nekaterim snovem, ki vplivajo na nastanek raka dojke, zmanjša škodljivi učinek teh snovi, in tudi nekatere epidemiološke raziskave pri ljudeh so pokazale, da naj bi imela zgodnejša nosečnost (pred 20 letom), ko je telo izpostavljeno visokim koncentracijam estrogenih hormonov imela zaščiten vpliv proti raku dojke. Ker ne razumemo povsem vloge estrogenih hormonov pri razvoju raka dojke je tudi težko ugotavljati povezave med izpostavljenostjo hormonskim motilcem in to boleznijo, a kot rečeno, so koncentracije teh snovi v okolju in njihova estrogena aktivnost večinoma tako majhni, da je ta povezava vprašljiva.

Pri moških so precej dobro proučene povezave med velikostjo moda, nepravilnostmi v razvoju mod in izpostavljenostjo estrogenim snovem. Nedvomno lahko snovi z estrogenim delovanjem v visokih koncentracijah motijo normalen razvoj mod, ki ga ureja moški spolni hormon testosteron. Preveč estrogenov ali njim podobnih kemikalij lahko povzroči prirojene napake kot so nespuščeno modo ter hipospadije, prav tako pa lahko estrogeni hormoni ali njim podobne kemikalije motijo deljenje posebnih celic, imenovanih sertolijeve celice, ki skrbijo za razvoj semenčic. Manjše število teh celic v odraslem življenju (delijo se samo v plodu pred rojstvom in kratek čas po rojstvu) pa pomeni manjše število semenčic, ker lahko ena sertolijeva celica pomaga le pri razvoju točno določenega števila semenčic. Vendar pa so vsi ti učinki očitni le pri visoki koncentraciji estrogenih hormonov, ne pa tudi pri zelo nizkih koncentracijah, kakršnim smo izpostavljeni ljudje v vsakdanjem življenju.

Dokončnega odgovora na vprašanje, ali kemične snovi iz okolja, imenovane hormonski motilci, lahko škodljivo vplivajo na razvoj in delovanje našega spolnega sistema in ali lahko spodbujajo pojav raka dojk tako zaenkrat nimamo, in ga bo tudi izjemno težko dobiti. Številne raziskave, narejene v zadnjih dveh desetletjih, so sicer poročale, da različne snovi s hormonom podobnim delovanjem, predvsem bisfenol A, pa ftalati (prav tako deli plastike), DDA, PCB in številne druge lahko motijo razvoj in delovanje spolnega sistema pri sesalcih, a če te raziskave pogledamo podrobneje ugotovimo, da so praktično vse uporabljale in proučevale učinke teh snovi v koncentracijah, ki so mnogo višje od tistih, ki smo jim izpostavljeni ljudje v vsakdanjem življenju. Te raziskave so sicer pokazale, da snovi iz okolja, ki posnemajo delovanje hormonov, lahko vplivajo na naše telo, a v koncentracijah, ki so mnogo višje kot smo jim izpostavljeni ljudje. Raziskave tudi kažejo, da je povezava med hormonskimi motilci in rakom na dojkah malo verjetna, saj je žensko telo večino časa preplavljeno z mnogo višjimi koncentracijami estrogenih hormonov kot ga predstavljajo hormonski motilci, nekoliko bolj verjetna, a vseeno še vedno nedokazana, pa je povezava med izpostavljenostjo hormonskim motilcem in nepravilnostmi v razvoju spolnih organov pri moških. Zato bodo potrebne dodatne raziskave, ki se bodo bolj usmerile na izpostavljenost ljudi in ugotovljale učinke hormonskih motilcev v koncentracijah, kakršnim smo vsakodnevno izpostavljeni ljudje. Zelo pomembno pa je predvsem vprašanje morebitnega skupnega učinka posameznih snovi s hormonskim delovanjem, kar pa dejansko ni dovolj dobro proučeno. V prihodnje bo tako potrebno nujno narediti raziskave, ki bodo upoštevale izpostavljenost različnim snovem iz okolja, hkrati pa morebiti tudi notranje vzroke kot je povišana telesna teža (maščobno tkivo proizvaja estrogene hormone), pretirana uporaba soje (ki vsebuje veliko fitoestrogenov) in druge, ki bi lahko skupaj privedli do močnejših in bolj pomembnih učinkov kot jih ima ena sama kemikalija.

Večina raziskav, če jih kritično in natančno pregledamo kaže, da pretiran strah pred hormonskimi motilci ni upravičen in da ni potrebno nasedati različnim komercialnim ponudbam, ki nam ponujajo steklenice in druge stvari brez hormonskih motilcev. Te snovi resda lahko vplivajo škodljivo na naša telesa, a po zdaj znanih podatkih le v koncentracijah, ki so mnogo višje od tistih, ki smo jim ljudje izpostavljeni v vsakdanjem življenju. Morda res ni dobro puščati plastičnih steklenic poleti na soncu (npr. v avtomobilu), ko se lahko močno segrejejo in zaradi tega lahko iz njih v vsebino steklenice pronica več bisfenola A, nekaj previdnosti pri uživanju sojinih pripravkov v večjih količinah, sploh pri majhnih otrocih, tudi verjetno ni odveč, prav tako ni dobro nasedati reklamam o »bioekvivalentnih hormonih«, pri katerih gre največkrat za fitoestrogene, pretiran strah in obsedenost s hormonskimi motilci pa nista na mestu in nam lahko bolj škodujeta kot koristita.

**Ključne besede:** *Endokrini sistem, hormonski motilci, spolni organi, rak, število semenčic, estrogeni, bisfenol A*

**Viri:**

1. Bonde JP, Ramlau-Hansen, CH, Olsen, J, (2011). Trends in sperm counts: the saga continues. *Epidemiology* 22, 617-619.
2. Bretveld R, Brouwers, M, Ebisch, I, Roeleveld, N, (2007). Influence of pesticides on male fertility. *Scand J Work Environ Health* 33, 13-28.

3. Brown LM, Pottarn, LM, Hoover, RN, Devessa, SS, Aselton, P, Flannery, JT, (1986). Testicular cancer in the United States: trends in incidence and mortality. *International Journal of Epidemiology* 15, 164-170.
4. Cooper RL, Goldman, JM, Stoker, TE, (1999). Neuroendocrine and reproductive effects of contemporary-use pesticides. *Toxicol Ind Health* 15, 26-36.
5. Diamanti-Kandarakis E, Bourguignon, JP, Giudice, LC, Hauser, R, Prins, GS, Soto, AM, Zoeller, RT, Gore, AC, (2009). Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev* 30, 293-342.
6. Dieckmann WJ, Davis, ME, Rynkiewicz, LM, (1953). Does administration of diethylstilbestrol during pregnancy have therapeutic value? *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 66, 1062-1081.
7. Gill WB, Schumacher, GFB, Bibbo, M, Straus, FH, Schoenberg, HW, (1979). Association of diethylstilbestrol exposure in utero with cryptorchidism, testicular hypoplasia and semen abnormalities. *Journal of Urology* 122, 36-39.
8. Nohynek GJ, Borgert, CJ, Dietrich, D, Rozman, KK, (2013). Endocrine disruption: fact or urban legend? *Toxicol Lett* 223, 295-305.
9. Sharpe RM, Skakkebaek, NE, (1993). Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the reproductive tract? *Lancet* 341, 125-126.
10. Sifakis S, Androutsopoulos, VP, Tsatsakis, AM, Spandidos, DA, (2017). Human exposure to endocrine disrupting chemicals: effects on the male and female reproductive systems. *Environ Toxicol Pharmacol* 51, 56-70.

## Bisfenoli v vodnem okolju in njihovi učinki na organizme

Marija Sollner Dolenc<sup>1</sup>, Robert Roškar<sup>1</sup>, Ester Heath<sup>2</sup> in Tatjana Tišler<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo

<sup>2</sup> Institut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju in mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

<sup>3</sup> Kemijski inštitut Ljubljana

Nehomeostazno delovanje endokrinega sistema je povezano z različnimi boleznimi od rakavih obolenj, neplodnosti do sladkorne bolezni. Takšne učinke lahko povzročijo hormonski motilci (EDC-Endocrine Disrupting Chemicals), ki modulirajo delovanje endokrinega sistema in drugih jedrnih receptorjev (npr. AhR, PPAR $\gamma$ , PXR) preko različnih mehanizmov: lahko vplivajo na sintezo, izločanje, transport, vezavo na receptorje in izločanje endogenih hormonov, ali pa imajo epigenetski učinek (1). Eden najbolj znanih endokrinih motilcev je bisfenol A (BPA), ki se kot monomer uporablja pri izdelavi polikarbonatne plastike. Ker je BPA potrjen motilec endokrinega sistema, so se kot njegova zamenjava pojavili drugi analogi, predvsem bisfenol F (BPF) in bisfenol S (BPS), pa tudi BPAF. Kemikalije iz skupine analogov bisfenola A (npr. BPAF, BPAP, BPB, BPC, BPE, BPF, BPS, BPZ) se čedalje pogosteje uporabljajo v vsakdanjem življenju in se posledično pojavljajo kot onesnaževala v okolju (2). Raziskave so pokazale, da imajo nekateri analogi prav tako vpliv na endokrini sistem. Še več, neželeni učinki na različne sisteme v živih organizmih, vključno na endokrini sistem, so bili določeni v različnih študijah za mnoge spojine iz te skupine in zato predstavljajo potencialno tveganje za zdravje ljudi. Otroci (celo prenatalno), mladostniki in nosečnice so najbolj ranljive skupine za škodljive učinke teh kemikalij. Poznavanje škodljivih učinkov teh kemikalij, informacije o pojavnosti in razširjenosti teh snovi v okolju in ljudeh je bistvenega pomena za oceno izpostavljenosti in posledično tveganja za zdravje ljudi. Za mnoge od teh spojin in njihove presnovke je še vedno premalo znanega o njihovih škodljivih učinkih na pomembne človeške biološke sisteme, kot sta imunski in endokrini sistem, maloštevilni pa so tudi podatki o njihovem vplivu na ostale žive organizme. V nadaljevanju predstavljamo rezultate analize prisotnosti različnih analogov BPA v vtokih in iztokih odpadnih voda na izbranih čistilnih napravah v Sloveniji, njihovo prisotnost pa smo skušali ugotoviti tudi v nekaterih večjih slovenskih rekah. Ker se kot analoga BPA pogosto uporabljata BPF ter BPAF, nas je tudi zanimalo, kako vplivata na različne organizme in ali se razlikujejo odzivi na te spojine, če so modelni organizmi izpostavljeni različnim mešanici teh treh bisfenolov.

### Določanje analogov BPA na vtokih in iztokih izbranih čistilnih naprav v Sloveniji

Da bi ugotovili prisotnost analogov BPA in ocenili, kateri se najpogosteje pojavljajo v našem okolju, smo analizirali vtoke in iztoke petih slovenskih čistilnih naprav (Ljubljana, Domžale-Kamnik, Golnik, Novo mesto in Velenje), v primeru čistilnih naprav Ljubljana in Domžale-Kamnik pa tudi njihove glavne vire (3). Za pripravo vzorca smo uporabili ekstrakcijo na trdnih nosilcih, za separacijo plinsko kromatografijo, kot detekcijo pa masno spektrometrični detektor. Ta metoda je validirana, hitra, učinkovita in omogoča zadovoljivo ločljivost proučevanih spojin. Rezultati naše preiskave so pokazali vsebnost vseh izbranih analogov v vzorcih odpadne vode. Najvišjo vsebnost med analiziranimi alternativami BPA je imel BPC s 388 ng/L, v vtokih z dovozi pa BPZ s 402 ng/L. V iztokih so bile vsebnosti analogov BPA v večini vzorcev pod LOD, v najvišji koncentraciji pa je bil določen BPZ (85,7 ng/L). V vzorcih dotokov na čistilne naprave so bili prisotni vsi analogi BPA, v posebej visokih koncentracijah pa BPC (2558 ng/L) v vzorcu iztoka tovarne mesnin, BPF (958 ng/L) v vzorcu iztoka kemične čistilnice oblačil in BPZ (403 ng/L) v vzorcu iztoka zbirnega centra odpadkov. V literaturnih podatkih smo le redko zasledili določanje BPZ in BPC, še posebej to velja za BPC, ki je le izjemoma vključen v raziskave, pa naj bodo to raziskave njegovih učinkov ali pa preverjanje koncentracij v okolju. Prvič so bili v odpadnih vodah tako identificirani BPAP, BPB, BPC in BPZ. Za ostale analoge BPA so bile določene koncentracije bisfenolov primerljive tistim, ki so jih izmerili v odpadnih vodah, navedenih v literaturi. Ko smo ugotavljali % odstranitve spojin na čistilnih napravah, je bil ta zelo visok, potrebno pa je preveriti mehanizem njihove odstranitve (biološka

razgradnja ali adsorpcija) ter kakšni produkti pri odstranjevanju nastajajo in ali imajo še vedno učinke na žive organizme.

### **Določanje BPA in analogov v površinskih vodah**

V dosedanjih raziskavah so največkrat določali 3–9 analogov BPA v okoljskih vzorcih, zato smo se odločili za razvoj metode za analizo 13 različnih bisfenolov (4). Razvili smo metodo tekočinske kromatografije z masno detekcijo (LC-MS/MS), ki je tudi ena izmed najpogosteje uporabljenih metod za analizo bisfenolov. Za pripravo vzorcev smo izbrali ekstrakcijo na trdnih nosilcih. Za analizo smo izbrali vzorce, vzete iz petih različnih slovenskih rek, v katerih smo detektirali BPA, BPS, BPF, BPB in BPC. BPA je bil prisoten v vzorcih Drave, Sore in Obrha v povprečnih koncentracijah od 30,54–71,06 ng/L. BPC je bil določen v vzorcih Save (43,20 ng/L), Drave (44,65 ng/L) in Sore (46,38 ng/L). V vzorcu Ljubljanice je BPC sicer bil prisoten, vendar pod mejo določitve (LOQ). BPS je bil izmerjen v vseh vzorcih površinskih voda (<LOQ–2,70 ng/L). BPF pa je bil prisoten le v vzorcih Drave (5,30 ng/L) in Ljubljanice (28,52 ng/L). Vzorec Obrha je vseboval tudi BPB, v povprečju v koncentraciji 1,54 ng/L. V literaturi nismo našli podatkov o prisotnosti BPB in BPC v površinskih vodah, koncentracije ostalih bisfenolov, ki smo jih določali, pa ustrezajo tistim, ki smo jih zasledili v literaturi.

### **Vplivi bisfenola A in njegovih analogov F in AF na različne modelne organizme**

Zaradi pomanjkanja podatkov o strupenosti BPA, predvsem pa njegovih analogov smo skušali ugotoviti možne strupene učinke BPA, bisfenola F (BPF) in bisfenola AF (BPAF) na zarodke rib zebrič (*Danio rerio*), vodne bolhe (*Daphnia magna*) in luminiscenčne bakterije *Vibrio fischeri*. Strupenost vzorcev proučevanih bisfenolov različnih koncentracij treh hormonskih motilcev smo ugotavljali s pomočjo akutnih testov in na osnovi opaženih učinkov ter izračunanih LC, EC in IC vrednostih skušali določiti, kateri modelni organizem se je izkazal kot najbolj občutljiv oz. pri katerem je bila motnja razvoja najbolj izražena. Pri testu z zarodki rib zebrič (*Danio rerio*) smo ugotavljali strupenost preko opazovanja morebitnih subletalnih, letalnih in teratogenih razvojnih sprememb, ki so se pojavile pri zarodkih ob izpostavitvi določenim koncentracijam izbranih spojin. Pri akutnem testu strupenosti z vodnimi bolhami (*Daphnia magna*) smo sledili gibljivosti vodnih organizmov v petrijevkah ob izpostavitvi izbranim bisfenolom. Kot tretji modelni organizem za preizkušanje strupenosti BPA in njegovih analogov smo uporabili luminiscenčne bakterije *Vibrio fischeri*, kjer smo na osnovi akutnega 30 minutnega testa merili zaviranje naravne emisije svetlobe teh mikroorganizmov v odvisnosti od izpostavitve določenim koncentracijam testiranih spojin. Na osnovi rezultatov omenjenih testov lahko zaključimo, da je največ razvojnih nepravilnosti pri zarodkih rib zebrič povzročil BPAF, saj se je pri večini subletalnih znakov (nerazvit krvni obtok–48 h EC<sub>50</sub>=8,54 μM, edem–72 h EC<sub>50</sub>=8,29 μM in neizvalitev) in glede smrtnosti izkazal kot najbolj strupen (48 h LC<sub>50</sub> = 8,97 μM), izjema je bila le pigmentacija telesa, kjer se je izkazal BPF kot bolj strupen. Na vodne bolhe (*Daphnia magna*) je imel največji vpliv BPAF, saj znaša izračunan 48 h EC<sub>50</sub> 6,45 μM, medtem ko sta ostala dva bisfenola povzročila 50 % negibnost vodnih organizmov ob izpostavitvi vzorcem z višjimi koncentracijami (BPA–48 h EC<sub>50</sub>=34,25 μM, BPF–48 h EC<sub>50</sub>=45,87 μM). Pri luminiscenčnih bakterijah pa je bila strupenost primerljiva pri vseh proučevanih spojinah, saj so znašale izračunane EC<sub>50</sub> vrednosti za BPA, BPF in BPAF 13,63 μM; 12,15 μM in 13,76 μM. Čeprav so koncentracije bisfenolov, ki so izkazovale učinek na izbrane modelne organizme visoke in so BPA in njegovi analogi v okolju prisotni pri precej nižjih koncentracijah (npr. BPA≤12 μg/L), so številne študije pokazale, da so spojine lahko škodljive tudi pri takšnih koncentracijah. Kljub temu pa so v eni izmed študij ugotovili visoko vsebnost BPA v izcednih vodah iz komunalnih odlagališč in industrijskih odpadkov (npr. na Japonskem do 17,2 mg/L; v Severni Italiji pa celo 33,5 mg/L BPA), kar pa je dober približek koncentracijam, ki smo jih uporabili pri ugotavljanju strupenosti.

### **Vplivi mešanic bisfenola A in njegovih analogov F in AF na različne modelne organizme**

Na osnovi testov akutne toksičnosti, kjer smo vodne bolhe (*Daphnia magna*) in zarodke rib zebrič (*Danio rerio*) izpostavili posameznim bisfenolom, smo najprej izračunali učinkovite koncentracije (EC), ki v

določenem času povzročijo učinek pri določenem odstotku rib zebrih oziroma vodnih bolh (6). Pri vodnih bolhah smo opazovali njihovo negibnost po 24 in 48 urah, medtem ko smo pri zarodkih rib zebrih opazovali smrtnost in nekatere subletalne učinke (pigmentacija telesa in oči, izvaljenost in pojav edema) po 24, 48, 72 in 96 urah. Za bisfenole smo na vodnih bolhah določili vrednosti EC10 (koncentracije, ki so izzvale 10 % učinek) po 48 h (48 h EC10) za BPA (7,5 mg/L), BPF (7,6 mg/L) in BPAF (2,0 mg/L). Ob kombinaciji koncentracij, ki so povzročile 10 % učinek (48 h EC10) enega bisfenola in 48 h EC10 drugega bisfenola, smo pričakovali 20 % odziv, vendar je bil ta odziv v vseh preiskovanih mešanicah (BPA + BPF, BPA+BPAF in BPF+BPAF) maksimalen (100 %). V nadaljnjih testih smo uporabili nižje koncentracije, saj nas je zanimalo, koliko nižje koncentracije moramo uporabiti, da bi prišlo do 20 % celokupnega odziva. Do 20 % odziva je prišlo pri približno 75-krat nižji koncentraciji vrednosti EC10 BPA in BPF (ob konstantni koncentraciji EC10 drugega bisfenola v mešanici), medtem ko smo morali koncentracijo BPAF v mešanici z BPA znižati za 400-krat. Pri zarodkih rib zebrih smo določili 96 h LC10 vrednost pri BPA (9,4 mg/L) in BPAF (2,8 mg/L), ju med seboj mešali in tako kot pri vodnih bolhah tudi tukaj dobili veliko višji odziv od pričakovanega (100 % letalni odziv že po 24 urah). Na osnovi testiranj akutne toksičnosti smo dokazali, da je učinek mešanic bisfenolov A, F in AF veliko večji v primerjavi z učinkom posameznih bisfenolov tako na vodnih bolhah, kot tudi zarodkih rib zebrih.

Prisotnost različnih bisfenolov tako v vtokih in iztokih izbranih čistilnih naprav v Sloveniji, kot tudi v slovenskih rekah, opozarjajo na možnost izpostavljenosti tako človeka kot drugih organizmov tem spojinam. Potrebno bi bilo rednejše spremljanje koncentracij bisfenolov tako v okolju, kot tudi izvajanje biomonitoringa za te spojine. Za ustrezno oceno varnosti za zdravje pa je nujen nadaljnji študij njihovih škodljivih učinkov. Testi akutne strupenosti predstavljajo dober temelj za vrednotenje določenih učinkov proučevanih bisfenolov, saj omogočajo hiter odgovor testnih organizmov, vendar se zavedamo, da bi bili za razumevanje in razlago mehanizmov, preko katerih pride do teh škodljivih učinkov (motnje v razvoju, rasti, obnašanju, razmnoževanju) na organizme, potrebni širši vidiki testiranj v obliki kroničnih testov. Kljub uporabi višjih koncentracij bisfenolov, kot so dejansko prisotne v okolju, smo pokazali, da gre pri preiskovani mešanici bisfenolov za sinergističen učinek. Po daljši izpostavitvi mešanicam teh spojin lahko pričakujemo posledice tudi pri nižjih koncentracijah, ki so prisotne v okolju in bi zatoj bile potrebne nadaljnje raziskave vpliva teh mešanic v testih kronične strupenosti.

