

# Promocija zdravja v proizvodnji kristalnega stekla

## Health Promotion in Crystal Glass Manufacturing

### Avtor:

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

### Povzetek

Za doseganje zdravja mora biti vsak posameznik oziroma skupina zmožen ugotoviti in uresničiti svoje želje, zadovoljevati potrebe in spreminjati oziroma obvladovati svoje okolje. Kristalno steklo sicer nima kemijske kristalne strukture, vendar to ime uporabljamo v komercialne namene, da bi poudarili lepoto in posebnost svinčenega stekla. Delavci steklarne s svinčnim steklom, ki so bili zajeti v analizo za postavitev plana promocije zdravja, so najprej izpolnili anketni vprašalnik, na katerem so se morali opredeliti glede delovnega mesta, delovne dobe v področju s povišano koncentracijo svineca ter zdravstvenih težav, ki se pojavijo ob dolgotrajni izpostavljenosti svincu. Poleg ankete smo opravili tudi ekološki in biološki monitoring ter na osnovi rezultatov pripravili plan promocije zdravja: izobraževanje, uporabo osebne varovane opreme, delovne obleke, umivanje, tuširanje, biološki in ekološki monitoring, odsesovanje ...

Ključna smer v promociji zdravja (dvig ozaveščenosti, zdravja, zadovoljstva in delovne uspešnosti) je, da z znanjem poleg same stroke okrepimo tudi delavce in delodajalce ter preko njih družbo v celoti.

**Ključne besede:** promocija zdravja, steklarstvo, svinec, biološki monitoring

### Abstract

In order to be healthy, every individual or group of people must be able to determine and realize their ambitions, satisfy their needs and modify and control their environment. While the chemical structure of crystal glass isn't crystalline, we use the word "crystal" for commercial purposes, to highlight the beauty and uniqueness of lead glass. Workers of the lead glass factory who were the subjects of the preliminary analysis for the creation of a health awareness plan first filled out a questionnaire on which they had to indicate their job at the factory, the time they had spent working with increased levels of lead, and any problems with their health that occur due to long-term exposure to lead. In addition to the questionnaire, we also carried out eco- and bio-monitoring activities and used their results to formulate a health awareness plan: education, use of personal protective equipment, workwear, washing, showering, bio- and eco-monitoring, ventilation, etc. The key to successful health promotion (increase of awareness, health, well-being and productivity) is to educate professionals as well as employers and employees and, finally, the society as a whole.

**Key words:** health promotion, lead, glass factory, biological monitoring



## UVOD

Tveganje za izpostavljenost svincu se pojavlja v številnih industrijskih panogah ter pri različnih poklicih [1]. Svinču so izpostavljeni rudarji v rudnikih svinca, delavci v proizvodnji akumulatorjev, baterij, streliva, kristalnega stekla, porcelana in keramike, svinčenih barv, v livarstvu, pri rezanju, struženju s svincem pobarvanih kovin, pri taljenju oz. topljenju svinca, pri obnavljanju starin in popravljanju avtomobilov ter delavci v gradbeništvu [6, 15, 18, 24]. Večina trdnih kovinskih svinčevih produktov je relativno varnih pri normalni uporabi in le redko predstavljajo pomembno zdravstveno tveganje. Nevarnost pa postane večja pri različnih obdelavah, kot so segrevanje, drobljenje, brušenje, struženje, pršenje ali žganje kovinskih površin. Skratka pri vseh procesih segrevanja in taljenja svinca ali njegovih spojin kot tudi pri delu s svinčnim prahom je možna zastrupitev s svincem [14]. Toksičnost svinčenih spojin je premosorazmerna njihovi topnosti v vodi. Bolj toksične so organske spojine kot anorganske (PbO<sub>4</sub>) [7, 8, 28]. So pa možne tudi bolj banalne zastrupitve, kot so zastrupitev z barvami za lase in drugimi kozmetičnimi preparati, z domačimi ali pripravki alternativne medicine ter kostno moko živali, ki so se hranile v bližini talilnic svinca.

Glavni učinki absorbiranega svinca so posledica povečane afinitete do sulhidrilnih skupin (inhibicija encimov s temi skupinami), kar omogoča motnje proteinskih in encimskih funkcij [16, 27]. Anemija po vnosu svinca je posledica inhibicije sinteze hema in pospešenega propada eritrocitov. Spremembe na ledvicah so še reverzibilne pri manjših obremenitvah, ker zgodnje spremembe prizadenejo le proksimalne tubule. Večja izpostavljenost pa vodi v intersticijsko fibrozo in napredovalo okvaro ledvic [10, 17, 26]. Predpostavlja se, da svinec vpliva na renin-angiotenzinski sistem in s tem povzroča povišan krvni tlak [29].

