

# Delo in varnost

Strokovna revija za varnost in zdravje pri delu ter varstvo pred požarom

# 60<sup>let</sup>

neprekinjenega izhajanja



■ Osrednja tema

## Biološki monitoring

metoda za ugotavljanje  
dejanskih vplivov  
škodljivih snovi  
na delavca



# Zavod za varstvo pri delu

Smo ustanova z več kot polstoletno tradicijo.

Ves čas smo načrtno vlagali v znanje, razvoj in sodobne tehnologije. Tako danes - edini v Sloveniji - nudimo celovito paleto storitev s področij medicine dela, medicine športa, varnosti in zdravja pri delu ter zagotavljanja zdravega okolja.

- Center za **medicino dela**
- Center za **medicino športa**
- Center za **fizikalne meritve**
- Center za **tehnično varnost in strokovne naloge**

# ZVD

Zavod za varstvo pri delu

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.  
Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje

T: +386 (0)1 585 51 00, F: +386 (0)1 585 51 01

Poslovna enota Koper: T: +386 (0)5 630 90 35

Poslovna enota Celje: T: +386 (0)41 373 680

E: info@zvd.si, www.zvd.si

# Spoštovane bralke, spoštovani bralci,

## Delo in varnost

### Izdajatelj:

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.  
Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana - Polje

### Odgovorna urednica:

dr. Maja Metelko

### Urednik strokovnih in znanstvenih vsebin:

prim. prof. dr. Marjan Bilban

**Uredniški odbor:** dr. Maja Metelko, mag. Kristina Abrahamsberg, prim. prof. dr. Marjan Bilban, mag. Ivan Božič, Jana Cigula, Tatjana Polanc, dr. Boštjan Podkrajšek

**Kreativno vodenje:** Grega Zakrajšek

**Lektoriranje:** dr. Nina Krajnc

**Fotografije:** arhiv ZVD Zavod za varstvo pri delu, Shutterstock, Bigstock, avtorji člankov

### Uredništvo in izvedba:

ZVD Zavod za varstvo pri delu  
**e-pošta:** deloinvarnost@zvd.si

**Trženje in naročila:** Jana Cigula

**Telefon:** (01) 585 51 28

Izhaja dvomesečno

Naklada: 600 izvodov

Tisk: Grafika Soča, d. o. o., Nova Gorica

Cena: 13,90 EUR z DDV

Odpovedni rok je tri (3) mesece s priporočenim pismom. Prosimo, da vsako spremembo naslova sporočite uredništvu pravočasno.

Povzetki člankov so vključeni v podatkovni zbirki COBISS in ICONDA. Revija Delo in varnost je vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo RS, pod zaporedno številko 622. Vse pravice pridržane. Ponatis celote ali posameznih delov je dovoljen samo s soglasjem izdajatelja.

**Foto na naslovnici:** Shutterstock

UDK 616.; 628.5; 331.4; 614.8

ISSN 0011-7943

**Izid publikacije je finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.**

osrednja tema številke revije, ki je pred vami, je biološki monitoring. Znano je, da če v organizmu prihajajo kemične snovi, se to odraža v krvi, urinu in drugih bioloških materialih. Delavci, ki so pri svojem delu izpostavljeni različnim kemikalijam, imajo lahko zaradi tega posledice na zdravju. Poleg meritev koncentracij kemičnih snovi v zraku v okolici delavčevih dihal so pri ocenjevanju tveganja za zdravje zelo pomembne tudi meritve koncentracij teh snovi ali njihovih metabolitov v krvi ali urinu. Tako dobimo vpogled v resnično celokupno izpostavljenost delavca in zajamemo tudi vse, kar prihaja v organizmu na druge načine, morda celo izven delovnega okolja.

Na področju izvajanja analiz biološkega materiala pri izpostavljenih delavcih je v Sloveniji še precej nejasnosti. Inšpektorat za delo je začel z različnimi aktivnostmi za ureditev izvajanja analiz in inšpektorica Lidija Korat je v svojem članku, ki ga lahko preberete v reviji, podala nekaj pogledov Inšpektorata za delo na izvajanje biološkega monitoringa. Pripravili smo tudi nekaj primerov iz prakse, ki opozarjajo na to, da izvajanje monitoringa še zdaleč ni tako enostavno, kot se zdi na prvi pogled.

Čeprav je poletja že skoraj konec, ne bo odveč nekaj opozoril v zvezi z delom na prostem v poletnem času, prav tako pa nadaljujemo tudi s serijo člankov o prehrani in o dobrih praksah s področja promocije zdravja, o katerih dobivamo informacije iz podjetij.

Prijetno branje vam želim! [60](#)

**dr. Maja Metelko, odgovorna urednica**

**deloinvarnost@zvd.si**



Poletne počitnice so bile vroče, dolge in zabavne.  
Že razmišljate o naslednjih? Še malo, pa bodo tu

# krompirjeve počitnice.

Z veseljem napovedujemo posebno paketno ponudbo v času krompirjevih počitnic:

**2=3 noči\*** in posebne popuste za otroke.

\*Velja za namestitve v hotelih in apartmajih.



Zagotovite si svoj prostor z veliko zabavne otroške animacije v: **Termah 3000-Moravske Toplice, Termah Ptuj, Termah Banovci, Termah Lendava in Zdravilišču Radenci**

# Delo in varnost: Biološki monitoring

Opredelitev in izvajanje biološkega monitoringa je ena izmed obveznosti delodajalca, ki ga določa Zakon o varnosti in zdravju pri delu, v povezavi s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu.

(Več na strani **20**)

Ni vse enako dobro in enako priporočljivo za vsakogar in hrana ni le količina hranil na naših krožnikih, ki jo moramo pojesti, da lahko živimo. Hrana je nekaj več. Spreminjajo pa se tudi naše potrebe. Ker ni nič dokončnega, se moramo naučiti prisluhniti sami sebi in z najboljšo možno mero zadostiti svojim potrebam. Naučiti se moramo razločevati, kaj je za nas dobro.

(Več na strani **13**)

## Aktualno

<b>Vprašanja za strokovne delavce:</b>	6
Gašper Boštic, Pivovarna Union	
<b>Promocija zdravja:</b>	7
<b>Aktivni odmori na delovnem mestu</b>	
Mirko Slosar, Vanja Rogač, Vojko Rotar	
<b>Prehrana: Pomemben del našega življenja</b>	13
Helena Okorn	
<b>Osebnna varovalna oprema za gasilce</b>	16
Dr. Daniela Zavec Pavlinič, Andreja Oder	

## Osrednja tema

<b>Biološki monitoring z vidika inšpektorja za delo</b>	20
Lidija Korat	
<b>Mejna vrednost ne zagotavlja popolne varnosti za zdravje delavcev</b>	26
dr. Tihomir Ratkajec	
<b>Primer iz prakse:</b>	29
<b>Biološki monitoring ne laže</b>	
Marija Stritar	

## Znanstvena priloga

<b>Biološki monitoring</b>	32
Prim. prof. dr. Marjan Bilban	
<b>Dejavniki tveganja za zdravje pri delavcih, ki delajo na prostem v poletnem času</b>	47
Neva Metelko Janša, Vid Janša	



# Vprašanja za strokovne delavce

## Gašper Boštich, Pivovarna Union d.d.

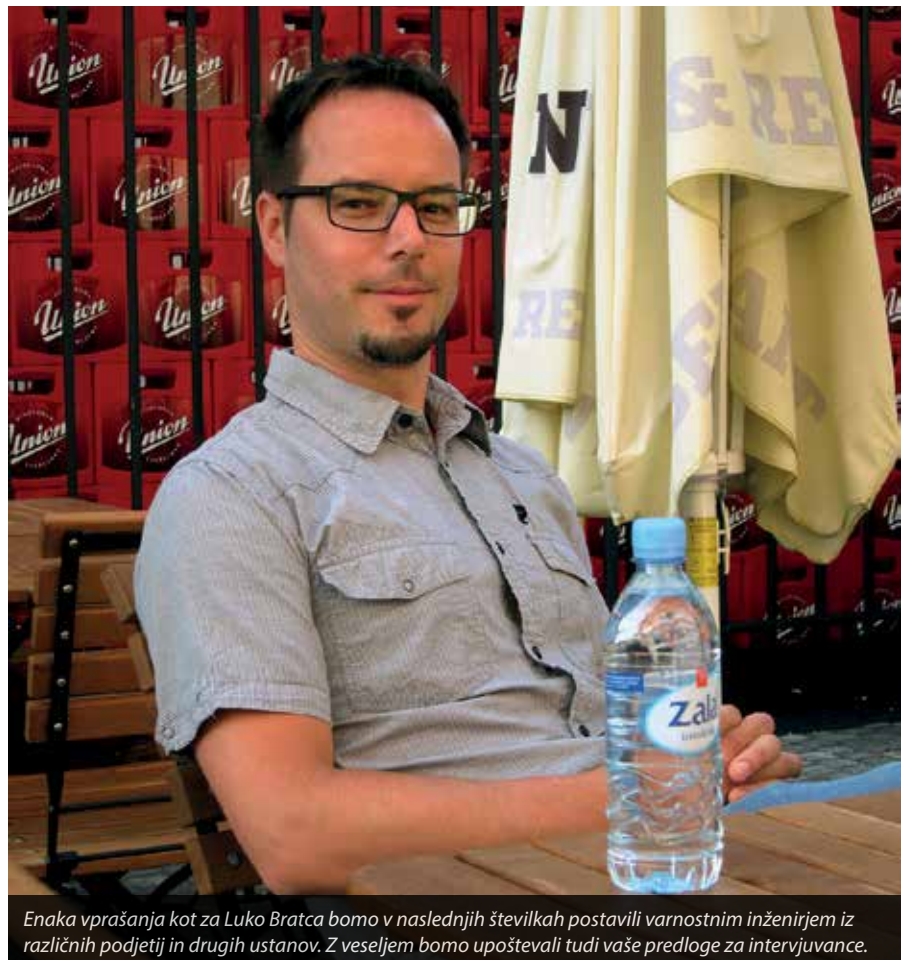
**G**ašper Boštich je po poklicu varnostni inženir in že vrsto let zavzeto ter uspešno opravlja naloge strokovnega sodelavca za varnost in zdravje pri delu v Pivovarni Union d.d., ki ima zaposlenih 350 ljudi. Gašper Boštich je tako 12 let izkušenj na področju varnosti in zdravja pri delu ter varstva pred požarom pridobival v podjetju, ki se je uspešno razvijalo in posodabljal svojo proizvodnjo ter ki je lahko vzor sodobno urejenega podjetja.

Razvoju tehnologije mora vedno slediti tudi razvoj sistema zagotavljanja varnosti in zdravja delavcev, saj nove tehnologije prinašajo tudi nova tveganja. S povečevanjem proizvodnje in uvajanjem novih tehnologij se spreminjajo tudi zahteve delovnih mest, tveganja za varnost in zdravje pri delu, povezana z njimi, prav tako pa tudi izobrazbena struktura delavcev. Vse to so bile v zadnjih letih poglobitve naloge varnostnega inženirja, ki ga predstavljamo.

Poleg zahtevnega področja varnosti in zdravja pri delu v Pivovarni Union Gašper Boštich skrbi tudi za področje tehničnega in fizičnega varovanja ter čiščenja objektov.

[Ali ste v vašem podjetju sprejeli strategijo promocije zdravja na delovnem mestu?](#)

Promocija zdravja v delovnem okolju je strategija oz. proces, s katerim se s pomočjo delodajalca, delavcev in



Enaka vprašanja kot za Luko Bratca bomo v naslednjih številkah postavili varnostnim inženirjem iz različnih podjetij in drugih ustanov. Z veseljem bomo upoštevali tudi vaše predloge za intervjuvance.

družbe trudimo krepiti in ohraniti dobro počutje zaposlenih. V podjetju smo sprejeli strategijo promocije zdravja na delovnem mestu s ciljem dolgoročno znižati negativne kazalnike zdravja, zvišati motivacijo in posledično produktivnost zaposlenih, zmanjšati fluktuacijo in seveda povečati konkurenčnost in kakovost poslovanja. Delavcev, ki so fizično aktivni in se ukvarjajo športom v večini primerov ni potrebno učiti o pomenu zdravega prehranjevanja, razgibanosti telesa itd., čeprav se promocija zdravja osredotoča na veliko več kot le na športno aktivnost. Glavni izziv je motivacija tistih zaposlenih, ki zaradi psihofizičnih težav, brezvoljnosti in verjetno tudi finančnih težav ne zmorejo prvega koraka, in prav na tem področju

želimo s promocijo zdravja narediti korak naprej.

[Ali in kako spodbujate zaposlene, da se udeležujejo aktivnosti za varovanje in krepitev zdravja?](#)


Da bi zagotovili čim širšo vključenost zaposlenih v aktivno varovanje in krepitev zdravja, jih spodbujamo in jim nudimo veliko možnosti, med katerimi vsak lahko najde kaj zase. Zelo pomembna kategorija ohranjanja zdravja je tudi počitek, zato imajo zaposleni pri nas še vedno zagotovljeno možnost koriščenja počitniških kapacitet, ki so jih nekatera podjetja v preteklih letih ukinjala. Naše podjetje spodbuja zaposlene, da se udeležujejo različnih športnih prireditev in jim krije stroške

udeležbe, prav tako jih s povrnitvijo stroškov nakupa smučarskih kart spodbujamo, da se v prostem času ukvarjajo s športom. Skrbimo tudi za počutje zaposlenih in jim ponujamo vstopnice za kulturne prireditve. Za delavke imamo organizirane različne specialistične preventivne preglede, omogočamo preventivno cepljenje zaposlenih itd. Zavedamo se, da je promocija zdravja kontinuiran proces, katerega bomo v okviru zmožnosti razvijali tudi v prihodnjih letih.

[Katere so najpogostejše težave/problemi, s katerimi se srečujete pri svojem delu na področju zagotavljanja VPD?](#)

Pred 15 leti in več je bilo delo v proizvodnji težko in delavci so bili izpostavljeni veliko večjim obremenitvam ter nevarnostim pri delu kot danes. Stroji in naprave so bili varnostno pomanjkljivo opremljeni, delavci so opravljali zahtevna ročna in težka fizična dela, največkrat brez sredstev za osebno varnost. In vendar je danes kljub rednim izobraževanjem, usposabljanjem in dostopnosti sredstev težko doumeti, kako veliko truda je potrebno vložiti v komunikacijo z zaposlenimi na temo pomembnosti uporabe predpisanih sredstev in opreme za osebno varnost ter upoštevanja predpisanih varnostnih ukrepov pri delu. Najtežje je spremeniti miselnost ljudi o tem, da je varno delo naložba v življenje.

[Ali bi pri reševanju vprašanj/problemov s področja VPD potrebovali pomoč zunanjih strokovnjakov?](#)

V Pivovarni Union sam pokrivam več področij, ki so strokovno zelo zahtevna, poleg tega se ves čas spreminjajo tako predpisi kot tudi postopki izvajanja. Skoraj nemogoče je, da bi lahko sam vsa področja obvladoval do takih podrobnosti, kot jih lahko obvladujejo strokovnjaki za posamezno področje, zato se pri reševanju problemov večkrat posvetujem in sodelujem s specialisti za posamezna področja VPD. Rad bi poudaril, da na področju zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu v Pivovarni Union že vrsto let dobro sodelujemo tudi z ZVD-jem. 

# Promocija zdravja

## Aktivni odmori na sedečem delovnem mestu

### **Avtorji:**

**Mentor:** dipl. ing. tehnol. prom. Mirko Slosar, Luka Koper d.d.

**Praktikantka:** dipl. kineziologinja Vanja Rogač

**Foto:** dipl. ekon. Vojko Rotar

V avgustu 2014 je dvotedensko prakso pri nas opravila takrat še študentka Luke Koper Vanja Rogač, absolventka na Fakulteti za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije (UP FAMNIT), smer Aplikativna kineziologija, zdaj že dipl. kineziologinja. Kot nam je povedala, se že več let ukvarja z manualno terapijo oz. različnimi vrstami masaže, v zadnjih letih pa se je začela posebej zanimati za bolečine v križu in težave s hrbtenico.

V podjetjih imamo prakso, da praktikantom določimo dela in naloge ter jih usmerimo v delovne procese podjetja. Z Vanjo je bilo drugače. Zaradi njene strokovnosti in neobremenjenosti s smernicami ter plani našega podjetja smo ji pustili »proste roke« ter lastno presojo, na kakšen način in kako bi se lotila promocije zdravja v okviru njenega študijskega področja. Seveda pod budnim očesom in nasveti mentorja. Torej, redna praksa kot študentsko delo, podkrepjeno s teorijo rednega študijskega programa. Zmagovalna kombinacija, katero naj, če je možnost, prakticira vsak študent.

V tem kratkem času je s sodelavci s področja varovanja zdravja zaposlenih in ekologije pripravila krajši program enostavnih in učinkovitih vaj za razbremenitev hrbtenice, vratu in ramenskega obroča s slikovnim gradivom, katerega trenutno v nadaljevanjih objavljamo v internem Luškem glasniku. Odziv zaposlenih je zelo pozitiven in zato je prav, da priporočila, podkrovana s stroko, posredujemo tudi širši javnosti.

Še en nasvet mentorjem – pustite mladim praktikantom čim več svobode pri izražanju in iskanju alternativ v vašem podjetju. Presenečeni boste.

Vaje v nadaljevanju so slikovno opremljene. Priporočamo, da jih izvajate s sodelavcem(ko), ki naj s pomočjo slikovnega gradiva ocenjuje pravilno izvedbo.

### ERGONOMSKA PRIPOROČILA ZA SEDEČE DELO

- » Pri sedenju ne obstaja ena sama idealna drža, temveč je priporočljiva pogosta menjava položaja telesa (naklon trupa, položaj rok, nog itd.), nastavev stola in delovnih aktivnosti (sprehodi, vstajanje ...).
- » Hrbtenica naj bo večino časa v bližini nevtralnega položaja, medtem ko naj sključena drža traja le kratek čas.
- » Priporočeno območje sedenja:
  - ledvena krivina je nekoliko manj poudarjena kot v stoječem položaju,
  - prsna in vratna krivina naj bosta nevtralni,
  - kot v kolku med 90° in 120° in v kolenu med 90° in 140°,
  - stopala naj bodo na tleh (če je stol previsok, podložimo stopala s

## Zmagovalna kombinacija,

ki jo naj, če je možnost, prakticira vsak študent: redna praksa kot študentsko delo, podkrepjeno s teorijo rednega študijskega programa.

- pručko, podlogo ...),
  - ramena so spuščena in sproščena,
  - komolci blizu telesa in malo pred trupom,
  - podlaket naj počiva na mizi ali na naslonjalu.
- » Z naslonjalom za hrbet, ki je nekoliko nagnjeno nazaj, zmanjšamo obremenitev na hrbtenico in statično aktivnost hrbtnih mišic.
  - » Naslonjalo za hrbet naj ima podporo ledvenega dela ali si ledveni del podložimo z manjšo, podolgovato blazino.
  - » Zgornji rob ekrana naj bo v višini oči ali nekaj centimetrov nižje.
  - » K sproščnemu sedenju pripomore tudi dovolj velika nastavitev vsebine (črk) na ekranu.
  - » Izogibamo se sedečim rotacijam v trupu in dvigovanju predmetov iz stola. Če delovni prostor ne omogoča prilagoditev, s katerimi bi se rotacijam izognili, uporabimo vrtljivost in mobilnost stola ali vstanemo iz stola.
  - » Rotacijam in sključenemu sedenju se še posebej izogibamo zgodaj zjutraj in po daljšem obdobju sedenja.
  - » Priporočila za aktivni odmor: 20 sekund na 50 min sedenja (hoja ali aktivne vaje za razbremenitev hrbtenice) in dva do trije daljši (5 do 10 minut) odmori med delovnikom. Med daljšimi odmori poskrbimo za tonizacijo mišic, ki so med sedanjem podaljšane, ter za raztezanje skrajšanih mišic.

Povzeto po knjigi: N. Šarabon in M. Voglar (2014), Bolečina v spodnjem delu hrbta: struktura, ergonomija in gibalna terapija, UPR, Koper.

**20** sekund na 50 vsakih minut sedenja in **2-3** daljši (10 min) aktivni odmori so priporočljivi med delovnikom.



Tipična drža pri delu za računalnikom

- » Skrajšane prsne mišice
- » Podaljšane medlopatične mišice
- » Izteg vratu – skrajšane mišice na zadnji strani vratu
- » Nesproščena, dvignjena ramena,
- » Sključena drža

**Vaje v sedečem položaju izvajamo v sklopu aktivnega odmora ali posamično med delom kot kratko razbremenitev, ki ne moti delovnega procesa.**

**Večina vaj je zasnovanih tako, da ne le razteza določene mišične skupine, temveč tudi krepi mišice, ki so med sedečim delom pretirano neaktivne ter v dolgočasno podaljšanem položaju.**

## 1. AKTIVNI ODMOR SEDE

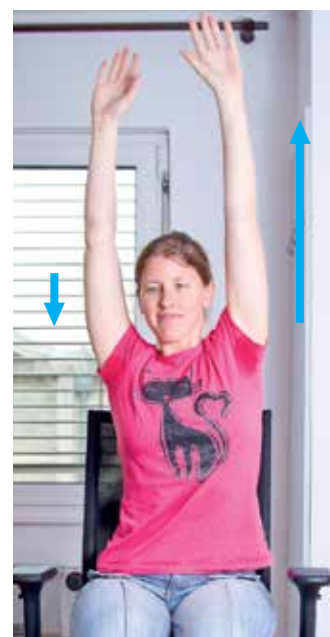
### RAZBREMENITEV HRBTENICE SEDE



#### Razbremenitev z oporo na rokah:

Z dlanmi se opremo na naslonjalo za roke in se dvignemo v vzravnani položaj. Roke potiskamo navzdol, lopatice skupaj, hrbet poravnamo in sprostimo. Pogled je usmerjen naprej. Zadržimo nekaj sekund in se počasi spustimo nazaj na stol. Nekajkrat ponovimo.





### Razteg – trakcija hrbtenice sede:

Sedimo vzravnano. Prepletamo prste na rokah, jih usmerimo proti stropu in iztegnemo roke navzgor. Istočasno z izdihom potisnemo prsni koš navzdol (aktiviramo trebušne mišice). S tem ustvarimo aktivno raztezanje hrbtenice in preprečimo pretiran izteg v ledveni hrbtenici. Pri omejeni gibljivosti ramen usmerimo roke nekoliko naprej. Položaj zadržimo 4-5 vdihov/izdihov.

### Izmenično raztezanje leve in desne strani:

Sedimo vzravnano na stolu. Izmenično potiskamo levo in desno roko navzgor proti stropu. Pri tem ne nagibamo trupa v stran. Aktivne so tudi trebušne mišice (prsni koš potisnemo navzdol). Pri omejeni gibljivosti ramen ponovno prilagodimo naklon rok in ne dovolimo, da pride do pretiranega iztega v ledveni hrbtenici.

## VAJE ZA RAZBREMENITEV VRATU IN RAMENSKEGA OBROČA SEDE



### Prekrvavitev ramenskega obroča, vratu in aktivacija stabilizatorjev trupa:

Sedimo. Z vdihom močno potisnemo roke naprej in usmerimo pogled navzdol. Ledveni del ostane naslonjen na stol. Z izdihom se poravnamo, roki usmerimo in potisnemo diagonalno navzdol z dlanmi, obrnjenimi naprej, pogled je usmerjen naprej (ne navzgor). Izdih nam pomaga, da prsni koš potisnemo navzdol. Z izdihom aktiviramo trebušno prepono in posredno ostale mišice trupa. Vajo ponovimo 10-krat z enakomernim in umirjenim dihanjem.

### Razteg ramenskega obroča sede:

Sedimo vzravnano.

Leva roka je sproščena ob telesu, palec je obrnjen navzven. Levo roko potisnemo proti tlam.

Z desno roko primemo vrh glave in jo potisnemo v desno in naprej. Trup naj ostane vzravnano.

Položaj zadržimo 5 do 10 sproščenih vdihov/izdihov, ponovimo 2 do 3-krat. Z majhnimi spremembami v naklonu glave raztezamo različna mišična vlakna. Ne silimo v razteg, temveč čutimo še prijetno raztezanje.



### Razteg zadnjega dela vratu:

1. Sproščen položaj vratu.
2. Z izdihom brado potisnemo rahlo nazaj tako, da naredimo podbradek (pogled je usmerjen naprej in ne navzgor). Začutimo razteg na zadnji strani vratu in aktivnost na prednji strani vratu, ki je lahko nekoliko neprijetna. Pri tem si predstavljamo, da nas vrstica, pripeta na kroni glave, vleče navzgor. Obenem povlečemo tudi ramena nekoliko nazaj in navzdol.
3. Za bolj intenziven razteg sledi pogled navzdol proti prsnici. Izvedemo 5 izmenjav položaja 1 in 2. Nato še 2-krat po 5 do 6 vdihov/izdihov zadržimo položaj 3.



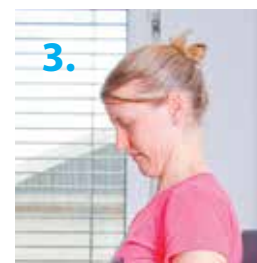
### Razteg upogibalk zapestja:

Roko iztegnemo predse in obrnemo dlan naprej. Z drugo roko primemo za dlan ali prste iztegnjene roke in jo povlečemo proti sebi. Zadržimo 10 do 20 s. Zamenjamo roki.



### Razteg iztegovalk zapestja:

Roko iztegnemo predse in obrnemo dlan proti sebi. Z drugo roko primemo hrbtno stran dlani iztegnjene roke in jo povlečemo proti sebi. Zadržimo 10 do 20 s. Zamenjamo roki.



## 2. AKTIVNI ODMOR STOJE

**Priporočeno: 20 sekund** hoje ali aktivnih vaj za razbremenitev hrbtenice na vsakih **50 min sedenja**. **Dva do trije 5 do 10 min dolgi** aktivni odmori **med delovnikom**. Med temi odmori poskrbimo za tonizacijo mišic, ki so med sedanjem podaljšane, in za raztezanje skrajšanih mišic.



- medenica je poravnana
- trakcija hrbtenice navzgor
- razteg velike hrbtne mišice

- roke navzgor ali diagonalno naprej
- prsni koš navzdol
- stisnemo mišice zadnjice



### Vaja za razbremenitev hrbtenice:

Sklenemo prste in z dlanmi, usmerjenimi navzgor, potisnemo roke proti stropu. Istočasno aktiviramo mišice zadnjice (poravnamo medenico) in z aktivnostjo trebušnih mišic ter s pomočjo izdiha potisnemo prsni koš navzdol. Zadržimo do 3 vdih/izdihe in sprostim. Ponovimo 3 do 5-krat.

Pri omejeni gibljivosti ramen, potisnemo roke nekoliko naprej. S tem preprečimo, da bi nadomestili gibljivost ramenskega obroča in prsne hrbtenice z neželeno gibljivostjo v ledvenem delu.

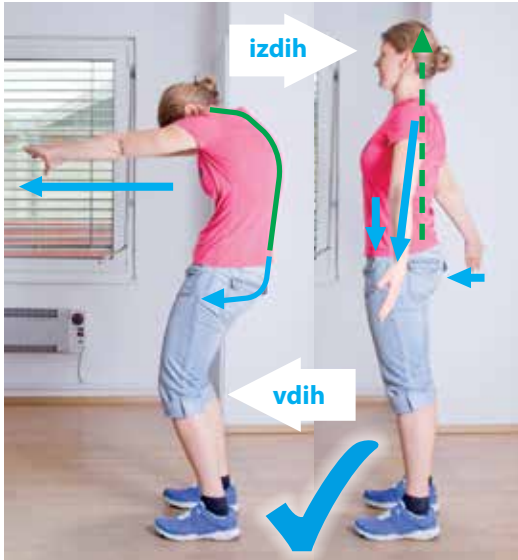


- pretirana lordoza
- medenica naprej
- pretiran izteg kolen





**Regeneracijska vaja:**



**1. faza – vdih:** Sprostimo glavo, roke iztegnjene potisnemo naprej (brez nagiba v trupu) in rahlo pokrčimo kolena.



**2. faza – izdih:**

- Med iztegovanjem nog v kolnih istočasno stiskamo mišice zadnjice,
- dlani odpremo naprej ter potisnemo ramena nazaj in navzdol,
- brado rahlo potisnemo nazaj (naredimo podbradek) in tako podaljšamo vrat. Ponovimo 5 do 8-krat.