**Ključne besede:** *hormonski motilci, analogi bisfenola A, odpadne in površinske vode, akutna toksičnost, mešanice*

**Viri:**

1. E. Diamanti-Kandarakis et al, *Endocr Rev*, 2009, 30: 293-342.
2. X. Yu et al, *Journal of Hazardous Materials*, 2015; 299, 733-739.
3. M. Česen et al, *Science of the total environment*, 2018; 616-617, 744-752.
4. N. Žigart, magistrsko delo, Fakulteta za farmacijo, 2017.
5. T. Tišler et al, *Environmental pollution*, 2016; 212, 472-479.
6. J. Lončarič, magistrsko delo, Fakulteta za farmacijo, 2017.

## REACH, CLP in BPR ter varnost in zdravje pri delu

Karmen Kranjc

Urad RS za kemikalije

Kemijska zakonodaja je zelo široko področje, na tem dogodku pa predstavljam samo nekaj bistvenih elementov le te.

### Zakon o kemikalijah

Bistveni ukrepi, ki jih je uvedel Zakon o kemikalijah so:

- Dovoljenja za promet in proizvodnjo nevarnih kemikalij in svetovalci za kemikalije (izobraženih je bilo preko 2000 oseb).
- Informacijski sistem za kemikalije kjer so zbrani podatki za 58.700 nevarnih kemikalij (predložilo jih je 2395 podjetij), ki se jih trenutno proizvaja ali uporablja v Sloveniji.

### Uredba REACH

Osnovni elementi EU kemijske uredbe REACH so: registracija, avtorizacija, evalvacija in omejitve.

Registracija je namenjena zbiranju podatkov o nevarnih kemikalijah, ki jih v EU proizvodimo ali uvažamo. Do sedaj je bilo Evropski kemijski Agenciji predloženih 90.627 registracij za 21.601 snov, 64 slovenskih podjetij pa je izvedlo 212 registracij za 155 snovi. Ti podatki se v nadaljnjem procesu uporabljajo pri pripravi ukrepov za omejevanje tveganja.

Avtorizacija je eden od ukrepov, ki bo pospešil menjavo kemikalij, ki vzbujajo veliko zaskrbljenost (rakotvorne in mutagene snovi, snovi strupene za razmnoževanje, motilci endokrinega sistema,...). Trenutno je na seznamu 43 snovi, začasna nadaljnja raba pa je bila do sedaj dovoljena za cca. 100 vlog.

### Prepovedi in omejitve

Trenutno je na podlagi te uredbe za različne rabe prepovedanih ali omejenih cca. 1000 snovi, pri čemer jih je cca. 700 omejeno le za splošno rabo.

### Uredba CLP in varnostni listi

Pravila glede razvrščanja, pakiranja in označevanja nevarnih kemikalij so določena v posebni EU uredbi (CLP uredba). Vse nevarne kemikalije morajo imeti na embalaži navedeno stopnjo nevarnosti in grafični simbol za nevarnost. Varnostni list je dokument, ki spremlja nevarno kemikalijo in vsebuje poleg podatkov o kemikaliji in njenih lastnostih tudi ukrepe za prvo pomoč, ukrepe ob izpustih, ravnanje in skladiščenje, osebno zaščito,...).

### Biocidni proizvodi

Biocidni proizvodi so nekmetijski pesticidi (npr. dezinfekcijska sredstva, konzervansi, sredstva za nadzor nad škodljivci,...), ureja pa jih EU uredba (BPR uredba). Na trgu so lahko le tisti proizvodi, ki so odobreni in vpisani v register biocidnih proizvodov (v Sloveniji je trenutno takšnih 2611 biocidnih proizvodov).

**Ključne besede:** REACH, CLP, varnostni list, biocidni proizvod

### Viri:

1. Spletna stran Urada RS za kemikalije, <http://www.uk.gov.si/>
2. Kemijsko varen.si, <http://www.kemijskovaren.si/main.html>
3. Seznam biocidnih proizvodov, [http://www.uk.gov.si/si/delovna\\_podrocja/biocidni\\_proizvodi/register\\_biocidnih\\_proizvodov/](http://www.uk.gov.si/si/delovna_podrocja/biocidni_proizvodi/register_biocidnih_proizvodov/)
4. Evropska kemijska agencija: <https://echa.europa.eu/sl/>

## Kaj lahko storimo za manjšo izpostavljenost nanodelcem v zraku na delovnem mestu in v okolju?

Maja Remškar

*Inštitut Jožef Stefan*

Leta 2007 sem prvič javno predavala o nanodelcih, ki predstavljajo tveganje za zdravje ljudi in okolja. Od takrat je v slovenski strokovni literaturi in v javnih medijih izšlo veliko prispevkov na to temo v mojem avtorstvu, zato bo pričujoči prispevek nekakšen povzetek mojih predhodnih poročil in naših skupnih raziskav. Pregled prvih, predvsem tujih meritev, je dostopen v knjigi »Nanodelci in nanovarnost«, ki sem jo napisala na pobudo Ministrstva za zdravje, Urada Republike Slovenije za kemikalije.

### Nanodelci in njihov izvor

Nanodelec je delec snovi, ki je manjši od sto nanometrov vsaj v eni dimenziji. En nanometer (nm) je milijardinka metra. Med nanodelce spadajo ne samo drobna zrna snovi s premerom pod 100 nm, ampak tudi nitke ali tanke luske, katerih debelina je manjša od 100 nm. Zaradi majhnosti imajo nanodelci tudi izrazito majhno maso, zato njihove količine v zraku nima smisla opisovati z masno ali volumsko metriko (npr. g/cm<sup>3</sup>). Edina prava metrika je številska porazdelitev, ki pove kolikšno število delcev je v enoti volumna. Ker so v vsakem realnem ozračju nanodelci vedno prisotni, je potrebno za oceno onesnaženosti zraka z nanodelci dogovoriti neko vrednost, ki naj bi predstavljala t.i. ozadje, to je število delcev na volumsko enoto v nekem naravnem okolju brez človeško povzročene onesnaženosti. Za določitev tega ozadja je potrebno izvesti meritve z inštrumentom, ki je ustrezno kalibriran. Naše meritve v vaškem okolju so pokazale vrednosti ozadja med 4.000 in 6.000 nanodelcev v kubičnem centimetru zraka. V klimatiziranih prostorih z uporabo dobrih filtrov se te koncentracije spustijo pod 1.000. Pred razvojem tovrstnih naprav se ljudje večinoma nismo zavedali prisotnosti nanodelcev v ozračju, le čudili smo se, zakaj so zavese vedno tako prašne, zakaj se nabira prah na televizijskem ekranu in zakaj je včasih prišlo do nenadnega pogina ptic, ko je veter k nam prinesel puščavski prah iz Sahare. V zadnjem desetletju smo z ustreznimi detektorji začeli meriti različna okolja in procese, za katere smo logično predvideli, da lahko sproščajo velike količine nanodelcev v atmosfero. Onesnaženost zraka z delci prispeva tudi k globalnemu segrevanju Zemlje, saj zaradi kondenzacije vode na delcih povečuje meglenost ozračja, ki preprečuje ohlajanje planeta ponoči. Bolj kratkoročne posledice za človeka pa ima zaradi vpliva na zdravje, predvsem zaradi povečane kemijske aktivnosti nanodelcev, ki je posledica njihove majhnosti. Zaradi velikega števila atomov na površini, ki nimajo vseh sosednjih atomov in zato tudi ne zapoljenih kemijskih vezi, imajo nanodelci povečano kemijsko aktivnost. Pomembna je seveda tudi kemijska sestava. Kadmij, na primer, je strupen material v vseh dimenzijah, prav tako srebro. Oba spadata me t.i. težke kovine. Nekatere spojine pa postanejo nevarne šele, ko so delci zelo majhni. Največ nanodelcev v ozračju je posledica pojavov, kot so puščavske nevihte, gozdni požari in intenzivna industrializacija, vključno z izpuhi povzročeni z zračnim in kopenskim prometom. Nanotehnologija trenutno prispeva zanemarljive izpuste nanodelcev v ozračje v primerjavi s klasično industrijo. Drugače pa je z nanodelci, ki jih dodajajo za izboljšanje kvalitete ali estetskega videza industrijskim produktom. Tu se uporaba nanodelcev silovito povečuje, standardizacije oz. regulative na področju varnosti nanodelcev v teh produktih pa še ni in potrošniki smo izpostavljeni velikemu tveganju. Veliko je tudi nepotrebne onesnaževanja z nanodelci zaradi običajev in privzetih navad v zvezi s prestižem. V splošnem okolju k onesnaženosti zraka z nanodelci največ prispevajo motorji z notranjim izgorevanjem (predvsem dizelski motorji) ter kurjenje biomase. Zaradi koncentracije virov je v mestih praviloma več nanodelcev v zraku, čeprav tudi lokalni viri na podeželju lahko v svoji okolici bistveno poslabšajo kvaliteto zraka in vplivajo na zdravje sosedov. Vožnja s kolesom ali sprehod z dojenčkom ob glavni cesti v času prometne konice nista priporočljiva, prav tako posedanje v letnih vrtovih lokalov na robu ceste ali



športne aktivnosti v njihovi bližini, saj pri povečani telesni aktivnosti prefiltriramo do 20-krat večje količine zraka in tako vdihnemo ustrezno večje število nanodelcev.

### **Nanodelci in zdravje**

V človeško telo nanodelci pridejo skozi kožo, prebavila in predvsem dihala. Na vse tri načine lahko pridejo v krvni obtok, vse več je tudi izsledkov, da lahko iz krvnega obtoka ali prek živčnih poti zaidejo tudi v možgane. Obremenjujejo in poškodujejo lahko pljuča, vplivajo na bolezni srca in ožilja. Zaradi stalne prisotnosti nanodelcev so živi organizmi razvili različne mehanizme za preprečitev vstopa vanje, od dlakavih zunanjih dihal, vlažne sluznice, ki deloma ujame tiste delce, ki se zaradi naključnega gibanja (t.i. Brownovo gibanje) v sluznico zaletijo, do celic čistilk-makrofagov, ki nanodelce, če so dovolj majhni, uskladiščijo v svoje lastno telo in jih tako imobilizirajo. Če so delci nitkasti z dolžinami nad 20 mikrometrov, jih te celice, ki imajo premere le okrog 15 mikrometrov le deloma imobilizirajo, zato na stiku z delom nitke, ki je celica ni mogla potegniti vase, prihaja do puščanja celične tekočine in do začetka vnetnih procesov. Nanodelci, ki so približno kroglasti, se v alveolnih območjih pljuč lažje izognejo celicam makrofagov, zato ne povzročajo toliko vnetnih procesov kot nitkasti delci. So pa po velikosti bližji receptorjem celične membrane, zato pljučna celica takega delca ne spozna kot sovražni tujek, in ga s procesom endocitoze spusti vase in posledično tudi v krvni obtok. Nekatere nanodelce tako tudi pojemo, a ti dokaj hitro pridejo v stik s slino in želodčno sluznico ter jih telo praviloma lažje izloči kot tiste, ki se z vdihavanjem nabirajo v pljučih in niso biološko razgradljivi. Vedno pa obstaja možnost, da ti zaužiti delci pridejo v krvni obtok in jih potem raznese po vsem telesu. Za nanodelce srebra, ki sestavljajo v Sloveniji tako popularno koloidno srebro, so že objavljena poročila, da uničujejo rdeče krvne celice ter so strupeni za živčne celice. Nanodelci se nabirajo predvsem v bezgavkah, pa tudi v vseh organih, ki filtrirajo kri, kot so jetra, ledvica, vranica, zato je za oceno toksičnosti zelo pomembna stopnja topnosti nanodelcev.

### **Nanodelci v industriji**

V industrijski proizvodnji je predvsem treba skrbeti, da do sproščanja nanodelcev sploh ne pride, najbolj pri namenski proizvodnji nanomaterialov. Reaktorske posode morajo biti v direktnem tesnem spoju s posodami za transport ali pa je treba nanomaterial preložiti v posode za prevoz v posebej za to zgrajeni čisti sobi in z uporabo popolne zaščitne obleke delavca. Dovod čistega zraka za dihanje in antistatična obleka pod nadtlakom sta dve od osnovnih zahtev. Prevoz, če je le mogoče, naj poteka z nanodelci v tekočem mediju, če to ni mogoče, pa se je treba zavedati možnosti eksplozije pri prevelikih količinah nanodelcev v posodi. Ta beseda "prevelikih" nas ne sme zavesti, saj je že kilogram kovinskih nanodelcev skupaj v eni posodi močno eksploziven. Laboratoriji oziroma proizvodni prostori naj bi bili opremljeni s prhami, da se ob primeru izpusta nanodelcev opere ves prostor ter se tako delci zberejo v vodnem mediju. Odpadki, ki vsebujejo nanodelce, naj bi se obravnavali enako kot nevarni kemijski odpadki. Še posebej v t. i. klasičnih industrijskih panogah (kovinska industrija, gradbeništvo, tekstilna industrija) je treba izboljšati pogoje dela, kvaliteto zraka v delavnicah ter vpeljati predpise za varno delo, upošteva nanodelce v zraku. Premični odsesovalni sistemi, pravilno naravnane klimatske naprave in nekaj pregrad proizvodne hale je običajno dovolj za znatno izboljšanje kvalitete zraka. Pravilo, da je delo v administraciji bolj zdravo kot v proizvodnji ni vedno točno, še posebej, če so administrativni prostori povezani s proizvodno halo v obliki slepega hodnika, ki onemogoča prevetritev nakopičenih nanodelcev.

### **Pirotehnika močno onesnažuje zrak z nanodelci**

Zabavna pirotehnika, kot so ognjemeti, petarde in otroške iskrice, poleg zvočnih in barvnih efektov, ki so nam v zabavo, močno onesnažuje zrak. Pri eksploziji se v ozračje sprostijo vse snovi, ki so del pirotehniškega izdelka in tudi reakcijski produkti v obliki plinov in trdnih delcev, ki nastanejo pri reakciji s kisikom oz. pri reakciji med posameznimi komponentami eksploziva. Delci, ki se sprostijo v ozračje pri ognjemetu, so veliki v od 20 do 200 nanometrov. Gre za visoko kemijsko aktivne kovinske prahove, ki pri

oksidaciji barvito zažarijo, a kot majhni trdni delci ostanejo v ozračju. Kemijska analiza teh nanodelcev je pokazala spojine, ki vsebujejo fosfor, kalij, svinec, magnezij, aluminij, silicij, železo, baker, kalcij, molibden in natrij. Prisotnost nanodelcev v zraku ogroža zdravje ljudi, predvsem otrok, ki jih tako radi pripeljemo na ogled ognjemetov oz. jim priredimo lepo, a nezdravo zabavo na domačem vrtu. Ozračje dokončno očisti šele prvi dež, ki spere te nanodelce v zemljo in vodotoke. Na delcih se kondenzira zračna vlaga, zato je ozračje videti megleno. Ta "meglenost" je najbolj vidna nekaj minut po začetku ognjemeta, ko se delci še nahajajo blizu središča eksplozij in direktno dokazuje prisotnost nanodelcev v ozračju. V dneh okrog praznovanj novega leta je nanodelcev v ozračju toliko, da celo podatki Agencije RS za okolje (ARSO) pokažejo masne koncentracije, ki večkratno presegajo zakonsko določeno mejno vrednost za trdne delce v zraku, to je 50 mikrogramov/m<sup>3</sup> zraka. Po podatkih ARSO je bila npr. v prvih dneh po novoletnem ognjemetu na prehodu v leto 2015 v Ljubljani koncentracija stroncija povečana 70 krat glede na povprečne vrednosti, barija 15 krat, aluminija in bakra 4 krat. Mejna vrednost barija je bila presežena za 500 %, za stroncij pa ni mejne vrednosti, a je objavljeno, da po vstopu v krvni obtok povečuje tveganja za vensko trombozo, pljučno embolijo in motnje srca. Stroncij se nahaja v raketah, ki pri eksploziji izsevajo rdečo svetlobo. Podatki za prehod v leto 2017 so še bolj alarmantni: količina stroncija je bila 160 kratno povečana, barija 35 krat, bakra in aluminija pa 8 krat. Podatki za prehod v leto 2018 na spletni strani ARSO manjkajo, za letošnje leto pa še ni objave. Tudi male otroške radosti pri prižiganju povsod dostopnih iskric niso več nedolžna zabava. Izmerili smo nad 300.000 nanodelcev iz aluminijevih, železovih in barijevih reakcijskih produktov v cm<sup>3</sup> zraka med prasketanjem ene same iskrice. Nanodelci dveh velikostnih redov, pod 20 nanometrov in okrog 100 nanometrov so vztrajali v zaprtem prostoru več ur. Največ najmanjših in najbolj nevarnih delcev nastaja blizu iskric, ki jo praviloma držijo otroci. Znano je, da so področja z visoko prisotnostjo barija poznana po pogostosti obolenj za multiplo sklerozo, barijev oksid pa je zelo strupen, povzroča poškodbe oči in pljuč. Izmerili smo, da se kar 10% kovine sprosti v ozračje v obliki nanodelcev med gorenjem iskric.

## Zaključki

Zavedanje, da je kvaliteten zrak osnova za zdravje, je vse bolj prisotno med ljudmi. V prostem času se rekreiramo, hodimo v naravo, predvsem v hribe, da se nadihamo svežega zraka. Potem se vrnemo na delovno mesto in čakamo na naslednji vikend, da spet globoko zadihamo čisti zrak. Diktat kapitala v smeri dobička za vsako ceno se sme postati nepremagljiva ovira, saj imamo po slovenski ustavi vsi pravico do čistega zraka, ki je osnova zdravega življenjskega okolja: 72. člen (zdravo življenjsko okolje): »Vsakdo ima v skladu z zakonom pravico do zdravega življenjskega okolja. Država skrbi za zdravo življenjsko okolje. V ta namen zakon določa pogoje in načine za opravljanje gospodarskih in drugih dejavnosti. Zakon določa, ob katerih pogojih in v kakšnem obsegu je povzročitelj škode v življenjskem okolju dolžan poravnati škodo«. Tudi kratkotrajne škode, ki jih zavestno organizirajo in finančno podpirajo znani ljudje in podjetja, spadajo v to kategorijo. Tudi za nekajdnevna preseganja dovoljenih vrednosti težkih kovin po novoletnem ognjemetu bi moral nekdo odgovarjati. Zavedanje (z dejanskimi meritvami) koncentracij nanodelcev v zraku v kombinaciji z meritvami njihove toksičnosti spreminja naša vrednostna merila o zdravem delovnem oziroma splošnem okolju, o izbiri prodajnih artiklov, ki vsebujejo nanodelce in/ali jih oddajajo med uporabo, na primer kozmetika, dodatki k hrani, nanotekstil, zaščitne prevleke, dizelski avtomobili, kot tudi odločitve o reševanju energijskih problemov z izgorevanjem biomase. Združevanje nanodelcev v manj nevarne skupke in njihova izločitev iz zraka sta pomembna tudi v proizvodnih procesih v elektronski industriji, v bolnišnicah za ugotavljanje poti prenosa okužb (virusi so nanometrskih dimenzij, prav tako okuženi delci tkiv in sluzi) in za čistilne naprave dimnih plinov tako v zasebnih kuriščih, v termoelektrarnah kot pri avtomobilskih izpuhih.

**Ključne besede:** *nanodelci, onesnaženost zraka, ognjemet, pirotehnika, koloidno srebro, nanotoksičnost*

## Viri

1. [http://www.kemijskovaren.si/files/nano\\_knjiga.pdf](http://www.kemijskovaren.si/files/nano_knjiga.pdf)
2. P. V. Asharani et al., Investigations on the Structural Damage in Human Erythrocytes Exposed to Silver, Gold, and Platinum Nanoparticles, *Adv. Funct. Mater.* 20, 1233–1242 (2010).

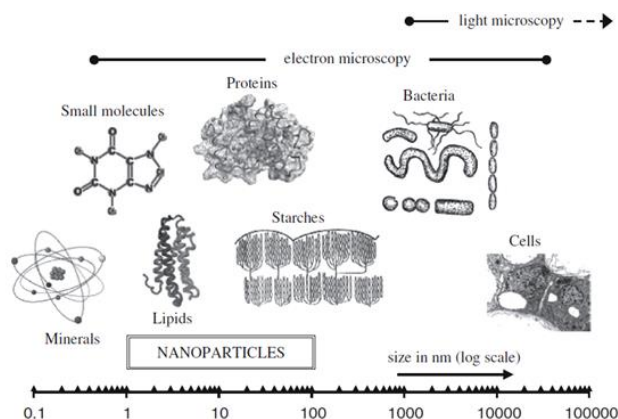
3. C.M. Powers et al., Silver Impairs Neurodevelopment: Studies in PC12 Cells, Environmental Health Perspectives 118, 73-79 (2010).
4. UREDBA (ES) št. 1223/2009 EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA o kozmetičnih izdelkih, z dne 30. novembra 2009 (prenovitev), Uradni list Evropske unije L 342/59; <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:sl:PDF>
5. EFA informacijska točka: [http://www.mkgp.gov.si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/informacijska\\_tocka\\_efsa/](http://www.mkgp.gov.si/delovna_podrocja/kmetijstvo/informacijska_tocka_efsa/).
6. M. Remškar, G. Tavčar, D.D. Škapin, Sparklers as a nanohazard: size distribution measurements of the nanoparticles released from sparklers, Air Qual Atmos Health 8 (2015) 205-211.