Koncentracije, pri katerih naj bi prišlo do teh učinkov, so se z leti spreminjale. Dolgo časa je bila zgornja dovoljena meja 300 µg/l, ki jo je postavil WHO, saj je to meja, kjer se že začnejo pojavljati prvi klinični znaki. Danes že vemo, da se subklinični znaki pojavijo pri precej nižjih koncentracijah, še posebej pri razvoju možganov ter pri srčno-žilnem sistemu in ledvicah [19, 20, 25]. Pri otrocih so bili dokazani kognitivni deficiti pri koncentracijah samo 20 µg/l in zadnji dokazi nakazujejo, da pravzaprav ni spodnje varne meje, kadar gre za izpostavljenost otrok in novorojenčkov [9, 12, 21, 22, 23]. Referenčna vrednost našega laboratorija je bila postavljena pri 150 µg/l, kar je tudi meja, kjer so se po do sedaj znanih podatkih začeli pojavljati znaki zaviranja encima v procesu sinteze hemoglobina (slo. oznaka D-DALK oz. ang. delta-ALAD) in s tem delovanje na ostale organske sisteme.

## PROBLEM

Kristalno steklo je pravzaprav zavajajoč izraz, ker steklo nima kemijske kristalne strukture, vendar so to ime začeli uporabljati v komercialne namene, da bi poudarili lepoto in posebnost svinčenega stekla, ki je zmožen izjemnega loma svetlobe in ‚pseudokristalnega‘ učinka. Svinčeno steklo je vrsta stekla, v katerem svinec nadomesti kalcij v klasični pepeliki, ki se je npr. v glažutah uporabljala za zniževanje tališča kremenčevega stekla, ki je sicer pri 1723 °C. Bolj kot je bila pepelika prečiščena in bela, čistejša je bilo steklo [13]. Oče t. i. svinčenega stekla naj bi bil Anglež George Ravenscroft, ki je leta 1674 odkril, da dodatek svinčenega oksida (od 10 do 30 %) izboljša končni videz, podaljša obdelovalni čas in še lažje se ga tali – tudi s premogom [30]. Zaradi kasnejših zdravstvenih učinkov je veliko steklarn prenehalo z izdelavo svinčenega stekla ali pa so proizvodnjo preusmerili v tako imenovani neosvinčeni kristal, kjer svinčev oksid zamenjajo z drugimi oksidi (barijev, kalijev in cinkov). V EU naziv svinčeni kristal pripada samo izdelkom, ki vsebujejo 24 % ali več odstotkov svinčenega oksida. Če je le-tega manj, ali pa če se uporablja druge vrste oksidov, mora biti označen kot kristalinsko oz. kristalno steklo. V naši steklarni uporabljajo 3 peči za taljenje stekla. Na lončeni peči talijo skoraj izključno barvni kristalin, ki ne vsebuje svinčenega oksida (vsebuje pa druge okside, ki dajejo barvo). Peč KP3 se uporablja za taljenje kristalina (z 2–5 % vsebnostjo svinca) in peč EP2 za taljenje svinčenega kristala (24 % vsebnost svinca).

Zakaj sploh dodajanje svinca? Iz praktičnih izkušenj so do odgovorov prišli že v 17. stoletju, danes pa znamo to utemeljiti tudi znanstveno. Kemijsko z dodatkom težke kovine pridobimo na masi, gostoti in s tem trdnosti (atomska teža svinca je 207,2, v primerjavi s kalcijem, ki je le 40,8). Največja lepota in uporabnost svinčenega stekla pa se skriva v visokem refraktarnem indeksu svinca. Refraktarni indeks je merilo hitrosti svetlobe v določenem mediju in je izražen kot razmerje med hitrostjo svetlobe v vakumu in hitrostjo v mediju, ki ga ocenjujemo. Npr. refraktarni indeks navadnega stekla je 1,5, kar pomeni, da svetloba potuje v njem 1,5-krat počasneje kot v vakuumu. Z dodatkom svinca se lahko indeks poveča do 1,7. (diamant ima vrednost 2,3). Refraktarni indeks je pomemben, ker svetloba pri prehodu iz enega v drug medij spremeni smer oz. se razprši in dobimo t. i. efekt prizme. Višji kot je refraktarni indeks, večja je ločitev svetlobnega spektra oz. disperzija (razpršitev) barv. Še dodatno razpršitev se da doseči s končno obdelavo in brušenjem. Zelo uporabna kvaliteta svinčenega stekla je tudi njegova nižja viskoznost v primerjavi z običajnim steklom, ker ga lahko zaradi tega obdelujejo pri nižjih temperaturah. Značilen zvok svinčenega stekla ravno tako izhaja iz njegove kemijske strukture. Kalijevi ioni so namreč v svinčenem steklu povezani močneje, ob udarcu absorbirajo manj energije, zato pa steklo izrazito zaoscilira in proizvede svoj značilen zvok [30].