Pri omejeni gibljivosti v iztegu kolka (ki je precej pogosta pri osebah z bolečino v križu) naj kolena v drugi fazi še vedno ostanejo rahlo pokrčena.

S tem omogočimo poravnavo medenice in preprečimo neželjeno gibljivost v ledvenem delu.

**Vaja za nevtralizacijo drže po dolgotrajnem sedenju:**

Levo podlaket prislonimo na steno in naredimo razkorak tako, da je desna noga zadaj z dvignjeno peto in rahlo pokrčenim kolonom. Stisnemo mišice zadnjice, da ohranimo nevtralen položaj medenice, nato se s podlaktjo opremo na steno in rahlo potisnemo trup naprej. Pri tem so aktivne zadnjične in trebušne mišice, ki zadržujejo položaj hrbtenice in jo ščitijo. Gib je minimalen. Čutimo rahel razteg v prsnem delu na levi strani in v kolčnem sklepu na desni strani. Zadržimo položaj za 5 do 6 umirjenih vdihov/izdihov. Sprostimo napetost in ponovimo 2 ali 3-krat. Zamenjamo stran.

- razteg prsnih mišic
- razteg primikalk kolka



**3. DODATNE VAJE**

**Stoja na eni nogi:**

Stojimo vzravnano, stisnemo zadnjico, sprostimo ramena, odpremo dlani in potisnemo brado rahlo nazaj. Dvignemo koleno in pazimo, da se ne nagibamo v trupu naprej ali nazaj. Zadržimo položaj 10 do 20 sekund in umirjeno dihajo. Ponovimo na drugi nogi. Če želimo vajo otežiti, zapremo oči ali obračamo glavo na vse strani.



**Prenašanje teže:**

Stojimo v srednjem razkoraku v poravnani drži. Težo prenesemo na desno nogo tako, da jo pokrčimo in se nagnemo s trupom naprej ter boko potisnemo nazaj. Leva noga pri tem ostane iztegnjena. Čutimo rahel razteg

na notranji/zadnji strani desne noge. Pazimo, da je trup poravnani, ramena nazaj in vrat v podaljšku hrbtenice (naredimo rahel podbradek). Z desno (pokrčeno) nogo se odrinemo v začetni položaj in ponovimo na levi strani. V povezanem in nadzorovanem gibanju zamenjamo strani 5 do 10-krat.



**Vaje za razteg celotnih rok, dlani in prstov:**

Dlan iz iztegnjenimi prsti položimo na steno. Dlan lahko obrnemo v različne strani. Iztegnemo komolce in rame potisnemo navzdol. Na **desni** sliki istočasno izvajamo razteg na obeh rokah. Razteg lahko čutimo v prstih, na dlani ali po notranji strani rok. Na **levi** sliki poleg rok raztezamo še prsno mišico. Pazimo, da ne izvajamo rotacije v ledvenem delu hrbtenice. 60





Promocija  
zdravja

## Svetovanje o zdravi prehrani zaposlenih

Uvajanje pozitivnih sprememb na področju prehranjevanja lahko spodbudite z našimi **predavanji in delavnicami za zaposlene**.

Organizirane spremembe na področju prehranjevanja potekajo v dveh stopnjah.

V **prvi stopnji** skupaj z odgovornimi iz podjetja **ugotovimo dejansko stanje**:

- možnost prehranjevanja v podjetju (lastna kuhinja, catering) oz. ponudba obrokov v okolici podjetja oz. samostojno prineseni obroki,
- pregled primernosti obrokov,
- ugotavljanje prehranskega stanja zaposlenih: vprašalnik glede prehranjevanja, merjenje telesne sestave,
- ugotavljanje prehransko ogroženih.

V **drugi stopnji** pa glede na ugotovljeno stanje ponudimo **podporo pri izvajanju potrebnih in dogovorjenih sprememb**:

- priprava načrta sprememb (izvedljivih),
- izobraževanje, ozaveščanje delavcev, ponudnikov hrane: delavnice, predavanja, okrogle mize, akcije, priprava materialov (tiskovina, spletna stran podjetja),
- prehransko ogroženi delavci: skupinsko ali individualno svetovanje,
- pomoč pri iskanju kvalitetnih in cenovno dostopnih lokalnih ponudnikov hrane.

Kot spodbudo za uvedbo sprememb izvajamo **meritev telesne sestave**, s katero lahko ocenimo **stanje prehranjenosti** posameznika.

S skupnimi močmi lahko vašim delavcem z morda **majhnimi spremembami** omogočimo **boljše pogoje za njihovo zdravje** in s tem tudi njihovo večjo **delovno storilnost**.

### **Več informacij:**

Vesna Vidmar  
T: 01 585 51 88  
E: vesna.vidmar@zvd.si

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.  
Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje

T: +386 (0)1 585 51 00, F: +386 (0)1 585 51 01  
E: info@zvd.si, www.zvd.si

**ZVD**  
Zavod za varstvo pri delu

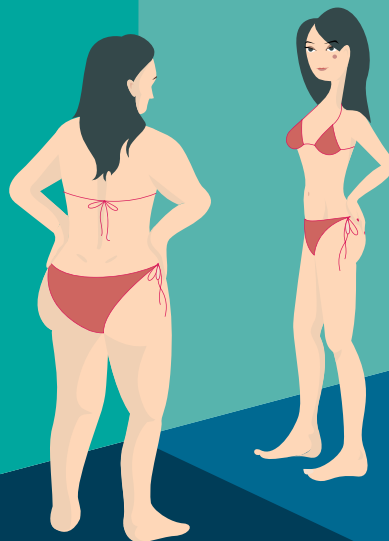
# Prehrana

## Pomemben del našega življenja

**P**red nami je vrsta člankov o zdravem prehranjevanju, hujšanju in vzdrževanju dosežene zmanjšane telesne mase na dolgi rok, o prehrani v različnih življenjskih obdobjih in še drugih temah, ki so povezane z našim prehranjevanjem.

### Avtorica:

Helena Okorn, mag. farm.,  
nutricionistka z diplomo iz  
športne prehrane  
Nutriaktiv



*"Potrebno bi bilo sprejeti  
našo raznolikost, kajti  
posameznikov odnos in  
pogled na sebe je  
vitalnega pomena."*

Ni vse enako dobro in enako priporočljivo za vsakogar in hrana ni le količina hranil na naših krožnikih, ki jo moramo pojesti, da lahko živimo. Hrana je nekaj več. Spreminjajo pa se tudi naše potrebe. Ker ni nič dokončnega, se moramo naučiti prisluhniti sami sebi in z najboljšo možno mero zadostiti svojim potrebam. Naučiti se moramo razločevati, kaj je za nas (dotično – za mene) dobro.

S ciljem »Delam nekaj, kar je dobro ZAME!« moramo najprej ugotoviti, kakšne so naše potrebe. Obstaja vrsta priporočil in smernic, ki so nastali na podlagi različnih raziskav, dognanj in izkušenj. To so okviri, v katerih mejah se je priporočljivo gibati. Naša naloga pa je dognati, kateri način je najprimernejši zame in ta »spoznanja« spraviti na krožnik v obliki zdrave, uravnotežene in okusne hrane.

Kaj je zame dobro, pa ni najlažje ugotoviti. Naj se ravnamo po trendih, ki veljajo v naši družbi? Verjetno smo že ugotovili, da če delamo in sledimo trenutnim modnim smernicam, kmalu zaidemo v slepo ulico. Pogled se nam vedno znova ustavlja na manekenskih postavah v modnih revijah in velikanskih plakatih

ob cestah ter nam hkrati zbuja skrite, pogosto neuresničljive želje. Moramo se zavedati, da ima vse svojo ceno in preden se lotimo običajno velikopotezno zastavljenega načrta, bi se bilo priporočljivo vprašati, ali je to dobro in zdravo zame.

Velikokrat se najprej osredotočimo na zunanji videz. Na to, kako smo videti, lahko do določene mere vplivamo sami. Že kriterije, s katerimi sodimo, izberemo sami. Nekomu so bolj všeč okrogli ljudje, nekdo prisega na suhce. Dve skrajnosti, med katerima je nešteto možnosti.

Znan je rek: »Vsaka slika ima svojega mojstra.« Potrebno bi bilo sprejeti našo raznolikost, kajti posameznikov odnos in pogled na sebe je vitalnega pomena. Pravilno razvita samozavest in sprejetje samega sebe soustvarjata kvaliteto našega vsakdanjega življenja.

Dobro je, da ni nič dokončno in lahko marsikaj spremenimo, da bi bili bolj zadovoljni. To velja tudi za naš zunanji videz in telesno maso.

Da bi lažje razumeli, kaj lahko naredimo za svoje telo, si najprej oglejmo, kako je telo sestavljeno oziroma kaj vpliva na njegovo maso.

### KAKO JE SESTAVLJENO MOJE TELO?

**Telesna masa** je vsota mase kosti, mišic, organov, telesnih tekočin in maščobnega tkiva. Tekom našega življenja se njihove količine spreminjajo zaradi rasti, reprodukcije, telesne aktivnosti in starosti. Vzdrževanje telesne mase je nadzorovano s pomočjo različnih kompleksnih živčnih, hormonskih in kemičnih mehanizmov, ki stalno potekajo v našem organizmu.

Ti mehanizmi dokaj natančno skrbijo za ravnovesje med tem, kaj vnesemo v naše telo, in tem, kaj porabimo. Njihovo nepravilno delovanje se kaže v odstopanju od priporočljive telesne mase – s prekomerno maso in debelostjo, na drugi strani pa tudi v nezmožnosti pridobivanja telesne mase.

Kakšna naj bo telesna masa, **primerna za nas?** Najprej si oglejmo priporočila. Najbolj priročna in preprosta je ocena stanja prehranjenosti, izražena kot indeks telesne mase (ITM). ITM je razmerje med telesno maso (v kilogramih) in kvadratom telesne višine (v metrih). Lahko si ga izračunamo in v preglednici poiščemo, kam spadamo glede prehranjenosti.

## Izračun indeksa telesne mase (ITM):

$$\text{ITM} = \frac{\text{telesna masa (kg)}}{\text{telesna višina (m)} \times \text{telesna višina (m)}}$$

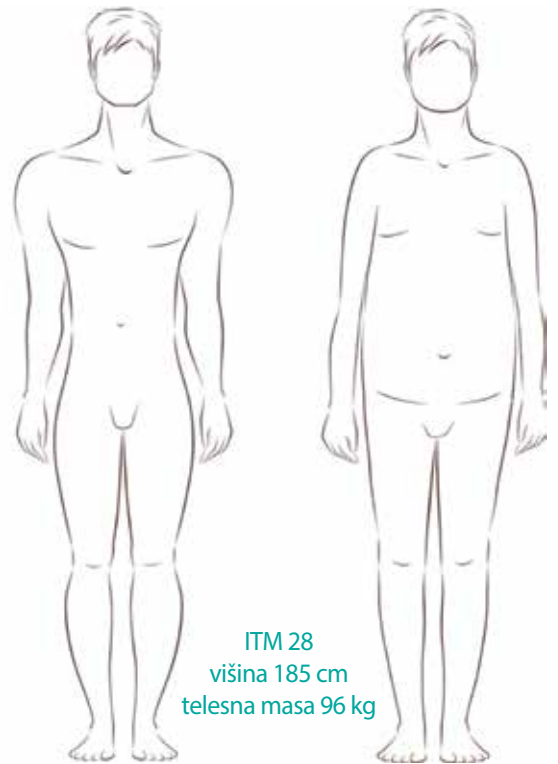
ITM	
< 18,5	premajhna telesna masa
18,5 – 24,9	normalna telesna masa
25,0 – 29,9	prekomerna telesna masa
> 30,0	debelost

Če je vaš ITM med 18,5 in 24,9, ste v priporočljivem območju. Lahko opazite, da so okviri »priporočljivega« precej široko zastavljeni.

Na primer: ženska, visoka 165 cm, lahko tehta od 51 do 68 kg. Moški z višino 180 cm pa ima lahko od 60 do 81 kg in oba bosta del skupine z normalno telesno maso. Torej imamo veliko svobodo pri izbiri svojih kilogramov, s katerimi bomo v območju priporočljivega in zdravega.

Slabost te metode je, da ne upošteva telesne sestave in lahko mišičaste ljudi (na primer športnike) napačno uvrsti med prekomerno prehranjene.

Desno: **Enaka višina in telesna masa, a velike razlike.** Osebi na sliki imata enak ITM, vendar se njuna sestava telesa močno razlikuje, zato je velikokrat potrebna bolj natančna analiza sestave telesa, ki jo naredimo s posebnimi analizatorji telesne sestave.



### Kakšna je sestava našega telesa?

Za predstavitev telesne sestave je pogosto uporabljen model, ki razdeli naše telo na dva dela: maščobno maso, ki vključuje maščobo iz vseh delov našega telesa, ter maso brez maščobe, ki je sestavljena iz vode, beljakovin in mineralov.

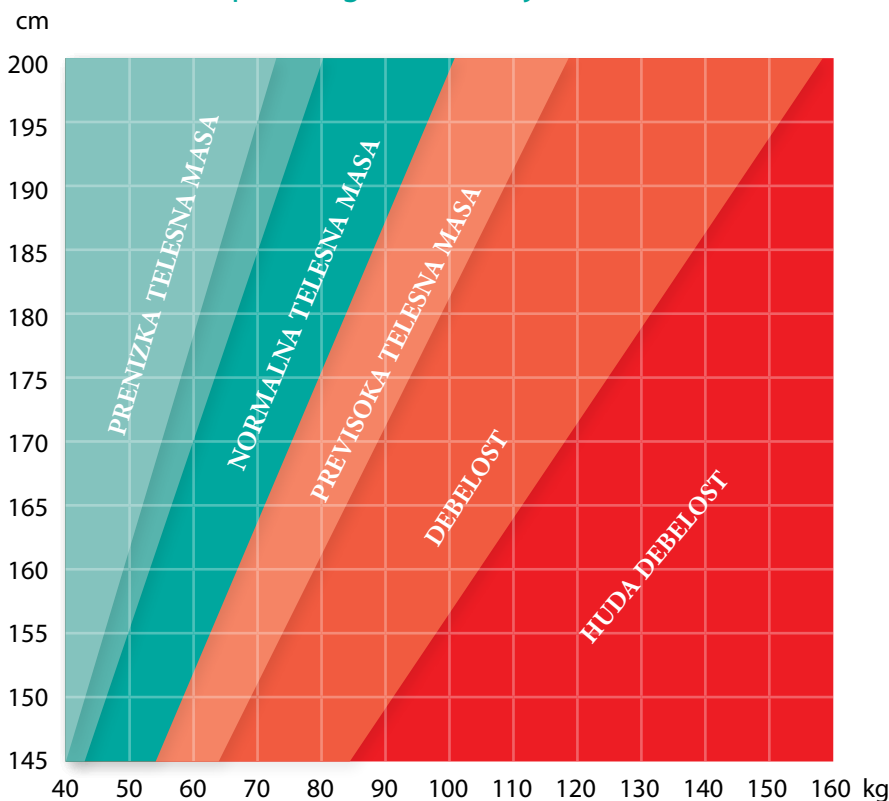
Včasih zamenjujejo izraz »masa brez maščobe« z izrazom »pusta telesna masa«, kar pa ni popolnoma enako. Pusto telesno maso sestavljajo skeletne mišice, voda in kosti, masa brez maščobe pa dodatno vsebuje še nekaj esencialne maščobe.

Količina **puste telesne mase** je pri moških večja kot pri ženskah, poveča se s telesno aktivnostjo in se zmanjšuje s starostjo. Je velik porabnik energije in posledično zelo pomembna pri ohranjanju zelene telesne mase in hujšanju.

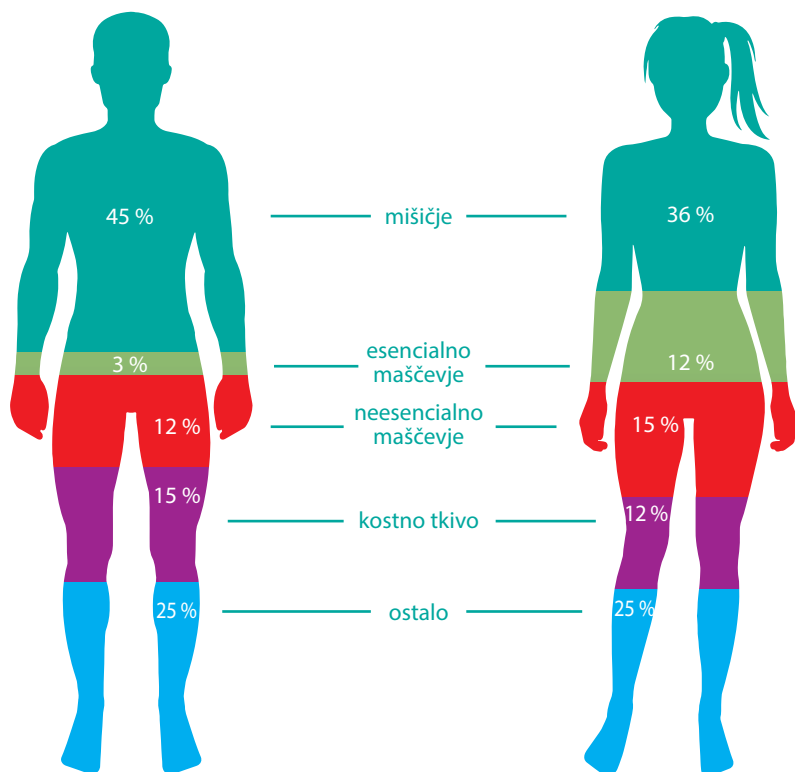
**Voda** zavzema 60 do 65 % naše celotne telesne mase in je najbolj spremenljiv člen puste telesne mase. Vsaka celica našega organizma vsebuje vodo in voda je tudi okoli celic. Kri vsebuje približno 90 % vode, mišice 75 %, kosti 25 % in maščobno tkivo okoli 10 %. Stopnja hidracije (to je vsebnost vode v našem telesu) lahko vpliva na nekaj kilogramov naše mase.

**Pri telesni maščobi** poenostavljeno razlikujemo esencialno (nujno potrebno) maščobo in maščobne zaloge. **Esencialno maščobo** potrebujemo za normalno fiziološko delovanje in se nahaja v majhnih količinah v kostnem mozgu, srcu, pljučih, vranici, ledvicah, mišicah in živčnem sistemu. Moški in ženske se razlikujemo v količini esencialne

## Kam spadam glede na svojo telesno maso?







mišična masa posameznika upada. Če pa smo primerno telesno aktivni tudi v srednjih letih, lahko ta naravni proces upočasnimo. Prav tako moramo biti pozorni, če imamo kronično bolezen in se nam nehote začne zmanjševati telesna masa. To velja tudi za bolnike s prekomerno telesno maso. Mišice propadajo zaradi osnovne kronične bolezni in pretiranega mirovanja. Pravilna, uravnotežena in zdrava prehrana je pravzaprav nujna in pripomore h kvalitetnejši starosti oziroma nam pomaga, da se lahko lažje spopademo z boleznijo.

Tudi za **športnike** je zelo pomembno, koliko mišic in telesne maščobe imajo. Ne samo zaradi zunanjega videza, pač pa predvsem zaradi njihove zmogljivosti in uspešnosti. Nekateri želijo shujšati, drugi se zrediti. V nekaterih športih je potrebno zmanjšanje telesne maščobe, v drugih pa je pomembna pridobitev mišične mase. Tekalci in skakalci se otepajo dodatnih kilogramov, medtem ko so le-ti še kako pomembni pri kontaktnih športih, kot je na primer hokej. Vsak šport zahteva določene telesne značilnosti.

**Za zaključek:** toliko na kratko o sestavi telesa. Število kilogramov, ki se izpiše na tehtnici, je le eden od okvirnih pokazateljev našega zdravja. Če potrebujemo ali želimo bolj natančno sliko, imamo na razpolago različne metode merjenja telesne sestave. Priporočljivo je narediti kvalitetno analizo, dobljene podatke pa nam mora razložiti nekdo, ki je strokovno usposobljen. Hkrati nas lahko na podlagi pridobljenih rezultatov usmeri k zdravi in uravnoteženi prehrani ter primerni telesni aktivnosti. Cilji bodo tako postavljeni za vsakega posameznika posebej in pot do njih bo prirejena individualnim potrebam. [30](#)

**60 do 65 %**  
naše celotne telesne mase zavzema voda.

**Vsebnost vode**  
v našem telesu lahko vpliva na nekaj kilogramov naše mase.

	MOŠKI	ŽENSKA
celotna maščoba	8 %–24 %	21 %–35 %
esencialna maščoba	3 %	12 %
mišice	45 %	36 %
kosti	15 %	12 %
ostalo	16 %–32 %	15 %–29 %

Zgoraj: **Sestava telesa moškega in ženske.**

Levo: **Model sestave telesa, prirejen po Gallangerju, 2000.**

maščobe. Izrazimo jo kot odstotek telesne mase: moški jo imajo 3 % od celotne telesne mase, ženske pa precej več, in sicer 12 % zaradi maščobe v prsih, medeničnem območju in stegnih.

Drugi del telesnih maščob so **maščobne zaloge**, ki so naš največji energetski vir. Ta maščoba se nahaja pod kožo in obdaja notranje organe, ki jih ščiti pred poškodbami.

Njena količina se spreminja zaradi rasti, reprodukcije in staranja, nanjo pa vplivata razpoložljivost hrane in telesna aktivnost. Koliko celotne telesne maščobe imamo, je torej odvisno od spola in cele vrste prej omenjenih dejavnikov. **Če želimo biti zdravi, je za moškega priporočljivo imeti 8 do 24 % maščobe, za žensko pa od 21 do 35 % maščobe od celotne telesne mase.** Pri športnikih so te številke nižje.

Telesno sestavo lahko izmerimo s pomočjo **analizatorjev telesne sestave**. Metoda, ki je v današnjem času zelo razširjena in tudi strokovno priznana, je t. i. bioimpedancijska analiza. Pri tej metodi teče skozi telo zelo šibek električni tok in na podlagi upornosti različnih tkiv se izmerijo in izračunajo deleži vode, puste mase in maščobe v telesu. Analizatorji telesne sestave se med seboj razlikujejo, kar vpliva na natančnost rezultatov.

Dobljeni podatki so nam v pomoč predvsem, **kadar želimo shujšati**, saj pri zdravem načinu hujšanja izgublamo maščobno maso in skupaj s povečano telesno aktivnostjo pridobivamo mišično maso. Kako to dosežemo, bomo govorili v nadaljevanju.

Vedenje o sestavi telesa je zelo pomembno tudi pri **starejših ljudeh in bolnikih**. S staranjem namreč

# Osebna varovalna oprema za gasilce

**N**ačrtovanje osebne varovalne opreme zahteva združevanje znanja z različnih področij. Kot izhodišče smo izpostavili povezavo področij tekstilne in oblačilno-predelovalne industrije z medicino, podrobneje s fiziologijo človeka. Prepričani smo, da se lahko optimalna osebna varovalna oprema razvija samo ob dobrem poznavanju človeka in njegovih odzivov, ko je izpostavljen ekstremnim okoljskim pogojem. Obe področji smo povezali s področjem kakovosti ter oblikovali konzorcij, sestavljen iz raziskovalne organizacije Zavoda Bris Ljubljana, podjetij Prevent&Deloza d.o.o. iz Celja in Celica d.o.o. iz Ljubljane ter Pomurskim društvom za kakovost iz Murske Sobote. V okviru takšnega partnerskega sodelovanja smo izvedli projekt promocije zdravja na delovnem mestu z naslovom *Spekter preventivnih ukrepov s poudarkom na osebni varovalni in delovni opremi*.

**Avtorici:**

**Dr. Daniela Zavec Pavlinič**

Zavod BRIS in Titera d.o.o.

**Andreja Oder**

Prevent & Deloza d.o.o.

**Zdravje in dobro počutje na delovnem mestu ne pomenita samo, da ima zaposleni urejeno delovno okolje, počitek ter odmor za malico, ampak mora biti optimalno tudi njegovo mikrookolje.** Le-to se nanaša

na njegova delovna oblačila, posledično pa tudi na celotno osebno varovalno in zaščitno opremo, ki mora biti ustrezna v ekstremnih delovnih okoljih. V primeru neustreznih delovnih oblačil in/ali osebne varovalne opreme je zaposleni izpostavljen izražanju negativnih emocij, frustracij, strahu, neudobja, omejitvi gibanja, v ekstremnem delovnem okolju pa tudi tveganju nastanka poškodb in ogroženosti življenja. Do omejitve gibanja lahko pride zaradi neustreznih krojev delovnih oblačil in/ali neustreznega načina oblačenja enega elementa zaščitne opreme na drugega (čebulno oblačenje za povečanje zaščite). Do takšnega problema pride, ko se osebna varovalna in zaščitna oprema nabavljata pri različnih proizvajalcih, ki medsebojno niso povezani.

Vsi omenjeni dejavniki negativno vplivajo na delavčevo delovno zmogljivost in učinkovitost – ne glede na vrsto dela, ki ga opravlja. Najboljšo delovno učinkovitost zaposlenega lahko pričakujemo, ko je le-ta zdrav z več zornih kotov – fizično, mentalno, psihično in z vidika prilagajanja okolju, v katerem deluje. Zagotavljanje vseh dejavnikov, ki bodo zaposlenemu na delovnem mestu omogočili optimum, obsega tudi skrb, da ni izpostavljen negativnim vplivom iz okolja, ki bi ogrozili njegovo življenje (morebitne poškodbe in tveganje za življenje), oziroma da je pred zunanjimi vplivi ustrezno zaščiten. Osnovne potrebe za doseganje in ohranjanje zdravja na delovnem mestu z vidika preprečevanja poškodb in širjenja

Projekt »Spekter preventivnih ukrepov s poudarkom na osebni varovalni in delovni opremi« je na podlagi Javnega razpisa za sofinanciranje projektov za promocijo zdravja na delovnem mestu v letih 2013 in 2014 finančno podprl Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije.



infekcij vključujejo tudi oblačila in (zaščitne) tekstilne materiale, ki tvorijo mikro okolje človeka.

Izdelava osebne varovalne opreme poteka v skladu z evropsko direktivo Sveta 89/686/EGS, v Sloveniji znano kot Pravilnik o osebni varovalni opremi. Slednji opredeljuje področje uporabe, pogoje za dajanje izdelkov OVO v promet in uporabo, zaščitne postopke, ugotavljanje skladnosti, priglase organe, oznako CE ter osnovne varnostne in zdravstvene zahteve. Poleg tega mora biti osebna varovalna oprema funkcionalna, njene lastnosti pa mora poznati vsak uporabnik (gasilec, reševalec ...).

Obravnavali smo osebno varovalno opremo, ki se uvršča v kategorijo III., kamor spada OVO, ki vključuje **zaščito pred smrtnimi nevarnostmi**, ki lahko **resno ali nepopravljivo poškodujejo zdravje**, in katerih takojšnjih učinkov, ki jih predvideva proizvajalec, uporabnik ne more pravočasno ugotoviti. Takšne nevarnosti so običajno kemikalije. Med to osebno varovalno opremo spadajo dihalna maska, dihalni aparat, zaščita pred padcem, zaščitne rokavice, zaščitna oblačila pred kemikalijami in biološkimi agensi, ognjevarna zaščitna oblačila in ostala ognjevarna oprema, zaščita pred letječimi delci ali brizganjem, zaščita pred radioaktivnim onesnaženjem, zaščita pred nevarnimi snovmi in biološkimi nevarnostmi itd. V okviru omenjenega projekta smo obravnavali človeka v različnih okoljskih pogojih, kjer mora uporabljati osebno varovalno opremo skladno s predpisi. Predpisi osebne varovalne opreme za različne okoljske pogoje ne obravnavajo ločeno.