## Nanotehnologija v našem okolju in zdravje

Viviana Golja<sup>1</sup>, Agnes Šömen Joksić<sup>2</sup>, Bojana Bažec<sup>2</sup>

Nacionalni inštitut za javno zdravje, <sup>1</sup>Centralna enota, <sup>2</sup>Območna enota Koper

Nanotehnologija proizvaja nove materiale s pomočjo organiziranja skupin atomov in molekul ali pa z zmanjševanjem materialov večjih dimenzij (makroskopskih materialov). Novi materiali vsebujejo snovi, ki imajo eno ali več dimenzij v območju 1- 100 nanometrov ( $10^{-9}$  m) oziroma v nano velikosti. Snovi v nano velikosti so večje od ionov in majhnih molekul, približno enako velike so kot lipidi, nekateri proteini in škrobi ter manjše od celic in bakterij, kot je prikazano na sliki 1. S prostim očesom ali optičnim mikroskopom jih ne moremo videti, lahko jih vidimo le z elektronskim mikroskopom.



**Slika 1.** Primerjava velikosti nanodelcev z drugimi snovmi in strukturami v okolju (iz knjige Nanotechnologies in food (Chaudhry et al., 2010).

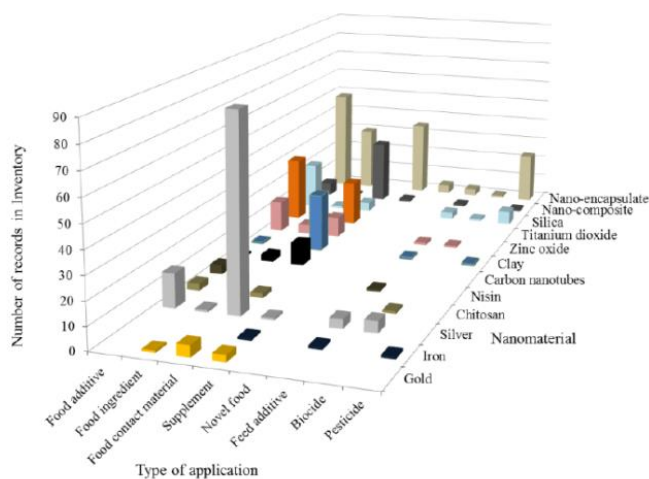
Novi materiali lahko vsebujejo nanodelce, nanonitke, nanopalčke, nanocevkke ali nanofilme. Vsebnost tovrstnih struktur daje materialom izboljšane lastnosti; bolj obstojni so na madeže, imajo izboljšane različne mehanske lastnosti (npr. trdoto, fleksibilnost), bolj so termično stabilni in obstojni na UV svetlobo, imajo boljše barierne lastnosti, antimikrobne in druge funkcionalne lastnosti. Uporabljajo se na različnih področjih; za boljšo rabo energije, zaradi odbojnosti za umazanijo se zmanjša uporaba čistil in topil, so lažji in bolj obstojni. Uporabljajo se v elektroniki, medicini, biotehnologiji, živilski industriji, materialih v stiku z živili, kozmetiki, čistilih, igračah, tekstilu, različnih izdelkih za dom (premazi za tla, paščki za ure, pipe, čistilci zraka, pralni stroji, posode za hišne ljubljence, zunanje in notranje barve, filtri za vodo, pohištvo, kovčki in potovalke, sesalci). Uporabljajo se tudi v gradbeništvu, avtomobilski industriji, za izboljšavo sončnih celic in baterij, materialih za informacijsko tehnologijo, filtracijo vode ter v medicini—obetavnih novih zdravilnih, vsadkih, za diagnostiko različnih bolezni, itd.

EFSA (Evropska agencija za varnost hrane) je zbrala podatke o aplikacijah nanotehnologije na področju živil in krme. Leta 2014 je bilo največ aplikacij na področju materialov v stiku z živili, sledijo področja aditivov za živila, sestavin živil, dodatkov k prehrani, aditivov za krmo, biocidov in pesticidov, slika 2. Novih materialov, ki so izdelani z uporabo nanotehnologije je iz dneva v dan vse več. Ker so novi materiali vse bolj prisotni v našem okolju, je potrebno vedeti ali lahko vplivajo na naše zdravje.

### Vpliv nanotehnologije na zdravje

Če snov nano velikosti (v nadaljevanju jo imenujemo nanodelci) iz nekega materiala vstopi v naše telo z vdihavanjem, s hrano in vodo ali preko kože, je to lahko za naše zdravje škodljivo. Nanodelci imajo zelo povečano površino (v primerjavi z večjimi delci). Na površini nanodelca je več atomov, zaradi česar pride

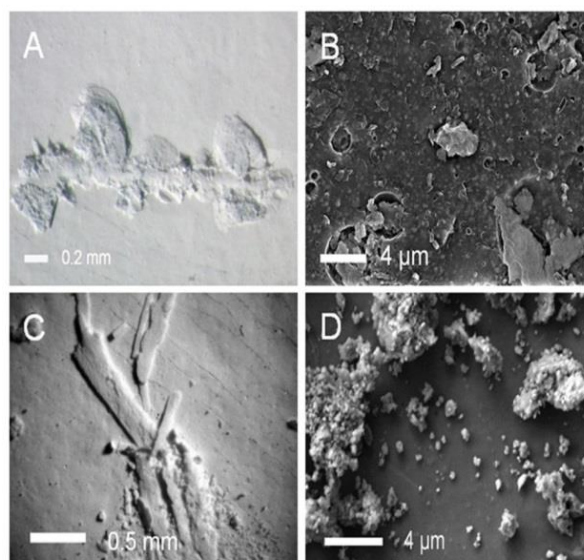
do kvantno mehanskih pojavov. Zaradi tega imajo nanodelci v primerjavi z kemijsko enakimi večjimi delci spremenjene kemijske, električne, reološke, magnetne, optične, mehanske, strukturne in biološke lastnosti. Znano je, da ultra-fini delci (kakor nanodelcem pravimo na področju zraka), tako kot drugi delci v zraku, povzročajo bolezni dihal, kardiovaskularne bolezni, neurodegenerativne bolezni in vplivajo na porodno maso otroka. Nanodelci lahko prehajajo skozi celične membrane in povzročajo oksidativni stres. Lahko poškodujejo DNK, lipide celičnih membrane in protein, kar lahko pripelje do razvoja različnih bolezni. Vplivi na zdravje niso odvisni le od kemijske sestave teh delcev, ampak tudi od fizikalno-kemijskih lastnosti nanodelcev, kot so velikost, oblika, naboj, snovi na površini. Netopni biološko obstojni nanodelci se lahko akumulirajo v telesu (telo jih težko izloči). Našli so jih v različnih človeških organih—v jetrih, vranici, reproduktivnem sistemu in v možganih). O vplivu nanodelcev na zdravje še ni dovolj informacij, potrebne so dodatne raziskave.



Slika 2. Aplikacije nanotehnologije na področju kmetijstva, krme in v živilskem sektorju (EFSA, 2014).

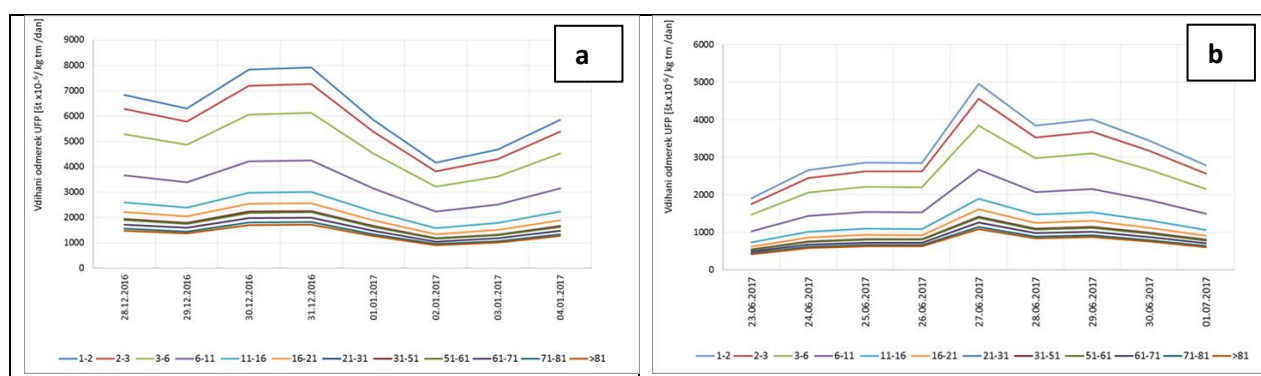
### Primeri izpostavljenosti

Nanodelcem smo lahko izpostavljeni, če kuhamo kislja živila v kvazikeramičnih ponvah in če pri kuhi uporabljamo ostre predmete (ter poškodujemo zaščitno prevleko poneve, slika 3). Iz zaščitne ne oprijemajoče se prevleke se lahko sprostijo delci nano in makro velikosti, o njihovi škodljivosti pa še ni dovolj informacij. Izpostavljeni smo jim tudi, če uživamo koloidno srebro, ki je mešanica nano in večjih delcev elementarnega srebra ( $\text{Ag}^0$ ) in srebrovih ionov ( $\text{Ag}^+$ ). Čeprav je že dolgo znano, da srebrovi ioni delujejo protimikrobno, so pri koloidnem srebru prisotni tudi nanodelci, ki imajo lahko različne velikosti in oblike. Možno je tudi, da so na njihovi površini adsorbirane tudi druge škodljive snovi (odvisno od izhodnih snovi za izdelavo in samega procesa izdelave). Zato za varno uporabo ni dovolj informacij in so znane koristi so premajhne v primerjavi s tveganjem.



**Slika 3.** Poškodovane površine zaščitne prevleke po mehanskih testih razgradnje (A in C sliki nastali z optičnim mikroskopom, B in D sliki nastali z elektronskim mikroskopom) (Golja et.al, 2017)

Nanodelcem smo izpostavljeni iz zunanjega zraka zaradi prometa, kurjenja biomase, industrijskih izpustov in tudi v zaradi ognjemetov. Rezultati projekta Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci in ocena možnih vplivov na zdravje zaradi ognjemetov, V3-1642, ki sta ga financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstvo za zdravje, Urad Republike Slovenije za kemikalije (URSK) v času od 1.10.2016 do 31.8.2017 so pokazali, da se je izpostavljenost ultra-finim delcem decembra, v času velikega novoletnega ognjemeta v Ljubljani in junijskega ognjemeta povečala, slika 4 (a in b).



**Slika 4. a)** Vsota števila UFP (10–100 nm) na dan ognjemeta (1. 1. 2017), štiri dni pred ognjemetom (28.–31. 12. 2016) in tri dni p

o ognjemetu (2. 1.–4. 1. 2017; CRP, 2017); **b)** Vsota števila UFP (10–100 nm) na dan ognjemeta (27. 6. 2017), štiri dni pred ognjemetom (23. 6. 2017–26. 6. 2017) in štiri dni po ognjemetu (28. 6. –1. 7. 2017) (CRP, 2017)

Z nanodelci je lahko onesnažen tudi notranji zrak zaradi prižiganja sveč, kajenja, kurjenja (odprti ogenj), pa tudi kuhanja, sesanja, uporabe sušilnikov perila, opekačev, fotokopirnih strojev in tiskalnikov.

## Zaključki

Nanodelcem smo vse bolj izpostavljeni iz različnih virov našega okolja. O njihovih nevarnostih, izpostavljenosti in tveganju še ni dovolj informacij. Lahko se obnašamo preventivno in se izogibamo izpostavljenosti, nove materiale pa uporabljamo izključno po navodilih proizvajalcev. Pri ognjemetih

nastane veliko nanodelcev in je bolje, da jih opazujemo iz zaprtih prostorov. To je še najbolj pomembno za občutljivo populacijo, otroke in nosečnice.

**Ključne besede:** *nanotehnologija, nano delci, ognjemeti, potencialna izpostavljenost, učinki na zdravje*

## Viri

1. Chaudhry, Q., Castle, L., & Watkins, R. (2010). *Nanotechnologies in Food* (Vol. Nanoscience & Nanotechnology No. 14). Cambridge: RCS Publishing.
2. CRP. (2017) Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci in ocena možnih vplivov na zdravje zaradi ognjemetov V3-1642 (D)
3. EFSA. (2014). Inventory of Nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector. *EN-621*.
4. Fadeel, B., Pietroiusti, A., & Shvedova, A. A. (2012). Adverse effects of engineered nanomaterials exposure, toxicology, and impact on human health Preface. *Adverse Effects of Engineered Nanomaterials: Exposure, Toxicology, and Impact on Human Health*, IX-XI.
5. Golja, V., Dražić, G., Lorenzetti, M., Vidmar, J., Ščančar, J., Zalaznik, M., Novak, S. (2017). Characterisation of food contact non-stick coatings containing TiO<sub>2</sub> nanoparticles and study of their possible release into food. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34(3), 421-433. doi:10.1080/19440049.2016.1269954
6. WHO. (2013). Health effects of particulate matter Policy implications for countries in Eastern Europe [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf?ua=1).
7. Woodrow Wilson database, Consumer Products Inventory. Dostopen na spletni strani: <http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/>

## Evropska iniciativa za humani biomonitoring in nacionalni HBM v Sloveniji (EHBMI)

Lijana Kononenko

Urad RS za kemikalije

Biomonitoring v ožjem smislu pomeni merjenje koncentracij kemikalij v: krvi, urinu, slini, semenski tekočini, izdihanem zraku, materinem mleku, laseh, nohtih, maščobnem tkivu, itd. Okolje, v katerem živimo nas izpostavlja različnim onesnažilom (kemikalijam), ki prihajajo iz: zraka, hrane in pitne vode, tal in voda, izdelkov za osebno nego, obleke in pohištva, detergentov in čistil, načinov gradnje, ogrevanja in še bi lahko naštevali. Različne kemikalije v naše telo vstopajo preko dihal, kože ali z zaužitjem ter se razporedijo po tkivih in tekočinah v telesu. Kako in kje se izločajo iz telesa ali se v njem tudi kopičijo ter imajo neželene učinke na zdravje, pa je odvisno od lastnosti posamezne kemikalije. Osnovni namen biomonitoringa je tako pridobivanje podatkov o celokupni izpostavljenosti prebivalcev določenim kemikalijam, ki jih lahko kasneje uporabimo za različne druge namene kot npr. ugotavljanje potencialnih vplivov na zdravje in sprejemanje ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti ljudi tem kemikalijam.

EHBMI proces poteka v Evropi vse od leta 2003 naprej, vzporedno pa so potekale podobne aktivnosti tudi v Sloveniji. Tako so se uspešno iztekli posamezni projekti, večinoma financirani iz Okvirnega programa (FP6 in FP7), med njimi najpomembnejši: ES BIO (Development of a coherent approach to human biomonitoring in Europe), COPHES (European coordination action on human biomonitoring), eksposom projekti: npr. HEALS in CROME.

V Sloveniji smo že na začetku poskrbeli za zakonsko opredelitev biomonitoringa kemikalij (*Zakon o kemikalijah*, 2003), za zagotavljanje priprave in izvajanja ukrepov *Uredbe REACH* (2006, registracija, evalvacija, avtorizacija in omejitve kemikalij) in za prvi nacionalni program HBM, ki se je pripravil in izvedel v obdobju od leta 2007 do 2014 na podlagi smernic Svetovne zdravstvene organizacije in priporočil ter izkušenj nacionalnih strokovnjakov. V raziskavo je bilo vključenih preko 1000 preiskovancev obeh spolov, v starosti od 20 do 40 let, ženske pa so bile matere prvorodke.

Od 14. oktobra 2015 do 13. aprila 2016 je potekal razpis Evropske komisije Obzorje 2020 za projekt EHBMI, na katerega se je poleg Slovenije uspešno prijavilo preko 100 zainteresiranih inštitucij iz 26 držav. Na tem razpisu smo kot ključni predstavniki nacionalnega vozlišča za humani biomonitoring iz Slovenije sodelovale štiri inštitucije: Nacionalni inštitut za javno zdravje, Institut Jožef Stefan, Klinični inštitut za medicino dela, prometa in športa UKCL ter Urad RS za kemikalije. Od leta 2017 naprej tako že s polno paro teče petletni evropski projekt, poimenovan HBM4EU, ki vključuje že 28 držav in tri agencije Evropske komisije (ECHA, EFSA, EEA). Glavni cilj projekta je ustvariti Evropski skupni program za spremljanje in znanstveno oceno človekove izpostavljenosti kemikalijam in možnih vplivov na zdravje v Evropi. V sredini leta 2018 smo pripravili že drugi nacionalni program humanega biomonitoringa »HBM 2018-2022«, usklajeno z vsebinami HBM4EU. V nacionalnem programu bomo raziskovali izpostavljenost otrok in mladostnikov izbranim kemikalijam-onesnaževalom, vključeni bodo otroci od 6. do 9. leta in mladostniki od 13. do 15. leta, izbrani po regijah celotne države. Izbrane kemikalije kot biomarkerji so: bisfenoli, parabeni, triklosan, ftalati, zaviralci gorenja, organofosforni pesticidi, glifosat, piretroidi, potencialno strupeni elementi (tudi novi tehnološko pomembni) ter še nekaj drugih prioritarnih spojin in sicer v vzorcih krvi, urina, las in slin.

V tem času s pomočjo naših strokovnjakov preko Ciljnega raziskovalnega programa poskušamo razvijati tudi metodologijo celovite interpretacije podatkov v CRP projektu z naslovom „Poskus interpretacije rezultatov biomonitoringa v povezavi s podatki o onesnaženosti okolja, s poudarkom na onesnaženosti zraka in oceni potencialnih vplivov teh onesnažil na zdravje prebivalcev“ (2018-2019). V Evropskem



projektu HBM4EU pa so ključni dolgoročni nosilci razvoja humanega biomonitoringa nacionalna vozlišča in mreža teh, ki se vzpostavlja skozi projekt. Posebno pomemben del te mreže so usposobljeni laboratoriji, naš nacionalni up pa predstavlja Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano.

Tik pred začetkom projekta se je na ravni procesa EHBMI že odvil prvi krog prioritizacije kemikalij tako, da se je z večmesečnim zbiranjem predlogov preko različnih udeležencev v iniciativi (industrija, nevladne organizacije, pristojni organi držav članic, Evropska komisija) zbralo devet skupin kemikalij za prvi seznam. Na teh se prioritetno že izvajajo vse naloge, povezane s humanim biomonitoringom. V letošnjem letu je pripravljen že drugi seznam novih devet skupin kemikalij, ki se ga bo vključilo v naloge prihodnje leto. In v letu 2021 bo vključen še tretji seznam. Delo je zahtevno, ker obsega raziskovanje virov, lastnosti kemikalij, delo s številnimi podatki kot tudi terensko in laboratorijsko delo. Eden od ključnih ciljev projekta HBM4EU je tudi pridobivanje dostopnejših podatkov v okviru platforme IPChem - Informacijska platforma za spremljanje kemikalij, ki je enotna evropska vstopna točka za iskanje podatkov o spremljanju kemikalij in dajanje teh na razpolago za vrsto uporabnikov: Evropsko komisijo, evropske agencije, države članice, mednarodne in nacionalne organizacije in raziskovalce. IPChem je strukturiran v štirih modulih glede na vrsto kemijskega monitoringa (Module on Human Bio-Monitoring (EEA), Module on Environmental Monitoring (EEA), Module on Food and Feed (EFSA), Module on Product and In-Door Air (JRC Institute for Health and Consumer Protection)). IPChem omogoča neposredno povezavo do zbirk podatkov različnim uporabnikom ter iskanje in branje podatkov skozi edinstven vmesnik.

Humani biomonitoring omogoča odtis celovite izpostavljenosti ljudi kemikalijam in njeno spreminjanje v prostoru in času, pa tudi boljše razumevanje tveganj za zdravje zaradi izpostavljenosti kemikalijam. Sinergija med projektom HBM4EU in platformo IPChem omogoča: združevanje informacij o kemikalijah, ki so prisotne v različnih medijih okolja, potrošniških izdelkih, hrani in krmi ter v človeškem telesu, boljše upravljanje nevarnosti kemikalij in komuniciranje, širšo uporabo podatkov o spremljanju kemikalij ter krepitev baze znanja.