## MONITORING SVINCA

Glede na sedanje znanje je ocenjeno, da je koncentracija svinca v krvi najboljši kazalec trenutne (sedanje) absorpcije svinca, lahko pa je tudi dober kazalec dolgotrajne pretekle izpostavljenosti svincu (kumulativne izpostavljenosti) [5].

**Čas vzorčenja pri analizi svinca v krvi ni pomemben** [4, 5]. Analiza svinca v urinu služi za oceno trenutne (sedanje) izpostavljenosti [4, 5]. Glede časa vzorčenja se svetuje enkratni vzorec ali urin zbran v 24 urah [4]. Testi bioloških odgovorov, kot so merjenje prostega protoporfirina, cink protoporfirina ter dehidrataza delta-aminolevulinske kisline (D-DALK) v eritrocitih, so uporabni pri ocenjevanju bioloških učinkov povezanih s svincem [5]. Koproporfirin v urinu je nespecifičen biološki kazalec, ki se v zadnjem obdobju ne priporoča za biološki nadzor izpostavljenosti [5]. Delta-aminolevulinska kislina (DALK) v urinu je biološki kazalec, ki se uporablja predvsem za monitoring oseb, poklicno izpostavljenih svincu (pri več 400 µg Pb/L krvi), vendar je bolj primeren na nivoju skupine [5]. Dehidrataza delta-aminolevulinske kisline (D-DALK) v eritrocitih je najbolj občutljiv indikator tako akutnih kot tudi kroničnih učinkov svinca, pri čemer se njena aktivnost niža z višanjem vsebnosti svinca v krvi [15]. Kljub temu, da je določanje D-DALK senzitivna metoda, pa nestabilnost omejuje uporabnost za nadzor izpostavljenih oseb [5]. **Čas vzorčenja pri tem ni pomemben. Zmanjšana aktivnost D-DALK se pojavi, ko je koncentracija svinca v krvi v območju 50–199 µg/L** [24]. Prosti porfirin in cink porfirin v eritrocitih sta biološka kazalca, ki se priporočata za presejalne namene pri poklicni in okoljski izpostavljenosti ter sta enako pomembna pri nadzoru tako posameznikov kot tudi skupine [11,5]. Koncentracije cink porfirina začnejo naraščati pri krvni koncentraciji svinca, ki presega območje od 200 do 500 µg/L [5]. Biološke mejne vrednosti (R Slovenija): elementarni svinec in anorganske spojine 400 µg/L za moške in 300 µg/L za ženske, dehidrataza delta-aminolevulinske kisline v krvi 15 U/l E, eritrocitni protoporfirin v krvi 2,67 µmol/l E [4].

V ekološkem monitoringu (inhalabilni prah je analiziran na vsebnost svinca po metodi z elektrotermično atomsko absorpcijsko spektroskopijo (ETAAS) na IJS v Ljubljani) je bila ugotovljena presežena vrednost svinca v prostoru za suho čiščenje na brusilnem stroju za 1,7-krat, v brusilnici z mokrim brušenjem so bile koncentracije svinca na vseh merjenih mestih višje od dovoljenih (sredina prostora za 1,8-krat, 1. stroj za 6,1-krat in 2. stroj za 2,0-krat). V celicah z brusilnimi stroji, kamor delavec vstopa le občasno, je koncentracija svinca v inhalabilnem prahu presegla dovoljeno vrednost 0,1 mg/m<sup>3</sup> [11] za 8-urno izpostavljenost za 4-krat [3].