Tudi iz zgornjih slik je razvidno, da se enaka osebna varovalna oprema (Personal protective equipment – PPE) uporablja v različnih okoljskih pogojih.

**IZVEDLI SMO VEČ PREDAVANJ IN STROKOVNIH POSVETOV. NA NJIH SO BILI PREDSTAVLJENI:**

**1. ekstremni okoljski pogoji**, v katerih se gasilec znajde med opravljanjem dela (vsakodnevno opravljanje delovnih obveznosti in/ali delo v intervencijah v ekstremno vročem okolju, mrazu, poplavih ipd.);

**2. vplivi ekstremnih okoljskih pogojev** (toplota, plamen, voda, mraz, veter) na človeka ter priporočljivi postopki za ohranjanje toplotnega ravnovesja (uporaba funkcionalnih materialov za ohlajanje človeka, dodatni odmori med delom in dodatna izolacija z vmesnimi sloji v hladnem okolju);

**3. posnetki testiranja ognjevarnih lastnosti** osebne varovalne opreme s pomočjo simulatorja eksplozivnega ognja (požarni manikin);

**4. posnetki testiranja funkcionalnih materialov** za ohlajanje človeškega telesa;

**5. predpisi**, ki so jim podvrženi proizvajalci osebne varovalne opreme.

Izpostavili smo problem pregretja človeka ob dolgotrajni delovni aktivnosti in premajhni toplotni izmenjavi v sistemu »človek-oblačilo-okolica«. [30](#)





# **Biološki monitoring**

Biološki monitoring z  
vidika inšpektorja za delo

Lidija Korat

Mejna vrednost ne  
zagotavlja popolne varnosti  
za zdravje delavcev

dr. Tihomir Ratkajec

Primer iz prakse

Marija Stritar

# Biološki monitoring z vidika inšpektorja za delo

## Avtorica:

mag. Lidija Korat

Inšpektorat Republike Slovenije za delo

## Izvilleček

Opredelitev in izvajanje biološkega monitoringa je ena izmed obveznosti delodajalca, ki ga določa Zakon o varnosti in zdravju pri delu, v povezavi s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu. Glede na to, da so zahteve po izvajanju biološkega monitoringa pri delavcih, ki so izpostavljeni nevarnim snovem, ki so navedene v prilogi II prej navedenega pravilnika, začele veljati konec leta 2005, bodo v prispevku predstavljene nekatere ugotovitve Inšpektorata RS za delo glede izpolnjevanja navedenih zahtev, sankcije delodajalcev v primeru neizpolnjevanja biološkega monitoringa v izjavo o varnosti z oceno tveganja, kakor tudi sankcije pri neizpolnjevanju biološkega monitoringa. Samo z ustrezno analizo delovnega okolja, ki zajema oceno kemijskih škodljivosti, bodo prepoznane zahteve za izvajanje biološkega monitoringa. Ugotavljanje ustreznosti delovnega okolja in izpostavljenosti delavca nevarnim kemičnim snovem na delovnem mestu vključuje poleg podatkov o koncentracijah nevarnih kemičnih snovi na delovnem mestu tudi podatek o biološki vrednosti kemičnih snovi v biološkem vzorcu delavca, izpostavljenega kemičnim snovem. Zato je potrebno, da se dosledno izvajajo ukrepi varnega in zdravega dela, med katere sodi tudi izvajanje biološkega monitoringa, saj mora delodajalec v primeru preseženih bioloških mejnih vrednosti izvesti vse ukrepe, da se ta vrednost zmanjša v zakonsko predpisane biološke mejne vrednosti. S tem pa se bo preprečilo marsikatero obolenje in morebitni sodni postopki.

**Ključne besede: nadzor, inšpektorat za delo, biološki monitoring, ekološki monitoring, izpostavljenost nevarnim snovem, biološke mejne vrednosti**

## 1. UVOD

Razvoj na področju analize kemije, toksokinetike in toksodinamike je zagotovil novo pot monitoringu toksičnosti in biološkega medija. Prvi uradni evropski seznam bioloških mejnih vrednosti je bil v letu 1974, kjer so bile mejne vrednosti zbrane v brošuri TLV (Threshold Limit Values – mejne vrednosti). V tej brošuri je tudi zapisano, da se meritve snovi, ki so jim izpostavljeni delavci, lahko izvajajo z analizo krvi, urina, las, nohtov, telesnega tkiva, izločkov in izdihanega zraka ali s količino metabolitov v tkivih in tekočinah<sup>1</sup>. V Nemčiji so bile določene z MAK spiskom v

letu 1981 (Biološke mejne vrednosti, »BAT«) prve tri biološke mejne vrednosti in sicer za svinec, toluen in trikloretilen. V letu 1982 pa je bilo tem biološkim vrednostim dodanih še 5 substanc in sicer kadmij, živo srebro, diklormetan, halotan (C<sub>2</sub>HBrClF<sub>3</sub>-2 brom 2klor 1,1,1, 3 fluoroetan) in perkloretilen<sup>2</sup>.

Prvi ameriški biološki indeksi izpostavljenosti (Biological Exposure Indices - BEIs) so bili izdani v letu 1984. V tem obdobju je tudi začetek obsežne diskusije o bioloških standardih<sup>2</sup>.

Znanstveni napredek glede biološkega monitoringa pri izpostavljenosti kemikalijam je privedel tudi do procesa uveljavljanja pravnih okvirjev za urejanje te problematike.

Znanstveni odbor za omejitve poklicne izpostavljenosti kemičnim snovem (SCOEL), ki se je ustanovil na zahtevo Direktive Evropske komisije 95/320/EC z 12. 7. 1995<sup>3</sup>, je v letu 1999 izdal metodologijo za določanje mejnih vrednosti poklicne izpostavljenosti. **Ta zajema prvo definicijo bioloških mejnih vrednosti, kjer je določeno, da se z biološkim monitoringom izvajajo meritve substanc in/ali metabolitov v biološkem mediju in meritve bioloških učinkov, ki jih povzroča substanca.**

V Republiki Sloveniji smo obveznosti glede izvajanja biološkega monitoringa vnesli v pravni red v letu 2001, ko je bil sprejet Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu<sup>4</sup>, ki pa je glede izvajanja biološkega monitoringa določal prehodno obdobje do konca leta 2005.

## 2. POSTOPEK IZVEDBE BIOLOŠKEGA MONITORINGA Z VIDIKA INŠPEKTORJA ZA DELO

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. list RS št. 43/2011)<sup>5</sup> v 5. členu delodajalca zavezuje, da je dolžan zagotoviti varnost in zdravje delavcev v zvezi z delom. Delodajalci morajo zagotoviti in vzdrževati varno in zdravo delovno okolje ter zagotoviti, da delavci pri opravljanju svojega dela ne bodo izpostavljeni nevarnostim na delovnem mestu. Zato je biološki monitoring eden od izjemno pomembnih obveznosti, ki jih mora zagotoviti delodajalec.

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 bi lahko podal odgovore predvsem na sledeča 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.

Rezultati biološkega monitoringa oz. odgovori na prej navedena vprašanja omogočajo ocenitev tveganja na posameznem delovnem mestu, zato je izjemno pomembno, da so postopki izvedbe biološkega monitoringa transparentni in ponovljivi.

### 2.1. BIOLOŠKI MONITORING – VSEBINA, KI MORA BITI OPREDELJENA V IZJAVI O VARNOSTI Z OCENO TVEGANJA

Ugotovitve Inšpektorata RS za delo so, da izjave o varnosti z oceno tveganja ne zajemajo postopkov izvedbe biološkega monitoringa za nevarne kemične snovi, ki so navedene v Prilogi II Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS, št. 100/01, št. 39/05, 53/07, 102/10 in 38/2015)<sup>4</sup>. Zato bodo v nadaljevanju prikazani koraki, ki so potrebni, da se za posamezno nevarno kemično snov oziroma metabolit natančno definira v izjavi o varnosti z oceno tveganja postopek izvedbe biološkega monitoringa.

#### 2.1.1 Seznam nevarnih kemičnih snovi z opredelitvijo pogojev uporabe

Delodajalec mora imeti na podlagi 6. člena Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS, št. 100/01, št. 39/05, 53/07, 102/10 in 38/2015)<sup>4</sup> izdelan seznam nevarnih kemičnih snovi. Seznam nevarnih kemičnih snovi mora zajemati za posamezno nevarno kemično snov:

- » nevarne lastnosti kemičnih snovi,
- » podatki o varnosti in zdravju, ki jih posreduje dobavitelj (varnostni list),
- » raven (meritve koncentracij nevarnih kemičnih snovi), vrsto (dermatološko, inhalabilno,..) in trajanje izpostavljenosti (lahko xur/8ur, ali v %, skupna delovna doba, delovna doba na tem delovnem mestu),
- » količino kemičnih snovi,
- » druge okoliščine pri delu s kemičnimi snovmi: navesti tehnološki postopek, temperaturo, vlago, opis del in nalog.

- » mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost in /ali biološke mejne vrednosti,
- » učinek preventivnih ukrepov, ki so/bodo sprejeti,
- » rezultate že uvedenega zdravstvenega nadzora, če so na razpolago.

#### 2.1.2. Kdaj je potrebno izvajati biološki monitoring

*Če so delavci denimo izpostavljeni svincu, je biološki monitoring nujen.*

Delodajalci skupaj z izvajalcem medicine dela na podlagi pridobljenega seznama nevarnih kemičnih snovi, pogojev uporabe nevarnih kemičnih snovi, pregleda vsebine varnostnih listov ter ogleda delovnih mest, ki ga opravi izvajalec medicine dela, definirajo snovi, kjer se bo izvedel biološki monitoring. Kriteriji, kjer 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 potrebno definirati reprezentativnost skupine, kjer se bo izvedel biološki monitoring na določeno snov. V kolikor so delavci na delovnih mestih izpostavljeni različnim nevarnim kemičnim snovem, je pri načrtovanju izvedbe biološkega monitoringa to potrebno upoštevati.

Predpisane zahteve so določene v prilogi II Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS, št. 100/01, št. 39/05, 53/07, 102/10 in 38/2015)<sup>4</sup>.

#### Pravilnik določa, da je biološki monitoring vedno potreben, ko:

- so delavci izpostavljeni svincu ali njegovim spojinam,
- kadar pooblaščen zdravnik na podlagi zdravstvene ocene tveganja ugotovi:
  - » da je izpostavljenost delavca nevarnim kemičnim snovem takšna, da se ugotovljena bolezen ali znaki bolezni lahko pripišejo izpostavljenosti,
  - » da obstaja verjetnost, da se bolezen ali znaki bolezni lahko pojavijo pod posebnimi pogoji dela,
  - » da diagnostični postopek ne predstavlja tveganja za zdravje delavca in
  - » da so delavci pri delu izpostavljeni tistim nevarnim kemičnim snovem, za katere je uvedena zavezujoča mejna vrednost iz priloge II Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS, št. 100/01, št. 39/05, 53/07, 102/10 in 38/2015)<sup>4</sup>

**Delodajalec v izjavo o varnosti z oceno tveganja lahko vnese še dodatne kriterije, kdaj se bo izvajal biološki monitoring, kot 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, ko bi bilo pomembno pri zaužitju določene snovi;
- e. v primerih izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem z dolgo razpolovno dobo;
- f. pri izpostavljenosti:
  - » rakotvornim ali mutagenim substancam,
  - » substancam, ki povzročajo reprodukcijske spremembe, če te substance ne morejo določiti z meritvami delovne atmosfere;
- g. v primerih, ko je merjenje delovnega okolja nevarnih kemikalij 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),
- h. pri izpostavljenosti nevarnim substancam, ki se lahko spremenijo z fizičnim delom.

Zelo zmotno je razmišljanje, da je potrebno biološki monitoring izvajati samo v primeru, ko so presežene mejne vrednosti. Dokazano je bilo, da kljub temu, da delavci niso bili izpostavljeni preseženim mejnim vrednostim stirena, so bile presežene biološke mejne vrednosti na metabolit stirena<sup>5</sup>.

Po postavitvi kriterijev se izdelata poimenski seznam preiskovancev, kar so tudi zahteve 12. člena Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS št. 100/01, 39/05, 53/07 in 102/10)<sup>4</sup>, ki naj zajema: **ime in priimek preiskovanca; datum rojstva; delovno mesto; skupna delovna doba (v letih); delovna doba izpostavljenosti (v letih); presežena mejna vrednost (da, ne; pri mejnih vrednostih je potrebno upoštevati izpostavljenost morebitnim več različnim nevarnim snovem); snovi, katerim so izpostavljeni delavci pri katerih se bo izvedel biološki monitoring; vrsta biološkega vzorca; izpostavljenost (neposredna, posredna); čas izpostavljenosti (%).**

**2.1.3. Postopek izvedbe biološkega monitoringa**

Postopek izvedbe biološkega monitoringa mora biti opredeljen za vsako posamezno snov oz. posamezen metabolit v izjavi o varnosti z oceno tveganja<sup>4,6,7</sup>, ki mora zajemati:

**2.1.3.1 Strategija meritev in načrt meritev**

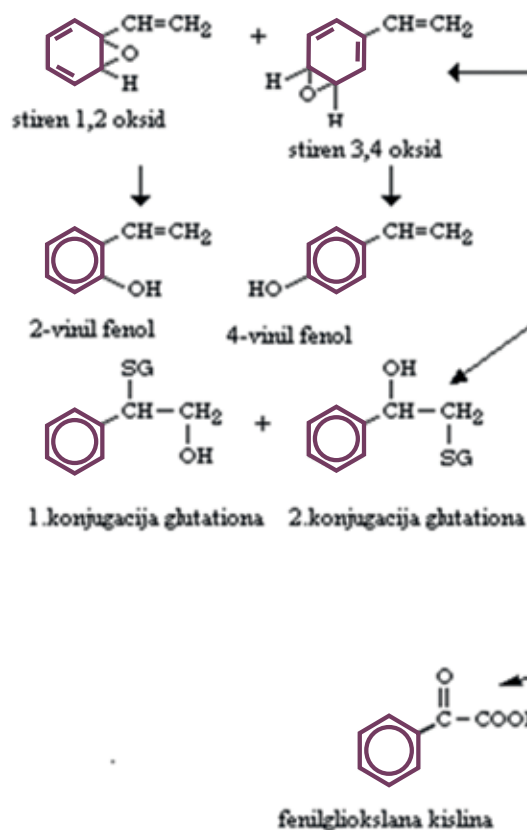
Strategijo meritev in načrt meritev se izdelata s pomočjo kemijske ocene tveganja in ogleda delovnih mest s strani izvajalca medicine dela. Pri tem se lahko oblikujejo določene skupine zaposlenih, ki so izpostavljene enakim nevarnim kemičnim snovem, kar v nadaljevanju pripomore k lažji analizi rezultatov, predvsem pri večjih delodajalcih.

**2.1.3.2 Izbira biološkega materiala, testni parametri (karakteristični pokazatelji), vzorčenje, analiza, prevoz in skladiščenje**

Za posamezno snov, kateri je delavec izpostavljen, je potrebno določiti biološki material in karakteristične pokazatelje. Pri tem je potrebno poznati metabolično pot določene snovi, da določimo vse metabolite, ki so karakteristični za določeno snov. Npr. za stiren v urinu sta karakteristična pokazatelja mandljeva kislina in fenilglioksilna kislina, saj mandljeva kislina razpade v fenilglioksilno, zato je potrebno upoštevati oba metabolita, kar je prikazano tudi na sliki 1.

Glede na to, da v RS ni določeno, da se mora vzorčiti in izvesti analizo po akreditirani metodi, je potrebno zaradi sledljivosti in ponovljivosti rezultatov zagotoviti, da se v oceni tveganja za vsako snov oz. metabolit določi:

**Slika 1: Glavna metabolična pot stirena<sup>8,9</sup>**



1. Povzetek metode, po kateri se bo izvajalo vzorčenje in analiza
2. Področje uporabe metode
3. Definiranje tehničnih značilnosti

**Vzorčenje**

Opisan mora biti postopek odvzema krvi ali urina, kraj odvzema, čas odvzema (ura, dan v tednu...), definirano mora biti, ali je bil dodan odvzeti krvi antikoagulant in kateri.

**Analiza (priprava, analitska tehnika)**

Na kratko naj se opiše postopek, kako se določa posamezni metabolit z določitvijo metode (navedba standarda) in navedbo opreme, ter mikroklimatske pogoje namestitve opreme (npr. v prostoru s filtriranim zrakom).

**Prevoz in skladiščenje**

Shranjevanje in transportiranje biološkega materiala mora potekati na ta način, da se vpliv na rezultat analize zreducira na minimum. Kjer je potrebno, naj se izvajalec medicine dela posvetuje s analitskim laboratorijem. Definiran mora 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 vzorec zamrzne.

**Podatki o vrednotenju metode**

Navedeno mora biti, s čim se je izvajala analiza kontrolnega materiala in na kakšno periodiko (npr. pred pričetkom dela, med delom na vsakih 10 vzorcev in po končanem delu), navedena mora biti meja detekcije, nenatančnost v seriji, nenatančnost med serijami, netočnost v % pri določeni koncentraciji (z navedbo koncentracije), merilna negotovost...

4. Druge značilnosti

5. Informacije o validaciji metode

Po kateri metodi se je izvedla validacija metode.

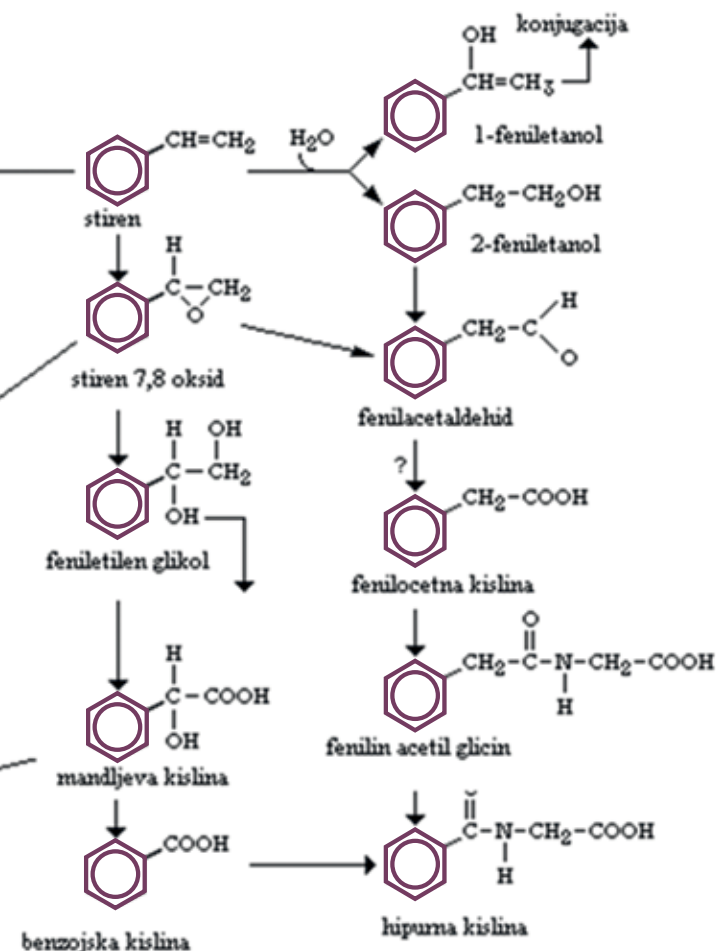
2.1.3.3 Čas vzorčenja glede na ritem izmen

V izjavi o varnosti z oceno tveganja mora biti definiran čas vzorčenja, ki je določen na osnovi primernih podatkov posameznega testnega parametra skladno s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS, št. 100/01, št. 39/05, 53/07, 102/10 in 38/2015)<sup>4</sup> ali v ustreznih znanstvenih člankih. Upoštevati je potrebno 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 v primeru, ko se aktivnosti izvajajo kratek čas (v primeru popravila, servisa, kjer nastajajo neprijetne vonjave, itd.). V takšnih primerih se vzorčenje izvede na koncu ustrezne aktivnosti, zato je potrebno to natančno opredeliti v oceni tveganja.

2.1.3.4 Zagotavljanje kvalitetnih analiz

Analize biološkega materiala na področju medicine dela/toksikologije (biološki monitoring) morajo biti skladne s stanjem tehnologije in primerne kvalitetnim kriterijem, ki se uporabljajo za analizo kemijo na področju medicine dela in toksikologije. Vzorčenje, analiza in ocenitev predstavljajo uporabnost medicinskega znanja in so zaradi tega jamstvo za kvalitetno izvedene analize. Glede na to, da slovenske literature s tega področja primanjkuje, se je potrebno posluževati tuje literature.

Splošna zahteva je, da se izvede kakovostna laboratorijska analiza. Analizo biološkega monitoringa večinoma izvaja delodajalcu zunanja institucija, katera mora imeti ustrezne strokovnjake, aparature in izvajati mora ustrezne analize metode, ki zagotavljajo zadnje stanje tehnike. Vsekakor bi bilo na tem področju delodajalcem mnogo lažje, če bi bili laboratoriji akreditirani za posamezen testni parameter.



# Zelo zmotno

je razmišljanje, da je potrebno biološki monitoring izvajati samo v primeru, ko so presežene mejne vrednosti. Dokazano je bilo, da kljub temu, da delavci niso bili izpostavljeni preseženim mejnim vrednostim stirena, so bile presežene biološke mejne vrednosti na metabolit stirena.



### 2.1.3.5 Koordinacija med pooblaščenim zdravnikom in laboratorijem

Koordinacija med izvajalcem medicine dela in laboratorijem, ki izvaja analizo, je izjemno pomembna. V Republiki Sloveniji v zakonodaji na področju varnosti in zdravja pri delu ni predpisano, da mora izvajati analizo akreditirani laboratorij. Glede vzorčenja, skladiščenja in transporta, izvajalec medicine dela lahko predlaga ukrepe, katere mora upoštevati laboratorij.

Pri izvajanju inšpekcijskega nadzora se je ugotovilo, da se izvajalec medicine dela ne dogovori dovolj natančno z laboratorijem, na kateri karakteristični pokazatelj je potrebno izvesti analizo pri delavcih. Kar dva izvajalca medicine dela sta se pri delavcih, ki so izpostavljeni stirenu, dogovorila v različnih laboratorijih za analizo vanilin-mandljeve kisline v urinu, ki pa ni pokazatelj izpostavljenosti stirenu, temveč je karakteristični pokazatelj za adrenalin. Po prejetju izvedenih analiz pooblaščen zdravnik nista preverila, ali je vanilin-mandljeva kislina dejansko karakteristični pokazatelj izpostavljeni delavcev stirenu, zato sta na tej napačni podlagi izdala pozitivno poročilo. Eden od pooblaščenih zdravnikov je v poročilu zapisal, da je bila pri vseh pregledanih vrednost »mandljeve kisline« še v dovoljenih mejah ter da predlaga ponovno analizo čez 5 let. Vendar pa je bila to vrednost vanilin-mandljeve kisline in ne mandljeve kisline. Zato je bilo delodajalcu naloženo, da mora ponovno zagotoviti pri istih delavcih meritve tokrat zanesljivo **mandljeve kisline v urinu**. Te ponovljene meritve pa so pokazale, da so biološke mejne vrednosti mandljeve kisline prekoračene kar pri 30 % delavk. Nedvoumno je, da je šlo za napako, ki se ne bi smela zgoditi.

### 2.1.3.6 Ocena in zaključki glede biološkega monitoringa

Laboratorij, ki izvaja analizo, posreduje rezultate biološkega monitoringa izvajalcu medicine dela. V kolikor je metoda, po kateri se je izvedla analiza akreditirana je potrebno posredovati izvajalcu medicine dela tudi akreditacijsko listino. V kolikor je laboratorij, ki je izvajal analizo akreditiran po standardu SIST EN ISO 15189<sup>10</sup> je potrebno izvajalcu medicine dela podati tudi to informacijo.

Izvajalec medicine dela mora laboratorijske rezultate primerjati z biološkimi mejnimi vrednostmi. Pri tej oceni mora veliko pozornost posvetiti delovnim pogojem, lastnostim nevarnih kemičnih snovi (toksokinetika nevarnih kemičnih snovi) in ostalim morebitnim vplivnim faktorjem. Posamezne meritve niso vedno zadosti za ocenitev stopnje izpostavljenosti, zato je potrebno meritve ponoviti, da se izognemo napakam, ki bi pri tem lahko nastale. Pri podajanju rezultatov biološkega monitoringa je potrebno upoštevati :

- » učinek kratke izpostavljenosti,
- » pavze,
- » čas izpostavljenosti,
- » specifične delovne pogoje,
- » intenziteta fizične aktivnosti in neobičajni pogoji atmosferskega pritiska,
- » individualno izpostavljenost.

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

## 2.2. UKREPI INŠPEKTORJEV RS ZA DELO

Konec leta 2006 je Evropska unija sprejela **Uredbo REACH** (Uredba (ES) št. 1907/2006 Evropskega parlamenta in Sveta o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH))<sup>11</sup>, ki zahteva neposredno uporabo. V navedeni **Uredbi REACH**<sup>11</sup> je zahtevano, da države članice EU določijo kazenske določbe, ki se uporabljajo za kršitve določb Uredbe REACH<sup>11</sup> in sprejmejo vse potrebne ukrepe za njihovo izvajanje.

Predvidene kazni morajo biti učinkovite, sorazmerne in odvračilne. Na tej podlagi je Republika Slovenija sprejela Uredbo o izvajanju Uredbe (ES) o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH)<sup>12</sup>, ki je bila objavljena dne 7. 3. 2008 v Uradnem listu RS št. 23/08 in se je začela uporabljati 1. 6. 2008, razen 17. točke 9. člena, ki se je začela uporabljati 1. 6. 2009. Inšpekcijski nadzor nad izvajanjem Uredbe REACH in Uredbe o izvajanju Uredbe REACH<sup>12</sup> opravljajo glede na pristojnosti :

- » inšpektorji pristojni za kemikalije
- » zdravstveni inšpektorji
- » inšpektorji za delo

Inšpektorat RS za delo izvaja med drugim nadzor tudi pri nadaljnjemu uporabniku, ki mora določiti, in uporabljati ali kjer je primerno, priporočiti primerne ukrepe za ustrezen nadzor tveganj, ugotovljenih v dostavljenem(-ih) varnostnem(-ih) listu(-ih) ali v njegovi oceni kemijske varnosti ali v vseh informacijah o ukrepih za obvladovanje tveganja, ki so mu bile dostavljene v skladu z 32. členom Uredbe 1907/2006/ES.

Uredba Komisije (EU) št. 453/2010<sup>13</sup> z dne 20. maja 2010 o spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006 določa, da morajo biti nacionalne biološke mejne vrednosti navedene v varnostnem listu v točki 8.1 Parametri nadzora.

Če ni izpolnjena predhodno navedena določba iz Uredbe o izvajanju Uredbe REACH<sup>11</sup>, v katero sodi poleg določitve biološkega monitoringa tudi izvajanje le tega, Inšpektorat RS za delo ukrepa s sankcijami kjer globe znašajo od 2.000 do 60.000 EUR za pravno osebo, od 800 do 32.000 EUR za samostojnega podjetnika posameznika in od 400 do 2.000 EUR za odgovorno osebo pravne osebe.

# 2.000 do 60.000 €

znaša globa za pravno osebo, če ne določi biološkega monitoringa oziroma ga ne izvaja.

Tudi Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. list RS št. 43/2011)<sup>6</sup> v 36. členu določa, da sta delodajalec in odgovorna oseba delodajalca storila prekršek, če nista zagotovila zdravstvenih pregledov delavcev, ki ustrezajo tveganjem za varnost in zdravje pri delu. Neizvajanje biološkega monitoringa je tudi v nasprotju s določbami Pravilnika o preventivnih zdravstvenih pregledih delavcev (Ur. list RS št. 87/2002, 29/2003)<sup>14</sup>. Kršitve v zvezi z neizvajanjem biološkega monitoringa se kaznujejo z globo od 2.000 do 40.000 evrov za delodajalca, za odgovorno osebo pa z globo od 500 do 4.000 evrov.