**Ključne besede:** *biomonitoring, kemikalije, zdravje, prioritizacija, podatki*

**Viri:**

1. <https://www.hbm4eu.eu/>
2. Horvat et al (2014) Monitoring kemikalij v organizmih 2007 – 2014. Zaključno poročilo. Ljubljana: Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana.
3. Den Hond, Elly, Horvat, Milena, Mazej, Darja, Snoj Tratnik, Janja, Et Al. (2015) First steps toward harmonized human biomonitoring in Europe: Demonstration project to perform human biomonitoring on a European scale. Environmental health perspectives, ISSN 0091-6765, 2015, vol. 123, no. 3, str. 255-263.
4. International Programme on Chemical Safety. Project on the Harmonization of approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals. WHO, Geneva, 2004.
5. WHO (2015). Human Biomonitoring: facts and figures. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe
6. Pravilnik o pogojih glede strokovno-tehnične usposobljenosti izvajalcev biomonitoringa kemikalij in njihovih razgradnih produktov ter o postopku ugotavljanja izpolnjevanja pogojev (Uradni list RS, št. 12/09)
7. Zakon o kemikalijah (Uradni list RS, št. 110/03-UPB1, 47/04-ZdZPZ, 61/06-ZBioP, 16/08, 9/11 in 83/12- FfS-1)

## Humani biomonitoring v Sloveniji: izbrani elementi pri odraslih moških in doječih ženskah

Janja Snoj Tratnik<sup>1,2</sup>, Ingrid Falnoga<sup>1</sup>, Darja Mazej<sup>1</sup>, David Kocman<sup>1</sup>, Vesna Fajon<sup>1,2</sup>, Marta Jagodic<sup>1,2</sup>, Anja Stajniko<sup>1,2</sup>, Ajda Trdin<sup>1,2</sup>, Zdenka Šlejkovec<sup>1</sup>, Zvonka Jeran<sup>1</sup>, Joško Osredkar<sup>3</sup>, Alenka Sešek-Briški<sup>3</sup>, Mladen Krsnik<sup>3</sup>, Alfred B. Kobal<sup>3</sup>, Lijana Kononenko<sup>4</sup>, Milena Horvat<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Institut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju, Ljubljana*

<sup>2</sup> *Mednarodna podiplomska šola 'Jožef Stefan', Ljubljana*

<sup>3</sup> *Univerzitetni klinični center Ljubljana, Inštitut za klinično kemijo in biokemijo, Ljubljana*

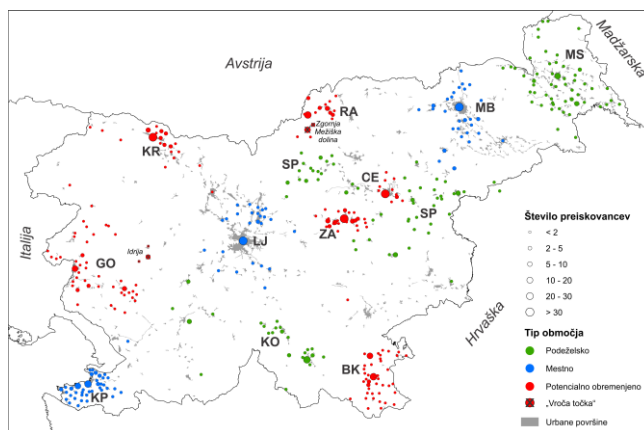
<sup>4</sup> *Ministrstvo za zdravje, Urad za kemikalije RS, Ljubljana*

Prvi nacionalni program humanega biomonitoringa (HBM) je bil namenjen pridobitvi podatkov o izpostavljenosti prebivalcev Slovenije v rodni dobi, ki niso poklicno izpostavljeni, ter na podlagi tega postaviti osnovne, t.i. referenčne vrednosti za izbrano populacijo, izpostavljenost geografsko primerjati ter ugotoviti možne vire izpostavljenosti. Vključili smo matere prvega otroka, ki so dojile (2. do 8. teden po porodu) in moške iz istega območja v enakem starostnem razponu (rodna doba, 18-49 let). Nabor je potekal v 12 območjih, ki so vključevala (1) podeželsko, (2) mestno ter (3) okolje, ki je potencialno onesnaženo zaradi pretekle/trenutne človekove dejavnosti. Cilj je bil pridobiti 50 žensk in 50 moških v vsakem območju, skupaj 1200 preiskovancev.

Program je trajal v letih 2007-2015. Pilotna faza (2007-2010, vzorčenje 2008-2009) je obsegala tri območja: podeželsko območje Kočevje in Cerknico (KO), mestno območje Ljubljano (LJ), ter potencialno onesnaženo Belo krajino (BK) (onesnaženje s polikloriranimi bifenili (PCB) iz nekdanje tovarne transformatorjev). Nadaljevalna faza (2011-2015, vzorčenje 2011-2014) je obsegala 9 območij, in sicer dva podeželska: Savinjsko-Posavsko (SP) in Pomurje (MS); dva mestna: Koper (KP) in Maribor (MB); ter 5 potencialno onesnaženih: Celje (CE) z metalurško in kemijski industrijo; Idrija in Posočje (GO) z znano onesnaženostjo zaradi nekdanjega rudnika Hg v mestu Idrija (visoka stopnja onesnaženosti = 'vroča točka'); Jesenice (KR) z železarsko industrijo, Mežiško dolino (RA) z znano izpostavljenostjo zaradi nekdanjega rudnika Pb in Zn v Zgornji Mežiški dolini ('vroča točka'); in Zasavje (ZA) z premogovnikom, termo-elektrarno, cementarno ter steklarno. Pridobivanje preiskovancev je potekalo preko porodnišnic, šol za starše in/ali ginekoloških ambulant. Povabilu v raziskavo je sledil podpis informiranega pristanka, temu pa izpolnitev kratkega vprašalnika, katerega namen je bil pridobiti splošne podatke (starost, telesno višino in teža, izobrazbo ter poklic), podatke o bivališču (način oskrbe z vodo), zdravju (kronične bolezni, število amalgamskih zalivk), in življenjskih navadah (kajenje – za preiskovanke pred nosečnostjo, pasivno kajenje, prehranske navade in dopolnila). Odvzem bioloških vzorcev (naključni vzorec urina, venska polna kri, šopek las iz zatilja) je v večini primerov potekal v 6. do 8. tednu po porodu (75 % mater), dejanski razpon je bil 2 tedna do 6 mesecev po porodu. Preiskovanke so prispevale tudi vzorec materinega mleka, ki so ga zbrale doma. Ob vzorčenju so preiskovanke izpolnile tudi Vprašalnik po porodu (kajenje med nosečnostjo, vnos alkohola, dojenje, spol otroka, porodna teža, trenutna teža). V zbranih bioloških vzorcih smo določali sledeče elemente: kadmij (Cd), svinec (Pb), živo srebro (Hg), arzen (As), mangan (Mn), selen (Se), baker (Cu), cink (Zn). Mangan smo določali samo v krvi, v laseh pa samo Hg. V vzorcih krvi vseh preiskovancev smo naredili tudi osnovno krvno sliko, kreatinin, TSH, v krvi moških preiskovancev še trigliceride, holesterol in markerske poliklorirane bifenile (PCB-je). Trigliceride, holesterol in markerske PCB-je smo določali tudi v materinem mleku. V urinu smo poleg naštetih elementov določali tudi kreatinin, specifično gostoto in kazalce ledvičnih poškodb (albumin, alfa-1-mikroglobulin, imunoglobulin IgG, ter encim NAG). Trigliceride, holesterol, markerski PCB-ji, TSH ter kazalci ledvičnih poškodb niso predmet predstavljenega dela.

Na podlagi posamičnih izmerjenih vrednosti elementov smo izračunali osnovne statistične parametre (minimalno in maksimalno vrednost, geometrijsko sredino, 95% interval zaupanja, percentilne

vrednosti). Osnovne oz. referenčne vrednosti za izbrano slovensko populacijo smo v primeru potencialno škodljivih elementov (Cd, Pb, Hg, As) izpeljali iz 95. percentila, pri čemer smo vrednost zaokrožili znotraj 95% intervala zaupanja na logaritmiranih vrednostih. V primeru esencialnih elementov (Mn, Se, Zn, Cu) smo postavili referenčni interval, in sicer na podlagi 2.5 in 97.5 percentila ter pripadajočih 95% intervalov zaupanja. Razlike med posameznimi populacijskimi skupinami (moški/ženske, preiskovana območja) smo testirali z uporabo analize variance. Determinante in možne vire izpostavljenosti smo ugotavljali z uporabo multiple linearne regresije.



**Slika 1.** Geografska porazdelitev preiskovancev. Velikost krogov označuje celotno število rekrutiranih ljudi v posameznem naselju.

Največji del preiskovancev smo pridobili preko bivših regionalnih Zavodov za zdravstveno varstvo. Izmed nosečnic, ki smo jih v študijo povabili preko ginekoloških ambulant v Zavodih, se jih je v študijo vključilo 17 %. Število preiskovank vključenih preko materinskih šol ali porodnišnic je bilo majhno, odziv pa je bilo nemogoče oceniti. Prav tako ni bilo mogoče oceniti deleža pozitivnih odgovorov za moške preiskovance. Končno število preiskovancev z vsemi skupinami podatkov je 1084 (536 žensk in 548 moških). Preiskovana populacija je bila številčno enakomerno razporejena med izbranimi območji (Slika 1), prav tako glede na stopnjo poseljenosti. Povprečna starost ženskih preiskovank je bila 29 let (razpon 19-39 let), moških pa 31 let (18-49 let). Zastopane so bile vse stopnje izobrazbe in vse kategorije poklicev. Izmed vseh preiskovancev je bilo 11 % kadilcev (ženske pred nosečnostjo).

Izpostavljenost potencialno škodljivim elementom (Pb, Hg, Cd, As) je bila nizka in v splošnem ne predstavlja tveganja za preiskovano populacijo. Rezultati so primerljivi z rezultati podobnih raziskav v Evropi in drugje po svetu. Za esencialne elemente so vsebnosti pri preiskovani populaciji znotraj meja primerjalnih vrednostih, ki jih podajajo nekatere mednarodne organizacije in so prav tako primerljive s študijami drugod po svetu.

**Tabela 1:** Referenčne vrednosti (RV<sub>95</sub>) in referenčni intervali (RI<sub>2,5-97,5</sub>) za izbrane elemente pri slovenski populaciji doječih žensk (prvorodke) in moških v starosti 18–49 let. N=število; crt=kreatinin; SG=specifična gostota

Element	Populacijska skupina	N	RV <sub>95</sub>	Element	Popul. skupina	N	RI <sub>2,5-97,5</sub>
Cd-kri	Doječe ženske, nekadilke	452	0.9 µg/L	Mn-kri	Doječe ženske	409	9.0-30 µg/L
	Moški, nekadilci	492	0.7 µg/L		Moški	402	7.0-18 µg/L
Cd-urin	Doječe ženske, nekadilke	410	0.8 µg/g crt	Se-kri	Doječe ženske	536	70-140 µg/L
		416	0.7 µg/L		Moški	548	80-180 µg/L
		399	0.6 µg/L SG	Se-urin	Doječe ženske	410	7.0-26 µg/g crt
		453	0.4 µg/g crt		410	2.0-40 µg/L	
	Moški, nekadilci	459	0.6 µg/L	407	5.0-22 µg/L SG		
		439	0.6 µg/L SG	402	8.0-28 µg/g crt		
Cd-mleko	Doječe ženske, nekadilke	405	0.2 µg/L		402	5.0-70 µg/L	
Pb-kri	Doječe ženske, izklj. Mežiška dolina	506	35 µg/L		397	9.0-45 µg/L SG	
	Moški, izključena Mežiška dolina	499	45 µg/L	Se-mleko	Doječe ženske	470	8.0-23 µg/L
Pb-urin	Doječe ženske, izklj. Mežiška dolina	380	1.5 µg/g crt	Cu-kri	Doječe ženske	536	800-1400 µg/L
		380	1.1 µg/L		Moški	548	700-1100 µg/L
		377	1.1 µg/L SG	Cu-urin	Doječe ženske	410	1.5-40 µg/g crt
		353	1.3 µg/g crt		410	1.5-30 µg/L	
	Moški, izključena Mežiška dolina	353	2.1 µg/L	407	1.0-30 µg/L SG		
		349	1.8 µg/L SG	402	1.0-20 µg/g crt		
Pb-mleko	Doječe ženske, izklj. Mežiška dolina	324	1.0 µg/L		402	1.5-30 µg/L	
Hg-kri	Doječe ženske, uživanje rib ≤ 3x mesečno	431	4.0 µg/L		397	1.0-23 µg/L SG	
	Moški, uživanje rib ≤ 3x mesečno	479	5.0 µg/L	Cu-mleko	Doječe ženske	470	200-600 µg/L
Hg-urin	Doječe ženske brez amalgamskih zalivk	84	3.0 µg/g crt	Zn-kri	Doječe ženske	536	5000-9000 µg/L
		87	4.0 µg/L		Moški	548	5000-8400 µg/L
		80	2.0 µg/L SG	Zn-urin	Doječe ženske	410	100-1200 µg/g crt
		73	1.2 µg/g crt		410	50-1100 µg/L	
	Moški brez amalgamskih zalivk	73	2.4 µg/L	407	85-900 µg/L SG		
		65	2.1 µg/L SG	402	40-600 µg/g crt		
Hg-lasje	Doječe ženske, uživanje rib ≤ 3x/mesec	404	900 ng/g		402	50-1300 µg/L	
	Moški, uživanje rib ≤ 3x/mesec	388	1200 ng/g		397	50-1000 µg/L SG	
Hg-mleko	Doječe ženske brez amalgamskih zalivk	84	0.5 µg/L	Zn-mleko	Doječe ženske	470	600-5000 µg/L
As-kri	Doječe ženske, uživanje rib ≤ 3x/mesec	432	4.0 µg/L				
	Moški, uživanje rib ≤ 3x/mesec	479	3.0 µg/L				
A-urin	Doječe ženske, uživanje rib ≤ 3x/mesec	324	40 µg/g crt				
		324	30 µg/L				
		321	30 µg/L SG				
		353	50 µg/g crt				
	Moški, uživanje rib ≤ 3x/mesec	353	70 µg/L				
		348	80 µg/L SG				
As-mleko	Doječe ženske, uživanje rib ≤ 3x/mesec	380	0.7 µg/L				

Povprečne vrednosti Cd v krvi so bile pričakovano višje pri ženskah, in sicer zaradi splošno znanih nižjih vrednosti feritina, kar pa je še bolj izraženo v pozni nosečnosti oz. zgodaj v *postpartum* obdobju zaradi povečanega privzema železa (Lee in Kim, 2014). V nasprotju s Cd, so imeli moški večje povprečne vrednosti Pb in Hg tako v krvi kot v urinu, kar je prav tako skladno z literaturo in z višjimi vrednostmi hematokrita pri moških, ter v primeru Pb učinkom estrogena na zmanjšane vrednosti Pb v krvi (Lee in Kim, 2014; Vahter in sod., 2007). Med esencialnimi elementi so bile povprečne vrednosti Mn, Cu in Zn v krvi višje pri ženskah, kar je skladno z normalnim povečanjem teh elementov v obdobju nosečnosti (Gunier in sod., 2014; Izquierdo Álvarez in sod., 2007; Qvist in sod., 1986). Vrednosti Cu so zaradi vpliva estrogena tudi sicer višje pri ženskah (Fitzgerald in sod., 2008). Vrednosti Se v krvi se običajno ne razlikujejo med spoloma, v naši študiji pa so bile nižje pri ženskah kot pri moških, kar ponovno lahko pripišemo fiziološkemu stanju ženskih preiskovank.

Ugotovili smo, da so življenjski slog in prehranske navade pomembni dejavniki izpostavitve Cd (kajenje, divjačina), Hg (morska hrana, amalgamske zalivke), As (morska hrana) in Pb (alkohol, kajenje, divjačina, privatni vir pitni vode). Potrdili smo geografsko pogojeno izpostavljenost zaradi preteklih rudarskih dejavnosti v kombinaciji s povišanim naravnim ozadjem za Pb (Zgornja Mežiška dolina), Hg (Idrija) in As (Zasavje).

Referenčne vrednosti izračunane na podlagi pridobljenih podatkov (Tabela 1) so primerljive z vrednostmi v Evropi in Kanadi, razen za Hg, katerega vrednosti so višje pri slovenski populaciji kot v drugih evropskih državah in Kanadi. Referenčni intervali za esencialne elemente so informativni, saj vrednosti izmerjene v polni krvi in urinu niso najprimernejši kazalniki statusa teh elementov v telesu. Kljub temu so podobne vrednosti Cu in Zn objavljene za kanadsko populacijo, vrednosti Se pa so v slednji pričakovano višje (Saravanabhavan in sod., 2017).

Predstavljena HBM študija je prva, ki je na nacionalni ravni ocenila vrednosti potencialno škodljivih in esencialnih elementov pri prebivalcih Slovenije, jih geografsko primerjala in identificirala možne dejavnike izpostavljenosti, ter postavila referenčne vrednosti za občutljivi del populacije - odrasle v rodni dobi – pri čemer so še posebej pomembni podatki za doječe ženske oz. ženske v *postpartum* obdobju, ki v literaturi manjkajo. Pridobljeni podatki predstavljajo osnovo za oceno tveganja za zdravje ljudi, ter za zagotovitev ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti.

**Ključne besede:** *humani biomonitoring, elementi v sledovih, kovine, rodna doba, postpartum, referenčne vrednosti*

#### **Viri:**

1. Fitzgerald, K. N., Nelson-Dooley, C., & Lord, R. S. (2008). Nutrient and toxic elements. In R. S. Lord & J. A. Bralley (Eds.), *Laboratory evaluations for integrative and functional medicine* (2nd ed., pp. 63–172). Metamatrix Institute.
2. Gunier, R. B., Mora, A. M., Smith, D., Arora, M., Austin, C., Eskenazi, B., & Bradman, A. (2014). Biomarkers of Manganese Exposure in Pregnant Women and Children Living in an Agricultural Community in California. *Environmental Science & Technology*, 48, 14695–14702.
3. Izquierdo Álvarez, S., Castañón, S. G., Ruata, M. L. C., Aragüés, E. F., Terraz, P. B., Irazabal, Y. G., ... Rodríguez, B. G. (2007). Updating of normal levels of copper, zinc and selenium in serum of pregnant women. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 21(SUPPL. 1), 49–52.
4. Lee, B. K., & Kim, Y. (2014). Sex-specific profiles of blood metal levels associated with metal-iron interactions. *Safety and Health at Work*, 5(3), 113–117.
5. Qvist, I., Abdulla, M., Jägerstad, M., & Svensson, S. (1986). Iron, Zinc and Folate Status During Pregnancy and Two Months After Delivery. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 65(1), 15–22.
6. Saravanabhavan, G., Werry, K., Walker, M., Haines, D., Malowany, M., & Khoury, C. (2017). Human biomonitoring reference values for metals and trace elements in blood and urine derived from the Canadian Health Measures Survey 2007 – 2013. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(2), 189–200.
7. Vahter, M., Åkesson, A., Lidén, C., Ceccatelli, S., & Berglund, M. (2007). Gender differences in the disposition and toxicity of metals. *Environmental Research*, 104(1), 85–95.

## Biološki monitoring z vidika inšpektorja za delo

Lidija Korat

*Inšpektorat RS za delo*

Namen in cilj biološkega monitoringa je določitev obsega izpostavljenosti delavcev nevarnim kemičnim snovem ter s tem v zvezi določitev ustreznosti oz. morebitne prizadetosti njihovega zdravja.

Biološki monitoring podaja odgovore na naslednja vprašanja:

- kolikšna je količina nevarnih kemičnih snovi, ki jih delavec vdihne (inhalacijska), količina nevarnih kemičnih snovi, ki gredo skozi kožo (dermalna) ali z zaužitjem (oralna),
- kolikšen je biokemični in biološki učinek zaradi izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem,
- kolikšne so individualne razlike v metabolizmu nevarnih kemičnih snovi,
- kolikšna je učinkovitost tehničnih in osebnih zaščitnih ukrepov,
- kakšna je individualna higiena pri ravnanju z nevarnimi kemičnimi snovmi.

### **Izvedba biološkega monitoringa**

Rezultati biološkega monitoringa oz. odgovori na navedena vprašanja so pomembni za ocenitev tveganja na posameznem delovnem mestu, zato je izjemno pomembno, da so postopki izvedbe biološkega monitoringa transparentni in ponovljivi kar je prikazano na sliki 1. Vsaka točka, ki je na sliki označena rdeče, je razložena v nadaljevanju.

#### **Točka 1: Seznam nevarnih kemičnih snovi z opredelitvijo pogojev uporabe za posamezno delovno mesto ali delovno operacijo**

Delodajalec mora imeti na podlagi 6. člena Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu izdelan seznam nevarnih kemičnih snovi.