## MATERIAL IN METODE:

Vsak delavec, ki je bil zajet v biomonitoring, je najprej izpolnil anketni vprašalnik, na katerem se je moral opredeliti glede delovnega mesta, delovne dobe, delovne dobe v področju s povečano koncentracijo svinca, oddaljenostjo od tovarne, števila otrok ali morebitnih splavov ter zdravstvenih težav. Pri tem smo spraševali ciljano po najpogostejših težavah, ki se pojavijo ob dolgotrajni izpostavljenosti svincu.

Kri je bila v prostorih steklarne odvzeta v epruvete za

elemente v sledovih z dodatkom natrijevega heparina in transportirana v UKC Ljubljana, na Inštitut za klinično biokemijo. Poleg elementov v sledovih smo odvzeli tudi kri za klasične preiskave (hemogram, biokemija (sečnina in kreatinin)).

Svinec v krvi smo analizirali z metodo elektrotermične atomske absorpcijske spektrometrije (ETAAS - Zeeman) na aparatu SpectrAA-800, Varian, v prostoru s filtriranim zrakom. Za kalibracijo je bil uporabljen Pb Tritisol Standard Merck, za kontrolo pa Seronorm Whole Blood (SERO, L1-21 µg/L in L2-396 µg/L).

Meritev katalitične koncentracije D-DALK (delta-ALAD) je bila izvedena na spektrofotometru UV-1601 Shimadzu, s kolorimetrično metodo (perklorna kislina, triton x-100, fosfatni pufer, substrat δ-ALA, Ehrlich-ov reagent, trikloroacetna kislina).

## REFERENČNE VREDNOSTI LABORATORIJA

Upoštevali smo referenčne vrednosti laboratorija, ki je opravljal preiskave. Za svinec je zgornja meja normalne vrednosti 150 µg/L, povišane vrednosti pa smo razdelili v:

- » 150–200 µg/L ZMerno Povišane;
- » 200–250 µg/L Srednje Povišane;
- » >250 µg/L Zelo Povišane.

Za D-DALK oz. delta-ALAD je normalna katalitična aktivnost >500 nkat/l, znižane vrednosti smo razdelili v:

- » 400–500 nkat/l Zmerno Znižana;
- » 300–400 nkat/l Srednje Znižana;
- » < 300 nkat/l Močno Znižana.

K Eritrociti 4,5 do 6,3 (moški) in 4,2 do 5,4 (ženske) 10<sup>12</sup>/L  
Hemoglobin 140 do 180 (moški) in 120 do 160 (ženske) g/L  
Sečnina 2,8 do 7,5 mmol/l  
Kreatinin 44 do 97 mikromol/l

## REZULTATI

V raziskavo je bilo vključenih 151 zaposlenih v starostnem razponu od 21 do 53 let: 81 žensk (53,7 %) s povprečno starostjo 43,6 let (±2,8 leta) in 70 moških (46,3 %) s povprečno starostjo 42,8 let (±6,3 leta).

Največji delež vključenih v raziskavo je iz starostne skupine 41 do 45 let (58,9 %), sledita pa starostni skupini od 41 do 45 let in od 36 do 40 let.

23 (15,2 %) jih dela v okolju z svincem do 10 let, 27 (17,9 %) od 11 do 20 let, 46 (30,5 %) od 21 do 25 let, 52 (34,4 %) od 26 do 30 let in 3 (2 %) več kot 30 let.

62 jih dela na dekoraciji stekla – brušenje, 39 na dekoraciji stekla – suho čiščenje, 17 na grobem brušenju, ostali na elektro peči na avtomatski proizvodnji ali kot steklopihalci, na pripravi zmesi, talilnici in drugih delih.

Največ vključenih v raziskavo dela na delovnem mestu



brušenja (dekoracije) stekla 41,1 %, sledijo brusilci (dekoracija stekla) na suhem brušenju 25,8 % in grobega brušenja 11,3 %.

V biološkem monitoringu smo ugotovili naslednje vrednosti:

- » povprečna vrednost koncentracije **svinca: 145,9 µg/l** (normalna vrednost za zdravo populacijo je pod 150 µg/l), najvišja izmerjena vrednost je **276 µg/l**, najnižja pa **20 µg/l**;
- » povprečna vrednost **Delta-ALAD (D-DALK) je 592,1 nkat/l** (normalna vrednost za zdravo populacijo je več kot 500 nkat/l), najnižja izmerjena vrednost je **99 nkat/l**, najvišja pa **1565 nkat/l**;
- » povprečna vrednost **eritrocitnih protoporfirinov je 2,0 nmol/gHb** (normalna vrednost za zdravo populacijo je do 9 nmol/gHb), najvišja izmerjena vrednost je **14,2 nmol/gHb**, najnižja pa **0,3 nmol/gHb**.