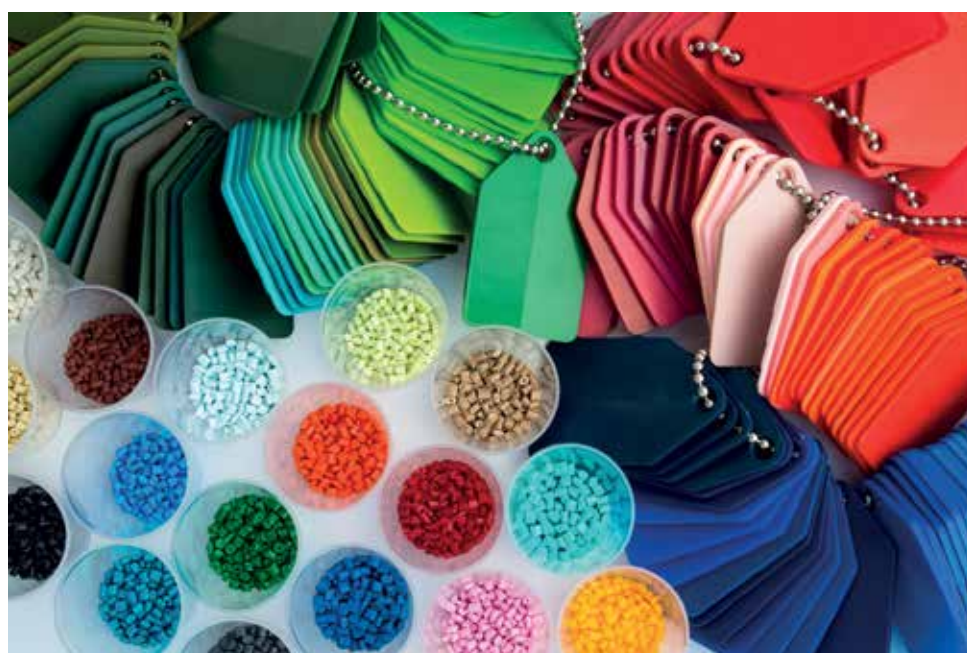
### 3. ZAKLJUČEK

Biološki monitoring nedvoumno prispeva k celoviti sliki delavčeve izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem na delovnih mestih. Delodajalci se morajo zavedati, da bodo samo s strokovnim načrtovanjem in izvajanjem biološkega monitoringa, ki bo pisno natančno opredeljeno v sprejeti Izjavi o varnosti z oceno tveganja, prispevali k izboljšanju razmer na delovnih mestih in s tem zmanjšali tveganja za poklicna obolenja in preprečili morebitne sodne postopke. Zato bi morali delodajalci pokazati večji interes in izvajati biološki monitoring, kot jim nalaga Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. list RS št. 43/2011)<sup>6</sup>, ne pa izvajati biološki monitoring šele po zahtevah Inšpektorja RS za delo. Očitno pa je, da se delodajalci šele po posredovanju inšpektorja RS za delo in ko so presežene biološke mejne vrednosti dejansko zavedajo nevarnosti izpostavljenosti nevarnim kemičnim snovem na delovnih mestih.

Če pa so na delovnih mestih pri posameznih delavcih ugotovljene presežene biološke mejne vrednosti, pa je pri delodajalcu potrebno precej napora in samo z načrtnim ter skupinskim delom, z doslednim upoštevanjem varnostnih ukrepov, bo dosežen cilj, ki je v zagotovitvi, da bo biološki monitoring znotraj predpisanih bioloških mejnih vrednosti. <sup>60</sup>

### 4. LITERATURA:

1. Cook WA. History of ACGIH TLVs. Ann Am Conf Ind Hyg 1985; 12: 3-9.
2. Bolt HM, Their R. Biological monitoring and Biological Limit Values (BLV): The strategy of the European Union. Toxicology Letters 2006; 162: 119-124.
3. Direktiva Evropske komisije 95/320/EC - Sklep komisije z dne 12. julij 1995 o ustanovitvi znanstvenega odbora za omejitve poklicne izpostavljenosti kemičnim snovem. Uradni list Evropskih skupnosti L 188.
4. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. list RS, št. 100/01, št. 39/05, 53/07, 102/10 in 38/2015).
5. Korat L, Novak Pintarič Z, Knez Ž. Safety and health analysis of workplaces exposed to styrene. Environmental Engineering and Management Journal 2014, 13:1509-1516.
6. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. list RS št. 43/2011).
7. Practical guidelines of a non-binding nature on the protection of the health and safety of works from the risk related to chemical agents at work. European Commission 2005.
8. Ohtsuji H & Ikeda M. The metabolism of styrene in rat and the stimulatory effect of phenobarbital. Toxic appl Pharmacol 1971; 18: 321-328.
9. Leibman KC (1975) Metabolism and toxicity of styrene. Environ health Perspect 1975; 11: 115-119.
10. SIST EN ISO 15189 Medicinski laboratoriji – Zahteve za kakovost in kompetentnost (ISO 15189: 2012)
11. Uredba (ES) št. 1907/2006 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 18. decembra 2006 o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH), o ustanovitvi Evropske agencije za kemikalije ter spremembi Direktive 1999/45/ES ter razveljavitvi Uredbe Sveta (EGS) št. 793/93 in Uredbe Komisije (ES) št. 1488/94 ter Direktive Sveta 76/769/EGS in direktiv Komisije 91/155/EGS, 93/67/EGS, 93/105/ES in 2000/21/ES. Uradni list Evropske unije L 396.
12. Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH). Uradni list RS št. 23/08.
13. Uredba Komisije (EU) št. 453/2010 z dne 20. maja 2010 o spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006 Evropskega parlamenta in Sveta o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH). Uradni list Evropske unije L 133.
14. Pravilnik o preventivnih zdravstvenih pregledih delavcev (Ur. list RS št. 87/2002, 29/2003).



**Stiren je uporaben v proizvodnji gume, plastike, izolacij (stiropor), cevi, avtomobilskih in ladijskih sestavnih delov, posod za hrano, preprog, v elektroindustriji za impregnacijo polizdelkov in izdelkov s poliestrsko smolo, pri izdelavi kopalnih kadi in pri lakiranju in proizvodnji pohištva. Zavedati pa se je treba, da gre za strupeno snov. Z biološkim monitoringom lahko spremljamo izpostavljenost stirenu posameznega delavca.**

# Mejna vrednost ne zagotavlja popolne varnosti za zdravje delavcev

**D**efinicija mejne vrednosti (MV) določa, da je to tista koncentracija kemične snovi v zraku, ki načelno ne škoduje zdravju delavca, če je delavec zdrav; opravlja lahko fizično delo, 8 ur dnevno, oz. 40 ur tedensko<sup>1</sup>. Pri tem se zastavlja nekaj strokovnih vprašanj.

**Avtor:**  
**dr. Tihomir Ratkajec,**  
**dr. med., specialist medicine dela,**  
**prometa in športa**  
Medicina dela Rogaška d.o.o.

1. Prvo je:

## Kaj definira pojem zdrav delavec?

Menim, da je to tisti, ki nima simptomov ali znakov okvare tarčnih organov, ki bi bili okvarjeni zaradi izpostavljenosti konkretni kemični snovi. Na primer, delavec ne sme imeti okvare jeter, če je izpostavljen acetonu, ker so jetra tarčni organ za aceton. Podobno je pri anemiji, če gre za izpostavljenost svincu (tarčni organ za svinec je kostni mozeg).

2. Drugo vprašanje je,

## kolikokrat meriti koncentracijo kemične snovi

v zraku, da dobimo zanesljiv rezultat, ki ga lahko primerjamo z mejno vrednostjo. Ali je potrebno meriti ves delovni čas? V katerem letnem času? Pri katerem delu tehnološkega (delovnega) procesa?

Kdaj na primer meriti prah v brusilnici stekla, ki vsebuje škodljivi svinec? Zjutraj na začetku izmene, ko je še nizka zaprašenosť? Na koncu izmene?

V popoldanski izmeni, ko obratuje manj strojev? Poleti, ko je večja prezračenosť zaradi odprtih vrat? Na katerih lokacijah v delavnici meriti?

3. Naslednje vprašanje je,

## kakšen odklon od izmerjene vrednosti še zagotavlja varnost,

če je izražen kot standardna deviacija? Slovenski pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu tega ne določa. Za interpretacijo koncentracij v zraku navajam mnenja dveh eminentnih ekologov.

**Gspan** navaja, da za dovolj zanesljivo oceno nevarnosti pri zaprašenosťi (zanesljivost najmanj 95 %) zadošča ena sama meritve, če je rezultat meritve izven intervala nezanesljivosti. Če je rezultat manjši od  $MV/3$ , so razmere v dovoljenih mejah; če je rezultat večji od  $3 MV$ , so potrebni posebni ukrepi; če je rezultat med  $MV/3$  in  $3 MV$ , so potrebne dodatne meritve (takrat se upošteva aritmetična sredina 12 meritev).<sup>2</sup>

**Valić** predlaga več meritev, izračun aritmetične sredine ( $\bar{x}$ ) in standardne deviacije ( $s$ ) in standardne napake aritmetične sredine  $s_x = s / \sqrt{n}$ ; koren iz števila meritev<sup>3</sup>. Zgornja 95 % meja zaupanja =  $\bar{x} + t \times s_x$ ; spodnja 95 % meja zaupanja =  $\bar{x} - t \times s_x$ ;  $t$  = vrednost iz tabel.

### OPIS PRIMERA

#### Tehnološki postopek izdelave pločevine

Delavec je enajst let opravljal delo kovinarja, ki je obsegalo nadzor nad taljenjem svinca in kositra, ki traja dve uri; ulivanje pet–šest minut, vlačenje pločevine s koritom v trajanju nekaj sekund.

Nad talilnim loncem je bilo urejeno odvajanje hlapov. Pri opisanih nalogah ni nosil osebne zaščite za dihala. Pločevina, ki je zmes svinca in kositra, dobljena s taljenjem v peči, se uporablja za izdelavo piščali za orgle.

V letu 2012 je obravnavani delavec stalil 3000 kg svinca in 4000 kg kositra. Zadnjih pet mesecev pred zdravniškim pregledom je naredil 80 velikih plošč. Letno je ulil 140 plošč (teža ena plošče je 50–100 kg). Taljenje in ulivanje plošč je opravljal občasno. Poleg ulivanja plošč je ulival tudi druge izdelke »jezičnike in kerne«.

Po končanem postopku »vlečenja« plošč se te nato ravna z ročnim strojem, pri čemer nastaja kovinski prah. Prah se dviguje tudi pri čiščenju plošč in pometanju delavnice z metlo ter pri brušenju piščali z brusnim papirjem. Vse navedene naloge predstavljajo tveganje za zdravje delavcev.





Piščali



Bloki svinca

### Meritve koncentracije svinca v zraku

Meritve so bile opravljene enkrat. Za merjenje koncentracije prahu v zraku so izvajalci meritev uporabili laserski merilec GRIMM in črpalko za vzorčenje EGO plus (0,2-7,5 L/min, razred natančnosti 2 %). Meritve so bile opravljene na delovnem mestu ulivanja svinca in kositra. Izmerjena koncentracija je bila 0,010 mg/m<sup>3</sup> (MV je 0,10 mg/m<sup>3</sup>).

### Zdravstveno stanje delavca

Ker svinec vpliva na centralno in periferno živčevje, smo pri pregledu delavca pri delu ulivanja pločevine uporabili vprašalnik o simptomih s področja nevro-psihičnega počutja Finskega Inštituta za medicino dela (4).

Ugotovili smo, da opisani simptomi niso presegali presečne vrednosti za: motnje spanja, utrujenost, motnje koncentracije in spomina, nemir, razdraženost, brezvoljnost ter za nevrološke znake (slaba kontrola gibanja rok, slabost, omotica in tresenje rok).

Kljub temu, da z vprašalnikom nismo ugotovili pomembne prisotnosti simptomov, je delavec navajal težave, ki bi jih lahko pripisali izpostavljenosti svincu: utrujenost, slabost prijema rok, glavobol, bolečine v stegnih, občasno blage vrtoglavice, slabši spomin za nove dogodke, slab spanec z zburjanjem ponoči, bolečine v kolenih in komolcih, slabost pri delu ulivanja svinca.

Vrednosti svinca v krvi delavca

so bile po letih naslednje: 148 µg/L (leta 2005), 188 µg/L (leta 2007), 207 µg/L (leta 2008), 174 µg/L (leta 2009), 145 µg/L (leta 2010), 155 µg/L (leta 2012) in 244 µg/L (leta 2013). Izračunana kumulativna doza svinca po posebni metodologiji v teh letih je bila 1064 µg/L<sup>5</sup>.

Koncentracija dehidrataze delta-aminolevulinske kisline (D-DALK), ki sodeluje pri sintezi hemoglobina in je inhibirana že pri koncentraciji svinca v krvi 200 µg/L (6), je bila: 513 nkat/L, 408 nkat/L, 634 nkat/L. Normalna vrednost je nad 500 nkat/L.

V kliničnem statusu pri delavcu ni bilo znakov okvare notranjih organov, kože ali živčevja.

## RAZPRAVA

Po zgoraj omenjenem pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem (12. člen) je obvezno opraviti biološki monitoring pri delavcih, izpostavljenih svincu, in če so izpostavljeni kemičnim snovem iz Priloge II (to so tiste snovi, za katere je določena zavezujoča biološka mejna vrednost). Če bi v opisanem primeru upoštevali izmerjeno koncentracija svinca v zraku, ki je bila daleč pod MV, bi morala biti koncentracija svinca v krvi delavca nizka, vendar ni bilo tako. Glede na rezultate se postavlja vprašanje: Ali so meritve pokazale dejansko izpostavljenost delavca? V poročilu o meritvah je pomanjkljivo opisano, koliko časa so trajale meritve in ali so obstajale kakšne omejitve pri opremi in vzorčenju? Če primerjamo subjektivne težave delavca in koncentracije svinca v krvi, so te verjetno v povezavi, zlasti če upoštevamo kumulativno dozo za več let. Simptomi niso izraziti in tudi koncentracija svinca v krvi ni visoka. Da je svinec že vplival na zdravje potrjuje tudi padec koncentracije DDALK, ki je bila pod mejo normale (408 nkat/L).

**Primer, ko ekološke meritve snovi v zraku delovnega okolja niso odražale dejanske izpostavljenosti delavca, jasno kaže na to, da sta poleg meritev nujno potrebna tudi biološki monitoring in zdravstveni pregled delavca, da dobimo jasno sliko o ogroženosti zdravja delavca, ki je izpostavljen škodljivim snovem.**

Podoben primer je tudi vpliv hrupa, če je ta pod mejno vrednostjo izpostavljenosti (Lex,8h 87 dB(a) ali pod zgornjo opozorilno vrednostjo izpostavljenosti (Lex,8h 85 dB(A)). Znano je, da lahko kljub izpostavljenosti nižjim vrednostim od mejnih pride do okvare sluha ter do škodljivega vpliva na žleze z notranjim izločanjem in centralno živčevje.

Da bi dobili bolj zanesljive rezultate pri merjenju koncentracij nevarnih kemičnih snovi, za katere obstajajo mejne vrednosti (MV) za poklicno izpostavljenost, moramo uporabiti standardne metode. Evropski

standardi, ki jih predlaga tehnični odbor CEN 137 "Ocena izpostavljenosti na delovnem mestu", določajo minimalne zahteve za lastnosti merilnih metod in potrjujejo njihovo primernost za kvantitativno določanje kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu. V skladu s standardom EN 482:2012 se meritve, ki jih lahko uporabimo za primerjavo z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti, smatrajo za ustrezne takrat, ko "lahko zagotovijo pravilne in zanesljive informacije ali omogočajo napovedovanje časovno uteženega povprečja koncentracij za določene kemične snovi v zraku, ki ga vdihavamo". Zato mora biti v skladu z omenjenim standardom celotna merilna negotovost meritev  $\leq 30\%$  v koncentracijskem območju od 0,5 do 2 MV in  $\leq 50\%$  v območju od 0,1 do 0,5 MV. Poleg tega morajo biti merilni postopki in oprema v skladu s standardi, ki izhajajo iz EN 482:2012.

Za vse metode, ki uporabljajo aktivne sisteme vzorčenja, morajo biti osebne črpalke in črpalke za pretoke, ki presegajo 5 l/min, skladne s standardom EN 13137:2013. Metode za določanje kovin in metaloidov morajo izpolnjevati zahteve standarda EN 13890:2002, metode za določanje kemičnih snovi, ki so prisotne kot mešanice delcev in hlapov, pa zahteve standarda EN 13936:2014.

## ZAKLJUČEK

Ekološke meritve kemičnih snovi na delovnem mestu (vzorčenje in analiza) morajo biti opravljene v skladu s standardi. Navedeno mora biti trajanje meritev, natančno mora biti opisan del delovnega procesa, ko so opravljene meritve, podani razlogi, zakaj je bil izbran prav ta del procesa, ter nadalje jasno opredeljeno, ali je bil upoštevan vpliv zunanjih dejavnikov (klimatski pogoji, letni čas). Dobro bi bilo izmeriti več koncentracij in najti utežno vrednost, kakor je opisano v uvodu prispevka. Tudi biološki monitoring mora biti opravljen pri več fazah dela, v različnih letnih časih in ga je treba ponavljati kljub temu, da delavci navajajo le neznatne težave.

Pri oceni tveganja mora obvezno sodelovati zdravnik medicine dela ter pri tem preučiti lastnosti in vpliv kemične snovi na zdravje. [60](#)

Biološki monitoring mora biti opravljen:

**v več fazah dela, v različnih letnih časih in treba ga je ponavljati kljub temu, da delavci zaznavajo le neznatne težave.**

## LITERATURA

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 in 43/11 – ZVZD-1)
2. Gspan P. Ekologija dela. Iskra telematika in ZVD; Gorenjski tisk, Kranj, 1984: 103–4.
3. Valić F. Neke manjkavosti u ocjenjivanju rizika u tehnološkim procesima. V. III hrvatski kongres medicine rada s međunarodnim sudjelovanjem. Brijuni, 18.-22. Rujna 2002. Hrvatsko društvo za medicinu rada. 1–3.
4. Ratkajec T. Genetske okvare zdravstvenega osebja, izpostavljenega anestezijskim plinom/ Genetic damage in operating room personnel exposed to anaesthetic gases. Zdrav Vest 72, 1, 2003:11–14.
5. Horward H, Shih R, Rothenberg S, Schwartz BS. The Epidemiology of Lead Toxicity in Adults: Measuring Dose and Consideration of Other Methodologic Issues, Environ Health Perspect, 2007, 115(3) 455–462
6. Lead. Chapter 6.7, Air Quality Guidelines-Second Edition. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2001:1–17.

# Primer iz prakse

## Biološki monitoring ne laže

Junija letos je v Radencih v okviru III. Sušnikovih dni potekal posvet o kemičnih snoveh na delovnem mestu in precejšen del vsebine je bil posvečen biološkemu monitoringu, torej spremljanju koncentracij kemičnih snovi oz. njihovih metabolitov v bioloških vzorcih delavcev, ki so jim pri delu izpostavljeni. Med drugim je na tem posvetu pozornost vzbudila trditev, izpostavljena tudi v naslovu tega prispevka, in marsikdo si je dejal, da bi se o njej dalo razpravljati. Namesto tega raje pogledajmo, kako je v praksi.

**Avtor:**  
**Marija Stritar,**  
 univ. dipl. kem.

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.,  
 Laboratorij za ekologijo in toksikologijo

Pred kratkim smo opravljali ekološki in biološki monitoring v dveh podjetjih, ki med drugim v delovnih procesih uporabljata ročno laminiranje izdelkov. Material, ki ga uporabljajo za nanos, se splošno imenuje poliestrska smola, ki ima glede na manjša odstopanja v sestavi različna komercialna imena, vse različice pa vsebujejo monostiren. Poliestrska smola, ki jo uporabljajo za laminiranje, je torej zmes, sestavljena iz cca. 60 % nenasičenega poliestra v kombinaciji z izoftalno ali ortohtalno kislino, propilenglikolom in maleinsko kislino, ki v svoji strukturi vsebuje dvojno vez, ter cca. 40 % stirena monomera. Ta ima nalogo, da pri sušenju, torej po nanosu reagira z dvojno vezjo maleinske kisline v poliestrski verigi in tako ustvari trdno zamreženo

DELAVEC	OPRAVLJANJE DELA	FAKTOR PREKORAČITVE - EKOLOŠKI MONITORING (STIREN)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (MANDLJEVA KISLINA)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (FENILGLIOKSILNA KISLINA)
1	laminer plošč	1,9	0,5	1,5
2	pomočnik	2,2	0,1	0,3
3	laminer tuš kabin	0,1	0,6	1,0

**Tabela 1: Rezultati ekološkega in biološkega monitoringa v podjetju A.**

strukturo. Problem pri tem procesu je, da med nanašanjem in sušenjem ves nevezani monostiren izhlapi v ozračje.

**V podjetju A** laminirajo tuš kabine v enem prostoru in plošče večjih površin (cca. 6x2,2m) v drugem prostoru. Opravili smo ekološke meritve, ki so zajele vzorčenje zraka za analizo stirena ob dihalih treh delavcev. Delavec 1 in delavec 2 sta izvajala laminiranje plošč, delavec 3, zadolžen za laminiranje tuš kabin, ki poteka v drugem prostoru, pa je to delo opravljal prejšnji dan. V času meritev je pripravljal izdelke za laminiranje in s poliestrsko smolo ta dan ni imel opravka. Nobeden od delavcev ni uporabljal zaščitne maske za dihala, tudi prezračevanje v obeh prostorih ni bilo urejeno. Isti dan po koncu delovne izmene so vsi trije delavci dali vzorce urina za analizo metabolitov stirena, to sta mandljeva in fenilglioksilna kislina.

Rezultati so predstavljeni v **Tabeli 1**.

Ker so bile ekološke meritve zraka na delovnem mestu opravljene isti dan kot odvzem vzorcev urina za biološki monitoring, smo videli delovne pogoje in ostale okoliščine, ki so lahko vplivali na izpostavljenost posameznega delavca in posredno na rezultat biološkega monitoringa pri vsakem posamezniku. Tako je bilo tudi razumevanje rezultatov lažje.

Vzorčenje zraka za analizo stirena je zajelo čas največje izpostavljenosti

delavcev 1 in 2, ko je potekal postopek laminiranja. Laminer plošč se je nahajal na laminirni mizi in z ročnim valjem nanašal smolo po površini. Razdalja od vira izhlapevanja stirena do njegovih dihal je bila cca. 1,5 m. Pomočnik se je gibal po tleh ob laminirni mizi in hlape stirena, ki so težji od zraka, neposredno zajemal z dihal, zato je bila koncentracija stirena ob njegovih dihalih nekoliko višja kot ob dihalih laminerja. Ob dihalih laminerja tuš kabin je bila koncentracija stirena nizka, kar je razumljivo, saj med vzorčenjem zraka ni imel opravka s poliestrsko smolo.

Rezultati biološkega monitoringa so pokazali nekoliko drugačno sliko. Pri vseh treh delavcih je bila ugotovljena prisotnost obeh metabolitov, najvišja pri laminerju plošč, najnižja pri pomočniku kljub temu, da je bila izmerjena koncentracija stirena v času meritev pri njem najvišja.



Laminiranje



Koncentracija mandljeve kisline pri laminirju tuš kabin je dosegla več kot polovico BAT vrednosti, koncentracija fenilglioksilne kisline pa je bila celo enaka, in sicer kljub temu, da delavec na dan odvzema vzorca ni bil neposredno izpostavljen stirenu. Biološki monitoring je pokazatelj več dejavnikov – ne samo obremenitve dihal, ampak tudi vnosa preko drugih poti, npr. skozi kožo. Poleg tega pri vnosu snovi v telo preko dihal pomembno vlogo igra fizična aktivnost delavca, kar se je pokazalo pri laminirju plošč, ki je z valjem ročno nanašal smolo na površino v primerjavi s pomočnikom, ki mu je občasno pomagal premakniti izdelek. Zanimiv je relativno visok rezultat koncentracij mandljeve in predvsem fenilglioksilne kisline pri tretjem delavcu, ki ta dan ni bil izpostavljen stirenu. Po izjavi omenjenega delavca je opravljal laminiranje tuš kabin prejšnji dan. Ker gre presnovna pot mandljeve kisline naprej v fenilglioksilno kislino, ki se izloči iz telesa kasneje kot mandljeva kislina, iz rezultatov lahko sklepamo, da je bila obremenjenost pri opravljanju tega dela visoka in da je koncentracija obeh metabolitov v urinu posledica izpostavljenosti prejšnjega dne.

**V podjetju B** se prav tako ukvarjajo z laminiranjem cevi velikih dimenzij. Ekološke meritve smo opravili med običajnim potekom dela, zajeli smo tudi čas največje obremenjenosti. Delo je potekalo v večji hali, ki ima pod stropom nameščene prezračevalne naprave, ki pa so zaradi hlapov stirena, težjih od zraka, slabo učinkovite. Vrata laminirne hale so bila tako kot običajno odprta. Meritve smo opravili ob dihalih treh delavcev, od katerih sta dva laminirja, tretji pa pripravljavec izdelkov. Vzorci urina za analizo mandljeve in fenilglioksilne kisline so bili odvzeti v laboratoriju dva tedna pred ekološkimi meritvami.

Rezultati so predstavljeni v Tabeli 2.

Iz rezultatov ekoloških meritev je razvidno, da je bila obremenjenost delavcev v podjetju B podobna oz. še nekoliko večja kot v podjetju A. Oba laminirja sta z valjčki ročno nanašala poliestrsko smolo, torej sta bila fizično precej aktivna. Ob laminiranju notranje stene cevi sta se nahajala v cevi, kjer je bila koncentracija hlapov stirena zaradi delno zaprtega prostora še znatno višja. Prvi laminir je imel nameščeno obrazno masko za topila, ostali pa ne. Pripravljavec se je v času meritev tako kot običajno deloma nahajal v laminirni hali, deloma zunaj na dvorišču, zato je bila izpostavljenost pri njem znatno manjša.

Rezultati biološkega monitoringa v tem primeru kažejo povsem drugačno sliko, ki jo je težje razložiti kot v primeru podjetja A. Poleg teh treh delavcev so bili testirani še ostali trije. Pri vseh so bili rezultati analize mandljeve in fenilglioksilne kisline zelo nizki, pri prvem laminirju, ki sodeč po njegovi izjavi redno uporablja obrazno masko, celo pod mejo kvantitativne določitve.

**Ali biološki monitoring v tem primeru laže?** Na to vprašanje bi lahko odgovorili, če bi poznali vse okoliščine resnične izpostavljenosti na dan, ko so bili vzeti vzorci urina. Iz vzorčevalnega lista je bilo razbrati, da so bili vzorci vzeti v prvi polovici dopoldanske delovne izmene. Če upoštevamo še dejstvo, da je laboratorij, kjer so bili vzorci vzeti, skoraj 40 km oddaljen od podjetja, se pojavlja upravičen dvom o tem, kolikšna je bila resnična izpostavljenost delavcev pred odvzemom vzorcev, če je sploh bila. Delodajalec je glede odvzema dobil natančna navodila.

Kaj je mogoče razbrati iz te »zgodbe«? Najbrž bo marsikdo dejal, da je bil način izvedbe biološkega monitoringa v primeru podjetja B nepravilen in nestrokovno, s čimer se zelo strinjam. Toda kot je v uvodu omenjeno, je v praksi včasih marsikaj precej manj enostavno, kot je videti v raznih člankih in teoretičnih razpravah. Izvajalec meritev in analiz se mora prilagajati potrebam in željam strank, ki strokovne usluge tudi plačajo. Kljub natančnemu dogovoru s stranko in skupnemu načrtovanju meritev se zgodi, da pridemo na meritve, delavci pa rečejo: »Zakaj ste prišli danes, včeraj bi morali biti tu, ko je bilo to in to ...«. Še težje je pri vzorčenju biološkega materiala. Kljub natančnim navodilom laboratorija se včasih zgodi podobna zgodba, kot je opisana. K sreči takšnih primerov ni veliko in če ugotovimo, da je bil vzorec odvzet nepravilno, v dogovoru s stranko analize ne izvedemo. V splošnem je po naših izkušnjah vzorčenje za analizo biološkega monitoringa korektno, še zlasti če poteka v pristojnosti medicine dela. Tudi pri vzorčenju v podjetjih imamo z odgovornimi osebami v glavnem pozitivne izkušnje. Naj bo opisana zgodba iz podjetja B opozorilo in izjema, ki potrjuje pravilo. [50](#)

V splošnem je po naših izkušnjah vzorčenje za analizo biološkega monitoringa korektno, še zlasti če poteka v pristojnosti medicine dela.