#### **Točka 2: Določitev kriterijev, kdaj je treba izvajati biološki monitoring**

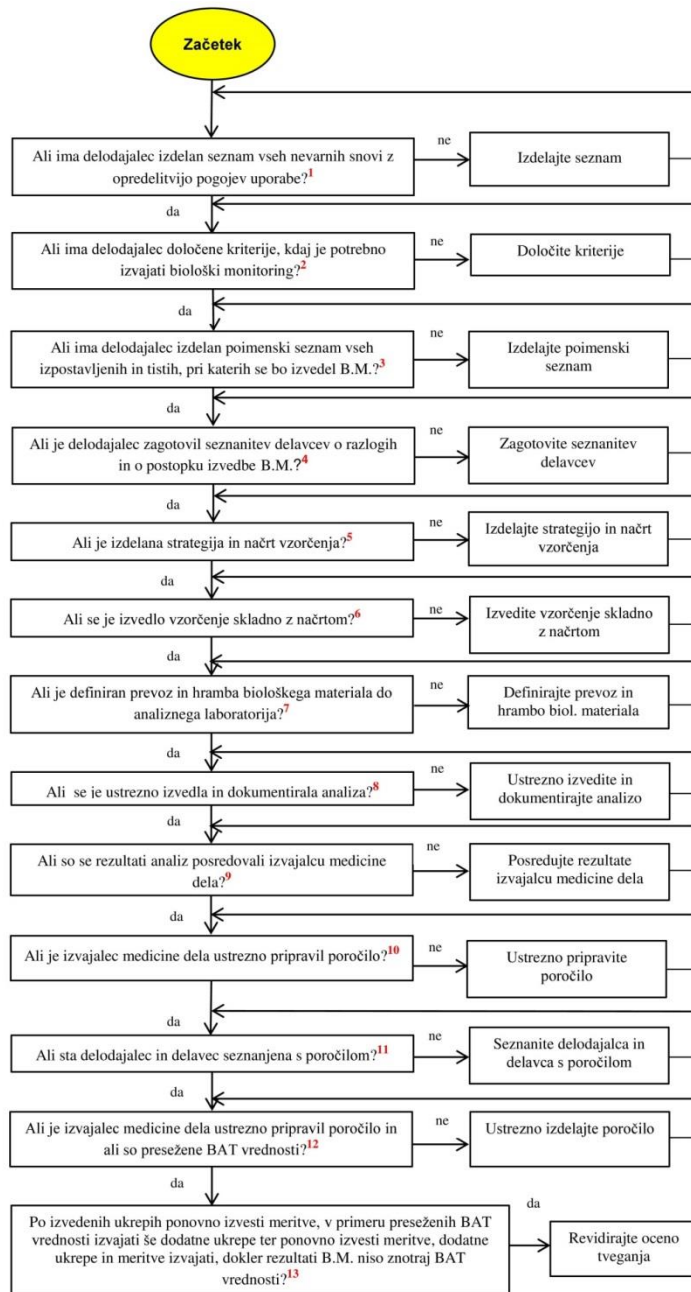
Delodajalci skupaj z izvajalcem medicine dela na podlagi pridobljenega seznama nevarnih kemičnih snovi in pogojev njihove uporabe pregledajo vsebine varnostnih listov ter ogleda delovnih mest, ki ga opravi izvajalec medicine dela. Definirajo se snovi, za katere bo izveden biološki monitoring. Kriteriji, po katerih se bo izvajal biološki monitoring, morajo biti skladni z zahtevami zakonodaje, vendar si lahko delodajalec postavi poleg predpisanih zahtev še dodatne kriterije. Kriteriji morajo biti opredeljeni v izjavi o varnosti z oceno tveganja. V primeru izpostavljenosti zelo nizki koncentraciji določeni snovi, kjer je izpostavljeno veliko število delavcev, je treba definirati reprezentativnost skupine, pri kateri bo izveden biološki monitoring na določeno snov. Če so delavci na delovnih mestih izpostavljeni različnim nevarnim kemičnim snovem, je pri načrtovanju izvedbe biološkega monitoringa to treba tudi upoštevati.

Predpisane zahteve so določene v prilogi II Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu, kjer je določeno, da se biološki monitoring obvezno izvaja pri delavcih, ki so pri delu izpostavljeni svincu ali njegovim spojinam. Biološki monitoring se izvaja tudi kadar, so delavci pri delu izpostavljeni nevarnim kemičnim snovem, za katere je uvedena zavezujoča mejna vrednost iz priloge II tega pravilnika. Biološki monitoring se izvaja po zahtevah za kakovost in kompetentnost medicinskih laboratorijev.

Delodajalec v izjavo o varnosti z oceno tveganja lahko vnese po dodatni presoji še dodatne kriterije, kdaj se bo izvajal biološki monitoring, npr.:

- a) pri delavcih pred nastopom dela, da se zabeleži kot možnost predhodne izpostavljenosti,
- b) po nezgodni izpostavljenosti, še posebno zato, ker meritve koncentracij nevarnih kemičnih snovi niso na voljo,
- c) če je na delovnem mestu direkten dermalni kontakt z nevarnimi kemičnimi snovmi, ki se dobro absorbirajo ali imajo lastnost lažjega prehajanja skozi kožo,

- d) v primerih izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem z dolgo razpolovno dobo,
- e) pri izpostavljenosti:
- rakotvornim ali mutagenim substancam,
  - substancam, ki povzročajo reprodukcijske spremembe, če teh substanc ne morejo določiti z meritvami delovne atmosfere,
- f) v primerih, ko je merjenje nevarnih snovi v delovnem okolju težko in bi rezultati meritev nevarnih kemičnih snovi pokazali nerealno izpostavljenost (zaradi nihanja koncentracij v delovnem okolju, v primerih, ko se delovno mesto sanira, v primerih dela na prostem, v primerih velikega nihanja koncentracij v delovnem okolju zaradi pogostega spreminjanja substanc pri industrijski proizvodnji).



Opomba: B.M. okrajšava za biološki monitoring

Slika 1. Postopek izvedbe biološkega monitoringa

Če je večje število delavcev izpostavljenih izjemno nizkim koncentracijam nevarnih kemičnih snovi, ki so navedene v prilogi II Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu, lahko delodajalec postavi dodatne kriterije s katerimi bo zagotovil reprezentativnost

izpostavljenosti in opredelil velikost vzorca, ki se izračuna za neomejeno populacijo po enačbi 1 in za omejeno populacijo po enačbi 2.

Za neomejeno populacijo se računa po enačbi:  $n = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2}$  (4), kjer je:

$n$	velikost vzorca v primeru neomejene populacije
$Z$	zanesljivost ocene ( $Z = 1,96$ za 95-% zanesljivost, $Z = 2,58$ za 99-% zanesljivost)
$p$	populacijski delež (če poznamo iz preteklih analiz, drugače vzamemo 0,5)
$e$	dopustna napaka (npr. 1 % ( $e = 0,01$ ) ali 5 % ( $e = 0,05$ ))

V primeru končne populacije zgornji rezultat preračunamo dalje:  $n_{kp} = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$  (5), kjer je:

$n_{kp}$	velikost vzorca v primeru končne populacije
$N$	velikost (število) populacije

### Točka 3: Izdelava poimenskega seznama vseh izpostavljenih in seznama tistih, pri katerih se bo izvedel biološki monitoring

Po postavitvi kriterijev se izdelava poimenski seznam vseh izpostavljenih, ki ustrezajo kriterijem iz točke 2, in seznam tistih, pri katerih se bo izvedel biološki monitoring. Poimenski seznam vseh izpostavljenih, ki ustrezajo kriterijem iz točke 2 in seznam tistih, pri katerih se bo izvedel biološki monitoring, naj zajema naslednje podatke: ime in priimek; datum rojstva; delovno mesto; skupna delovna doba (v letih); delovna doba izpostavljenosti (v letih); presežena mejna vrednost (da, ne; pri mejnih vrednostih je treba upoštevati izpostavljenost morebitnim več različnim nevarnim snovem); snovi, ki so jim izpostavljeni delavci, pri katerih se bo izvedel biološki monitoring; vrsta biološkega vzorca; izpostavljenost (neposredna, posredna); čas izpostavljenosti (%).

### Točka 4: Seznanitev delavcev z razlogi in postopkom izvedbe biološkega monitoringa

Delodajalec mora delavce obvestiti o rezultatih ocene tveganja, v kateri je opredeljena tudi zahteva po zdravstvenem nadzoru z biološkim monitoringom, preden jih razporedi na delo z nevarnimi kemičnimi snovmi. Izjemno pomembno je, da delodajalec skupaj z izvajalcem medicine dela delavcem obrazloži razloge za biološki monitoring in postopek izvedbe biološkega monitoringa, saj s tem pri delavcih prepreči marsikateri dvom.

### Točka 5: Strategija in načrt meritev

Postopek izvedbe biološkega monitoringa mora biti opredeljen za vsako posamezno snov oz. posamezni metabolit v izjavi o varnosti z oceno tveganja. Strategija in načrt meritev se izdelata s pomočjo kemijske ocene tveganja in ogleda delovnih mest, ki ga opravi izvajalec medicine dela. Pri tem se lahko oblikujejo določene skupine zaposlenih, ki so izpostavljene enakim nevarnim kemičnim snovem, kar v nadaljevanju pripomore k lažji analizi rezultatov, predvsem pri večjih delodajalcih. Strategija in načrt meritev morata zajemati:

- **čas vzorčenja glede na ritem izmen**

Upoštevati je treba možno bioakumulacijo določene nevarne snovi. V primeru odsotnosti takšnih informacij se vzorčenje izvede istočasno, ko se izvede meritev delovnega okolja, in pri normalnih delovnih pogojih. Normalnih delovnih pogojev ne moremo pričakovati, če se aktivnosti izvajajo kratek čas (pri popravilu, servisu, kjer nastajajo neprijetne vonjave, itd.). V takšnih primerih se vzorčenje izvede na koncu ustrezne aktivnosti, zato je treba to natančno opredeliti v oceni tveganja.

- **število delavcev, pri katerih se bo izvedel biološki monitoring**

Ob številu delavcev, pri katerih se bo izvedel biološki monitoring, se običajno določi tudi kraj vzorčenja. Če je treba zagotoviti vzorčenje pri majhnem številu delavcev, se običajno izvede vzorčenje v zdravstveni ustanovi, pri večjem številu delavcev pa se vzorčenje ob zagotovljenih ustreznih sanitarnih pogojih lahko izvede tudi pri delodajalcu.

- **kraj vzorčenja**

Kraj vzorčenja je izjemno pomemben tako za organizacijo pri delodajalcu kakor tudi za organizacijo pri zdravstvenemu osebju, zato ga je treba opredeliti.



- **izbira biološkega materiala, testni parametri (karakteristični pokazatelji)**

Za posamezno snov, ki ji je delavec izpostavljen, je treba določiti biološki material in karakteristične pokazatelje. Pri tem je treba poznati metabolično pot določene snovi, da določimo vse metabolite, ki so karakteristični za določeno snov.

- **navedba dodatnih informacij**

Delodajalec ali izvajalec medicine dela navede dodatne informacije, ki so pomembne pri izvajanju biološkega monitoringa, t. i. predpreiskovalne postopke, ki vključujejo: informacije za preiskovanca (seznam dejavnikov, ki pomembno vplivajo na izvedbo preiskave ali na interpretacijo rezultatov, npr. prekomerno pitje tekočine); kreiranje podatkov obrazca za naročilo laboratoriju ali njegove enakovredne elektronske različice; navodila laboratorija za aktivnosti pred odvzemom, navodila za aktivnosti ob odvzemu.

#### **Točka 6: Vzorčenje**

Za vsako snov oz. metabolit je treba določiti:

- a. povzetek metode, po kateri se bo izvajalo vzorčenje in analiza,
- b. področje uporabe metode,
- c. definiranje tehničnih značilnosti.

Opisan mora biti postopek odvzema krvi ali urina ter navedeni kraj odvzema, čas odvzema (ura, dan v tednu), volumen potrebnega vzorca, vrsta posod za vzorčenje, definirano mora biti, ali je bil odvzeti krvi dodan antikoagulant in kateri. Zagotoviti je treba, da se vzorčenje izvede skladno s strategijo in načrtom vzorčenja. Imeti je treba dokumentiran postopek za pisna naročila za izvedbo analize ali za ustna naročila preiskav.

#### **Točka 7: Transport in hramba vzorcev**

Shranjevanje in transportiranje biološkega materiala mora potekati na način, da se vpliv na rezultat analize zreducira na minimum. Kjer je treba, naj se izvajalec medicine dela posvetuje z analitskim laboratorijem. Definirani morajo biti način transporta, skladiščenje in njegovi pogoji. Predvsem mora biti opredeljeno, koliko časa se lahko vzorec hrani pri normalnih pogojih, koliko časa v hladilniku in koliko časa, če se zamrzne.

#### **Točka 8: Analiza (priprava, analitska tehnika)**

Analize biološkega materiala na področju medicine dela/toksikologije (biološki monitoring) morajo biti skladne s stanjem tehnologije in primerne kvaliteten kriterijem, ki se uporabljajo za analizo kemijo na področju medicine dela in toksikologije.

#### **Točka 9: Posredovanje analiz izvajalcu medicine dela**

Laboratorij, ki izvaja analizo, posreduje rezultate biološkega monitoringa izvajalcu medicine dela. Če je metoda, po kateri se je izvedla analiza, akreditirana, je izvajalcu medicine dela treba posredovati tudi akreditacijsko listino. Če je laboratorij, ki je izvajal analizo, akreditiran po standardu SIST EN ISO 15189 je treba izvajalcu medicine dela dati tudi to informacijo.

#### **Točka 10: Priprava poročila izvajalca medicine dela**

Izvajalec medicine dela mora laboratorijske rezultate primerjati z biološkimi mejnimi vrednostmi. Pri tej oceni mora veliko pozornost posvetiti delovnim pogojem, lastnostim nevarnih kemičnih snovi (toksikinetika nevarnih kemičnih snovi) in drugim morebitnim vplivnim faktorjem. Posamezne meritve niso vedno dovolj za ocenitev stopnje izpostavljenosti, zato je treba meritve ponoviti, da se izognemo napakam, ki bi pri tem lahko nastale. Pri podajanju rezultatov biološkega monitoringa je treba upoštevati: učinek kratke izpostavljenosti, odmor, čas izpostavljenosti, specifične delovne pogoje, intenziteto fizične aktivnosti in neobičajne pogoje atmosferskega tlaka, individualno izpostavljenost.

#### **Točka 11: Izvajalec medicine dela s poročilom seznanjen delodajalec in delavec**

Če so meritve biološkega monitoringa pokazale preseženo vrednost bioloških mejnih vrednosti, mora delodajalec zagotoviti ukrepe za znižanje teh vrednosti. Na podlagi rezultatov meritev biološkega monitoringa je treba določiti periodiko ponovnega izvajanja biološkega monitoringa, ki jo mora delodajalec vključiti v izjavo o varnosti z oceno tveganja.

Izjemno pomembno je, da se delodajalcu posredujejo številčne vrednosti biološkega monitoringa, saj bo delodajalec glede na številčne rezultate biološkega monitoringa lahko zagotovil dodatne varnostne

ukrepe, če bo menil, da so vrednosti biološkega monitoringa visoke, čeprav te vrednosti niso presežene. Pri podajanju številčnih rezultatov biološkega monitoringa za posameznega delavca je treba upoštevati določbe 1. odstavka 13. člena Zakona varstvu osebnih podatkov, ki določa, da se občutljivi osebni podatki lahko obdelujejo le v naslednjih primerih: če je posameznik za to podal izrecno osebno privolitev, ki je praviloma pisna, v javnem sektorju pa tudi določena z zakonom. Zato je od delavca treba pridobiti izjavo, s katero delavec podaja izrecno osebno privolitev, da se rezultati biološkega monitoringa posredujejo delodajalcu, ki jih lahko obdeluje za namen zagotavljanja varnega in zdravega dela.

**Točka 12: Ustreznost pripravljenega poročila, s katerim se določi, ali so presežene BAT-vrednosti ali ne**

V poročilu se pričakuje, da ga bo izvajalec medicine dela pripravil tako, da bo zajemal vse podatke predhodno navedenih točk od 1 do 11. V poročilu mora izvajalec medicine dela opredeliti tudi ukrepe v primeru preseženih bioloških mejnih vrednostih.

**Toka 13: Po izvedenih ukrepih ponovno izvesti meritve, v primeru preseženih BAT-vrednosti izvajati še dodatne ukrepe ter ponovno izvesti meritve, dodatne ukrepe in meritve izvajati, dokler rezultati biološkega monitoringa niso znotraj BAT-vrednosti**

V primeru preseženih bioloških mejnih vrednosti mora delodajalec izvesti vse ukrepe, da zniža preseženo biološko mejno vrednost. Po izvedenih ukrepih mora ponovno izvesti meritve. Če ponovne meritve pokažejo, da so še vedno presežene biološke mejne vrednosti, je treba zagotoviti dodatne ukrepe. Ko se ugotovi, da so presežene biološke mejne vrednosti, se običajno ravna po naslednjem vrstnem redu:

- razmisliti, ali je mogoče spremeniti in izboljšati tehnološki postopek glede zmanjšanja emisij nevarnih snovi na delovnem mestu;
- seznaniti delavce o rezultatih BM in nadaljnjih ukrepih – sankcije zaradi neuporabe osebne varovalne opreme;
- poostriži notranji nadzor – svet delavcev oz. delavskega zaupnika za varnost in zdravje pri delu vključiti v nadaljnje ukrepe za znižanje bioloških vrednosti na delovnem mestu;
- izvesti ponovno izobraževanje o uporabi osebne varovalne opreme;
- izvesti ponovno izobraževanje o vplivu nevarnih snovi na zdravje pri inhalaciji, stiku s kožo, zaužitju – izvede ga izvajalec medicine dela.

**Točka 14: Revidiranje ocene tveganja**

Po sprejetih dodatnih ukrepih je treba revidirati oceno tveganja.

**Zaključki**

Biološki monitoring nedvoumno prispeva k celoviti sliki delavčeve izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem na delovnih mestih. Delodajalci se morajo zavedati, da samo s strokovnim načrtovanjem in izvajanjem biološkega monitoringa, ki bo pisno natančno opredeljeno v sprejeti Izjavi o varnosti z oceno tveganja, bodo prispevali k izboljšanju razmer na delovnih mestih in s tem zmanjšali tveganja za poklicna obolenja in preprečili morebitne sodne postopke.

**Ključne besede:** *biološki monitoring, nevarne snovi, delovno mesto, inšpekcijski nadzor*

**Viri:**

1. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Uradni list RS, št. 100/01, 39/05, 53/07, 102/10, 43/11 – ZVZD-1, 38/15 in 78/18).
2. Korat L., (2017), Pristop za celovit nadzor izpostavljenosti nevarnim snovem na delovnih mestih : doktorska disertacija, Maribor, 194 str., ilustr. <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=65186>. [COBISS.SI-ID 20924694].
3. SIST EN ISO 15189 Medicinski laboratoriji – Zahteve za kakovost in kompetentnost (ISO 15189: 2012).
4. The Research Advisors, 117 Fall Lane, Franklin, MA 02038, <http://www.research-advisors.com/tools/SampleSize.htm> (dostop 9.1.2019).
5. Raosoft, Inc., 6645 NE Windermere Road, Seattle, WA 98115 <http://www.raosoft.com/samplesize.html> (dostop 9.1.2019).
6. Zakona varstvu osebnih podatkov (Uradni list RS, št. 94/07).

## Varnost pri delu v laboratoriju

Barbara Novosel

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo*

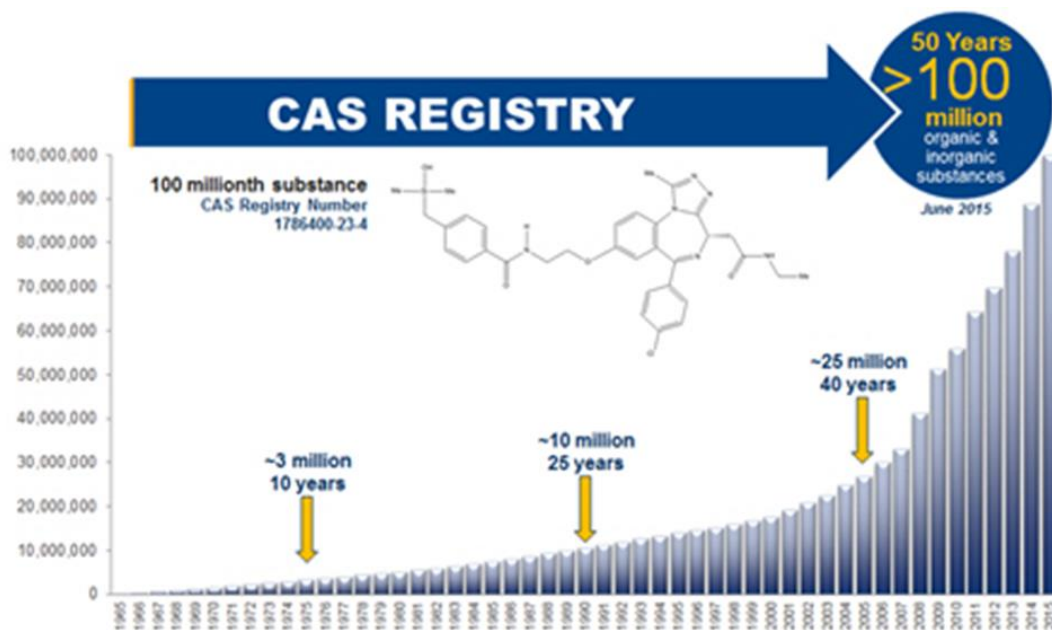
Delo v laboratorij se izvaja v številnih dejavnostih; šolstvu, zdravstvu, kmetijstvu, kemijski in sorodnih proizvodnjah. Vrste laboratorijev se zelo razlikujejo, lahko so šolski, sintezni, razvojno-raziskovalni, referenčni. Vsi, ki delamo v laboratoriju smo profesionalno pot pričeli v osnovnošolskih laboratorijih, za katere Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) (Ur. l. RS, št. 43/2011) v 16. členu določa:

- (1) Vzgoja in izobraževanje v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu sta sestavni del programov izobraževanja na univerzah in šolah vseh vrst in stopenj.
- (2) Usposabljanje za varno in zdravo delo je sestavni del uvajanja v delo.

O pomenu usposabljanje in ozaveščanje posameznika o pomenu varnega dela v šolskem obdobju govori tudi članek avtorja Robert H. Hill Jr., The impact of OSHA's Laboratory Standard on undergraduate safety education (Journal of Chemical Health and Safety, Vol. 23/5, 2016, 12–17). V kolikor študent na 1. stopenjskem študiju ne spozna pravil in načel varnega dela, o varnosti ve zelo malo, zato ne razvije varnostne etike in dokonča študij s pomanjkljivim znanjem in zavedanjem o pomenu varnega dela. Ta primanjkljaj se kaže v nadaljnjem profesionalnem delu, v kolikor takšna oseba postane visokošolski učitelj, načel varnega dela ne vključi v pedagoški proces in krog je sklenjen.