Povprečna vrednost hemoglobina pri celotni preiskovani populaciji je bila 145 g/L (SD 12,6) – normalne vrednosti od 120 do 180 g/L, sečnine 5,3 mmol/L (SD 1,2) – normalne vrednosti 2,8 do 7,5 mmol/L in kreatinina 75,6 mikromola/L (SD 16,7) normalne vrednosti kreatinina 44 do 97 mikromola/L.

**Tabela 1: Obremenitev s svincem v celotni skupini pregledanih delavcev**

SVINEC	št. oseb
normalna vrednost (do 150 µg/l)	83
zmerno ↑ (150–199 µg/l)	43
srednje ↑ (200–249 µg/l)	21
zelo ↑ (nad 250 µg/l)	4

Delta-ALAD (slovensko: D-DALK)	št. oseb
normalna vrednost (več kot 500 nkat/l)	86
zmerno ↓ (401–500 nkat/l)	29
srednje ↓ (301–400 nkat/l)	25
zelo ↓ (manj kot 300 nkat/l)	11

Eritrocitni protoporfirini	št. oseb
norm. vrednost (do 9 nmol/gHb)	150
povišana vrednost (nad 9 nmol/gHb)	1

56 % preiskovanih ima ugotovljene vrednosti v normalnih mejah, 28,5 % zmerno, 13,9 % srednje in 2,65 % zelo povišanih vrednostih svinca v krvi.

57 % preiskovanih ima ugotovljene vrednosti v normalnih mejah, 19,2 % zmerno, 16,6 % srednje in 7,28 % zelo povišanih vrednostih D-DALK v krvi.

Preko 99 % preiskovancev ima vrednosti EPP v dogovorjenih normalnih vrednostih.

Pri delavcih, kjer so ugotovljene vrednosti zelo povišane, smo za 6-mesečno obdobje odsvetovali delo v okolju

izdelave oz. obdelave kristalnega stekla, pri srednji prekoračitvi smo predlagali dosledno uporabo osebne varovalne opreme (in drugih organizacijskih in tehničnih ukrepov) ter ponovitev biološkega monitoringa čez 3 ter pri zmerno prekoračenih vrednostih čez 6 mesecev. Pri delavcih z normalnimi vrednostmi smo predlagali ponovitev čez 2 leti.

**Tabela 2: Obremenitev s svincem – število oseb z navedeno vrednostjo, po delovni dobi**

Delovna doba v steklarni (let) in št. zaposlenih	SVINEC				Delta-ALAD (D-DALK)			
	norm.	zmerno ↑	srednje ↑	zelo ↑	norm.	zmerno ↓	srednje ↓	zelo ↓
do 10 let (15)	10	4	0	1	9	4	1	1
11–20 let (21)	13	5	2	1	15	1	3	2
21–25 let (53)	28	15	10	0	24	12	14	3
26–30 (58)	31	17	9	1	38	10	6	4
31–35 (4)	2	1	0	1	1	1	1	1



**Tabela 3: Sprememba zdravstvenega stanja v zadnjih 3 mesecih od bolj do manj pogoste težave**

Težava	Št. pozitivnih odgovorov	Odstotek anketirancev
Utrujenost	94	62,30 %
Pozabljivost	79	52,30 %
Slab spanec	58	38,40 %
Razdražljivost	57	37,70 %
Glavobol	53	35,10 %
Motnje vida	48	31,80 %
Slabost prijema v rokah	46	30,50 %
Bolečine v mišicah	44	29,10 %
Pretirana zaspanost	30	19,90 %
Nemir	29	19,20 %
Depresija	29	19,20 %
Čezmerno znojenje	26	17,20 %
Vrtoglavica	25	16,60 %
Motnja menstrualnega cikla	12 (od 81 žensk)	14,80 % (žensk)
Težko se zberem	16	10,60 %
Zaprto	16	10,60 %
Tresenje prstov rok	15	9,90 %
Bolečine v trebuhu	13	8,60 %
Mišična slabost	13	8,60 %
Občutek strahu	12	7,90 %
Okornost	12	7,90 %
Spremenjen občutek za dotik	11	7,30 %
Driska	7	4,60 %
Zadah iz ust	6	4,00 %
Izguba apetita	5	3,30 %
Hujšanje	3	2,00 %
Zmanjšan libido	1 (od 70 moških)	1,40 % (moških)
Slabost	2	1,30 %
Krči v trebuhu	1	0,70 %