Biološki in ekološki monitoring lahko pokažeta različne rezultate.

DELAVEC	OPRAVLJANJE DELA	FAKTOR PREKORAČITVE - EKOLOŠKI MONITORING (STIREN)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (MANDLJEVA KISLINA)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (FENILGLIOKSIKILNA KISLINA)
1	laminir <sup>1</sup>	3,8	<0,03	<0,03
2	laminir	1,5	0,04	0,05
3	pripravljavec	0,3	0,05 <sup>2</sup>	0,05 <sup>2</sup>

**Tabela 2: Rezultati ekološkega in biološkega monitoringa v podjetju B.**

Opombe: <sup>1</sup>delavec je uporabljal zaščitno masko za dihalo;

<sup>2</sup>rezultat je neuporaben zaradi prenizke vsebnosti kreatinina v urinu



# Znanstvena priloga

Biološki monitoring  
prim. prof. dr. Marjan Bilban

# Biološki monitoring

## Biomonitoring

Avtor:

Prim. prof. dr. Marjan Bilban, specialist medicine dela, prometa in športa

ZVD Zavod za varstvo pri delu, Center za medicino dela

### Povzetek

V biološkem monitoringu se ocenjuje specifični kazalnik za toksično snov, ki je povzročila neželen učinek, zdravstvena analiza pa potrjuje motnje ali izražene učinke na zdravje z biokemičnimi, hematološkimi ali drugimi analizami, ki večinoma niso specifične za toksično snov, ampak so le odraz obstoječega zdravstvenega stanja. V biološkem monitoringu se določa bazna substanca ali metabolit, specifičen za toksično snov, ki je povzročila neželeni učinek. Prvi pogoj za biološki monitoring je, da je bila škodljiva snov absorbirana v organizem in da škodljiva snov in/ali njen metabolit prehaja v telesne tekočine. Drugi pogoj je, da značilni biološki kazalniki prisotnosti škodljive snovi in/ali metabolita pomembno korelirajo z ravni zunanje izpostavljenosti. Biološki monitoring se izvaja, kadar izvajalec medicine dela na podlagi zdravstvene ocene tveganja ugotovi: da je izpostavljenost delavca nevarnim kemičnim snovem takšna, da se ugotovljena bolezen ali znaki bolezni lahko pripišejo izpostavljenosti, da obstaja verjetnost, da se bolezen ali znaki bolezni lahko pojavijo pod posebnimi pogoji dela, da diagnostični postopek ne predstavlja tveganja za zdravje delavca in da so delavci pri delu izpostavljeni tistim nevarnim kemičnim snovem, za katere je uvedena zavezujoča mejna vrednost iz priloge Pravilnika.

**Ključne besede: biološki monitoring, mejne vrednosti, izvedba in vrednotenje.**

### Abstract

Biomonitoring is the evaluation of indicators specific to the toxic substance that has caused an adverse reaction, while medical analysis uses biochemical, haematological and other analyses to confirm health problems and manifest effects that are usually not specific to the given toxic substance but are merely the reflection of the existing state of health. Biomonitoring tries to determine the base substance or metabolite specific to the toxic substance that has caused the adverse reaction. The first condition for biomonitoring is that the harmful substance had been absorbed by the organism and that either the substance itself or its metabolites are entering various bodily fluids. The second condition is that the significant bioindicators of the harmful substance and/or metabolite correlate significantly with the level of external exposure. Biomonitoring is carried out when the occupational medicine expert gives a health-risk evaluation finding: that the employee's level of exposure to hazardous chemicals is such that the diagnosed disorder or symptoms may be attributed to the exposure; that there is a possibility that the employee's disorder or symptoms may develop under special work-related circumstances; that the diagnostic procedure poses no threat to the employee's health; and that employees are exposed to such hazardous chemicals for which a mandatory threshold is specified by the Appendix to the Rules.

### UVOD – OPIS POJMOV

Obremenitev na delovnem mestu (v delovnem okolju) predstavlja izmerjeno vrednost neke snovi v zraku prostora, ki so mu delavci izpostavljeni.

Obremenjenost delavca pa je tista vrednost, s katero je delavec realno obremenjen, in je odvisna od vrednosti te snovi v delovnem okolju (lastnosti snovi, koncentracije ...), časa zadrževanja delavca v tem okolju, načina dela, njegove aktivnosti (frekvence in globine dihanja), njegovega celokupnega aktualnega zdravstvenega stanja, stanja kritičnega organa ali organskega sistema, upoštevanja higienskih ukrepov na delu ter dosledne uporabe ustrezne osebne varovalne opreme in drugih tehničnih in/ali organizacijskih ukrepov.

Temeljna analiza, s katero dobimo pomembne podatke v oceni tveganja in hkrati osnovo za ugotavljanje izpolnjevanja posebnih zdravstvenih zahtev delavcev, je **ekološki monitoring** (spremljanje obremenitev v delovnem okolju, npr. koncentracije snovi v zraku delovnega okolja), ki pa predstavlja le enkratno meritev in nam ne pove dovolj o realni izpostavljenosti (obremenjenosti).

Ekološki monitoring kemične izpostavljenosti obsega merjenje in ocenjevanje kemične snovi v delovnem okolju. Z njim ocenjujemo okoljsko – zunanjo izpostavljenost in tveganja za zdravje v primerjavi z mejno vrednostjo škodljive kemične snovi v delovnem okolju.

**EKOLOŠKI  
MONITORING -  
merjenje kemične  
snovi v delovnem  
okolju**



Ekološki monitoring je spremljanje ekoloških razmer (obremenitev: hrup, vibracije, mikroklima, kemijske obremenitve itd.) v delovnem okolju. Sam po sebi ni dovolj za stopnjo ocene zdravstvene ogroženosti. Meritve namreč niso kontinuirane, ampak le v nekih fazah, ki niso podrobno odrejene in zato ni korelacije med stopnjo prizadetosti in ekološkimi meritvami. Vedno ga izvajamo najprej in se šele na osnovi njegovih ugotovitev odločamo za zahtevnejši biološki monitoring.

Za oceno pretekle celokupne zunanje izpostavljenosti posameznega delavca je zlasti pomembno določanje kumulativne izpostavljenosti (doze), ki jo ocenjujemo s produktom koncentracije snovi na določenem delovnem mestu in trajanja izpostavljenosti škodljivi snovi na določenem delovnem mestu za vsakega posameznika posebej. Izražamo jo v enotah, kot so  $\text{mg}/\text{m}^3 - \text{let}$ , število vlaken/ $\text{cm}^3 - \text{let}$  ali ppm – let. Definirana je kot število masnih ali volumskih delov izbrane snovi v milijonu delov raztopine ali zmesi.

Za oceno tekoče – trenutne zunanje izpostavljenosti posameznih delavcev ali skupine najpogosteje uporabljamo mejne vrednosti, ki pomenijo povprečne koncentracije nevarnih kemičnih snovi v zraku za 8-urno dnevno izpostavljenost.

Tej analizi v primeru izraženega tveganja sledi **biološki monitoring** (kot ga predpisujeta *Pravilnik o preventivnih zdravstvenih pregledih delavcev* in *Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu*).

Samo z biološkim monitoringom lahko ocenimo notranjo dozo npr. kemične škodljivosti, do katere je prišlo prek vseh možnih načinov vnosov v organizem in ob upoštevanju individualnih razlik, katerim so direktno sorazmerno škodljivi učinki na zdravje izpostavljenih delavcev.

Človek na vse vplive okolja vedno reagira celostno – istočasno, zato je izločitev posameznega vpliva le približek pri oceni obremenjenosti.

Pozorni moramo biti tudi na obremenjenost izven delovnega časa, kajti celotna obremenjenost je lahko vsota  $1/3$  (8 ur v službi) +  $2/3$  (8 ali več ur doma) =  $3/3$  (celodnevna obremenjenost).

Pri biološkem monitoringu za merilni instrument uporabimo delavca. Po izpostavljenosti delavca škodljivi snovi merimo koncentracijo te snovi ali njenih razgradnih produktov v delavčevem biološkem materialu, npr. v krvi, urinu, blatu, laseh ipd.

Biološki monitoring je lahko uspešna dopolnitev merjenja koncentracije škodljive snovi v zraku (ekološki monitoring)

ter pripomore k presoji ogroženosti delavca. Prednost biološkega monitoringa je, da upošteva tudi način dela in delovne ter higienske navade vsakega delavca posebej, pa tudi delovanje delavčevega organizma.

Upoštevaty moramo tudi druge okoliščine v določenem trenutku, npr. kajenje, uživanje alkohola, mamil, zdravil ipd.

Biološki monitoring lahko izvedemo, če so izpolnjeni naslednji pogoji:

- » poznati moramo hitrost izločanja snovi iz organizma,
- » poznati moramo mehanizme razgradnje v organizmu in produkte te razgradnje,
- » poznati moramo "ozadje" oziroma katere snovi še lahko spremenijo rezultate (npr. različna zdravila, posebna živila itd.)

**EPIDEMIOLOŠKI MONITORING - analiza zdravstvenega stanja skupine zaposlenih**

**Epidemiološki monitoring** je orodje za analizo zdravstvenega stanja cele skupine zaposlenih in ne posameznika. Omogoča prikaz porazdelitve smrti, poškodb, bolezni in njihovih vzrokov v tej skupini ter pomaga iskati značilnosti poškodb in bolezni v delovnem okolju. Poleg tega se epidemiološka orodja uporabljajo tudi za proučevanje uspešnosti delovanja zdravstvene dejavnosti.

Pri posamezniku opisujemo zdravstveno stanje s postavljanjem diagnoze bolezni in ugotavljanjem, kako bo bolezen potekala. Pri proučevanju zdravstvenega stanja populacije pa kot mere obolenosti uporabljamo:

- » število bolnih oseb v nekem trenutku oziroma v določenem časovnem obdobju (prevalenco) ter
- » število novih bolezni in poškodb v populaciji v nekem trenutku oziroma v določenem časovnem obdobju (incidenco).

Naslednja naloga epidemiologije je iskanje vzrokov za ugotovljeno stanje v proučevani skupini. Z epidemiološkimi metodami naj bi določali tudi dejavnike tveganja v delovnem okolju, priporočali potrebne ukrepe za njihovo odpravo in načine, kako bi se jim izognili. Pomembna funkcija epidemiologije je tudi načrtovanje v medicini dela – tako na ravni podjetja kot tudi na ravni države.

**MEJNA VREDNOST - višina koncentracije škodljivih snovi, ki še ne povzroči zdravstvene okvare**

**Mejna vrednost (MV)** je po definiciji tista koncentracija škodljivih snovi v zraku (vodi, zemlji ...), ki, glede na današnje znanje, ne povzroči zdravstvene okvare zaradi izpostavljenosti npr. prahu (plinu, pari ali aerosolu) in ne zahteva uporabe posebnih pravil varstva pri delu oziroma sredstev za osebno varnost. Izpolnjeni morajo biti še naslednji pogoji: velja za odraslega in zdravega delavca ter ob fizično lahkem delu, pri izpostavljenosti celo delovno dobo.

MV je administrativna, orientacijska vrednost, ki z obolevnostjo oziroma posledico nima veliko skupnega. Je družbeni dogovor in ne strokovna meja (različnost ljudi, zahtevnosti dela). Velja za čisto snov.

Za kumulativno (kronično) delujoče snovi predpostavljamo, da ni verjetna zdravstvena okvara, če delavec dela pri koncentraciji, ki je manjša ali enaka MV vsak delovni dan po osem ur ali po 42 ur na teden, pri porabi 50 m<sup>3</sup> zraka (10 m<sup>3</sup> dnevno in 5 dni v tednu), celo delovno dobo. Pri trenutno (akutno) delujoči snovi zadnji pogoj ne velja, ker lahko nastane škodljiva posledica že po izpostavljenosti posamezni kratkotrajni veliki koncentraciji in zato MV za takšne snovi ne sme biti prekoračena niti krajši čas. Zato torej ločimo MV za kronično in MV za akutno delujoče snovi.

$$i = \frac{c}{MV}$$

za vsako snov posebej, če delujejo različno, kjer je c koncentracija snovi, MV (mejna vrednost) in

$$i = \sum \frac{c_i}{MV}$$

za vse snovi skupaj, če delujejo enako ali podobno.

Snov lahko deluje **kronično** zaradi kopičenja v organizmu (akumulacije) in v tem primeru je škodljiv vpliv odvisen od množine snovi, ki se je s časom nakopičila v organizmu (azbestoza, silikoza).

Lahko gre za **akutno** izpostavljenost in kopičenje v organizmu

(halogenirani ogljikovodiki, pesticidi) ali pa kronično izpostavljenost in kopičenje (npr. izpostavljenost svincu). Pri kumulativno delujočih snoveh sta odločilna množina snovi ali odmerek, s katerimi je človek po določenem času izpostavljenosti obremenjen. Za oceno tveganja za zdravstvene okvare je smiselna mera povprečna koncentracija (povprečna vrednost v določenem časovnem obdobju).

Snov pa lahko deluje tudi kronično, če gre za kronično ali ponavljajočo se izpostavljenost brez kopičenja v organizmu (deluje stalno – iz dneva v dan, ob tem pa se škoda na posameznem organu ali organizmu v celoti akumulira – stopnjuje), npr. kronični alkoholizem – odvisnost od alkohola.

Učinek je odvisen ne le od načina vstopa v organizem, ampak tudi od razgradnje ali izločanja, torej od biokinetike.

V nekaterih primerih tveganje ni sorazmerno množini, torej masi, ki se nabira v organizmu, ampak je lahko sorazmerno tudi trajanju, kolikor časa je določena masa nevarne snovi v organizmu (tveganje je npr. večje, če delavec enako množino škodljive snovi nosi v pljučih že leta, kot če je isto množino vdihnil šele pred kratkim, npr. verjetnost za nastanek raka zaradi azbesta).

Snov lahko deluje tudi trenutno, kar pomeni, da za škodljive posledice oziroma poškodbo zadošča že kratka obremenitev. Včasih jih imenujemo snovi z akutnim

delovanjem. Kot kratko obremenitev v praksi razumemo obremenitve od minute do približno 15 minut. Pri akutno delujočih snoveh so zato pomembne vršne (temenske, maksimalne) koncentracije (prahovi, ki delujejo dražče, jedko ali alergogeno). V prostoru je sicer lahko koncentracija velika, delavec pa ni ogrožen, če je njegova obremenjenost majhna (čas izpostavljenosti majhen, majhna teža dela).

MV je določen s pomočjo:

## medicinskih spoznanj

(proučevanje učinkov snovi pri obolelih),

## epidemioloških študij

(iskanje učinkov snovi pri skupini, ki ji je izpostavljena),

## poskusov na živalih.

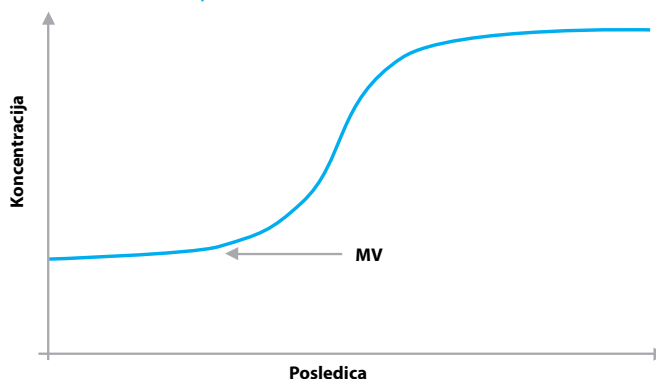
Definicije mejnih vrednosti imajo precej pomanjkljivosti:

- » v različnih državah imajo različne vrednosti,
- » ne veljajo za delavce, ki so posebno občutljivi,
- » ne veljajo za delavce, ki imajo zdravstvene motnje,
- » ne veljajo za nosečnice,
- » ne veljajo za dela v posebnih razmerah (visoka temperatura, težko fizično delo),
- » ne veljajo za kadilce, alkoholike,
- » veljajo le za čiste snovi, običajno pa so delavci izpostavljeni več snovem hkrati.

**KRONIČNO DELOVANJE ŠKODLJIVE SNOVI**

**AKUTNA IZPOSTAVLJENOST ŠKODLJIVI SNOVI**

Slika 1: Odnos med koncentracijo snovi in posledicami za telo delavca



MV je največkrat določena na osnovi epidemioloških študij na bolj ali manj omejenem vzorcu populacije ljudi ali na živalih in je zato strokovno ne moremo jemati kot ostro ločnico med absolutno neškodljivim in absolutno škodljivim okoljem. Zavedati se moramo tudi različne dojemljivosti posameznikov za škodljive vplive. Ne nazadnje je v nekaterih primerih MV tudi kompromis družbe med stroški zaradi zdravstvenih okvar in stroški za njihovo preprečevanje, pa tudi delovanja resornih organov, ki bolj ali manj ažurno spremljajo stanje stroke in prilagajajo mejne vrednosti.

Z vidika predpisov je MV številčno določena vrednost, ki je predpisana kot pravna norma, zato je obvezno treba zagotoviti, da delavec v nobenem primeru (v povprečju ali trenutno) ni izpostavljen večji koncentraciji od MV.

Potek odvisnosti škodljive posledice snovi od koncentracije, ki ji je človek izpostavljen, načelno ponazarja tako imenovana krivulja "S", kot jo vidimo na sliki 1.

Vrednosti MV veljajo izključno za čiste snovi.

Za določene škodljive snovi so predpisane tudi **kratkotrajne dovoljene koncentracije (KDK)**, ki so višje kot MV.

**KRATKOTRAJNO DOVOLJENA KONCENTRACIJA**  
= višja od mejne vrednosti

KDK je tista koncentracija škodljive ali nevarne snovi, ki ji je delavec brez nevarnosti za zdravje lahko izpostavljen **krajši čas**. Izpostavljenost KDK škodljive snovi lahko traja **največ 15 minut** in se ne sme ponoviti več kot **štirikrat v delovnem času**. Med dvema izpostavljenostma tej koncentraciji mora preteči **vsaj 60 minut**.

Poleg maksimalne dovoljene koncentracije opisujemo tudi **maksimalno dovoljeno fizično obremenitev (MDO)** in **maksimalno dovoljeni odmerek (MDD)**.

Maksimalno dovoljena obremenitev je tretjina maksimalne zmogljivosti, ali pa obremenitev (telesna ali duševna), ki ne privede do zdravstvenih okvar – če je delavec izpostavljen 8 ur dnevno, 42 ur tedensko in 40 let. Občasno se dovoli povečanje obremenitev npr. do ene polovice.

**MAKSIMALNO DOVOLJENA FIZIČNA OBREMENITEV**  
= tretjina maksimalne zmogljivosti

Maksimalni dovoljeni odmerek je izpostavljenost neki energiji, ki jo absorbiramo, npr. ionizirno sevanje.

**MAKSIMALNI DOVOLJENI ODMEREK**  
= izpostavljenost npr. ionizirnemu sevanju

MV oziroma MDO in MDD veljajo za tiste obremenitve, kjer je pozitivna korelacija med dozo, obremenitvijo in učinkom, ne pa za teratogene, kancerogene in alergogene učinke.

Doza v organizmu ali specifičnem organu (notranja doza) je odvisna od izpostavljenosti, načina vstopa v telo, toksikokinetike, toksikodinamike ter številnih notranjih in zunanjih dejavnikov.

Z naraščanjem doze, tako kot je to pri povečani izpostavljenosti, je smiselno pričakovati, da bodo postali škodljivi učinki bolj izraziti in da se bodo pojavili pri večjem številu posameznikov.

Učinki kemičnih snovi so lahko med seboj:

- » neodvisni (silikogeni prah in elementarno živo srebro);
- » aditivni, kjer je kombiniran učinek dveh kemikalij enak vsoti učinkov posameznih snovi;
- » sinergistični, kjer je kombiniran učinek obeh kemikalij mnogo večji kot vsota učinkov posameznih snovi (npr. pentaklorofenol in 2,4 –dikorofenol ali kokain in atropin);
- » antagonistični, kjer dve kemikaliji druga drugo ovirata (npr. aluminij in organofosforni pesticidi, selen in elementarno živo srebro);
- » potencirani, kjer snov, ki ni ali je malo toksična poveča toksičnost druge snovi (npr. etanol in benzodiazepini, etanol in trikloretilen).

Za rakotvorne snovi ni mejne koncentracije, pod katero ne bi bilo tveganja za nastanek raka. Torej zanje ne velja MV.

Tveganje za nastanek raka progresivno raste od koncentracije nič (0) naprej in ne šele od vrednosti MV, kot danes priznavamo za nerakotvorne škodljive snovi, zato za rakotvorne snovi velja temeljno pravilo, da jim delavec ne sme biti izpostavljen.

**TRK (poslovenjeno TDK – tehnično dosegljiva koncentracija)** pomeni dogovor, do katere stopnje je še možno tolerirati onesnaženost delovnega okolja in nad katero so obvezni varstveni ukrepi ter je delodajalec odgovoren, če delavec zbolí.

TRK je torej administrativna meja in ne zagotavlja varnosti pred obolevnostjo, kot predpostavljamo za MV. Meja se torej nanaša na tehnično izvedbo določene tehnologije, s katero lahko dosežemo čim nižjo kontaminacijo zraka z rakotvorno snovjo. Tveganje za nastanek raka tako nikakor ni izključeno.

Z izrazom tehnično dosegljiva koncentracija (TDK) škodljive snovi označujemo koncentracijo plina, pare ali aerosola v zraku, ki jo je glede na stanje tehnike mogoče doseči in še mogoče tolerirati ter ki jo je treba upoštevati kot kriterij za primerne zaščitne ukrepe in mersko tehnično kontrolo na delovnem mestu. Tehnično dopustne koncentracije se nanašajo le na rakotvorne snovi, kjer ne bo mogoče postaviti nikakršnih toksikoloških in z vidika medicine dela utemeljenih maksimalnih koncentracij na delovnem mestu. Vzdrževanje tehnično dopustnih koncentracij na delovnem mestu naj bi zmanjševalo nevarnost zdravstvenih okvar, vendar jih ne more popolnoma izključiti.



TDK je določen na osnovi:

- » medicinskih, epidemioloških in toksikoloških raziskav,
- » stanja tehnike (strojev in naprav – ali je z njimi možno doseči tako koncentracijo),
- » omejitve analiznih tehnik (ali jih znane analize tehnike sploh lahko dokažejo).

**BAT (poslovenjeno – biološka mejna vrednost)** pomeni maksimalno dopustno dovoljeno koncentracijo (torej koncentracijo v organizmu) snovi kot posledico poklicne izpostavljenosti škodljivi snovi in jo določamo v organizmu na dogovorjene načine, npr. v krvi, urinu, izdihanem zraku, tkivih ipd.

Je torej maksimalno dopustna koncentracija škodljivih snovi in/ali njenih metabolitov oziroma bioloških učinkov, nastalih zaradi delovanja te snovi v organizmu.

Biološke mejne vrednosti so zgornje mejne vrednosti, predvidene za zdrave odrasle, ki pa ne izključujejo okvar zdravja pri občutljivih posameznikih, ženah v fertileni dobi in med nosečnostjo (npr. mejne vrednosti svınca v krvi).

Določamo jo v ustreznem biološkem vzorcu delavca, ki je poklicno izpostavljen škodljivim snovem pri vsakodnevem osemurnem delu ter pri normalnih mikroklimatskih razmerah ob običajni telesni dejavnosti, pri kateri po današnjem znanju ne prihaja do zdravju škodljivih učinkov.

Glede na dosežanje znanje naj izpostavljenost pod biološko mejno vrednostjo pri večini delavcev praviloma ne bi povzročala ireverzibilnih bioloških okvar in tudi ne povečala tveganja za poslabšanje zdravja (subklinične in klinične spremembe), tudi če se izpostavljenost ponavlja in traja več let.

BAT pomeni opozorilno raven škodljive snovi in njenih presnovkov v tkivih, telesnih tekočinah ali izdihanem zraku ne glede na to, ali je škodljiva snov vnesena v organizem z dihanjem, prek prebavil ali skozi kožo, pri kateri je potrebno ukrepanje na delovnem mestu in pri delavcih.

BAT pomeni vsebnost strupene snovi ali njenega presnovka v biološkem materialu in:

- » omogoča oceno resnične izpostavljenosti in tveganje pri posamezniku ali skupini,
- » upošteva razlike v občutljivosti posameznika,
- » omogoča oceno celotne zunanje izpostavljenosti (zrak, hrana itd.),
- » upošteva fizične obremenitve pri delu,
- » ima prednost pri oceni učinkov na zdravje,
- » upošteva individualno obnašanje delavca pri delu.

Koncept biološkega monitoringa poleg ocene notranje doze zajema tudi odkrivanje zgodnjih reverzibilnih bioloških učinkov (npr. ugotavljanje znižane aktivnosti encima D-DALK v krvi, zvišanih koncentracij DALK v urinu ter eritrocitnega protoporfirina v krvi pri izpostavljenosti svincu).

Nekateri drugi učinki (npr. povečana proteinurija pri izpostavljenosti svincu in drugim težkim kovinam) pa v bistvu že predstavljajo škodljive zdravstvene učinke (prizadetost funkcije levic ...), ki jih vrednotimo v programu odkrivanja zgodnjih zdravstvenih okvar na obdobjih preventivnih zdravstvenih pregledih.

V biološkem monitoringu se pregleduje vsebnost določene kemične snovi ali njenih metabolitov v biološkem materialu z namenom, da ocenimo dejansko izpostavljenost – notranjo dozo in tveganje za zdravje s primerjanjem notranje doze z biološkimi mejnimi vrednostmi (npr. določanje koncentracije svınca v urinu).

Svinec namreč inhibira encim D DALK, zato je najzgodnejši biokemični učinek zmanjšana aktivnost tega encima v krvi in posledično povišano izločanje DALK v urinu. Akumulacija eritrocitnega protoporfirina pa je posledica inhibicije encimov, ki regulirajo vgrajevanje železa v porfirinsko molekulo.

Razlikovanje med reverzibilnimi in ireverzibilnimi (škodljivimi) biološkimi učinki ni vedno povsem jasno. Načeloma naj bi se biološki nadzor izvajal bistveno pogosteje kot usmerjeni obdobjni pregledi, kar pomeni, da je cilj odkrivanje zgodnjih reverzibilnih neškodljivih učinkov. Le-ti v bistvu še vedno ne povzročajo okvare funkcije, saj izpostavljeni delavec še vedno vzdržuje homeostazo in sposobnost za sprejemanje dodatnih stresov na delovnem mestu.

Za razliko do biološkega nadzora zdravstveni nadzor (preventivni zdravstveni pregledi) predstavlja periodične klinične zdravstvene in fiziološke preiskave izpostavljenih delavcev, s katerimi želimo oceniti prizadetost funkcije kritičnih organov in morebitno prizadetost zdravja.

Obseg in vsebina zdravstvenega nadzora sta obsežnejša od biološkega nadzora (uporaba kliničnih usmerjenih preiskav) in zdravstveni nadzor se uporablja za daljše obdobje.

Biološki monitoring se lahko definira kot periodična kontrola ravni izpostavljenosti in zdravstvenega tveganja posameznika s pomočjo bioloških indikatorjev doze in/ali učinka.

Biološki monitoring je **merjenje koncentracije toksične snovi na delovnem mestu ali metabolitov te snovi v krvi, sekretih ali ekskretih in značilnega kazalnika učinka v primerjavi s sprejetimi referenčnimi vrednostmi – npr. pri izpostavljenosti svincu v topilnicah.**



Optimalni biološki vzorec, v katerem se analizira izbrani značilni kazalnik, bi moral biti kritični organ, v katerem kritična koncentracija škodljive snovi povzroči prvi škodljivi učinek.