Delo v šolskem laboratoriju je specifično; delovni proces se pogosto spreminja, pedagoško osebje je v manjšini, učenci v večini, za učence vsaka vaja predstavlja novo nalogo, učenci imajo malo izkušenj in spretnosti za delo v laboratoriju, v laboratorij pridejo le nekajkrat na teden, na del pogosto niso dobro pripravljeni, pri delu niso zbrani. Pri vajah se uporablja majhna količina kemikalij, lastnosti kemikalij so dobro znane in delovni postopki so večkrat preverjeni. Na varnost pri delu vplivajo tudi delovna oprema, delovni postopki, instalacije v laboratoriju, uporaba tehničnih plinov in odpadki.

V kemijskih laboratorijih uporabljamo kemikalije, pri čemer se moramo zavedati izjemno hitrega naraščanja števila registriranih kemikalij. Po podatkih na domači strani <https://www.cas.org/about/cas-content> je bilo v oktobru 2018 registriranih 144 milijonov substanc, dinamika povečevanja števila registriranih kemikalij je razvidna iz slike 1, kjer je prikazano obdobje 50 let; od 1965 do 2015. Izpostavljeno je, da je bila 100. milijonta kemikalija registrirana v juniju 2015. Po podatkih Evropske agencije za kemikalije je bilo 11. avgusta 2017 registriranih 106.211 snovi (<https://echa.europa.eu/sl/information-on-chemicals/registered-substances>).



Slika 1: Število registriranih kemikalij v sistemu CAS

Pri tako velikem številu kemikalij je ključno, da uporabniki kemikalij preverijo lastnosti na osnovi podatkov na etiketi, podatkov v katalogih ali domačih straneh proizvajalcev kemikalij ali pregleda vsebine varnostnih listov. Poudariti je treba, da so varnostni listi zakonsko predpisan dokument za vse proizvode, ki so v skladu z Uredbo 1272/2008 razvrščeni kot nevarni, vendar je obseg varnostnega lista velik, zato je namenjen predvsem vodjem. Za uporabnike je treba pripraviti Navodila za varno delo za vsako nevarno kemikalijo, oblika navodil je dostopna v Praktičnih smernicah za delo z nevarnimi kemičnimi snovmi (Ur. l. RS, št. 50/2003) ali v obliki Safety card na <http://www.inchem.org>. Vsak uporabnik kemikalije se mora zavedati posledic uporabe, zato mora biti pred uporabo seznanjen s posledico nepravilne uporabe nevarnih kemikalije, zavedati se mora, da posledica lahko nastane v hipu ali čez nekaj desetletij.

Pereč problem pri delu v laboratorijih je skupno skladiščenje kemikalij. Uporabno orodje za ureditev tega področja je Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Ur.l. RS, št. 23/2018). Za vsak laboratorij bi morali imeti seznam kemikalij, v razpredelnici bi poleg komercialnega imena, CAS števila, količine, proizvajalca, navedli tudi skladiščni razred posameznega proizvoda. Informacija o skladiščnem razredu ni obvezen podatek v varnostnem listu, podatek o skladiščnem razredu za proizvod je objavljen v katalogih, domačih straneh nemških proizvajalcev.

Zagotavljanje pogojev za varno delo v laboratoriju temelji na primernih tehničnih in organizacijskih ukrepih. Tehnični ukrepi so specifični za vsak laboratorij in jih v tem prispevku ne bom pojasnila. Organizacijski ukrepi so zelo pomembni, ker neposredno vplivajo na osebe, ki so v laboratoriju. Usposabljanje za varno delo je vsakodnevni proces, ki pa se ga intenzivira z obdobjimi kampanjami. Usposabljanje je pomembno zato, ker je zagotavljanje varnega dela večšina, ki si jo moramo privzgojiti, se jo učiti, jo razvijati in spodbujati! Usposabljanje se mora izvesti pred začetkom laboratorijskega dela, vsebina mora biti prilagojena: starostni skupini, namenu uporabe, količini snovi, pogojem uporabe. Usposabljanje mora biti sestavljeno iz teoretičnega in praktičnega dela, kateremu mora slediti preverjanje znanja. Pravila varnega dela se ponovijo pred vsako vajo in morajo veljati za vse, tudi za pedagoško osebje. Na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani poteka usposabljanje študentov za varno delo od leta 1998 (temeljita sprememba leta 2014), usposabljanje je prilagojeno letniku in stopnji, usposabljanje je obvezno za vse študente, ki opravljajo laboratorijske vaje na UL FKKT, gradivo je objavljeno na domači strani, preverjanje znanja poteka preko spletne učilnice, vsako leto usposabljanje opravi med 1500 in 1800 študentov, v proces usposabljanja so vključeni vsi pedagoški delavci.

Laboratorijski red je interni dokument, ki ga morajo pripraviti v podjetju/organizaciji/instituciji, pri pripravi morajo sodelovati vsi zainteresirani deležniki, vsebovati mora vse elemente, ki izhajajo iz del v laboratorijih, določila v laboratorijskem redu morajo veljati za vse laboratorije.

Velik pomen pri zagotavljanju varnega dela v laboratoriju imajo tudi pisna in ustna navodila za posamezno delo. Pomembno pri tem je, da so navodila razumljiva za vse, ki v laboratoriju delajo, da je treba delo stalno nadzorovati in v primeru nepravilnosti posameznika ali skupino takoj opozoriti na nepravilno delo. Pred nadaljevanjem dela je treba dati jasna, nedvoumna navodila za delo.

Pri vsakem delu lahko pride do nezgod, delo v laboratoriju ni izjema, zato morajo osebe, ki delajo v laboratoriju, vedeti kaj mora posameznik storiti pri nastanku neželenega dogodka. Pojasniti, pokazati in preveriti je treba kako, s čim naj posameznik ukrepa in kdaj.

Sistematičen pregled posameznega laboratorija lahko izvedemo z uporabo Smernice za zagotavljanje varnosti in zdravja v kemijskih laboratorijih, ki je prosto dostopna na strani <https://www.gzs.si/pripone/Smernica-laborat..pdf>. Namen smernice je povečanje stopnje varnosti in zdravja pri delu v kemijskih laboratorijih in drugih prostorih, v katerih se izvaja laboratorijsko delo, postopki in opravila, ki vključujejo uporabo manjših količin nevarnih kemikalij. Za pregled laboratorija je treba:

- pridobite Kontrolnik za laboratorij,
- oblikujete delovno skupino,
- izvedete pregled laboratorija,
- ugotovite pomanjkljivosti,
- določite ukrepe,
- pridobite sredstva,
- izvedete ukrepe,
- ponovno pregledate laboratorij.

Za zagotavljanje varnega dela v laboratoriju je konstanten proces, nikoli dokončano delo, zavedati se moramo naslednjih dejstev; Varnost v laboratorijih zagotavljamo sami. Kemikalije se ne bodo spremenile! Vseh nevarnosti kemikalij ne poznamo! Nezgode/neželene posledice se dogajajo! Uporabniki se moramo naučiti ravnati z nevarnimi kemikalijami—postopek dela. Na nezgode/neželene posledice moramo biti pripravljeni.

**Ključne besede:** laboratorij, zagotavljanje varnosti, kemikalije, skladiščenje, smernica

## Viri

1. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Ur. l. RS, št. 43/2011.
2. Robert H. Hill Jr., The impact of OSHA's Laboratory Standard on undergraduate safety education, Journal of Chemical Health and Safety, Vol. 23/5, 2016, 12–17.
3. <https://www.cas.org/about/cas-content>
4. <https://echa.europa.eu/sl/information-on-chemicals/registered-substances>
5. Safety card: <http://www.inchem.org>
6. Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij, Ur.l. RS, št. 23/2018.
7. <https://www.gzs.si/pripone/Smernica-laborat..pdf>

## Ugotovitve inšpektorata RS za delo v zvezi s kemijsko varnostjo pri delu v laboratoriju

Petra Potočnik

### *Inšpektorat RS za delo*

Zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in določevanje ukrepov za varnost in zdravje delavcev, se začne z ocenjevanjem tveganja. Kemične škodljivosti so ena izmed nevarnosti, ki so jim delavci pri delu izpostavljeni ne le v kemijski dejavnosti, pač pa tudi v drugih dejavnostih. Nevarnost kemičnih snovi je običajno pri delodajalcih, ki se ne ukvarjajo s kemijsko dejavnostjo spregledana, neustrezno ocenjena, ukrepi za varovanje delavcev so pomanjkljivi, kar pa predstavlja veliko tveganje za okvare zdravja delavcev.

### **Ugotovljene nepravilnosti**

Pri ugotavljanju varnosti in zdravja delavca pri delu nas zanima kakšne ukrepe mora zagotavljati delodajalec in, ali so ti ukrepi ustrezni, primerni in zadostni, da delavec ne bo zbolel zaradi nevarnosti, ki jim je pri delu izpostavljen. Osnova za ugotavljanje je ocene tveganja, ki jo izdelata delodajalec in analiza zdravstvenega stanja delavcev, ki jo izdelata izvajalec medicine dela. Skoraj ni dejavnosti pri kateri se v kakšnem procesu ne bi pojavljale kemične snovi. Kemične snovi niso prisotne le pri delu v laboratoriju, pač pa tudi pri delu v proizvodnji; med kemične snovi se prišteva tudi prah (vrtanje, brušenje, lesni prah, ...) in različni dimi, ki nastanejo pri postopku dela (varjenje, obdelava površine s kemičnimi snovmi–jedkanje, ...).

Kemijska varnost v laboratoriju je odvisna od aktivnosti, ki jih delavec izvaja, saj pri opravljanju teh aktivnosti obstajajo različne nevarnosti, različne so ocene tveganja in različni pa so tudi ukrepi za varovanje delavca. Če kot primer določevanja ukrepov pogledamo delovno mesto laboranta ugotovimo, da izvaja različne analize od zelo enostavnih (npr. določevanje trdote vode, določevanje pH vrednosti odpadne vode, itd.), do bolj zahtevnih (npr. določevanje kemijske potrebe po kisiku (KPK) v odpadni vodi).

Zanimajo nas ukrepi za varnost in zdravje delavca, ki jih mora zagotoviti delodajalec, da si laborant pri izvajanju dela ne bo okvaril zdravja.

Ocenjevanje tveganja, ki je osnova za določevanje ukrepov za varno delo, se izvaja po sledečih fazah:

- identifikacija nevarnosti
- ugotovitev kdo od delavcev bi lahko bil izpostavljen identificiranim nevarnostim
- ocena tveganja
- odločitev o tem ali je tveganje sprejemljivo
- odločitev o uvedbi ukrepov za zmanjšanje nesprejemljivega tveganja.

Pri identifikaciji nevarnosti ugotavljamo veliko pomanjkljivosti. Ocene tveganja za laboranta so izdelane na način, da se popišejo vse kemične snovi, ki se nahajajo v laboratorijskem skladišču oz. se navedejo snovi s katerimi rokuje laborant, potem pa se izdelata »skupna« ocena tveganja in izdajo »skupni« ukrepi za zagotavljanje varnega dela. Ugotavljamo, da so ukrepi izdani na osnovi takšne ocene tveganja preveč splošni; kot npr.: v primeru, ko se pojavijo meglice, pare ... uporabljati zaščito za dihala. Vprašanje je, kdaj natančno (pri katerem delu) mora delavec uporabiti zaščito za dihala in kakšno zaščito za dihala naj laborant uporablja. Ukrepi za zagotavljanje varnega dela morajo biti nedvoumni.

Identifikacija nevarnosti je zelo pomembna faza v postopku ocenjevanja tveganja. Potrebno je ugotoviti kaj delavec dela (določevanje pH vrednosti, določevanje KPK vrednosti ...), katera sredstva uporablja pri izvajanju dela (delovna oprema (pH meter, tehtnica, gorilnik, steklovina ...), katere kemične snovi uporablja pri delu (določevanje KPK: K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, HgSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ...), saj iz sredstev za delo tudi izhajajo nevarnosti (npr: pH meter–nevarnost zaradi električne energije, gorilnik–požar, eksplozija, opekline, ureznina, kemične snovi: vdihavanje HgSO<sub>4</sub>, vdihavanje K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>...), kakšni so pogoji dela (ali se delo izvaja

v digestoriju—kakšno je odsesovanje, ali se delo izvaja na delovnem mestu, kjer ni odsesovanja), čas izvajanja dela (čas izpostavljenosti). Aktivnost in identifikacija nevarnosti za te aktivnosti morajo biti v oceni tveganja jasno zapisane. Takšni zapisi so osnova za eventualne analize zdravstvenega stanja delavca in primerjavo podatkov v daljšem obdobju (3, 5, 10 let). Prednost natančne identifikacije nevarnosti za posamezno delo je v tem, da bodo ukrepi za varovanje delavca izdani za točno določeno delo (npr: za določevanje pH vrednosti, za določevanje KPK vrednosti).

Ugotavljamo, da delodajalci med identifikacijo nevarnosti ne vključijo izrednih dogodkov (do kakšnega dogodka bi lahko prišlo pri izvajanju dela; razlitje, razsutje, požar, eksplozija), ne ocenijo tveganja in ne izdajo ukrepov za posredovanje v primeru takšnih dogodkov. Pri ugotavljanju kdo od delavcev bi lahko bil izpostavljen identificiranim nevarnostim nas zanima, kdo izvaja analizo pH in kdo analizo KPK vrednosti. Delovno mesto laborant lahko zasede tako moški, kot tudi ženska, delo v laboratoriju pa lahko izvajajo tudi dijaki na praksi, starejši delavci, invalidi, nevarnostim v laboratoriju pa so lahko izpostavljeni tudi še vzdrževalci in naključni obiskovalci.

Metode za ocenjevanje tveganja so različne. V kolikor za določene nevarnosti obstaja pravilnik kot npr: kemične snovi pri delu, ročno premeščanje bremen, umetna optična sevanja, vibracije, eksplozije, hrup, ... metoda ocenjevanja tveganja, ki vključuje izračun tveganja po formuli  $R = R_0\tau + K_{ON} + K_{\check{S}} + K_u$ , ni ustrezna za prej navedene nevarnosti, ker ta metoda ne vsebuje vseh zahtevanih vidikov pri ocenjevanju tveganja, ki so navedeni v Pravilnikih, ki obravnavajo te nevarnosti.

Če delavec pri delu uporablja zmesi, mora biti najprej izdelana ocena tveganja za snovi, ki so v zmesi in ne le za zmes, ker se tako prepoznajo nevarne lastnosti, ki jih imajo snovi, saj iz teh lastnosti izhajajo nevarnosti, ter izdajo ustrezni ukrepi. Metodologija ocenjevanja naj bo razvidna iz dokumentacije, kakor tudi vsi podatki, ki so se uporabili za oceno.

Naloga ocene tveganja je, da se zahteve opredeljene z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu<sup>1</sup> oz. podzakonskimi akti jasno prepoznajo, ukrepi se morajo ravno tako jasno zapisati, eventualne opustitve predpisanih aktivnosti (npr.: meritve kemičnih snovi na delovnem mestu (žveplova kislina, dvovalentne anorganske živosrebrove spojine, Cr<sup>6+</sup>), biološki monitoring (Hg, Cr<sup>6+</sup>) se morajo argumentirati in zapisati v Izjavi o varnosti. V kolikor pa se bodo meritve kemičnih škodljivosti in biološki monitoring izvajali, je potrebno izdelati program izvajanja, realizacija mora slediti programu, kar bo lahko služilo analizi podatkov.

V ocenah tveganja ne vidimo odločitve o tem ali je tveganje sprejemljivo (kaj je za delodajalca sprejemljivo tveganje in kaj ne). V večini primerov je v izjavah o varnosti določen razred tveganja od 1 do 5, stopnja 3, pa naj bi pomenila sprejemljivo tveganje, konkretnih podatkov kaj je sprejemljivo tveganje kot npr.:

- koncentracija Cr<sup>6+</sup> na delovnem mestu laborant do 20 % MV
- vrednosti kroma v urinu pri laborantu: a) do 30% BAT vrednosti, b) do 40% BAT vrednosti,
- dijaki, starejši od 18 let in invalidi ne smejo biti izpostavljeni rakotvornim snovem pa v ocenah tveganja ne vidimo.

Na osnovi odločitve o tem ali je tveganje sprejemljivo ali ne, je potrebno sprejeti odločitev o uvedbi ukrepov za zmanjšanje nesprejemljivega tveganja npr. za določevanje KPK vrednosti:

- pri koncentraciji Cr<sup>6+</sup> na delovnem mestu laborant, ki je višja od 20 % MV je potrebno pri določevanju KPK vrednosti uporabljati osebno varovalno opremo,
- pri vrednosti kroma v urinu pri laborantu, ki je višja od 30% BAT vrednosti mora nadrejeni izvajati redni nadzor ali laborant uporablja predpisano osebno varovalno opremo,
- pri vrednosti kroma v urinu, ki je višja od 40% BAT vrednosti se laboranta razporedi na drugo delo,
- spremeniti pogoje prezračevanja npr. povečati število izmenjav zraka v časovni enoti (npr. iz 3 na 4 izmenjave zraka/1 uro) ali pa spremeniti režim lokalnega prezračevanja; iz stopnje 3 na stopnjo 4 od 5 in izvesti ponovne meritve kemičnih škodljivosti; v poročilo o meritvah pa naj izvajalec meritev zapiše tudi režim prezračevanja med meritvami),
- določevanja KPK vrednosti ne smejo izvajati nosečnice, doječe matere, dijaki, invalidi,
- proučiti druge postopke določevanja KPK vrednosti, ki ne vsebujejo Cr<sup>6+</sup>,
- ....

Potreba po uporabi osebne varovalne opreme v Izjavah o varnosti ni jasno določena. V večini primerov je navedeno, da naj se osebna varovalna oprema uporablja po potrebi; če se prša, če so koncentracije povečane (kaj oz. kdaj so povečane koncentracije), razmere, čas in pogoje, v katerem mora delavec uporabljati osebno varovalno opremo v Izjavah o varnosti niso določene, kot to določa 7. člen Pravilnika o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Ur. l. RS št. 89/99 in 39/05)<sup>2</sup>. Določevanje osebne varovalne opreme zahteva sistemski pristop, ki je opisan v doktorski disertaciji: Pristop za celovit nadzor izpostavljenosti nevarnim snovem na delovnih mestih<sup>3</sup>. Ugotavljamo, da ocena tveganja za izbrano osebno varovalno opremo ni razvidna iz ocene tveganja.

Zanima nas ali mora delavec pri delu s kemičnimi snovmi za zaščito dihal uporabljati polobrazno masko ali celoobrazno masko (v oceni tveganja morajo biti razvidni podatki na osnovi katerih je bil izveden izbor maske; kakšne so koncentracije kemičnih snovi na delovnem mestu, kot to določa 5. člen Pravilnika o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Ur. l. RS, št. 89/99 in 39/05)<sup>2</sup>. Zanima nas, kdaj mora delavec zamenjati filter oz. kdaj pride do preboja filtra; filtri so absorbenti z določeno kapaciteto, ko se absorbent zasiti, filter delavca ne ščiti več pred kemičnimi snovmi, kljub temu, da delavec uporablja predpisano masko s predpisanim filtrom. V oceni tveganja naj bodo zapisani podatki na osnovi katerih je bila izbrana zaščita za dihala, rok zamenjave filtra in zahteva po vodenju zapisov o zamenjavi filtrov. Kot pomoč pri določevanju prebojnega časa filtra, si lahko strokovni delavci pomagajo z orodji, ki so na voljo na spletu<sup>4</sup>.

Vloga izvajalca medicine dela in sodelovanje z izvajalcem medicine dela je večinoma omejeno le na izvajanje zdravstvenih pregledov, kar je le ena izmed nalog, ki naj bi jo izvajal izvajalec medicine dela. Ugotavljamo, da se le redki delodajalci odločajo, da jim izvajalec medicine dela izdela poročilo o zdravstvenem stanju delavcev, čeprav je to eden izmed pomembnejših poročil oz. dokazil glede zagotavljanja ustreznih, primernih in zadostnih ukrepov varnosti in zdravja delavcev pri delu. Poročilo izvajalca medicine dela naj vsebuje konkretne ugotovitve, ki bodo v povezavi s tveganji, ki jim je delavec izpostavljen pri delu (npr. izpostavljenost  $K_2Cr_2O_7$ , Carc. 1B, Muta 1B, Repr. 1B). Pri analizi in oceni zdravstvenega stanja delavcev mora izvajalec medicine dela veliko pozornost posvetiti delovnim pogojem (seznaniti jih je potrebno s poročili/meritvami škodljivosti na delovnem mestu), lastnostim nevarnih kemičnih snovi (toksikokinetika nevarnih kemičnih snovi) in ostalim morebitnim vplivnim faktorjem (visoka temperatura, uporaba osebne varovalne opreme–delovna oblačila, maske za zaščito dihal več kot 1 uro). Poročilo izvajalca medicine dela naj vsebuje tudi predloge izboljšav delovnega procesa z namenom dopolnitve ali nadgradnje ukrepov v zvezi z zdravjem pri delu. V primeru preseženih bioloških mejnih vrednosti mora izvajalec medicine dela v poročilu opredeliti tudi ukrepe v zvezi z varovanjem zdravja.