V anketi izpostavljenih težav zaposlenih prednjači utrujenost z 62 %, sledi pozabljivost z 52 %, slab spanec, razdražljivost in glavobol s preko 35 % deležem, motnje vida z nekaj nad 30 %, ter slabost prijema v rokah in bolečine v mišicah z okrog 30 % deležem.

Ugotovitve iz vprašalnika lahko združimo v nekaj skupin:

- » razpoložensko-kognitivne motnje: utrujenost, pozabljivost, razdražljivost, nemir, motnje koncentracije, slab spanec, pretirana zaspanost, depresija, občutek strahu, čezmerno znojenje;
- » živčno-mišične motnje: bolečine v mišicah, mišična slabost, spremenjen občutek za dotik, okornost, slabost prijema v rokah, tresenje prstov rok;
- » nevrološke motnje: glavobol, vrtoglavica, motnje vida;
- » prebavne motnje: slabost, hujšanje, izguba apetita, zadah iz ust, bolečine v trebuhu, zaprtost, krči v trebuhu, driska;
- » motnje menstruacije in libida: zmanjšan libido pri moških in motnje menstrualnega ciklusa pri ženskah.

IF ugotovljenih težav je 284 iz področja razpoložensko-



kognitivnih motenj (skoraj 3 težave iz tega področja pri posamezniku), 93,3 iz področja živčno-mišičnih motenj (skoraj ena težava pri vsakem anketiranem), 84,1 iz področja nevroloških motenj (skoraj ena težava iz tega področja pri vsakem anketiranem), 35,1 iz področja prebavnih motenj ter 8,7 iz področja motenj menstrualnega ciklusa in libida. V ospredju so torej težave s področja razpoložensko-kognitivnih motenj.

## RAZPRAVA

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

Nekateri drugi učinki (npr. povečana proteinurija pri izpostavljenosti svincu in drugim težkim kovinam) pa predstavlja v bistvu že škodljive zdravstvene učinke (prizadetost funkcije levic ...), ki jih vrednotimo v programu odkrivanja zgodnjih zdravstvenih okvar na obdobjih preventivnih zdravstvenih pregledih. 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 [7, 8].

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 je obsežnejša od biološkega nadzora (uporaba kliničnih usmerjenih preiskav) in se uporablja za daljše obdobje [7, 8].

Toksični učinki svınca zajemajo širok spekter laboratorijskih in kliničnih manifestacij, ki variirajo od subtilnih, subkliničnih biokemičnih abnormalnosti do resnih, nujnih kliničnih stanj. Svinec povzroča škodljive učinke na hematopoetičnem, živčnem, prebavnem, ledvičnem, kardiovaskularnem in reproduktivnem organskem sistemu [5, 15, 18]. Znano je, da je zastupitev s svincem danes v večini primerov kronična bolezen, povzročena s postopnim akumuliranjem svınca v telesu [5, 15]. Zaradi kopičenja svınca v telesu so akutni simptomi običajno manifestacija (sub)kronične zastupitve [2].

V raziskavo je bilo vključenih 151 delavcev steklarne R (81 žensk s povprečno starostjo 43,6 let in 70 moških s povprečno starostjo 42,8 let. Največ (62) jih dela na brušenju – dekoraciji stekla, 39 na suhem čiščenju, 17 na grobem brušenju, ostali pa (izključno moški) na elektro peči, kot steklopihači, v talilnici in drugih (vzdrževalnih in vodstvenih delih). Z meritvami je bilo ugotovljeno, da vrednosti na številnih delovnih mestih prekoračujejo dovoljene vrednosti (meritve so opravljene v zraku, torej brez upoštevanja uporabe osebne varovalne opreme). Najvišje povprečne vrednosti svınca so bile ugotovljene pri delavcih priprave zmesi (206), steklopihačih in strojnikih in najnižje pri vodilnih delavcih (95) ter najvišje vrednosti D-DALK pri grobem čiščenju (763,5), vodilnih delavcih, talilničarjih in najnižje pri pripravi zmesi (238,3).