Ker takega vzorca običajno ne moremo preiskovati, je večina bioloških vzorcev iz krvi, urina ali izdihanega zraka, včasih pa so biološki vzorci tudi lasje, blato, slina, maščobno tkivo, kosti in drugo.

**Pri biološkem monitoringu se ocenjuje specifični kazalnik za toksično snov, ki je povzročila neželen učinek, zdravstvena analiza pa potrjuje motnje ali izražene učinke na zdravje z biokemičnimi, hematološkimi ali drugimi analizami, ki večinoma niso specifične za toksično snov, ampak so le odraz obstoječega zdravstvenega stanja.**

V biološkem monitoringu se določata bazna substanca ali metabolit, specifičen za toksično snov, ki je povzročila neželeni učinek.

**Prvi pogoj za biološki monitoring je, da je bila škodljiva snov absorbirana v organizem in da škodljiva snov in/ali njen metabolit prehaja v telesne tekočine.**

**Drugi pogoj je, da značilni biološki kazalniki prisotnosti škodljive snovi in/ali metabolita pomembno korelirajo z ravniyo zunanje izpostavljenosti.**

**Biološki monitoring se lahko uporabi le za škodljive snovi z znano toksikokinetiko in toksikodinamiko.**

Večina bioloških testov temelji na analizi kemične snovi v krvi, urinu ali izdihanemu zraku.

Odvisno od kemične snovi lahko analiza poteka:

- » v celotni krvi (živo srebro, kadmij, svinec, benzen);

- » v plazmi (živo srebro, nikelj, kadmij);
- » v serumu (aluminij, kobalt, lindan);
- » v eritrocitih (živo srebro, krom).

V primeru izpostavljenosti snovem s kratko razpolovno dobo ali v primeru spreminjajočih se koncentracij v zraku so vsebnosti metabolitov v urinu, ki je bil zbran ob koncu delovnega časa, boljši indikatorji povprečne izpostavljenosti med delom kot koncentracije te snovi v izdihanem zraku ali krvnih vzorcih.

Koncentracija snovi v urinu navadno odraža srednjo plazemsko vrednost med obdobjem zbiranja urina v mehurju.

Za snovi, ki se hitro izločajo (npr. topila), so primernejši vzorci, odvzeti na koncu delovne izmene.

Nespremenjene substance merimo, kadar:

- » snovi niso ali pa so slabo biotransformirane (svinec, živo srebro),
- » ne poznamo njihovih metabolitov (nimamo toksikokinetičnih podatkov),
- » je stopnja izpostavljenosti prenizka za nastanek pomembne količine metabolita,
- » je zahtevana visoka stopnja specifičnosti (npr. metabolit je skupen več kemičnim snovem – npr. mandljeva kislina pri izpostavljenosti etil-benzenu in stirenu);
- » ni na voljo senzitivnih metod za detekcijo metabolitov (cikloheksan).

Vzorec krvi, ki ga odvzamejo takoj po prenehanju izpostavljenosti, odraža največjo vrednost izpostavljenosti v tem času. Vzorec, vzet 15 do 30 minut po prenehanju izpostavljenosti, odraža izpostavljenost v prejšnjih nekaj urah, vzet 16 do 20 ur po prenehanju izpostavljenosti (**pred naslednjo izmeno**), pa srednjo izpostavljenost prejšnjega dne (seveda v odvisnosti od  $t/2$  – razpolovne dobe spremljane snovi).



Glede na specifičnost delimo teste za dokazovanje kemične snovi v selektivne in neselektivne.

Selektivni testi temeljijo na direktnem merjenju nespremenjene kemične snovi (npr. svinec, kadmij) ali njenih metabolitov (npr. metilhipurna kislina kot metabolit ksilena) v biološkem mediju.

Neselektivni testi se uporabljajo kot nespecifični indikatorji izpostavljenosti skupinam kemičnih snovi.

Kot primer takih testov lahko navedemo določanje diazo-pozitivnih metabolitov v urinu pri izpostavljenosti aromatičnim aminom, analizo tioetrov v urinu za ugotavljanje izpostavljenosti mutagenim in kancerogenim substancam ter določanje mutagene aktivnosti urina.

Zaradi majhne specifičnosti ter velike individualne variabilnosti lahko te teste uporabimo le v epidemioloških študijah oz. le kot pomoč ob drugih indikatorjih izpostavljenosti in jih ne moremo uporabljati pri posameznikih.

Priporočljivo je, da se za organska topila uporabi biološki monitoring v ponedeljek pred delom (ocena obremenitve organizma) ter v sredo pred delom in po njem (**odraz realne obremenjenosti**).

1  
merjenje parametra, ki je direktno povezan s potencialnim učinkom na zdravje. Rezultati lahko pomagajo pri oblikovanju bolj natančne ocene tveganja za bolezen po izpostavljenosti.

2  
omogoča oceno nepoklicne izpostavljenosti ter individualne variabilnosti (razlik med posamezniki) in/ali učinka.

3  
omogoča oceno multiplih izpostavljenosti in drugih poti izpostavljenosti, na primer preko kože ter z ingestijo.

**Prednosti  
biološkega  
monitoringa**

## RAZPRAVA

Biološki monitoring ima lahko tri cilje:

- merjenje izpostavljenosti na delovnem mestu,**
- merjenje zgodnjih učinkov izpostavljenosti pri posamezniku in**
- kazalec občutljivosti posameznika.**

Biološki monitoring temelji na merjenju v bioloških vzorcih (kri, urin, izdihan zrak). V vzorcih se lahko analizira kvantiteta (količina) okoljske kemikalije ali njenih metabolitov s ciljem ocene izpostavljenosti delavca. Sama detekcija kemikalije ne pomeni prisotnosti bolezni ali toksičnih učinkov. Druge oblike biološkega monitoringa vključujejo npr. merjenje direktnih učinkov na encime rdečih krvničk, prisotnosti nefropatij s proteinurijo ( $\beta$ 2-mikroglobulin in toksičnost kadmija) ali ravni holinesteraze.

Podatki biološkega monitoringa se prej uporabljajo za oceno izpostavljenosti (v delovnem okolju – torej veljajo le za delavce in ne za splošno prebivalstvo) kot za postavljanje klinične diagnoze. Iz tega razloga je pri interpretaciji potrebno posebno pozornost nameniti času vzorčenja.

Ali je vzorčenje izvedeno pri najslabših pogojih in s tem odraža najvišjo možno izpostavljenost posameznika?

Ali pa je vzorčenje izvedeno v povprečnih pogojih, ki ne odražajo konične izpostavljenosti?

Končno, ali je vzorčenje izvedeno, ko posameznik ni bil na delovnem mestu oz. ni bil izpostavljen ter s tem ne odraža resnične izpostavljenosti za snovi, ki se iz organizma hitro eliminirajo? Čas vzorčenja je zato predpisan tudi v Pravilniku in ga je za pravilno vzorčenje potrebno dosledno upoštevati.

Biološka razpolovna doba snovi določa možnost detekcije po izpostavljenosti. Merjenje snovi z dolgo razpolovno dobo (kot je koncentracija svınca v krvi) odraža dolgotrajno izpostavljenost, merjenje snovi, ki se hitro izločajo (ogljikov monoksid), odraža obdobje neposredno pred vzorčenjem. Čas vzorčenja je najbolj kritičen za snovi s kratkim razpolovnim časom. Tako predstavlja vzorčenje in določanje prisotnosti svınca v krvi po 24-urni odsotnosti z dela ustrezen postopek, medtem ko ni ustrezná analiza vzorca izdihanega zraka in določanje prisotnosti ogljikovega monoksida v vzorcu po takšnem obdobju.

Biološki monitoring odraža dejavnike, ki vplivajo na celotno izpostavljenost, vključujoč pljučno kapaciteto, delovni napor ter obstoječe zdravstveno stanje. Rutinske meritve zraka, izvedene v okviru nadzora delovnega okolja, ne odražajo omenjenih dejavnikov.

Biološki monitoring nudi prednosti, prikazane na sliki levo.



# OMEJITVE BIOLOŠKEGA MONITORINGA:

## 1

učinkovitost je odvisna od razpoložljivih ustreznih toksikoloških podatkov (za večino snovi, ki so danes v uporabi, ni na voljo ustreznih toksikoloških podatkov);

## 2

na rezultate testov lahko vplivajo drugi dejavniki, kot sta alkohol in nosečnost (pri istih koncentracijah svinca v krvi, gledano po spolu, imajo ženske višje koncentracije cinkovega protoporfirina). Prehranski deficiti lahko povzročajo povečano toksičnost različnih nevarnih snovi. Kajenje prav tako lahko vpliva na rezultate monitoringa. Kadilci imajo lahko višje koncentracije kadmija v primerjavi z delavci, ki ne kadijo;

## 3

relativno kratka biološka razpolovna doba pri določenih snoveh vpliva na monitoring. Pri biološkem monitoringu dimetilformamida, topila, ki se uporablja za proizvodnjo lepil, 24-urni vzorci urina neposredno po zadnji izpostavljenosti lahko nakažejo raven izpostavljenosti posameznika. Po 48 urah od zadnje izpostavljenosti glavnega metabolita N-metilformamida (NMF) ni več možno registrirati;

## 4

monitoring je neučinkovit za površinsko aktivne snovi, kot sta žveplov dioksid in amonijak;

## 5

ni mogoč za snovi, za katere ni ustreznih analitičnih postopkov in nimajo BAT vrednosti (ni mejnih vrednosti, četudi so lahko škodljive za zdravje – zavezujoč je za tiste nevarne kemične snovi, za katere je uvedena zavezujoča BAT vrednost iz priloge Pravilnika).

Biološki monitoring s ciljem ocene izpostavljenosti predstavlja merjenje kemikalije, njenega presnovka ali neškodljivih biokemičnih učinkov v biološkemu vzorcu. Omenjeni termin lahko označuje tudi monitoring uporabe nedovoljenih drog ali druge vrste zdravniškega nadzora, ampak v izogib zmede, je potrebno omenjeni termin uporabljati za monitoring izpostavljenosti. Tipični vzorci so kri, urin ali izdihani zrak. Npr. izpostavljenost organofosfornim pesticidom lahko potrdimo z merjenjem presnovkov - alkil fosfatov - v urinu ali z merjenjem biokemičnega učinka – aktivnosti encima holinesteraze - v krvi. Najpogosteje je izpostavljenost ocenjena na podlagi merjenja kemikalije ali njenega presnovka v telesni tekočini.

Ekološki monitoring predstavlja merjenje okoljske (zunanje) izpostavljenosti kemikalijam na delovnem mestu. Tipično je jemanje vzorcev zraka ali vzorčenje s površin na delovnem mestu. Ekološki monitoring zagotavlja informacije o potencialni izpostavljenosti primarno po eni poti izpostavljenosti (zrak ali delovne površine), medtem ko biološki monitoring zagotavlja meritve kvantitete absorbirane kemikalije neodvisno od poti absorpcije (npr. z inhalacijo, preko kože ali z ingestijo). Meri se ne le izpostavljenost na delovnem mestu, ampak celotna izpostavljenost.

Koncentracije v bioloških vzorcih nujno ne korelirajo z meritvami okolja. Omenjena variabilnost nastaja zaradi več razlogov:

1. na istem delovnem mestu se razlikuje način opravljanja dela posameznih delavcev – npr. posamezni delavci imajo lahko več kontaktov s kemikalijo bodisi preko kože ali z inhalacijo;
2. visoka frekvenca ventilacije lahko poveča absorpcijo topil preko pljuč do 3-krat ali 4-krat;
3. stopnja presnove ali izločanja se razlikuje med posamezniki tudi, ko je funkcija jeter ali ledvic normalna;
4. kopičenje kemikalij, topnih v maščobah, je lahko večje pri posameznikih z več maščobnega tkiva.

Izpostavljenost več kot 100 različnim kemikalijam na delovnem mestu se lahko pri posamezniku oceni na podlagi merjenja kemikalije v krvi, urinu ali izdihanemu zraku. Odvisno od farmakokinetike kemikalije, vrste biološkega vzorca in časa vzorčenja bodo namerjene koncentracije odražale trajanje izpostavljenosti v razponu od nedavne akutne izpostavljenosti do kumulativne življenjske izpostavljenosti.

---

### UPORABA BIOLOŠKEGA MONITORINGA

---

Biološki monitoring delavcev, ki so izpostavljeni toksičnim snovem, je postal široko sprejet način natančnega določanja izpostavljenosti. Uporabljati bi ga bilo potrebno kot dodaten vir ocene izpostavljenosti, skupaj z delovno anamnezo in ekološkim monitoringom. Enako kot ekološki

monitoring tudi biološki monitoring ocenjuje raven izpostavljenosti delavcev ter indirektno tudi tveganja za zdravstvene posledice takšne izpostavljenosti. Ukrepi, ki izhajajo iz rezultatov patološkega biološkega monitoringa ne smejo temeljiti na enkratnih ampak na večkrat opravljenih meritvah.

Pred začetkom biološkega monitoringa je treba razmisliti o določenih znanstvenih in praktičnih vprašanjih. Rezultati monitoringa naj bi bili smiselni, izvedeni na stroškovno učinkovit način ter uporabljeni v cilju zmanjšanja izpostavljenosti delavcev do ravni, ki ne povzročajo škodljivih učinkov. Potrebno je premisliti tudi o etičnih in socialnih aspektih: npr. zagotovljena mora biti zaupnost rezultatov; spodbuditi bo potrebno tudi delavce, da ohranijo zaupnost (rezultatov monitoringa naj ne bi komentirali s sodelavci); sodelovanje delavcev pa je odvisno od ocene tveganja (in torej ni prostovoljno, pač pa glede na oceno tveganja obvezno). Potrebno je tudi razmisliti o načinu podajanja informacij o monitoringu in pojasnitvi ukrepov.

Prvo je rutinski nadzor zdravega delavca, ki dela z toksično kemikalijo. Zdravnik mora oceniti ali je izpostavljenost signifikantna in potencialno škodljiva. V kolikor je ugotovljena koncentracija v bioloških vzorcih izpod »ravni - brez škodljivih učinkov« ali v obsegu »koncentracijah pri neizpostavljenih«, izpostavljenost verjetno ni škodljiva. Omenjena situacija je analogna merjenju koncentracij kemikalije v zraku ter primerjanjem s priporočenimi vrednostmi. Za določene kemikalije je biološki monitoring delavcev zakonsko pogojen. V primeru delavca, ki dela s svincem, v kolikor je koncentracija svinca v krvi nad določeno vrednostjo, mora biti delavec premeščen na delo, kjer ne bo izpostavljen svincu.

Ali je možno, da so patološki (bolezenski) simptomi, znaki ali laboratorijski izvidi posledica izpostavljenosti le tej kemikaliji? »Meja kliničnega učinka« je tista, ki je povezana z boleznijo, ki jo v tipičnem primeru povzročajo le ta kemikalija. V primeru, ko ima zaposleni simptome enake simptomom, ki jih povzročajo kemikalija ter če je ugotovljena

Postavka	Pogoj
A. Determinanta (snov, metabolit, produkt reakcije, neškodljiv biokemični učinek)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prisoten v materialu (kri, urin, izdihan zrak)</li> <li>2. Ustresen za vzorčenje</li> <li>3. Sprejemljiva metoda vzorčenja za ciljno populacijo</li> </ol>
B. Metoda analize	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Praktična</li> <li>2. Zagotavlja veljavne ponovljive rezultate v obsegu prisotnih vrednosti</li> </ol>
C. Način vzorčenja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zagotavlja reprezentativne vzorce</li> </ol>
D. Rezultati	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Možnost smiselne interpretacije</li> </ol>
E. Ukrepi pri zmotnih rezultatih	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Načrtovani pred monitoringom</li> </ol>

Tabela 1: Potrebni pogoji za razmislek o izvajanju biološkega monitoringa (prisotni morajo biti vsi)

vrednost na nivoju ali nad »mejo kliničnega učinka«, obstaja velika verjetnost, da je kemikalija povzročila bolezen. Čas vzorčenja pri vseh posameznikih, glede na čas po izpostavljenosti, je običajno variabilen in nespecifičen ter z negotovostjo odraža trajanje izpostavljenosti.

Vrednosti v bioloških vzorcih – ne glede kako visoke – odražajo samo izpostavljenost in verjetnost za nastanek bolezni, nikoli pa ne predstavljajo diagnoze bolezni.

Vrednosti v bioloških vzorcih – ne glede kako visoke – odražajo samo izpostavljenost in verjetnost za nastanek bolezni, nikoli pa ne predstavljajo diagnoze bolezni.

Pogosto obstaja siva cona med »vrednostmi, ki ne povzročajo škodljivih zdravstvenih učinkov« ter vrednostmi, ki so v »mejah kliničnega učinka«. Če so vrednosti zaposlenega v tej coni, zdravnik lahko ponovi merjenje, uporabi druge kazalnike izpostavljenosti ali dodatno preuči literaturo v cilju dodatne evalvacije.

Glede odgovora na kemikalije, se posamezniki med seboj razlikujejo, pri enem delavcu se lahko pojavi periferna nevropatija kot posledica izpostavljenosti n-heksanu, medtem ko se pri drugem delavcu, izpostavljenim istim

Postavka	Pogoj
A. Ekološki monitoring ali druga ocena izpostavljenosti na delovnem mestu	Izvedena s ciljem dopolnitve biološkega monitoringa
B. Poti izpostavljenosti za snov, ki je predmet monitoringa	Vdihavanje na delovnem mestu, poleg tega tudi druge poti (preko kože, preko prebavil, nepoklicne)
C. Ekološki monitoring	<b>1. Neustrezen za oceno izpostavljenosti</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Uporaba respiratorjev ali druge OVO</li> <li>b. Zaradi velikosti delcev in/ali topnosti je absorpcija negotova</li> <li>c. Individualna variabilnost v pljučnih volumnih ali načinih dela je ekstremna</li> <li>d. Izpostavljenost hitro niha s časom</li> </ol>
	<b>2. Ni izvedljiv</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Številne lokacije</li> <li>b. Fizične omejitve, kot sta delo v zaprtem prostoru ali uporaba zaščitne obleke</li> </ol>
D. Snovi	<b>1. Kumulativni toksini</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Metali, vezani v tkivih (Pb, Cd, Hg)</li> <li>b. Organske snovi, ki niso topne v maščobah in/ali se slabo metabolizirajo (PCB, dioxin)</li> </ol> <b>2. Številne snovi s skupnimi učinki</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Holinesteraze ali organofosforni pesticidi</li> <li>b. Methemoglobin za več induktorjev</li> <li>c. DNA-adiukti za antineoplastična zdravila</li> </ol>

Tabela 2: Potrebni pogoji za razmislek o izvajanju biološkega monitoringa (prisoten mora biti vsaj eden)

vrednostim kemikalije, le ta ne bo pojavila. Različna občutljivost na kemikalije je lahko posledica različne stopnje metabolizma ali izločanja, različne občutljivosti tarčnih organov, različne tolerance neugodja, obstoječih bolezni ali istočasne izpostavljenosti zdravilom ali drugim toksičnim snovem. Zaradi omenjenih razlik med posamezniki v skupini izpostavljenih, bo imela v bioloških materialih distribucija vrednosti, povezanih s simptomi obliko zvona (Gausova krivulja).

V idealnem primeru bo vrednost kemikalije v bioloških materialih določena na podlagi stopnje absorpcije, izločanja ter metabolizma. Žal tudi številni drugi dejavniki vplivajo na izmerjeno vrednost ter predstavljajo potencialne vzroke napak.

Čas vzorčenja po izpostavljenosti je običajno najbolj kritičen metodološki dejavnik, ki je lahko glavni vzrok za napako. Za kemikalije s kratko razpolovno dobo lahko razlika v času vzorčenja med 15 minutami in 1 uro spremeni rezultate do desetkrat.

Pred vzorčenjem je, glede ustrezne metodologije, priporočljivo konzultirati laboratorij. Napake v vzorčenju se bodo zgodile, če ne bodo upoštewane standardne metode vzorčenja. Ko je vzorčenje zaključeno, je potrebno izvesti hitro analizo, v nasprotnem bodo kemikalije spremenile svoje lastnosti. Vzorci se morajo pogosto, kmalu po vzorčenju, bodisi centrifugirati bodisi zamrzniti. Neustrezne posode lahko vežejo (absorbirajo) ciljno kemikalijo ali kontaminirajo vzorec (za merjenje vrednosti svinca v krvi bi morali uporabljati neosvinčene steklene cevi). Vzorec urina je lahko kontaminiran kot posledica neumitih rok ali oblačil.

## BIOLOŠKI MATERIALI

Najpogostejši materiali so kri, urin in izdihan zrak. Drugi materiali, ki jih lahko vzorčimo, so lasje in maščobno tkivo, ampak o njih ni dovolj znanstvenih podatkov. Uporabnost analize las je omejena na nepredvidljivo absorpcijo številnih kemikalij s strani korenin las.

**a) Kri:** ocenjuje se, da analiza krvi zagotavlja najbolj natančno analizo izpostavljenosti. Variacija vrednosti v krvi je lahko za številne hlapljive kemikalije s kratko razpolovno dobo precejšnja. Vzorčenje krvi zahteva odvzem venske krvi, če ni drugače navedeno. V primeru, ko ni ustreznega razmerja med krvnimi celicami in plazmo, je lahko potreben odvzem seruma. Vzorec venske krvi za kemikalijo, ki lahko penetrira skozi kožo – npr. nitroglicerina, lahko odraža absorpcijo preko kože distalno od mesta vzorčenja in ne celotno izpostavljenost telesa.

**b) Urin:** Urin je tekočina, ki se najlažje vzorči. Zbiranje 24-urnega urina zagotavlja najbolj natančno oceno izpostavljenosti. Iz praktičnih razlogov se v določenem času po izpostavljenosti na delovnem mestu izvaja odvzem le enega vzorca

urina. Žal so možne pomembne variacije v odvzetih vzorcih zaradi nihanja v koncentracijah urina. Omenjeno variabilnost lahko zmanjšamo s korekcijo vrednosti glede na specifično težo urina (ST 1,014) ali korekcijo na kreatinin v urinu (1 g kreatinina). Odločitev o izvajanju omenjenega tipa standardizacije je odvisna od primera do primera. Npr. medtem ko bo korekcija rezultatov analiz na kreatinin v urinu zmanjšala variabilnost ocene izpostavljenosti živemu srebru, je le-ta očitno brez učinka pri oceni izpostavljenosti kadmiju. (Vrednosti urina se lahko nanašajo na en odvzeti vzorec urina in je potrebno rezultat korigirati bodisi na specifično težo urina ali na kreatinin. Zelo koncentrirani (ST > 1.030 ali Kr > 3g/L) ali zelo razredčeni vzorci urina (ST > 1.010 ali Kr < 0.3 – 0.5 g/L) običajno niso ustrezni za monitoring, zato je potrebno odvzeti novi vzorec). Pri delavcih z napredovalo boleznijo ledvic je lahko urin neustrezen material za monitoring.

## IZDIHANI ZRAK

**c) Izdihani zrak:** Za meritve kemikalij v izdihanem zraku je potrebno beležiti, ali gre za vzorec zraka na sredini izdiha ali v vzorec zraka na koncu izdiha. Na splošno so v času izpostavljenosti koncentracije v vzorcu zraka na koncu izdiha nižje v primerjavi z vzorci zraka na sredini izdiha. V času po izpostavljenosti so koncentracije v vzorcu zraka na sredini izdiha nižje kot v vzorcu na koncu izdiha. Pri delavcih z emfizemom naj ne bi jemali vzorcev izdihanega zraka za monitoring. Vzorčenje naj bi bilo izvedeno v prostoru, v katerem naj ne bi bilo merjene kemikalije. Postopek običajno vključuje dihanje v t. i. »Saran« vrečko, ki se potem izčrpa skozi cev, ki vsebuje oglje.

## IZBIRA LABORATORIJA

Zdravnik, odgovoren za izvajanje biološkega monitoringa, je odgovoren tudi za izbiro laboratorija za analizo vzorcev. Izbira naj bi temeljila na analitični natančnosti, ustreznosti, času, ki je potreben za pridobitev rezultatov, in stroških. Analitična natančnost je najbolj pomemben dejavnik, ampak jo je pogosto težko, če ne nemogoče oceniti. Edino pravo oceno natančnosti bo omogočil obstoj neodvisnega programa zagotavljanja kakovosti laboratorijev v samem laboratoriju ter med laboratoriji. To se doseže s predložitvijo slepih vzorcev laboratorijem (medlaboratorijska primerjava testov) in s primerjanjem rezultatov z rezultati referenčnega laboratorija, katerega spremlja pridobivanje certifikata, ki zagotavlja izpolnjevanje minimalnih standardov.

Za številne spojine je kritičnega pomena uporaba specifične opreme za vzorčenje. Številni laboratoriji nudijo omenjeno opremo ter tudi prinašanje in odnašanje vzorcev kot svojo storitev. Laboratoriji bi morali zagotoviti informacije o metodah vzorčenja, posodah in virih kontaminacije. Nekateri laboratoriji so zbrali biološke vzorce v populaciji neizpostavljenih in ustvarili obseg »normalnih« vrednosti. Potrebna je posebna pozornost pri opredelitvi »normalnih« vrednosti, ki se lahko razlikuje med delavci in ostalo populacijo. Stopnja pomoči in natančnosti zagotovljenih informacij bi morala nakazati raven izkušenj

KRI

URIN



in strokovnosti laboratorijev, ki analizirajo določeno spojino.

Raven kliničnih učinkov običajno povezujejo s simptomi, znaki ali abnormalnimi rezultati laboratorijskih testov. To je raven, ki jo pri diagnostiki najpogosteje uporabljamo, npr. pri ocenjevanju delavca z abnormalno klinično sliko, čigar stopnja izpostavljenosti je negotova. Npr. diferencialna diagnoza pri delavcu, izpostavljenem pentaklorofenolu, vključuje zastrupitev s salicilati, hipertireoidizem in zastrupitev s pentaklorofenolom. Zadnji bi moral biti potrjen z vrednostjo pentaklorofenola v krvi, ki je blizu ali nad »ravnijo kliničnih učinkov«.

Da bi bil smiseln, mora biološki monitoring zadovoljiti štiri zahteve:



Slika: 4 zahteve za smiselnost biološkega monitoringa

## BIOMARKERJI IZPOSTAVLJENOSTI

Biomarkerje izpostavljenosti določamo s pomočjo kvantitativnih in kvalitativnih analiz kemičnih snovi, njihovih metabolitov ali produktov interakcije v tkivih, telesnih tekočinah in izločkih. Merjenja se lahko izvajajo v krvi, urinu, blatu, izdihanemu zraku, sputumu, slini, pulmonalnem lavatu (izpirku), laseh, nohtih, znoju, zobeh, mleku, amnijski tekočini, spermi, bioptičnemu materialu idr.

Biomarkerji izpostavljenosti se lahko uporabljajo za kemične škodljivosti z znano toksikokinetiko in toksikodinamiko. Uporabljajo se s ciljem izključevanja škodljive izpostavljenosti, določanja ravni izpostavljenosti ter spremljanja učinkov prekomerne izpostavljenosti. Med biomarkerje izpostavljenosti uvrščamo:

- kemične snovi v biološkem materialu (kovine, organska topila idr.);
- intermediarne in končne produkte biotransformacije (hipurna kislina, aminofenol, nitrofenol idr.);
- biološke kazalnike odgovora (methemoglobin, sulfhemoglobin, acetilholinesteraza idr.).

Z omenjenimi biomarkerji ni možna natančna ocena notranje obremenjenosti s strupom za kemične snovi, ki se s posebno afiniteto deponirajo v določenih tkivih. Za snovi, za katere ni ustreznih analitičnih postopkov in nimajo BAT vrednosti (ni mejnih vrednosti, četudi so lahko škodljive za zdravje – zavezujoč je za tiste nevarne kemične snovi, za katere je uvedena zavezujoča BAT vrednost iz priloge Pravilnika).

## BIOMARKERJI

Biološki monitoring predstavljajo biomarkerji izpostavljenosti, biomarkerji učinka in biomarkerji občutljivosti.