Revizija ocene tveganja se obvezno izvede v primeru ugotovljenih preseženih bioloških mejnih vrednosti kemičnih snovi pri izpostavljenem delavcu in ugotovljenih okvar zdravja, ki bi lahko bile posledica izpostavljenosti nevarnostim pri delu (npr. dermatitis zaradi dela z nekaterimi kemičnimi snovmi).

Varnostni list naj bi bil osnova za ocenjevanje tveganja, vendar še vedno ugotavljamo težave v zvezi z navajanjem varnostno tehničnih podatkov in ukrepe za varno delo v točki 8 varnostnega lista in sicer:

- niso navedene vse snovi (ki jih vsebuje zmes) za katere so v Sloveniji predpisane mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost
- niso navedene vse snovi (ki jih vsebuje zmes), za katere so v Sloveniji predpisane zavezujoče biološke mejne vrednosti
- osebna varovalna oprema ni določena z lastnostmi za učinkovito varovanje delavca pred poškodbami in poklicnimi boleznimi,
- ukrepi v zvezi s prezračevanjem in lokalnim odsesovanjem niso navedeni za namen uporabe.

Nepravilnosti v zvezi z delom s kemičnimi snovmi ugotavljamo tudi v zvezi z neustrezno označeno embalažo nevarnih snovi. Kemične snovi in zmesi, ki jih delavci pretočijo v manjše embalažne enote, niso označene z vsemi varnostnimi podatki, kot je določil proizvajalec na originalni embalaži. Etiketa na embalaži v kateri so kemične snovi, je zelo pomembna informacija o nevarnostih, ki jih snovi imajo. Kemične snovi so po Zakonu o varnosti in zdravju pri delu sredstva za delo, zato morajo biti skladno z določilom 37. člena Zakona o varnosti in zdravju pri delu<sup>1</sup> označene z znaki za obvestila in za nevarnosti.



## Zaključki

Zagotavljanje varnosti pri delu je aktivnost, ki zahteva sistemski pristop. Delodajalci žal vse premalokrat prepoznajo pozitivne učinke takšnega dela. Ocenjevanje tveganja in določevanje ukrepov je zelo pomemben segment pri zagotavljanju varnosti pri delu, če pa ga delodajalci nadgradijo še s spremljanjem konkretnih/merljivih ciljev (npr. bolniška odsotnost zaradi poškodb pri delu, absentizem, regresni zahtevki zaradi nezgodnih dogodkov ...) in potem izvajajo še izboljševanje (npr. zniževanje stroškov zaradi neustrezne varnosti), lahko govorimo o sistemskem pristopu, ki bo nedvomno zagotovil dvig nivoja varnosti in imel pozitivne učinke pri delavcih, delodajalcih, vsekakor pa tudi na nivoju države.

**Ključne besede:** *ocena tveganja, ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev pri delu, varnostni list, embalaža nevarnih snovi*

## Viri

1. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. l. RS št. 43/11), <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO5537>
2. Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Ur. l. RS, št. 89/99 in 39/05)
1. <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=DRUG310>
2. Korat L., (2017), *Pristop za celovit nadzor izpostavljenosti nevarnim snovem na delovnih mestih : doktorska disertacija*, Maribor, 194 str., ilustr. <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=65186>. [COBISS.SI-ID [20924694](https://www.cobiss.si/id/20924694)].
3. orodji za izračun prebojnega časa filtra
4. <http://www.hse.gov.uk/respiratory-protective-equipment/>
5. [https://www.osha.gov/SLTC/etools/shipyard/standard/ppe/general\\_ppe/respiratory.html](https://www.osha.gov/SLTC/etools/shipyard/standard/ppe/general_ppe/respiratory.html)

## Kaj in kako o fitofarmacevtskih sredstvih (glifosatu) v izobraževanju?

Simona Slavič Kumer in Saša Kregar

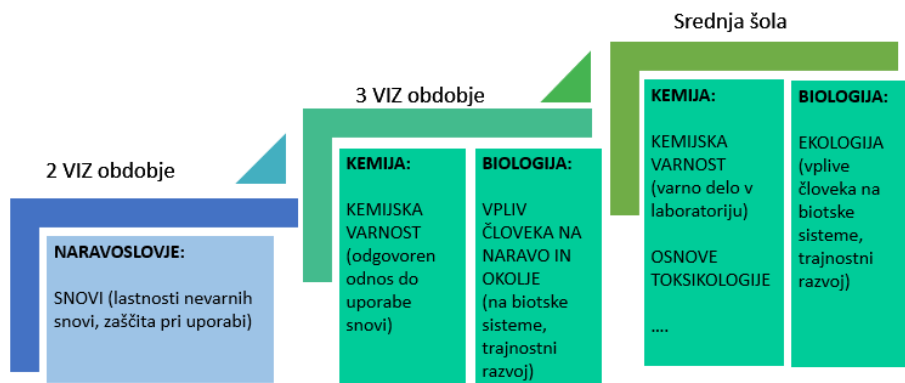
Zavod RS za šolstvo

V prispevku predstavimo, zakaj in kako lahko vključujemo različne aktualne informacije o fitofarmacevtskih sredstvih (glifosatu) v pouk in s tem pri učencih spodbujamo razvoj kompetenc za aktivno vlogo v globalni družbi. Prikazati smo želeli, kje na različnih stopnjah izobraževanja in s katerimi didaktičnimi pristopi, lahko učitelji aktualizirajo pouk in ob avtentičnih primerih uporabe fitofarmacevtskih sredstev (glifosata), razvijajo zavedanje o pomenu kemijske varnosti, varovanja okolja in trajnostnega razvoja.

V virih lahko zasledimo različne definicije za pesticide, npr.: *»Pesticid je vsaka snov ali mešanica snovi, namenjena za preprečevanje, uničevanje ali nadzorovanje kateregakoli škodljivca, vključno s prenašalci človeških ali živalskih bolezni, neželenih vrst rastlin ali živali, ki povzročajo škodo ali na kateri drugi način ovirajo proizvodnjo, obdelavo, shranjevanje, transport ali prodajo hrane, kmetijskih pridelkov, lesa in lesnih izdelkov ali živalskih izdelkov, ali pa snov, ki se lahko da živalim za nadzor žuželk, pajkovcev in drugih škodljivcev na ali v njihovih telesih....«* (Organizacija za prehrano in kmetijstvo, FAO). Enostavno bi jih lahko definirali tudi takole: *„Pesticidi: pest-bolezen, cedere-ubiti“* so snovi, ki se uporabljajo za zatiranje človeku škodljivih organizmov. Glede na namen uporabe pa ločimo fitofarmacevtska sredstva, ki so naravne ali sintetične snovi namenjene uničevanju bolezni, škodljivcev in plevelov, ki ogrožajo gojene rastline in biocide, ki so snovi ali mešanice z negativnim učinkom na škodljive organizme predvsem v urbanem okolju.

Po podatkih SURS, v Sloveniji na letni ravni, prodajo največ fungicidov in herbicidov. (Vir: SURS) Herbicidi so snovi, namenjene zatiranju nezaželenih rastlin, večinoma plevelov na kmetijskih in nekmetijskih zemljiščih. Razdelimo jih glede na spekter rastlin, na katere učinkujejo (neselektivni, selektivni), način vstopanja v notranjost rastline (sistemski, kontaktni) in način uporabe, mesto vstopa (talne in listne). Aktivne snovi v sredstvih za zatiranje plevela so različne, med njimi je tudi glifosat, ki je neselektiven, sistemski herbicid. Glifosat deluje le na rastoče rastline tako, da inhibira encim, ki katalizira sintezo aromatskih aminokislin, ki so esencialne za rast rastlin. V Sloveniji je dovoljenih/registriranih 25 pripravkov z glifosatom, ki se uporabljajo v kmetijske oz. v nekmetijske namene. Učitelji lahko podatke o registriranih fitofarmacevtskih sredstvih najdejo na spletnem portalu Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev.

S pesticidi se v vsakdanjem življenju srečujejo tudi učenci. Uporabljamo jih v gospodinjstvih, na vrtovih in javnih površinah, o njih vedno pogosteje poročajo tudi mediji. Primeri nekaterih člankov, ki smo jih o tematiki glifosata lahko zasledili, so npr. Glifosat na zatožni klopi (Delo, 2017), Glifosat pod drobnogledom: manj plevela, več raka (Delo, 2016) ; Glifosat, novi delček človeške DNK (Delo, 2017); Glifosat škoduje čebelarom, kaže nova študija (Delo, 2018) ; Smrtonosno škropivo? Uniči plevel, a udari človeka (Slovenske novice, 2018); Monsanto mora bolniku z rakom plačati 289 milijonov dolarjev odškodnine (Dnevnik, 2018). Vsebine teh in podobnih člankov sprožajo v bralcu številna nova vprašanja in negotovosti. Ob pomanjkanju dostopa do rezultatov znanstvenih raziskav in različnih ugotovitvah, do katerih sta prišli agenciji IARC (Mednarodna agencija za raziskave raka) (2015) in EFSA (Evropska agencija za varnost hrane) (2015 in 2017), se je tudi večjemu kritičnemu mislecu težko opredeliti ali se z uporabo glifosata strinja ali ne. Ob tem se sprašujemo, kako naj učitelj krmari med različnimi informacijami, ki so dostopne v medijih in kako in kdaj lahko naj jih vključi v pouk. Možnosti, za vključevanje tematike uporabe pesticidov v pouk, prikazuje shema na sliki 1.



**Slika 1.** Možnosti za vključevanje tematike uporabe pesticidov v različnih vzgojno-izobraževalnih obdobjih

Iz sheme je razvidno, da se v drugem in tretjem vzgojno-izobraževalnem obdobju in v srednji šoli, učenci večkrat posredno ali neposredno srečajo s področjem pesticidov. Učni načrti omogočajo učiteljem, da pesticide obravnavajo kot enega izmed vplivov človeka na okolje, kot dejavnike, ki vplivajo na naše zdravje in zato zahtevajo odgovorno in varno rokovanje. Obravnava fitofarmaceutskih sredstev, ki danes predstavljajo globalni izziv, je priložnost za razvijanje naravoslovne pismenosti, globalne kompetence in celostnega pristopa k vzgoji in izobraževanju za trajnostni razvoj.

Znanje, ki je trenutno dostopno o globalnih izzivih, se nenehno spreminja in dopolnjuje, s tem zavedanjem se spreminja tudi vloga učitelja. Učitelj ni več le vir znanja, pomembno je, da se zaveda, da globalni izzivi nimajo končnih rešitev in da je vsako znanje delno in nepopolno ter lahko vanj v vsakem trenutku podvomimo. Učitelj tako postaja spodbujevalec in moderator debate, samostojnega raziskovanja učencev, učence spodbuja h kritičnemu razmišljanju, izražanju svojih mnenj ter iskanju rešitev. Pomembno je, da vzpostavi učno okolje, kjer je prijetno vzdušje, učenci sproščeno izražajo svoja mnenja, so vključeni, ostanejo osredotočeni, razmišljajo in sodelujejo med seboj. Tako razvijajo razumevanje globalne soodvisnosti, večšine: kritičnega (samostojnega) razmišljanja in argumentiranja, postavljanja vprašanj, sodelovalnega dela, komuniciranja, dela z viri in razvijajo empatijo.

Didaktične metode in didaktični pristopi pri obravnavi globalnih izzivov so različni, tudi glede na stopnjo izobraževanja. Učitelji lahko kot izhodišče uporabijo filme (npr. Napo – varno delo s pesticidi), podkaste (npr. Pesticidi – kemikalije za zatiranje škodljivcev) ali že omenjene članke iz različnih časnikov in revij. Primeri metod/pristopov, s katerimi lahko spodbujajo zgoraj navedene večšine, so npr. Problemsko drevo („problem tree“), veriga zakaj–jev, Verižica mnenj, Odprt prostor za dialog in raziskovanje, Odprta parlamentarna razprava in drugi.

Glifosat je prisoten v življenju vsakega izmed nas, uporablja se na kmetijskih in nekmetijskih površinah in tako predstavlja tveganje za zdravje in okolje. Kljub temu da je njegova uporaba podvržena različnim gospodarskim interesom in je dostopnost do raziskav o vplivu glifosata na zdravje in okolje za učitelje omejena, informacije pa nasprotujoče, predstavlja/je priložnost za avtentičen pouk, interdisciplinarno obravnavo in celostni pristop k vzgoji in izobraževanju za trajnostni razvoj.

**Ključne besede:** fitofarmaceutska sredstva, glifosat, izobraževanje, globalni izzivi, didaktične metode/pristopi

#### Viri:

1. Bačnik, A., et al. (2008). Učni načrt kemija: gimnazija: splošna gimnazija. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.

2. Bačnik, A., et al. (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Kemija. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
3. Črep, M., et al. (2013) Pesticidi in učinki herbicida Roundup. Pridobljeno s: [http://www.vsvo.si/images/pdf/2014022641\\_PESTICIDI\\_IN\\_U%C4%8CINIKI\\_HERBICIDA\\_ROUNDUP.pdf](http://www.vsvo.si/images/pdf/2014022641_PESTICIDI_IN_U%C4%8CINIKI_HERBICIDA_ROUNDUP.pdf)
4. EUs Pesticide Risk Assessment System. The case of Glyphosate. Policy department a: economic and scientific policy . (2016). Pridobljeno s: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587309/IPOL\\_STU\(2016\)587309\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587309/IPOL_STU(2016)587309_EN.pdf)
5. Evaluation of the impact of glyphosate and its residues in feed on animal health. European Food Safety Authority (EFSA). (2018) Pridobljeno s: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5283>
6. Perharič, L. (2018). Potek ocenjevanja glifosata na ravni Evropske unije. Prispevek predstavljen na III. Kongresu toksikološkega društva. Prispevek pridobljen s: <http://www.nijz.si/sl/potek-ocenjevanja-glifosata-na-ravni-evropske-unije>
7. Skvarč, M., et al. (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
8. Šarc, L. (b.d). Vpliv FFS na zdravje ljudi. [ppt, pdf]. Pridobljeno s <http://www.bf.uni-lj.si/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=20301&token=268592469a680862239bd830e05696448c696354>
9. Vilhar, B., et al. (2008). Učni načrt biologija: gimnazija: splošna gimnazija. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.
10. Vilhar, B., et al. (2011). Učni načrt. Program osnovna šola. Biologija. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.

## Življenje s svincem: primeri informativno motivacijskih aktivnosti v Zgornji Mežiški dolini

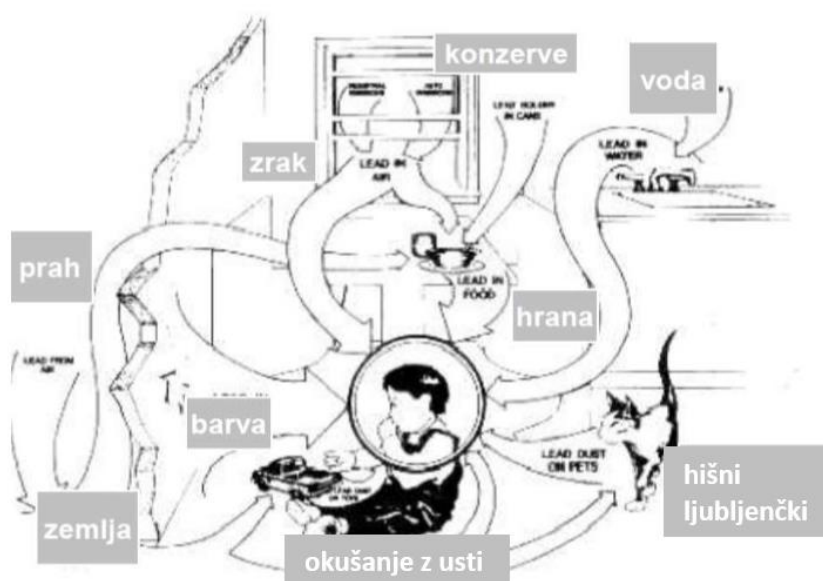
Matej Ivartnik<sup>1</sup>, Helena Pavlič<sup>1</sup>, Stanislava Kirinčič<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nacionalni inštitutu za javno zdravje, OE Ravne na Koroškem;

<sup>2</sup>Nacionalni inštitutu za javno zdravje, Centralna enota

Svinec je kovina, ki se nahaja v različnih mineralih (npr. galenit), pridobiva pa se s pregrevanjem rude in z elektrolizo svinčevih soli. Odporen je na kisik, vlago, kemikalije in je težko topen. Svinec je zelo obstojen, njegova razpolovna doba v tleh je lahko nekaj sto ali celo nekaj tisoč let. Svinec se je in se še vedno uporablja v gradbeništvu, za akumulatorske baterije, za krogle in šibre, za kabelske obloge in drugo. Zaradi človekove dejavnosti so se koncentracije svınca v bivalnem okolju v zadnjih 300 letih tisočkrat povečale, v zadnji polovici prejšnjega tisočletja pa zmanjšale, predvsem zaradi omejitev in strožjih, z zakonodajo določenih kriterijev. Kljub temu izpostavljenost otrok svincu še vedno uvrščamo med najpomembnejše zdravstveno ekološke probleme v svetu. Globalno pomemben vir izpostavljenosti otrok svincu ostajajo svinčene barve.

Svinec se v telo vnaša z zaužitjem, z vdihavanjem, preko kože, njegovi škodljivi učinki na zdravje pa so lahko akutni ali kronični. V začetni fazi se povišana koncentracija svınca pokaže v krvi, v kasnejših fazah pa ta vstopa v organe, zlasti v možgane. Odlaga se v kosteh, kjer zamenjuje kalcij, ki je sicer ključnega pomena za rast in obnavljanje okostja. Zaradi razvoja organov in okostja je iz zdravstvenega vidika še posebej pomemben problem kronične izpostavljenosti mlajših otrok (0 do 6 let starosti) svincu, saj ta lahko vodi do živčno razvojnih motenj, ki se pokažejo šele v poznejših letih. S svincem so lahko povezana tudi druga obolenja, kot so nevrološke bolezni, nepojasneni krči, bolečine v trebuhu, razvojne težave, motnje v razvoju, hiperaktivnost, motnje vedenja, izguba sluha, slabokrvnost. Mlajši otroci so tudi skupina prebivalstva, ki glede na telesno maso vnaša v telo največ svınca, svinec pa se iz njihovega telesa izloča v manjši meri, kot pri odraslih. Otroci vnašajo svinec v telo iz različnih virov iz okolja. Interakcija otrok z okoljem je drugačna, kot pri odraslih. Zrak vdihavajo nižje, nimajo razvitega čuta za higieno, okolico okušajo z usti, uživajo zemljo in delce iz okolice, itd., zaradi česar so svincu izpostavljeni v večji meri, kot odrasli (Slika 1).



Slika 1. Izpostavljenost otrok svincu iz okolja (Guzelian, ILSI, 1992)

Zgornja Mežiška dolina je zaradi dolgoletne zgodovine pridobivanja in predelave svinca s to kovino močno obremenjena. Številne industrijske emisije niso našle poti iz ozke doline in raziskave so kaj kmalu začele opozarjati na prekomerno obremenjenost okolja in tam živečih ljudi s svincem. Prebivalci Zgornje Mežiške doline so prekomerno izpostavljeni svincu v okolju, zaradi česar je lahko ogroženo njihovo zdravje, v največji meri zdravje mlajših otrok. Na območju občin Črna na Koroškem in Mežica biva okoli 7000 prebivalcev, od tega dobrih 350 v kraju Žerjav, kjer je zadnjih 100 let središče industrije svinca in je zato najbolj onesnažen kraj v dolini. Zaradi velike obremenjenosti okolja s svincem je bilo območje Zgornje Mežiške doline leta 2007 razglašeno kot degradirano območje in je deležno posebne sanacije s ciljem zaščititi zdravje ljudi, še posebej otrok. Takrat je bil sprejet Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Ur.l.RS, št. 119/2007). Pri izvajanju programa sodeluje tudi NIJZ OE Ravne na Koroškem (prej ZZV Ravne na Koroškem). Poleg rednega spremljanja vsebnosti svinca v krvi otrok iz Zgornje Mežiške doline je pomembna naloga NIJZ OE Ravne tudi izvajanje stalnega osveščanja, izobraževanja in informiranja prebivalstva o programu, predvsem glede potrebne aktivnosti vsakega posameznika za varovanje svojega zdravja pred negativnimi vplivi onesnaženega okolja. Prebivalstvo obveščamo o možnih virih strupenih kovin in načinih zmanjšanja njihovega vnosa v telo ter o varni in varovalni prehrani. Pri tem je nujno sodelovanje različnih partnerjev in usmerjeno delo z različnimi ciljnim skupinami.

Največ pozornosti usmerjamo v dve ključni vsebini, ki naj bi v največji meri pripomogli k zmanjšanju vsebnosti svinca v telesu otrok. Prva je izogibanje onesnaženemu prahu. Svinec se največ nalaga v zgornji plasti tal in enako velja tudi v Zgornji Mežiški dolini. Iz onesnaženih tal se lahko dviga droben prah z visoko vsebnostjo svinca, ki ga otroci lahko vdihnejo ali zaužijejo. Če vstopa svinec v telo otroka z vdihavanjem, se v telesu lažje sprošča in v večji meri škodi zdravju. Drugo področje je prehrana, kjer je potrebno razložiti dva vidika. Prvi je pestra in redna prehrana, ki deluje varovalno. Uživanje vseh pomembnih skupin živil, bogatih s kalcijem, železom in vitaminom C bistveno zniža absorpcijo svinca v prebavnem traktu, ki je največja na prazen želodec. Po drugi strani pa ne smemo spregledati izpostavljenosti svincu preko doma pridelane hrane. Domači vrtovi z onesnaženo zemljo lahko predstavljajo pomemben vir izpostavljenosti svincu preko uživanja živil, ki na takih tleh zrastejo in preko prahu, ki se iz takih tal dviga.