## BIOMARKERJI UČINKA

Biomarkerji učinka odkrivajo biokemične, fiziološke, vedenjske in druge spremembe organov in sistemov v predklinični fazi ter ocenjujejo tveganje zaradi karcinogenov. Uporabljajo se za opredelitev škodljivih učinkov ali kot del ocene odnosa doza–odgovor. Številni biomarkerji učinka se uporabljajo pri klinični diagnostiki, za preventivo pa so pomembni biomarkerji, ki registrirajo še vedno reverzibilne spremembe.

Najpomembnejši biomarkerji učinka so:

### Biomarkerji toksične okvare hematopoetskih organov ali periferne krvi

- markerji hipoplastičnega in aplastičnega delovanja (citopenija, hipoplazija in aplazija kostnega mozga);
- markerji mielotoksičnosti (ferokinetika);
- markerji motnje sinteze hema (intermediatorji sinteze hema, encimi, ki regulirajo sintezo hema);
- markerji spremembe hemoglobina (methemoglobin, sulfhemoglobin);
- morfološke in strukturne spremembe v celicah krvi.

### Biomarkerji toksične okvare jeter

- za odkrivanje motenj sintetske funkcije jeter (frakcija proteinov, holesterol in frakcije, pseudoholinesteraza, žolčne kisline);
- za odkrivanje holestaze (frakcije bilirubina, žolčne soli, holesterol, aktivnost encimov);
- za odkrivanje nekroze (aktivnost encimov in izoenzimov, lipidna peroksidacija);
- za odkrivanje indukcije encimov in njihove sinteze de novo.

### Biomarkerji toksične okvare ledvic

- funkcionalni markerji (kreatinin, beta-2-mikroglobulin v serumu, proteini v urinu);
- markerji citotoksičnosti (tubularni antigeni);
- biokemijski markerji (fibronektin, kalikrein, glukozaminoglikani);
- encimi v urinu (N-acetil-glukozaminidaza, beta-galaktozidaza).

### Biomarkerji imunotoksičnosti

- za identifikacijo povzročiteljev senzibilizacije (kutani testi, inhalacijski testi, in-vitro testi, koncentracija specifičnih protiteles);
- za odkrivanje imunološke supresije (T limfociti, B limfociti, makrofagi, odnos T-helper/T-supresor, killer celice, imunoglobulini).

**Biomarkerji toksične okvare dihal**

markerji pljučnih funkcij (spirometrija, pletizmografija, plinska analiza idr.);

markerji hiperreaktivnosti (metaholinski test);

markerji BAL (število in vrsta celic, koncentracija proteinov, aktivnost encimov, koncentracija citokinov, TNF idr.);

markerji nazalnega lavata (izpirka).

**Biomarkerji nevrotoksičnih okvar**

markerji predkliničnih okvar perifernih živcev (EMG);

markerji disfunkcije ČŽS (EEG);

markerji okvar možganskih struktur (CT, MR);

ocena kognitivnih funkcij;

določanje aktivnosti acetilholinesteraze in nevrotoksične esteraze v krvi.

**Biomarkerji toksičnih učinkov na reprodukcijo in plod**

število in lastnosti spermatozoidov;

določanje hormonskega statusa;

zgodnja smrt fétusa;

spontani splav;

zmanjšana teža ob rojstvu,

malformacija organov.

**Biomarkerji karcinogenih učinkov**

Biomarkerji genotoksičnih karcinogenov (interagirajo z DNA)

spremembe DNA (alkilirani purini, aflatoksin, guanin, cisplatin, timinglikol idr.);

kromosomske aberacije – nestabilne (acentrični fragmenti, ring kromosomi, druge asimetrične aberacije), stabilne (dicentriki, uravnovešene translokacije in inverzije);

sestrske kromatide – pomemben kazalnik genotoksičnih potencialov različnih agensov;

mikronukleusi – kazalnik predhodno obstoječih kromosomskih aberacij.

**Biomarkerji negenotoksičnih karcinogenov (ne-interagirajo z DNA)**

replikacija celic (replikacija DNA v S fazi);

celična proliferacija (inkorporacija DNA prekurzorjev v celularno DNA v S fazi).

**BIOMARKERJI OBČUTLJIVOSTI**

S pomočjo biomarkerjev občutljivosti se opredeljujejo prirojene in pridobljene individualne razlike v reakciji organizma na škodljive učinke ksenobiotikov. Individualne značilnosti so starost v letih, spol, zdravstveno stanje, predhodna izpostavljenost, istočasna izpostavljenost drugim agensom, prirojene ali pridobljene variacije v presnovi idr. Med markerje občutljivosti uvrščamo:

povečano ali zmanjšano encimsko aktivnost glutation-S-transferaze;

povečano ali zmanjšano encimsko aktivnost N-acetiltransferaze;

povečano ali zmanjšano encimsko aktivnost citokroma P450;

povečano ali zmanjšano encimsko aktivnost izoencima CYP1A1 in CYP2D6;

merjenje klirensa zdravil;

antigenspecifična protitelesa idr. 60

**LITERATURA**

1. Bilban M. Medicina dela, ZVD, Ljubljana 1999
2. Bilban M. Medicina dela za zdravnike družinske medicine, SZD – ZMDPŠ Ljubljana 2002
3. Bilban M. Medicina dela za študente tehniške varnosti, ZVD, Ljubljana 2005
4. Šarić M, Žuškin E. Medicina rada i okoliša, Medicinska naklada, Zagreb 2002
5. Vidaković A. Medicina rada, KCS – Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu, Udruženje za medicinu rada Jugoslavije, Beograd 1996 in 1997
6. Hernberg S. Introduction to Occupational Epidemiology. USA. Lewis Publishers, 1992
7. Rothman KJ. Modern Epidemiology. Boston Toronto. Little Brown and Company, 1986
8. McCurney RJ. A Practical Approach to Occupational and Environmental Medicine, Lippincott Williams & Wilkins, USA, 2003
9. Joseph LaDou. Occupational @ Environmental Medicine. Prentice-Hall Int., Inc, USA 1997
10. Koh D, Kee Seng C, Jeyaratnam J. Occupational medicine. Practice World Scientific, USA 2001
11. Arandelović M, Jovanović J. Medicina rada, Medicinski fakultet Univerzitet u Nišu, 2009
12. Smedley J, Dick F, Sadhra S. Oxford handbook of Occupational Health, Oxford University press, 2012
13. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu, Uradni list RS, št. 100/01 in 39/05
14. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti rakotvornim ali mutagenim snovem, Uradni list RS, št. 101/05
15. Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi, Uradni list RS, št. 35/05
16. Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih pripravkov, Uradni list RS, št. 67/05
17. Pravilnik o omejitvi dajanja v promet ali uporabe določenih nevarnih snovi in pripravkov, Uradni list RS, št. 73/99, 24/01, 71/02, 46/03, 74/04, 3/05
18. Praktične smernice za mejne vrednosti za nevarne kemikalije. MDDSZ RS, Ljubljana 2006
19. Pravilnik o preventivnih zdravstvenih pregledih delavcev Ur. list RS 87/2002

# Priloga 1

## Kemične snovi v zraku in njihovi metaboliti v urinu, katerih analize se opravljajo v toksikološkem laboratoriju ZVD

Marija Stritar, univ. dipl. ing kemije  
ZVD Zavod za varstvo pri delu

Tabela 1

Vrsta kemične snovi v zraku na delovnem mestu	Odgovarjajoči metabolit v urinu
trikloroetilen	trikloroacetna kislina
fluor	fluoridi
fenol	fenol
toluen	hipurna kislina o-krezol
ksilen	metilhipurna kislina
etilbenzen	mandljeva kislina
stiren	mandljeva kislina fenilglioksilna kislina

### ODVZEM VZORCEV IN NJIHOVO SHRANJEVANJE

Pravilen odvzem vzorca, v našem primeru urina, je odvisen od več dejavnikov.

- 1. Biološki polovični čas izločanja** je čas, ko se iz organizma izloči polovica snovi oz. metabolita in je za različne snovi različen. Snovi, ki imajo  $t/2 < 5$ ur, se ne akumulirajo v telesu, ampak so v njem prisotne med izpostavljenostjo in še nekaj časa po njej. Zato bi bilo smiselno odvzeti vzorec pred izpostavljenostjo, med njo in po njej. V praksi se takšni vzorci jemljejo takoj po končanem delu. Snovi, katerih polovica se izloči iz telesa v več kot 5 urah, se preko delovnega tedna pri stalni izpostavljenosti akumulirajo v telesu. Zato je smiselno vzeti vzorec na začetku delovnega tedna (po najmanj dveh dneh prekinitve dela) pred izpostavljenostjo in ob koncu delovnega tedna po izpostavljenosti. Za snovi, ki se akumulirajo v telesu dlje časa, npr. težke kovine, čas odvzema vzorca po nekaj tednih ekspozicije ni tako zelo pomemben.
- 2. Nekateri metaboliti so normalno prisotni v urinu** kot posledica načina življenja (hrana, zdravila, kajenje itd.), zato je težko oceniti stopnjo izpostavljenosti. V takšnih primerih bi bilo smiselno vzorce vzeti pred izpostavljenostjo in po njej, kar pa seveda podvoji ceno analize. Ker so v BMV te koncentracije upoštevane, v predpisih ni izrecnih zahtev po takšnem načinu odvzema, zato je odločitev prepuščena zdravniku.

- 3. Uporabni vzorci urina** za analizo metabolitov so vzorci

z vsebnostjo kretinina od 4,4 do 26,5 mmol/l oz. 0,5 do 3g/l, kar je koncentracija pri normalnem izločanju urina. To pomeni, da mora biti količina zaužite tekočine normalna, alkohol je prepovedan!

- 4. Količina vzorca, ki je primerna**, je odvisna od vrste analitske metode, običajno od 20 do največ 50 ml.

Vzorci naj bodo odvzeti v čiste (ni potrebno v sterilne) polietilenske kozarčke. Količina zaužite tekočine na dan odvzema naj bo normalna (ne več kot običajno), uživanje alkohola je prepovedano, ker njegova prisotnost vpliva na nekatere analize.

Tabela 2: Čas odvzema in količina vzorca

Metabolit v urinu	Čas odvzema in najmanjša potrebna količina vzorca
trikloroacetna kislina	po delu, ob koncu delovnega tedna, vzorce do transporta hraniti v hladilniku, dostaviti v 24 urah, sicer zamrzniti količina: 100 ml
fluoridi	pred delom in po delu v plastične stekleničke z 0,2 g Na <sub>2</sub> EDTA, hraniti v hladilniku, dostaviti v 24 urah, sicer zamrzniti količina: 100 ml
fenol	priporočljiv odvzem pred delom in po delu, ni pa obvezen; hraniti v hladilniku, dostaviti v 24 urah, sicer zamrzniti količina: 50 ml
hipurna kislina, o-krezol	priporočljiv odvzem pred delom in po delu, ni pa obvezen; hraniti v hladilniku, dostaviti v 24 urah, sicer zamrzniti količina: 20 ml
metilhipurna kislina	po delu, hraniti v hladilniku, dostaviti v 24 urah, sicer zamrzniti količina: 20 ml
mandljeva kislina, fenilglioksilna kislina	po delu ob koncu delovnega tedna, hraniti v hladilniku, dostaviti v 15 urah, sicer zamrzniti. količina: 20 ml



## SHRANJEVANJE VZORCEV

Takoj po odvzemu je treba vzorce ohladiti na +5 °C in jih transportirati v hladnem. Večino analiz je potrebno izvesti v 24 urah po odvzemu, ker pa to v večini primerov ni mogoče, jih zamrzemo.

**Tabela 3:**  
Metode  
analize  
vzorcev

Metabolit v urinu	Čas odvzema in najmanjša potrebna količina vzorca
triklorocetna kislina	spektrofotometrična metoda
fluoridi	metoda z ionoselektivno elektrodo
fenol	HPLC
hipurna kislina, o-krezol	HPLC
metilhipurna kislina	HPLC
mandljeva kislina, fenilglioksilna kislina	HPLC

## VREDNOTENJE ANALIZNIH REZULTATOV

Rezultate podajamo v skladu z zahtevami pravilnika v množini metabolita na množino kreatinina v urinu (mol/mol KR) oz. masi metabolita na maso KR v urinu (g/g KR). Rezultati se pri koncentraciji KR < 0,5g/l (4,4 mmol/l) oz. >3,0g/l (26,5 mmol/l) ne upoštevajo.

Rezultate podajamo v obliki izvida za posameznega delavca ali pa v obliki tabele za skupino več delavcev iz istega podjetja oz. zdravstvenega doma.

Spodaj: Tabela 4: Izvid

Priimek in ime: Datum rojstva:			
Vrsta snovi oz. metabolita	Rezultat analize	Enota	Zavezujoča biološka mejna vrednost (BAT)
U – triklorocetna kislina (trikloretilen)		mmol/mol KR*	51,92
U – hipurna kislina (toluen)		mol/mol KR*	1,58
U – hipurna kislina (o-krezol)		mol/mol KR*	1,05
U – metilhipurna kislina (ksilen)		mol/mol KR*	0,88
U – mandljeva kislina (stiren)		mol/mol KR*	0,74
U – fenilglioksilna kislina (stiren)		mol/mol KR*	0,18
U – mandljeva kislina (etilbenzen)		mol/mol KR*	1,12
U – fenol (fenol)		mol/mol KR*	0,30
U – fluoridi pred delom		mmol/mol KR*	23,82
U – fluoridi po delu		mmol/mol KR*	41,68
U – kreatinin		mmol/mol KR*	4,4 – 26,5

\* Opomba: Rezultati se upoštevajo le v območju koncentracije kreatinina od 4,4 mmola/l do 26,5 mmola/l.

# Priloga 2

## Primer vprašalnika (svinec),

## ki ga uporabljamo ob izvedbi biološkega monitoringa

Prim. prof. dr. Marjan Bilban, ZVD Zavod za varstvo pri delu

Spoštovani,  
v okviru preventivnega zdravstvenega pregleda Vas vljudno prosimo, da izpolnite vprašalnik, ki nam bo služil za korelacijo podatkov opravljenega biološkega monitoringa. O vseh rezultatih, ki so strogo zaupni, boste pisno obveščeni. Hvala za vaše sodelovanje.

Datum \_\_\_\_\_

Ime in priimek \_\_\_\_\_ roj \_\_\_\_\_

I. Splošni podatki (dopišite)

1. Skupna delovna doba \_\_\_\_\_

2. Delovna doba v steklarni \_\_\_\_\_

3. Koliko let delate v okolju, kjer se pojavlja tudi svinčeni prah \_\_\_\_\_

4. Ali so vam pri preventivnih zdravstvenih pregledih že kdaj ugotovili povišane vrednosti svineca \_\_\_\_\_

Kdaj in koliko (če ves  
e) \_\_\_\_\_

5. Ali doma uporabljate glinene posode za shranjevanje ali pitje vina, mleka?

6. Koliko kilometrov ste oddaljeni od Steklarne? \_\_\_\_\_

Ali uporabljate zelenjavo iz vrta? \_\_\_\_\_

### II. Podatki o zdravstvenem stanju (dopišite)

Ali kadite, koliko let \_\_\_\_\_ in koliko na dan \_\_\_\_\_

Ali pijete alkoholne pijače \_\_\_\_\_ in koliko na dan \_\_\_\_\_

Ali ste se v zadnjem letu zdravili zaradi (obkrožite):

želodčnih težav \_\_\_\_\_ črevesnih težav \_\_\_\_\_ slabokrvnosti \_\_\_\_\_

ledvičnih bolezni \_\_\_\_\_ povišanega krvnega tlaka \_\_\_\_\_

mravljincev v rokah ali nogah \_\_\_\_\_

drugo \_\_\_\_\_

Ali planirate nosečnost \_\_\_\_\_ ali imate otroke \_\_\_\_\_ ali ste imeli spontani splav \_\_\_\_\_

Ali uporabljate osebno varovalno opremo (zaščitno masko)? da ne občasno

Ali uporabljate zaščitno obleko (ki ostaja v službi)? da ne občasno

### III. Podatki o spremembi zdravstvenega stanja v zadnjih treh mesecih (obkrožite)

glavobol vrtoglavica utrujenost motnje vida

pozabljenost razdražljivost nemir težko se zberem

slab spanec pretirana zaspanost depresija občutek strahu čezmerno znojenje

slabost izguba apetita zadah iz ust bolečine v trebuhu zaprtost krči v trebuhu driska hujšanje

bolečine v mišicah mišična slabost spremenjen občutek za dotik okornost slabost prijema v rokah  
tresenje prstov rok

zmanjšan libido (moški) motnje menstrualnega ciklusa (ženske)

drugo \_\_\_\_\_

Znanstvena priloga  
Na kaj je treba  
biti pozoren,  
ko delamo poleti?





# Dejavniki tveganja za zdravje pri delavcih, ki delajo na prostem v poletnem času

## Avtorja:

**Neva Metelko Janša, dr. med.**

UKC Ljubljana

**Vid Janša**

UKC Ljubljana

## Povzetek:

**D**elavci, ki v poletnih mesecih delajo na prostem, so izpostavljeni sončnim žarkom, visokim temperaturam in višjim koncentracijam ozona. Poklicna izpostavljenost UV žarkom je eden najpomembnejših fizikalnih dejavnikov tveganja v delovnem okolju, ki lahko povzroči tudi kožnega raka. Visoke zunanje temperature lahko povzročijo celo smrt, neposredno povezane z visoko temperaturo, pa tudi do dehidracije, ki vpliva na različne zdravstvene težave. Ozon je eden glavnih onesnaževalcev zraka, povezan s kroničnimi in akutnimi boleznimi dihal, katerega koncentracija je v poletnih mesecih višja. V slovenski zakonodaji obstaja vrzel v zvezi z varovanjem zdravja delavcev, ki v poletnih razmerah delajo v zunanjem okolju, zato so odločitve o sprejemu ukrepov odvisne od odgovornega obnašanja delodajalca.

## Abstract:

Employees who work outside in the summer are exposed to sun, high temperatures and high ozone concentrations, specially in the summer. Occupational exposure to UV rays is one of the most important risk factors in the work environment that can lead to skin cancer. High temperatures can lead to death directly related to temperature but also to dehydration. Ozone is one of the main air pollutants associated to chronic and acute respiratory disease. In summer months the ozone concentration is higher. In Slovenian law there is a gap in the health protection of workers in the summer working conditions working in external environment. The decision to take action depends on the responsible behavior of the employer.

Delavci, ki v poletnih mesecih delajo na prostem, so izpostavljeni mnogim dejavnikom tveganja. V poletnem času so izpostavljeni sončnim žarkom, visokim temperaturam in višjim koncentracijam ozona. Dela na prostem so značilna za celo vrsto panog, kot so gradbeništvo, poljedelstvo, komunala itd. V literaturi »delavca na prostem« največkrat opredeljujejo kot delavca, ki v zunanjem okolju dela 3 ali več ur na povprečni delovni dan<sup>1</sup>.

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) predvideva, da je pretirana izpostavljenost sončnim UV žarkom, gledano globalno za leto 2000, povzročila okoli 60000 prezgodnjih smrti<sup>2</sup>. Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu izpostavlja poklicno izpostavljenost UV žarkom kot najpomembnejši fizikalni dejavnik tveganja v delovnem okolju<sup>3</sup>. Delo pri visokih zunanjih temperaturah in ob visoki vlagi lahko sproži težave z zdravjem, neposredno povezane z visoko zunanjo temperaturo. Znano je, da lahko v okolju z visoko vlažnostjo zraka pride do smrti zaradi vročinske kapi že pri temperaturi 27 °C, pri vlažnosti več kot 65 % pri 28–30 °C<sup>4</sup>, v okolju z vlažnostjo zraka, nižjo od 40 %, pa pri 34 °C ali več. V poletnih dneh je mnogokrat povišana tudi koncentracija ozona v zraku. Ozon je eden glavnih onesnaževalcev zraka in je povezan z akutno in kronično okvaro dihal, podatki pa kažejo, da je pri delavcih, ki delajo na prostem, tveganje za težave z dihalni v povezavi z ozonom večje<sup>5</sup>. Glede na trend klimatskih sprememb bodo delavci v prihodnje izpostavljeni še višjim koncentracijam ozona<sup>6</sup>.

---

## IZPOSTAVLJENOST SONČNIM ŽARKOM

---

Sončni žarki so elektromagnetno valovanje in dosežejo površino zemlje v rangu valovne dolžine 100 do 4000 nm<sup>7</sup>. 380 do 760 nm predstavlja vidna svetloba, 760 do 4000 pa infrardeče valovanje. 100 do 380 nm predstavlja

---

## 3 ure ali več

dela v zunanjem okolju na povprečen delovni dan opredeljujejo "delavca na prostem".

# Sončni žarki, visoke temperature, višje koncentracije ozona, vlaga

- to so tipični dejavniki tveganja v poletnem času.

UV valovanje, ki je sestavljeno iz žarkov UVC (100–280 nm), UVB (280–315 nm) in UVA (315–380 nm). Od slednjih je v našem okolju v največji meri prisotna radiacija valovne dolžine 290 do 400 nm, kar obsega UVA in delno UVB. UV spekter sevanja ima največji vpliv na človeško telo, predvsem na kožo<sup>7</sup>. Negativne učinke UV žarkov lahko opisujemo kot akutne in kronične – akutni učinki se zgodijo v 24 urah po izpostavljenosti soncu, kronični pa se razvijejo postopoma, kumulativno in so običajno dolgotrajnejši<sup>8</sup>. Fotokeratitis, fotokonjunktivitis, kožni eritem in sončne opekline so akutni učinki izpostavljenosti. Kronični učinki so posledica dolgotrajne, ponavljajoče se izpostavljenosti UV žarkom; to so keratoze, različne oblike kožnega raka, prezgodnje staranje kože (t. i. fotostarjanje, ang. photoaging) in poškodbe očesa, npr. karcinoma roženice in kortikalne katarakte.

UVC žarki imajo najkrajšo valovno dolžino, največjo energijo in so močno mutageni. UVB žarki so odgovorni za večino bioloških učinkov sončnih žarkov – sončne opekline, porjavitev kože, sinteza vitamina D3, imunosupresija in karcinogeneza.

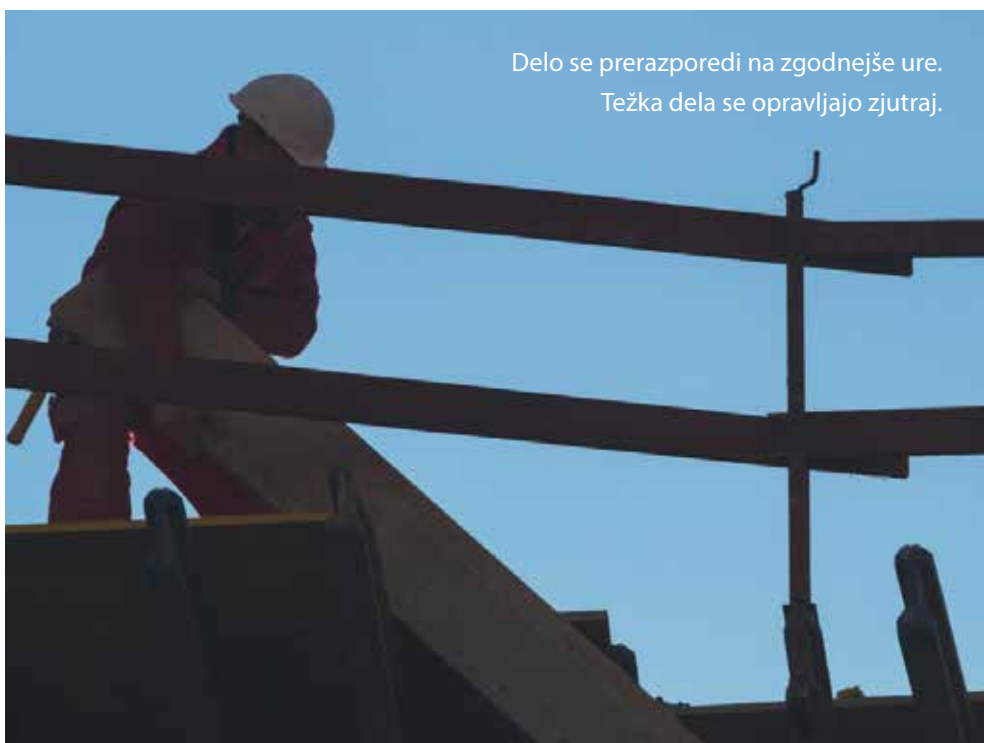
UVB žarki imajo učinek na melanin, DNA, urokanično kislino, proteine, lipide in aminokislino<sup>9</sup>. Povzročijo neposredno poškodbo DNA, nastanek pirimidinskih dimerov in okvaro popravljalnih mehanizmov, kar vodi do mutacij<sup>10</sup>. V smislu akutnih učinkov UVB žarki povzročijo sproščanje vnetnih mediatorjev, kar vodi do dilatacije kapilar ter nastanka rdečine in otekline<sup>11</sup>. Okna in oblaki te žarke filtrirajo. Največja gostota UVB žarkov je v poletnih mesecih, med 10. uro dopoldan in 17. uro popoldan.

UVA žarki predstavljajo 95 % žarkov UV spektra in najbolje prehajajo tako skozi ozonske plasti kot tudi skozi oblake in okna. UVA žarki imajo največji vpliv na porjavitev kože. Na DNA vplivajo posredno, preko nastajanja reaktivnih kisikovih vrst. Zaradi distrofije kolagena in elastina povzročajo staranje kože, kar se klinično kaže kot gube. Pomembni so tudi zaradi vloge v nastanku fototoksičnih in fotoalergičnih reakcij.

Več raziskav je potrdilo, da je izpostavljenost UV žarkom pri delavcih, ki delajo v zunanjem okolju, večja od priporočenih mej<sup>12,13,14,15</sup> in precej večja kot pri delavcih, ki delajo v zaprtih prostorih<sup>16</sup>. Dve raziskavi sta izpostavili, da je pri delavcih, ki delajo na prostem, večja verjetnost, da bodo tudi prosti čas preživljali izpostavljeni soncu<sup>17,18</sup>. V meta-analizah je bila prikazana močna povezava med delom v zunanjem okolju in tveganjem za nastanek ploščatoceličnega karcinoma<sup>19</sup> in bazalnoceličnega karcinoma kože<sup>20</sup>; povezava s povečanim tveganjem za nastanek melanoma je manj jasna<sup>21</sup>.

S primerno zaščito pred sončnimi žarki je možno precej zmanjšati izpostavljenost nevarnim UV žarkom, vendar raziskave kažejo, da delavci, ki delajo na prostem, preventivne zaščite ne uporabljajo dovolj dosledno<sup>15,22,23</sup>.