Prebivalstvo informiramo s pomočjo posebne spletne strani, lokalnih časopisov, zloženk, plakatov, radijskih in televizijskih postaj, različnih predavanj, pripravili smo tudi razstavo tematskih izdelkov otrok. Poleg splošnega informiranja pa so potrebni tudi specifični pristopi, za posamezne skupine prebivalstva. Na NIJZ OE Ravne skupaj z različnimi partnerji iščemo primerne poti, da bi uspešno aktivirali čim več ljudi, katerih zdravje je ogroženo zaradi izpostavljenosti svincu iz okolja. Ker so najbolj občutljiva skupina prebivalstva mlajši otroci, so le ti tudi osnovna ciljna skupina informativnih aktivnosti. Veliko aktivnosti teče v sodelovanju z vrtci, šolami, vzgojitelji in učitelji ter tehničnem osebju, ki sodeluje v vzgoji otrok. Prav tako pomembna skupina so mlade družine, kjer ogroženi otroci živijo in posredno tudi starejši – torej stari starši otrok. V šolah in vrtcih sodelujemo na roditeljskih sestankih, izdelali smo informativno podlogo, ki jo otroci uporabljajo pri malici, izdelali smo tematsko družabno igro, poleg delavnic za osebje pa redno izvajamo tudi delavnice za starše in otroke, na katerih se pogovarjamo o pomenu higiene ter o varni in varovalni prehrani. Vsako leto konec oktobra sodelujemo v Mednarodnem tednu SZO za preprečevanje zastrupitev s svincem, v okviru katerega smo izpeljali tudi natečaj, ko so otroci izdelovali različne izdelke na temo nevarnosti onesnaženega okolja in varovanja lastnega zdravja.

Pri otrocih iz Zgornje Mežiške doline izvajamo reden biomonitoring vsebnosti svinca v vzorcih krvi. Na ta način ocenimo obremenjenost populacije otrok s svincem, pridobimo pa tudi informacije o obremenjenosti posameznih otrok. Vsak otrok je specifičen, tako glede možne izpostavljenosti svincu v okolju kjer živi, nagnjenosti k vnosu svinca v telo in tudi fiziološke dovzetnosti za vezavo svinca v telesu. Zato izvajamo individualno svetovanje družinam otrok, pri katerih je ugotovljena višja koncentracija svinca v krvi. Pri tem pogledamo možne vire izpostavljenosti na domu otroka in v neposredni okolici.

Pomembna ciljna skupina so tudi svincu poklicno izpostavljene osebe. Ugotavljamo namreč, da imajo otroci zaposlenih v industriji svinca pogosteje visoke vsebnosti svinca v krvi, kot otroci staršev zaposlenih

drugje. Skupaj s podjetji za predelavo svinca skušamo informirati njihove zaposlene, kako zmanjšati prenos svinca iz delavnega v domače okolje. V okviru tega sodelovanja je nastala tudi informativna zloženka za vse zaposlene v teh podjetjih.

Poseben problem je tudi kmetovanje in vrtnarjenje v onesnaženem območju. Poleg možne obremenjenosti pridelkov se pri obdelavi tal dviga tudi onesnažen prah. Ker oboje predstavlja tveganje za izpostavljenost svincu smo izvedli več dogodkov, namenjenih informiranju prebivalstva o tem bolj varnem načinu vrtnarjenja in kmetovanja. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije je izdala tudi navodila za kmetovanje v degradiranem okolju v Zgornji Mežiški dolini.

**Ključne besede:** *svinec, izpostavljenost otrok, vplivi na zdravje, biomonitoring, osveščanje, informiranje, izobraževanje, Zgornja Mežiška dolina*

**Viri:**

1. M.Ivartnik, H.Pavlič, N.Hudopisk. 2016. Kazalci okolja v Sloveniji. Vsebnost svinca v krvi otrok na območju Zgornje Mežiške doline, ARSO [http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind\\_id=807](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=807)
2. <http://www.sanacija-svinec.si/>
3. Guzelian P.S. (ed). 1992. Similarities and differences between children and adults: implications for risk assessment. Children's Health and the Environment, WHO Training package for the health sector <http://www.who.int/ceh>

## Okrogla miza: Kako doseči še višjo raven kemijske varnosti za vse?

Moderatorica:

doc. dr. Agnes ŠÖMEN JOKSIĆ, Nacionalni inštitut za javno zdravje; Območna enota Koper

Sodelujoči:

mag. Andreja BAČNIK (Zavod RS za šolstvo)

Bojana BAŽEC (Nacionalni inštitut za javno zdravje, OE Koper)

mag. Alojz GRABNER, direktor (Urad RS za kemikalije)

dr. Lidija KORAT, vodja območne enote, inšpektorica svetnica (Inšpektorat RS za delo)

doc. dr. Barbara NOVOSEL, predstojnica Katedre za poklicno, procesno in požarno varnost (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo)

mag. Nikolaj PETRIŠIČ, vodja Sektorja za varnost in zdravje pri delu (Ministrstvo za delo, družino

### Iztočnice za diskusijo »Kako doseči še višjo raven kemijske varnosti za vse?«

Danes so kemikalije nepogrešljive oziroma koristne snovi, ki se v veliko izdelkih in v mnogih oblikah pojavljajo v življenju vsakega posameznika. Vendar pa lahko delujejo škodljivo, še posebej, če imajo nevarne lastnosti, so torej nevarne snovi, in če se jih ne uporablja ustrezno. Za varno izkoriščanje pozitivnih lastnosti nevarnih snovi je zelo pomembno sistematično osveščanje in poučevanje čim širšega kroga ljudi ter promocija varnega ravnanja z nevarnimi kemikalijami, kadar se rabi iz določenih razlogov ne moremo izogniti. Leta 2017 so bili objavljeni rezultati raziskave Specialnega Eurobarometra (456) o kemijski varnosti v EU. Iz dokumenta je razvidno naslednje:

- Eden od štirih prebivalcev EU je zelo zaskrbljen zaradi izpostavljenosti nevarnim kemikalijam
- Večino prebivalcev skrbi, da so izpostavljeni nevarnim kemikalijam, manj kot polovica jih meni, da so dobro obveščeni
- Stališča EU državljanov glede varnosti izdelkov, ki vsebujejo nevarne kemikalije in vplivov za zdravje ljudi ter okolje, ki so na voljo v njihovi državi, so razdeljena
- Polovica vprašanih meni, da je treba sedanjo raven predpisov in standardov glede varnosti izdelkov, ki vsebujejo nevarne kemikalije, povečati
- Ni soglasja o tem, kdo je oziroma kdo bi moral biti odgovoren za zagotavljanje kemijske varnosti v EU
- Glavni viri informacij o morebitnih nevarnostih kemikalij so nalepke na izdelkih in mediji
- Večina vprašanih prebere varnostna navodila, če vidijo piktogram za kemijsko nevarnost
- Obstajajo različne stopnje zavedanja in razumevanja štirih kemijskih nevarnosti (piktogramov)

Izpostavljenost potencialno nevarnim kemičnim snovem na delovnem mestu je pomemben dejavnik tveganja. Čeprav so delavci v nekaterih gospodarskih dejavnosti bolj izpostavljeni nevarnim kemičnim snovem kot drugi – pa nobena gospodarska dejavnost ni popolnoma brez njih.

Iz raziskav Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu (EU-OSHA) ter Evropske fundacija za izboljšanje življenjskih in delovnih razmer (Eurofound) izhaja:

- Za potrebe 2. evropske raziskave podjetij o novih in nastajajočih tveganjih (ESENER-2; EU-OSHA, 2014) je 38 % podjetij iz EU in 29,4 % slovenskih podjetij poročalo, da so na delovnih mestih prisotne kemične snovi ali biološki dejavniki v obliki tekočin, hlapov ali prahu.



- Primerjava anketnih podatkov 6. evropske raziskave o delovnih pogojih (Eurofound, 2015) s predhodnimi raziskavami kaže, da se je v zadnjem desetletju povečala izpostavljenost kemičnim snovem pri delu.
- Iz slednje raziskava tudi izhaja, da je 17 % anketiranih delavcev iz EU in 14 % slovenskih delavcev poročalo, da so bili izpostavljeni kemičnim snovem vsaj četrtino delovnega časa; 15 % delavcev iz EU in 16 % slovenskih delavcev je poročalo o izpostavljenosti dimu, hlapom in prahu.
- Velika podjetja pogosto uporabljajo več kot 1.000 različnih kemičnih izdelkov (na primer, barve, črnila, lepila in čistila). Odvisno od gospodarske dejavnosti in delovne naloge je mogoče, da bi en sam delavec (na primer, v gradbeništvu) prišel v stik s stotinami različnih kemičnih snovi (EU-OSHA, 2018).
- Iz ESENER-2 (EU-OSHA, 2014) izhaja, da so podjetja v nekaterih gospodarskih dejavnostih poročala o močni razširjenosti nevarnih kemičnih snovi. Še zlasti velja omeniti: kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo (62 %); predelovalne dejavnosti (52 %); gradbeništvo, ravnanje z odpadki ter oskrba z vodo in elektriko (51 %). vsekakor nobena gospodarska dejavnost ni popolnoma brez nevarnih kemičnih snovi.

Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (EU-OSHA) je aprila letos pričela izvajati aktivnosti evropske kampanje Zdravo delovno okolje 2018–2019: Varno ravnanje z nevarnimi kemičnimi snovmi za zdrava delovna mesta, v kateri sodeluje tudi Slovenija. Ključni cilj kampanje je povečati ozaveščenosti o tveganjih, povezanih z izpostavljenostjo nevarnim kemičnim snovem na delovnem mestu, še zlasti rakotvornim snovem.

V Evropi vsako leto umre več kot sto tisoč ljudi zaradi izpostavljenosti rakotvornim snovem pri delu. Zato je v času nizozemskega predsedstva EU (2016) nastal Dogovor o ozaveščanju in izmenjavi dobre prakse na področju zmanjševanja izpostavljenosti rakotvornim snovem na delovnem mestu (Roadmap on Carcinogens), katerega cilj je spodbujanje inovativnih rešitev na tem področju. Nizozemska sporoča, da je k omenjenemu dogovoru doslej pristopilo 16 držav – med katerimi je tudi Slovenija, več kot 100 podjetij in več kot 1.000 posameznikov. Število objavljenih primerov dobre prakse, objavljenih na portalu tega projekta se neprestano povečuje.

#### **Vprašanja v razmislek(in razpravo):**

- Ali lahko ocenimo raven kemijske varnosti v Sloveniji (na delu, doma, v okolju)? Na kakšni osnovi to sploh lahko ocenimo?
- Ali se zavedamo pomena varne uporabe nevarnih kemičnih snovi v delovnem okolju?
- Smo lahko realni ali podcenjujemo/precenjujemo stanje?
- Vidimo samo »belo« ali samo »črno«? Se lahko upravičeno bojimo, da je uporaba nevarnih kemikalij v vsakdanjem življenju in na delu problem?
- Kaj se še lahko naučimo iz različnih izkušenj? Se morda moramo tudi (na)učiti povečati »dobro« (znanje in osveščenost) in zmanjšati »slabo« (nekritičen odnos in spodbujanje »problemov«)?
- Zakonodajne spremembe na področju nevarnih kemičnih in rakotvornih snoveh pri delu ter kaj nas na tem področju čaka v prihodnosti?
- Kakšne aktivnosti se izvajajo v EU in kakšne v Sloveniji?
- Kako in koliko lahko prispevajo različni deležniki (tudi danes prisotni)?
- Prisotnost izvajalca medicine dela na delovnih mestih in njegovo aktivno sodelovanje z delodajalcem je izredno pomembna. Kaj je potrebno storiti, da bi ta odnos okrepili?
- Kako lahko ustvarjamo kemijsko varnost in ne "kemofobije"?
- Kakšna je lahko pri tem (pozitivna/negativna) vloga medijev, ki lahko pri ozaveščanju javnosti naredijo zelo veliko (koristi in škode)?
- Kakšen je pomen tovrstnega posveta?

Strokovno javnost pozivamo, da zaradi interdisciplinarnosti področja kemijske varnosti, razmisli o možnostih povečanja lastnih strokovnih delavcev na področju varnosti in zdravja pri delu.

### **Sklepne ugotovitve organizatorjev posveta (in izjava za javnost)**

Predstavnica **Urada RS za kemikalije**, mag. Lijana Kononenko je uvodoma dejala, da ne vemo dovolj o dejanski izpostavljenosti ljudi kemikalijam, zaradi česar je urad v obdobju 2007-2015 izvedel prvo raziskavo Biomonitoring kemikalij v ljudeh, s katero je opredelili referenčne vrednosti izbranih kemikalij in s tem dejansko izpostavljenost prebivalstva v Sloveniji. Ker urad želi določiti tudi vire kemikalij, ki pridejo v organizem, in spremljati trende tekom daljšega časovnega obdobja, je v letošnjem letu pričeli izvajati nov petletni program humanega biomonitoringa, pri čemer že sodeluje v podobnem evropskem projektu. Rezultate humanega biomonitoringa bodo strokovnjaki lahko uporabili za oceno izpostavljenosti ljudi kemikalijam, za boljše razumevanje vplivov kemikalij na zdravje in izboljšanje kemijskih ocen tveganja. Ocenili bodo možne vplive na zdravje ljudi zaradi izpostavljenosti kemikalijam glede na spol in starost ter preučili vplive drugih dejavnikov kot so: socialno-ekonomski položaj, življenjski slog, prehrana in življenjsko okolje. Podatki humanega biomonitoringa bodo tudi v oporo pri obravnavi bolezni, ki bi lahko bile posledice izpostavljenosti kemikalijam in zato pokazatelj nujnosti ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti. Mag. Kononenko je poleg tega predstavila tudi informacijski sistem za kemikalije, ki ga vodi urad in v katerega je vpisano 2.395 podjetij ter 58.700 nevarnih kemikalij z aktivnim statusom.

Predstavnik **Ministrstva za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti**, mag. Nikolaj Petrišič je poudaril, da predstavljata proizvodnja in uporaba kemikalij enega izmed največjih izzivov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu. Nekatere kemikalije lahko zaradi svojih lastnosti – kot so, na primer, rakotvornost, mutagenost, vnetljivost – povzročajo vrsto negativnih učinkov na zdravje delavcev, da nevarnosti za okolje niti ne omenjamo. Številni požari, eksplozije, zastrupitve in druge nezgode pri delu so posledica neustreznega nadzora nad njihovimi fizikalnimi lastnostmi. Dejstvo je, da neprestano nastajajo velike količine in vrste novih kemikalij in njihovih zmesi, o učinkih katerih se ve zelo malo ali nič. V skladu s spoznanji stroke je treba sproti spreminjati in dopolnjevati predpise, ki določajo dovoljene mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost nevarnim kemičnim snovem. Tako ministrstvo pravkar usklajuje s socialnimi partnerji spremembe in dopolnitve Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu. Slednji bo določil nekatere nove oziroma nižje mejne vrednosti, s katerimi bo tudi v Sloveniji dosežena nižja raven izpostavljenosti delavcev nevarnim kemičnim snovem na delovnih mestih.

Predstavnica **Inšpektorata RS za delo**, dr. Lidija Korat je izpostavila ocene Mednarodne organizacije dela, po katerih v EU27 vsako leto umre 167.000 delavcev, od tega jih kar 159.500 umre zaradi z delom povezanih bolezni. Izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem na delovnem mestu lahko po teh ocenah vsako leto pripišemo 74.000 smrti. Zavedajoč se resnosti problema inšpektorat posebno pozornost namenja področju kemijske varnosti pri delu. Zagotoviti je potrebno, da bodo delodajalci čim bolj dosledno implementirali predpise v delovnem okolju. Opozorila je, da k temu zagotovo pripomore ustrezen zunanji nadzor glede upoštevanja ukrepov za varno opravljanje dela, kakor tudi notranji nadzor. Delodajalec lahko zmanjša izpostavljenost nevarnim kemičnim snovem z zamenjavo nevarne snovi z manj nevarno, s tehnološkimi rešitvami, po katerih se zmanjšajo emisije v delovno okolje, z ustrežno organizacijo dela, pri čemer skladnost ni odvisna samo od znanja, razumevanja in spretnosti posameznikov, pač pa tudi od motivacije posameznika, in nenazadnje z uporabo ustrezne osebne varovalne opreme. Izpostavljenost se zmanjša tudi z ustreznimi postopki preverjanja in odobritve nevarnih in zelo nevarnih snovi, upoštevanjem součinkovanja hrupa in ototoksičnih kemikalij, ustreznim usposabljanjem delavcev, ustreznim merjenjem koncentracij nevarnih snovi, ustreznim izvajanjem biološkega monitoringa. Praviloma se problematika izpostavljenosti ne obravnava celovito, ampak se problemi rešujejo parcialno. Mag. Korat je nadalje poročala, da se v Sloveniji največ nezgod pri delu z nevarnimi kemičnimi snovi zgodi v kovinsko predelovalni dejavnosti. Opozorila je, da morajo delodajalci

zagotoviti delavcem ustrezno osebno varovalno opremo; pri pretakanju nevarnih kemičnih snovi je namreč potrebno nositi ščitnik za obraz, saj zgolj varovalna očala niso dovolj.

Predstavnica **Nacionalnega inštituta za javno zdravje**, doc. dr. Agnes Šömen-Joksić je poudarila, da je vsak primer nesreče z nevarnimi kemikalijami odveč oziroma se mu lahko izognemo s stalnim izboljševanjem kemijske varnosti. Opozorila je, da je izpostavljenost kemikalijam še posebej velik problem pri otrocih, zato je inštitut pripravil oceno stanja za obdobje 2007-2014, ki jo trenutno posodablja. Po teh ocenah je v Sloveniji največ hospitalizacij zaradi: zastrupitev z zdravili pri mladostnikih (namerne samopoškodbe in nezgode) in pri mlajših otrocih (nezgode), ki jim sledijo kemične opekline pri otrocih (nezgode). Zato je inštitut razvil preventivni program »Pazi, uporabi varno!«, ki se osredotoča na seznanitev otrok v zgodnjem šolskem obdobju s piktogrami. Poleg tega inštitut posebno pozornost namenja ozaveščanju širše javnosti preko portala Kemijska varnost, na katerem so objavljene različne informacije, gradiva in izsledki analiz. V nadaljevanju je doc. dr. Šömen-Joksić izpostavila Akcijski načrt za izvajanje Strategije RS za zdravje otrok v povezavi z okoljem 2012–2020, katerega četrti prednostni cilj je preprečevanje bolezni zaradi kemičnih, bioloških in fizikalnih dejavnikov tveganja. S tem dokumentom se je Slovenija aktivno vključila v izvajanje Evropskega procesa okolje in zdravje. Na koncu je predstavila pobudo več kot tisoč udeležencev 10. posveta Kemijska varnost za vse: Varno ravnajmo z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje, ki apelirajo na občinske uprave, naj se odpovedo ognjemetom. Izpostavljenost ultra finim delcem aluminija, bakra, barija, magnezija in drugih snovi je namreč okoli 10-krat večja v času ognjemetov; poleg tega ti delci ostanejo v atmosferi teden dni ali več. Udeleženci posveta so ocenili, da predstavljajo ognjemeti škodljivo zlo, ki so nevarni tako za okolje kot tudi za zdravje ljudi.

Predstavnica **Zavoda RS za šolstvo**, mag. Andreja Bačnik je opozorila, da je potrebno otroke od malih nog vzgajati in izobraževati, da se bodo zavedali, da so pod določenimi pogoji lahko vse snovi nevarne. V družbi prevladuje mit, da so vse naravne snovi »dobre«, nevarne pa samo nenaravne oz. sintetične snovi (kar nekateri pojmujejo pod terminom kemikalije). Pojasnila je, da si zavod prizadeva za čim širše in čim globlje razumevanje kemijske varnosti pri vseh ljudeh, saj vsi živimo in delamo z nevarnimi snovmi, ki nas neizbežno obkrožajo. Zavod je pobudnik in soorganizator posvetov a Kemijska varnost za vse, ki letos obeležuje 10. obletnico. S posodabljanjem učnih načrtov leta 2008 in 2011 so bile temeljne vsebine kemijske varnosti vključene v učne načrte po vsej izobraževalni vertikali vse do gimnazije. Poleg tega je zavod skupaj z ministrstvom, pristojnim za delo, pripravilo in izvedlo modelni dan dejavnosti, tj. Dan kemijske varnosti pri delu za osnovnošolce ene izmed slovenskih osnovnih šol. Omenila je, da je naloga zavoda izobraževanje učiteljev in vzgojiteljev po vsej vertikali, od vrtca dalje. Zanje razvijajo vsebinska in inovativna didaktična gradiva in učila za kemijsko varnost. Prav zato je zavod ključen za prizadevanja za dvig ravni kemijske varnosti v Sloveniji.

<http://www.osha.mddsz.gov.si/novice/2018-11-12-Zakljucki-10-posveta-Kemijska-varnost-za-vse-Varno-ravnajmo-z-nevarnimi-snovmi-za-zdrava-delovna-mesta-in-okolje>