Splošna priporočila za delo na prostem so uporaba pokrivala s širokim robom, ki zagotovi senco tudi koži na vratu, majice z dolgimi rokavi in dolge hlače, sončna očala in sončne kreme; v času največ UV žarkov (med 10. in 16. uro) je priporočljivo zadrževanje v senci. Raziskava, opravljena med avstralskimi gradbenimi delavci je potrdila tezo, da delavci ne uporabljajo dovolj zaščitnih sredstev, saj je zadostno zaščito uporabljalo manj kot 10 % delavcev<sup>15</sup>, podobno sliko je prikazala raziskava, opravljena med britanskimi gradbenimi delavci<sup>23</sup> in ameriški transportnimi delavci<sup>24</sup>. Geller s sodelavci je objavil podatke, ki kažejo, da je 50 % osebja, ki delajo na kopališčih na prostem, že imelo hude sončne opekline, približno 80 % pa opekline različnih stopenj v zadnji poletni sezoni<sup>25</sup>. Največkrat so nezaščiteni področja obraza in podlakti<sup>26</sup>. Zunanji delavci raje uporabljajo zaščitne kreme tekoče konsistence, manj mastne, ki ne puščajo sledi na koži, niso lepljive in ne sprožijo občutka povečanega znojenja<sup>27</sup>. V Evropski uniji je trenutno registriranih 28 učinkovin, ki se uporabljajo kot UV filtri<sup>28,29</sup>. UV filtre delimo



Delo se prerazporedi na zgodnejše ure.  
Težka dela se opravljajo zjutraj.

na anorganske (UV blokerji) in organske (UV absorberji). Anorganske učinkovine delujejo tako, da odbijajo ali razpršijo vidno svetlobo, UV in infrardeče sevanje. Uporabljata se večinoma cinkov oksid in titanijev dioksid, ki sta fotostabilna, za učinkovito delovanje pa ju je potrebno na kožo nanesti v debelem sloju, da zadostuje za odboj žarkov<sup>30</sup>. Organski UVB absorberji absorbirajo UVB žarke in prehajajo v višja energetska stanja, energijo pa oddajajo v obliki toplote. Najučinkovitejša iz te skupine je PABA. Njena dobra lastnost je, da omogoča normalno potenje, slaba pa, da na koži povzroča zabarvanje in pogoste kontaktne alergijske reakcije<sup>31</sup>. Ključna je izbira izdelkov z zaščito pred širokim spektrom UV sevanja (UVA in UVB) in s SPF vrednostjo vsaj 20 oz. 30, ker uporabniki izdelke raje nanašajo na kožo v tankem sloju<sup>32</sup>. Zgornja vrednost SPF zaščitnega faktorja, ki je še smiselna in racionalna, je 50 oz. 50+ za bolnike s kožnimi boleznimi. Izdelek je potrebno nanesti na kožo v zadostni količini 15 do 30 minut pred izpostavljanjem soncu ter ga enakomerno porazdeliti. Za ustrezno učinkovitost ga je potrebno redno nanašati vsaki dve uri, pogosteje ob potenju<sup>32</sup>.

Opozoriti je potrebno, da je prvi steber zaščite izogibanje soncu med 10. in 16. uro, ko je količina UV žarkov največja. Drugi steber zaščite je uporaba zaščitnih oblačil in sončnih očal z UV filtri, uporaba kemičnih sredstev za zaščito pa je šele na tretjem mestu<sup>11</sup>. Nujno bi bilo načrtno delati na promociji zaščite pred soncem pri delavcih na prostem. Delodajalci, ki so odgovorni za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu, morajo z navodili poskrbeti za pravilno ravnanje soncu izpostavljenih delavcev, zagotoviti senco, če je le mogoče, zagotoviti osebno varovalno opremo ter nadzirati njeno uporabo in izvajanje ukrepov.

#### IZPOSTAVLJENOST VISOKIM ZUNANJIM TEMPERATURAM

Tveganje za zdravje delavcev je tesno povezano s fiziološko nujnostjo vzdrževanja centralne telesne temperature v ozkem optimalnem intervalu (36,5–37,5 °C)<sup>33</sup>. Ko se temperatura okolja dvigne nad določeno temperaturo, se močno zmanjša sposobnost telesa za termoregulacijo in posledično pride do neto pribitka temperature<sup>33</sup>. Dolgotrajna izpostavljenost visokim temperaturam poveča tveganje za nesreče, in sicer preko več mehanizmov, med katerimi so najpomembnejši vplivi na kognitivne sposobnosti in nadzor<sup>34</sup>. Seveda pa ne gre zanemariti niti povečanja potenja in zaradi tega zmanjšane oprijema rok<sup>34</sup>. Prav tako ob visokih temperaturah delavce na delovnem mestu ogrožata izčrpanost in vročinski udar. Težava je še posebej pereča pri fizičnih delavcih, ki z mišičnim delom dodatno dvigujejo centralno telesno temperaturo<sup>35</sup>. Ogrožene skupine so predvsem gradbeni delavci, kmetovalci, vrtnarji in cestni delavci. Seveda pa o obremenitvi delavcev z visokimi temperaturami ne moremo govoriti le za delavce, ki delajo na prostem. Prav tako so ogroženi delavci, ki delajo v slabo ali neklimatiziranih prostorih, in tisti, ki delajo ob napravah, ki proizvajajo toploto. Za ogrožajoče temperature se štejejo temperature, ko se pri neaklimatiziranem delavcu centralna telesna temperatura v 2 urah dvigne za več kot 2,5 stopinj<sup>35</sup>.

Delavci uporabljajo kreme za zaščito pred soncem in zaščitna mazila za ustnice.

Prav tako uporabljajo pokrivala in očala za zaščito glave pred soncem ter nosijo primerna delovna oblačila.



V našem podnebnem pasu telo večino odvečne toplote odda s potenjem, pri čemer delavce ogroža tudi dehidracija, zato je zelo pomembno pitje, predvsem vode. Priporoča se 1 kozarec na 15–20 minut<sup>37</sup>. Ob izgubi tekočine zaradi potenja se izgublajo tudi elektroliti, zato se med daljšim delovnim odmorom priporoča hrana, ki elektrolite pomaga nadomestiti.

Ker je hlajenje s potenjem pomemben mehanizem preprečevanja pregretja telesa, se priporoča, da so delovne obleke zračne, svetlih barv in prepustne za vodo. Smiselni organizacijski ukrepi so prerazporeditve delovnega časa, krajši delovni čas, pogostejši in daljši odmori med delovnim časom, opravljanje najtežjih fizičnih del zgodaj zjutraj, ponudba ustreznih osvežilnih brezalkoholnih napitkov, zmanjšanje intenzivnosti dela, skrajni ukrep pa je lahko tudi prekinitev delovnega procesa.

Visoka temperatura na delovnem mestu ima vpliv tudi na ekonomsko produktivnost. Delavci, ki delajo na delovnih mestih, kjer je temperatura visoka, dokazano večkrat zmanjšajo fizično aktivnost ali podaljšajo čas počitka<sup>36</sup>.

## 2,5 stopinji v 2 urah

- tako zvišanje centralne telesne temperature se šteje za ogrožajoče.





## 22-krat

je bila v letu 2013 prekoračena ciljna mejna vrednost ozona v Kopru. Višje koncentracije ozona so na višjih legah in na Primorskem.

je Evropska unija izdala Direktivo 2008/50/ES o kakovosti zraka in čistejšem zraku za Evropo. V slovensko zakonodajo so zahteve vključene v Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 9/2011) in Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 55/2011). Ta predpisa določata alarmne, opozorilne, ciljne in dolgoročno naravnane vrednosti koncentracij ozona. Opozorilna vrednost za ozon je  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  za enourno povprečje. Alarmna vrednost je  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  za enourno povprečje, ciljna vrednost pa  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V letu 2013 alarmna vrednost v Sloveniji ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Opozorilna vrednost pa je bila presežena večkrat, največkrat na Otlici, in sicer skupaj 33 ur. Najvišja povprečna letna vrednost  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  je bila izmerjena na Krvavcu. Višje koncentracije ozona so bile izmerjene na merilnih mestih v višjih legah in na Primorskem. Tako je bila v Kopru v tem letu ciljna mejna vrednost prekoračena 22-krat in izmerjena je bila maksimalna koncentracija ozona  $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Poročilo kakovost zraka 2013, ARSO).

Mejno vrednost ozona za delovno okolje določa Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. l. RS, št. 100/2001) in znaša  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,1 ppm). V delovniku koncentracije ne smejo biti presežene. V vročih poletjih, kot je bilo letošnje, se koncentracije ozona dvignejo nad opozorilno vrednost ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), kar je že zelo blizu mejne vrednosti ozona za poklicno izpostavljenost. Splošna zdravstvena priporočila, ki veljajo za vroče, jasne, sončne dni, ko so povišane tudi koncentracije ozona, so, da se ljudje zadržujejo v zaprtih prostorih v času, ko so koncentracije zunaj najvišje. To je med 12. in 17. uro v notranjosti Slovenije, na Primorskem pa med 12. in 19. uro. Priporočeno je, da se ljudje v času visokih vrednosti ozona izogibajo fizičnim aktivnostim na prostem (tudi v hribih so poleti koncentracije ozona visoke). Aktivnosti na prostem naj se izvajajo v jutranjih urah, ko so koncentracije ozona nižje.

### IZPOSTAVLJENOST VIŠJIM KONCENTRACIJAM OZONA

Ozon je plin, katerega molekula je sestavljena iz treh atomov kisika, je blede modre barve in je močan oksidant. Molekula je nestabilna in teži k razpadu v dvoatomno obliko kisika in prost kisikov atom, ki se hitro veže s snovmi v okolici. V stratosferi ozonska plast predstavlja naravni ščit pred sončnim ultravioletnim sevanjem. Troposferski ozon pa je t. i. »škodljivi ozon, katerega predhodne molekule nastajajo s pomočjo antropogenih virov (izpušni plini, industrijske emisije, ...) in naravnih virov (travniški in gozdni požari). Sončna svetloba in toplo vreme spodbujata nastajanje ozona iz predhodnih molekul. Škodljivi učinki ozona so posledica delovanja prostih radikalov, ki nastajajo ob stiku z organskimi molekulami. Slednji poškodujejo epitelne celice in makrofage ter sprožijo verižno reakcijo, ki ima za posledico vnetje dihalne poti z okvaro imunskega odziva. Že kratkotrajna večkratna izpostavitve povišanim koncentracijam ozona povzročata kašelj, težko dihanje zaradi povečane odzivnosti dihalne poti in poslabšanje pljučne funkcije<sup>38,39,40</sup>.

Pri delavcih, ki delajo v zunanjem okolju, je tveganje za respiratorne zaplete v povezavi z ozonom zvišano<sup>6</sup>. Še posebej so izpostavljeni delavci, ki opravljajo težka fizična dela, kjer zaradi večje minutne ventilacije vdihajo več onesnaženega zraka<sup>6</sup>.

Na podlagi priporočil Svetovne zdravstvene organizacije

### ZAKLJUČEK

Delovnih mest, kjer delavci delajo na prostem, je zelo veliko. Na prostem delajo cestarji, gradbeni delavci, vrtnarji, krovci, železničarji in številni drugi. Predvsem v toplejšem delu leta potekajo tudi številna sezonska dela. Zaradi razmer, povezanih z zunanjimi dejavniki, je lahko njihovo zdravje ogroženo. V slovenski zakonodaji obstaja vrzel v zvezi z varovanjem zdravja delavcev, ki v poletnih razmerah delajo v zunanjem okolju. Tematiko obravnava Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu, ki je izdan na podlagi 1. člena zakona o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 56/99), in sicer v členih 93 in 94. Po omenjenem pravilniku mora delodajalec zagotoviti,

da so delavci zavarovani pred neugodnimi vremenskimi vplivi, da niso izpostavljeni škodljivemu hrupu, vibracijam, plinom, hlapom ali prahu, da lahko v primeru nevarnosti hitro zapustijo delovna mesta, da sta zagotovljeni prva pomoč in reševanje ter da med delom ali hojo ne morejo zdrsniti ali pasti. Stalna delovna mesta na prostem pa mora delodajalec urediti tako, da delavcem zagotovi varovanje pred vremenskimi vplivi. Očitno je, da je zakonodaja napisana zelo ohlapno in odločitve prepušča delodajalcem. Praksa pa kaže, da se delodajalci z varovanjem delavcev premalo ukvarjajo.

Glede zaščite pred sončnimi žarki je nujno, da delodajalec zagotovi osebno varovalno opremo za vse izpostavljene delavce, potrebno pa je tudi zagotavljanje sence na področju izvajanja del, če je le mogoče. V premislek delodajalcem je tudi ideja o prerazporeditvi delovnega časa tako, da se dela izvajajo v času, ko se lahko delavci izognejo največjemu UV sevanju in najvišjim koncentracijam ozona.

Delodajalec je dolžan delavcem zagotavljati ustrezno toplotno udobje. Ker v našem okolju ne gre za stalno prisotne visoke zunanje temperature, lahko delodajalec izvede tudi začasne ukrepe, ki veljajo le v času prekoračenih najvišjih dovoljenih temperatur.

Delodajalec je dolžan delavcem zagotavljati ustrezno toplotno udobje. Ker v našem okolju ne gre za stalno prisotne visoke zunanje temperature, lahko delodajalec izvede tudi začasne ukrepe, ki veljajo le v času prekoračenih najvišjih dovoljenih temperatur. Med temi ukrepi so običajno najpogostejši organizacijski, na primer **prerazporeditev delovnega časa, krajši delovni čas, pogostejši in daljši odmori med delovnim časom, ponudba ustreznih osvežilnih brezalkoholnih napitkov, zmanjšanje intenzivnosti dela in podobno, skrajni ukrep pa je lahko tudi prekinitev delovnega procesa.**

Smiselno je tudi, da delodajalci spremljajo koncentracije ozona in v primeru preseženih opozorilnih vrednosti delo v zunanjem okolju, kjer so napovedane povišane koncentracije ozona, odložijo do izboljšanja stanja.

Vsekakor je dolžnost delodajalca, da z ustreznimi preventivnimi ukrepi delavcem zagotovi varnost in zdravje v zvezi z delom. Odločitev o tem, katere ukrepe bo izvedel, je njegova. Ukrepi morajo biti opredeljeni v Izjavi o varnosti z oceno tveganja, ki predstavlja osnovni dokument delodajalca, s katerim določi način in ukrepe za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu ter temelji na ugotovitvi možnih vrst nevarnosti in škodljivosti na delovnem mestu in v delovnem okolju za nastanek poškodb in zdravstvenih okvar. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/2011) daje delavcu tudi pravico odkloniti delo, če mu grozi neposredna nevarnost za življenje in zdravje, ker delodajalec ni izvedel predpisanih varnostnih ukrepov, ter zahtevati, da se nevarnost odpravi. <sup>50</sup>

## LITERATURA

1. Horsham C, Auster J, Sendall MC, Stoneham M, Youl P, Crane P, Tenkate T, Janda M, Kimlin M. Interventions to decrease skin cancer risk in outdoor workers: update to a 2007 systematic review. *BMC Res Notes*. 2014; 7: 10.
2. Lucas R, McMichael T, Smith W, Armstrong B. Solar ultraviolet radiation. Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2006. Dosegljivo na: [http://www.who.int/uv/health/solaruvradfull\\_180706.pdf](http://www.who.int/uv/health/solaruvradfull_180706.pdf).
3. European Agency for Safety and Health at Work. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2005. Dosegljivo na: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/6805478>.
4. Morioka I, Miyai N, Miyashita K. Hot environment and health problems of outdoor workers at a construction site. *Ind Health*. 2006; 44(3): 474–80.
5. Vinikoor-Imler LC, Owens EO, Nichols JL, Ross M, Brown JS, Sacks JD. Evaluating potential response-modifying factors for associations between ozone and health outcomes: a weight-of-evidence approach. *Environ Health Perspect*. 2014; 122(11):1166–76.
6. Adam-Poupart A, Labrèche F, Busque MA, Brand A, Duguay P, Fournier M, Zayed J, Smargiassi A. Association between outdoor ozone and compensated acute respiratory diseases among workers in Quebec (Canada). *Ind Health*. 2015; 53(2): 171–5.
7. Gallagher RP, Lee TK. Adverse effects of ultraviolet radiation: a brief review. *Prog Biophys Mol Biol*. 2006; 92(1): 119–31.
8. Diffey BL. Solar ultraviolet radiation effects on biological

Delavec mora piti dovolj osvežilnih pijač.

Pomembni pa so tudi počitki v senci.



- systems. *Phys Med Biol.* 1991; 36: 299–328.
9. Narbutt J. Does the use of protective creams with UV filters inhibit the synthesis of vitamin D? – For and against. *Przegląd Pediatryczny* 2009; 41: 75–81.
  10. Jablonska S, Chorzeński T. Precancerous lesions and carcinomas in situ. *Choroby skóry i choroby przenoszone drogą płciową.* PZWL, Warszawa, 2008; pp. 386–417.
  11. Skotarczak K, Osmola-Mańkowska A, Lodyga M, Polańska A, Mazur M, Adamski Z. Photoprotection: facts and controversies. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2015; 19: 98–112.
  12. Antoine M, Pierre-Edouard S, Jean-Luc B, David V. Effective exposure to solar UV in building workers: influence of local and individual factors. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2007; 17: 58–68.
  13. Hammond V, Reeder AI, Gray A. Patterns of real-time occupational ultraviolet radiation exposure among a sample of outdoor workers in New Zealand. *Public Health.* 2009; 123: 182–7.
  14. Siani AM, Casale GR, Sisto R, Colosimo A, Lang CA, Kimlin MG. Occupational exposures to solar ultraviolet radiation of vineyard workers in Tuscany (Italy). *Photochem Photobiol.* 2011; 87: 925–34.
  15. Gies P, Wright J. Measured solar ultraviolet radiation exposures of outdoor workers in Queensland in the building and construction industry. *Photochem Photobiol.* 2003; 78: 342–8.
  16. Thieden E, Philipsen PA, Heydenreich J, Wulf HC. UV radiation exposure related to age, sex, occupation, and sun behavior based on time-stamped personal dosimeter readings. *Arch Dermatol.* 2004; 140: 197–203.
  17. Lewis EC, Mayer JA, Slymen D. Postal workers' occupational and leisure-time sun safety behaviors (United States). *Cancer Cause Control.* 2006; 17: 181–6.
  18. Woolley T, Lowe J, Raasch B, Glasby M, Buettner PG. Workplace sun protection policies and employees' sun-related skin damage. *Am J Health Behav.* 2008; 32: 201–8.
  19. Schmitt J, Diepgen T, Bauer A. Occupational exposure to non-artificial UV-light and non-melanocytic skin cancer—a systematic review concerning a new occupational disease. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2010; 8: 250–63.
  20. Bauer A, Diepgen TL, Schmitt J. Is occupational solar ultraviolet irradiation a relevant risk factor for basal cell carcinoma? A systematic review and meta-analysis of the epidemiological literature. *Brit J Dermatol.* 2011; 165: 612–25.
  21. Young C. Solar ultraviolet radiation and skin cancer. *Occup Med.* 2009; 59:82–88.
  22. Glanz K, Buller DB, Saraiya M. Reducing ultraviolet radiation exposure among outdoor workers: state of the evidence and recommendations. *Environ Health.* 2007; 6: 22.
  23. Madgwick P, Houdmont J, Randall R. Sun safety measures among construction workers in Britain. *Occup Med (OXF).* 2011; 61: 430–3.
  24. Stock ML, Gerrard M, Gibbons FX, Dykstra JL, Mahler HIM, Walsh LA, Kulik JA. Sun protection intervention for highway workers: long-term efficacy of UV photography and skin cancer information on men's protective cognitions and behavior. *Ann Behav Med.* 2009; 38: 225–36.
  25. Geller AC, Glanz K, Shigaki D, Isnec MR, Sun T, Maddock J. Impact of skin cancer prevention on outdoor aquatic staff. *Prev Med.* 2001; 33: 155–161.
  26. Stepanski BM, Mayer JA. Solar protection behaviors among outdoor workers. *J Occup Environ Med* 1998; 40: 43–48.
  27. Bauer A, Hault K, Püschel A, Rönisch H, Knuschke P, Beissert S. Acceptance and usability of different sunscreen formulations among outdoor workers: a randomized, single-blind, cross-over study. *Acta Derm Venereol* 2014; 94: 152–6.
  28. Therapeutic Goods Administration. Australian regulatory guidelines for OTC medicines (ARGOM). Dosegljivo na: <http://www.tga.gov.au/docs/html/argom.htm>.
  29. Council Directive of the EEC (76/768/EEC). List of UV filters which cosmetic products may contain. Annex VII. 2007; 018.002: 119–123. Dosegljivo na: <http://www.emergogroup.com/files/Cosmetics%20Directive%2076-768-EEC.pdf>.
  30. Mitchnick MA, Fairhurst D, Pinnell SR. Microfine zinc oxide (Z-cote) as a photostable UVA/UVB sunblock agent. *J Am Acad Dermatol* 1999; 40: 85–90.
  31. Palm MD, O'Donoghue MN. Update on photoprotection. *Dermatol Ther* 2007; 20: 360–76.
  32. Godić A. Sredstva za zaščito pred soncem. *Zdrav Vestn* 2012; 81: 867–75.
  33. Parsons K. Human Thermal Environments—The Effects of Hot, Moderate and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance. London: Taylor & Francis; 2003.
  34. Meyer J, Rapp R. Survey of heat stress in industry. *Ergonomics* 1995; 38: 36–46.
  35. Bridger R. Introduction to Ergonomics. London: Taylor & Francis; 2003.
  36. Singh S, Hanna EG, Kjellstrom T. Working in Australia's heat: health promotion concerns for health and productivity. *Health Promot Int* 2015; 30: 239–50.
  37. Lindsley M, Cadorette M. Preventing Heat-Related Illness in the Workplace. *Workplace Health Saf* 2015; 63: 192.
  38. Levy JI, Carrothers TJ, Tuomisto JT, Kammit JK, Evans JS. Assessing the Public Health Benefits of Reduced Ozone Concentrations. *Environ Health Perspect* 2001; 709: 1215–26.
  39. Blomberg A. Airway inflammatory and antioxidant responses to oxidative and particulate air pollutants – experimental exposure studies in humans. *Clin Exp Allergy* 2000; 30: 310–17.
  40. Ramirez-Aguilar M, Barraza-Villareal A, Moreno-Macías H, Winer AM, Cicero-Fernández P, Vélez-Márquez MG. Assessment of personal exposure to ozone in asthmatic children residing in Mexico city. *Salud Publica Mex* 2008; 50: 67–75.





# Promocija zdravja na delovnem mestu

Promocija zdravja v delovnem okolju predstavlja vlaganje skupnih naporov delodajalcev, delavcev in družbe za **izboljšanje zdravja in dobrega počutja delavcev**.

Vpliva tudi na višjo **kakovost dela** in **produktivnost** ter na **podobo podjetja**.

Če želijo biti programi promocije zdravja v podjetjih resnično uspešni, morajo biti zasnovani na **konkretnih problemih**, **projektno pripravljene**, **vodene**, **spremljane** in **evalvirane** ter vključene v **celostno politiko vodenja podjetja**.

Strokovnjaki Zavoda za varstvo pri delu smo s programi promocije zdravja pripomogli k zdravju že **v številnih organizacijah**. Prisluhnilni bomo **vašim željam in potrebam** in pripravili **program**, **ukrojen posebej za vaše podjetje**.

- Programi telesne vadbe za različna delovna mesta
- Primerna zdrava prehrana
- Delavnice za izboljšanje ravni medsebojne komunikacije
- Delavnice za izboljšanje kulture sodelovanja
- Delavnice za boljši pretok informacij

# ZVD

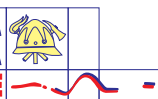
Zavod za varstvo pri delu

Več informacij:

01 585 51 28  
info@zvd.si  
www.zvd.si



**GASILSKA  
ZVEZA  
SLOVENIJE**



## NAROČILNICA

Nepreklicno naročamo ..... izvodov revije **GASILEC**.

**Naročnina velja od datuma naročila do pisnega preklica (vsaj mesec dni pred novim koledarskim letom).**

### PODATKI O NAROČNIKU

Ime in priimek (ali ime ustanove): .....

Ulica in hišna številka: .....

Pošta in kraj: .....

Davčna številka (za pravne osebe): ....., davčni zavezanec: DA / NE

Letna naročnina znaša **21 EUR** (z vključenim DDV).

Plačilo je možno v **enem** ali **dveh** obrokih (želeno označite).

Podpis (in žig pri pravnih osebah): .....

Revija Delo in varnost sodeluje tudi z revijo Gasilec.

# Strokovna izobraževanja na ZVD – jesen 2015

## SEPTEMBER

- » Priprava na strokovni izpit iz varnosti in zdravja pri delu. 1. do 3. 9.
- » Usposabljanje preglednikov manj zahtevnih električnih inštalacij in inštalacij zaščite pred delovanjem strele (priprava za pridobitev NPK). 23. in 24. 9.
- » Usposabljanje upravljalcev kompresorskih in hladilnih naprav ter centralnega ogrevanja
- » Priprava na strokovni izpit iz varstva pred požarom. 24. in 25. 9.
- » Usposabljanje iz predpisov, ki urejajo proizvodnjo in skladiščenje kemikalij ter promet z njimi – Svetovalec za kemikalije. 30. 9 in 1. 10.



## OKTOBER

- » Usposabljanje voznikov, ki prevažajo nevarno blago – ADR – začetno in obnovitveno, osnovno in specialistično. Od 8. do 10. 10.
- » Usposabljanje iz varnosti in zdravja pri delu ter varstva pred požarom za delavce elektro stroke ter elektrotehniško poučene delavce.
- » Usposabljanje za monterje in serviserje dvigal s preizkusom znanja iz VZD in VPP.
- » Načrtovanje in izdelava strojev v skladu z Direktivo o strojih 2006/42/ES.
- » Varno delo z nevarnimi kemikalijami. 15. 10.
- » Začetno in obnovitveno usposabljanje za varnostne svetovalce pri prevozu nevarnega blaga (pridobitev NPK). 20. do 22. 10.

## NOVO! POMOČ PODJETJEM IN USTANOVAM PRI IZVEDBI UKREPOV (NAČRTOVANJE, PRIPRAVA IN SPREJEM AKTOV IN POSTOPKOV):

- PREPREČEVANJE NASILJA, TRPINČENJA, NADLEGOVANJA IN PSIHOSOCIALNA TVEGANJA NA DELOVNEM MESTU,
- PREPOVED DELA POD VPLIVOM ALKOHOLA, DROG IN DRUGIH PREPOVEDANIH SUBSTANC,
- NAČRTOVANJE IN IZVAJANJE PROMOCIJE ZDRAVJA NA DELOVNEM MESTU

## NOVO! NA ŽELJO NAROČNIKA OZ. ZAKLJUČENE SKUPINE ORGANIZIRAMO DELAVNICE "NEVARNOST NASILJA TRETJIH OSEB".

## Naročanje Delo in varnost 60let

### Strokovna revija za varnost in zdravje pri delu ter varstvo pred požarom

Revija Delo in varnost izhaja že od leta 1955. Delo in varnost se ponaša s kakovostnimi strokovnimi in znanstvenimi vsebinami, s katerimi bralci širijo svoje strokovno znanje in nadgrajujejo delovno področje. Na leto izide šest števil.

#### Vabimo vas k soustvarjanju revije - posredujte nam svoje mnenje

Vedno so dobrodošli ne le vaši članki, temveč tudi vaši predlogi, mnenja, kritike. Pošljete nam jih lahko na naslov [deloinvarnost@zvd.si](mailto:deloinvarnost@zvd.si) ali izpolnite anketni vprašalnik na strani [www.zvd.si/zvd/podrocja-dela/revija-delo-in-varnost](http://www.zvd.si/zvd/podrocja-dela/revija-delo-in-varnost). Vaša mnenja in predlogi nam pripomorejo k izboljšavam, vsebine izpod peres strokovnjakov pa bogatijo znanje vseh, ki se ukvarjajo z obravnavanimi tematikami.

#### Naročila na revijo Delo in varnost in več informacij:

Pokličite (01) 585 51 28, pišite nam na [deloinvarnost@zvd.si](mailto:deloinvarnost@zvd.si) ali obiščite [www.zvd.si](http://www.zvd.si).



Center za  
medicino  
dela.

Center za  
medicino  
športa.

Center za  
tehnično  
varnost in  
strokovne  
meritve.

Center za  
fizikalne  
meritve.

# Je vaša okolica onesnažena?

V **Centru za fizikalne meritve** ugotavljamo vire onesnaženja ter njihov vpliv na okolje, prebivalstvo in zaposlene.

V okviru **Centra za fizikalne meritve** delujejo laboratoriji za:

- dozimetrijo,
- merjenje specifičnih aktivnosti radionuklidov,
- fizikalne meritve in
- ekologijo in toksikologijo.

Naše storitve omogočajo hitro ukrepanje v primeru, da so izmerjena nevarna odstopanja od ciljnih vrednosti škodljivih snovi - v delovnem ali življenjskem okolju ali že v organizmu. Z njimi pa omogočamo tudi mirno in brezskrbno delo in življenje.

Zavod za varstvo pri delu. **Zagotavljamo varno in zdravo delovno in življenjsko okolje.**

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.  
Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana-Polje

T: +386 (0)1 585 51 00  
F: +386 (0)1 585 51 01  
E: info@zvd.si  
www.zvd.si

**ZVD**  
Zavod za varstvo pri delu