## ZAKLJUČEK RAZISKAVE

Na podlagi opravljenih ekoloških meritev v delovnem okolju steklarne ter opravljenega biomonitoringa v okviru promocije zdravja predlagamo naslednje aktivnosti:

- » izobraževanje vseh izpostavljenih delavcev o potencialnih vplivih svınca na zdravstveno stanje – projekt pooblaščenega zdravnika;
- » dosledno uporabo osebne varovane opreme (zaščitne maske, delovna obleka) – projekt službe varstva pri delu;
- » delovna obleka (kombinezoni) se dosledno uporablja le v delovnem okolju in podjetje skrbi tudi za čiščenje oz. pranje (vzdrževanje) delovne obleke – projekt službe varstva pri delu;
- » dosledno umivanje pred hranjenjem oz. drugimi higienskimi ukrepi – projekt službe varstva pri delu;
- » dosledno tuširanje pred odhodom iz delovnega okolja – projekt službe varstva pri delu;
- » natančen in dosleden biološki monitoring izpostavljene populacije glede na predlog plana po opravljenem temeljnem monitoringu – skupni projekt pooblaščenega zdravnika – izvajalec medicine dela in službe varstva pri delu;
- » ekološki monitoring vseh izpostavljenih delovnih mest ter nadaljevanje monitoringa po načrtu glede na predhodne ugotovitve – karta izpostavljenosti in označevanje izpostavljenosti ter rotacija;
- » ureditev odsesovanja, lokalne in systemske ventilacije v vseh delovnih okoljih (plan aktivnosti ter kontrola ustreznosti) – projekt podjetja ter evalvacija – ocena ustreznosti izvedenih ukrepov;
- » analiza potrebnosti količine svınca v svinčevi masi – projekt tehnologije;
- » analiza vpliva delovnega okolja na počutje oz. zdravstvene težave zaposlenih leto dni po prvi preiskavi – projekt pooblaščenega zdravnika.

V naslednji stopnji bomo pristopili še k ostalim aktivnostim promocije zdravja (projekti pooblaščenega zdravnika – izvajalca medicine dela):

- » proučevanje zdravstvenih posledic dela zaradi izpostavljenosti lokalnim vibracijam;
- » proučevanje zdravstvenih posledic dela zaradi izpostavljenosti prahu;
- » proučevanje zdravstvenih posledic dela zaradi nočnega dela;
- » proučevanje zdravstvenih posledic dela zaradi ponavljajočih se gibov v zapestnem preходу (sindrom karpalnega kanala);
- » proučevanje zdravstvenih posledic dela zaradi neergonomskih prisilnih drž;
- » proučevanje zdravstvenih posledic dela zaradi IR sevanja steklopihačev ... ■



## REFERENCE

1. Anon Committee on Lead in the Human Environment. Lead in the Human Environment. Washington DC; Environmental Studies Boatd, Commission on Natural Resources, National Research Council, National Academy of Sciences; 1980.
2. Anon European Commission. Information notices on diagnosis of occupational diseases: a guide to diagnosis. Office for Official Publications of the European Communities Luxemburg 2009: 54–7.
3. Anon. Poročilo ZVD CFM LET 20110403, Poročilo ZVD CFM LET 20120018, Poročilo ZVD CFM LET 20120018/A, Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, 2011/12
4. Anon Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu. Ur list RS 2001; 100: 10209–10260.
5. Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu. Ur list RS 2010; 102.
6. Anon World Health Organization. Inorganic lead. In: Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace. Geneva: WHO, 1996; 1: 112–131.
7. Anon World Health Organisation. Biological Monitoring of Metals. Geneva:WHO, 1994. Bilban, M., Medicina dela 1999, Ljubljana: ZVD - Zavod za varstvo pri delu.
8. Bilban M. Health Impact of Elevated Levels of Lead Encountered in the Manufacture of Crystal Glass, Coll Antropol 39 (2015) 4: 915–22.
9. Binns, H.J., C. Campbell, and M.J. Brown, Interpreting and managing blood lead levels of less than 10 microg/dL in children and reducing childhood exposure to lead: recommendations of the Centers for Disease Control and Prevention Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention. Pediatrics, 2007. 120(5): p. e1285–98.
10. Bonacker D, et al., Genotoxicity of inorganic lead salts and disturbance of microtubule function. Environ Mol Mutagen, 2005. 45(4): p. 346–53.
11. Cardenas-Bustamante O, Varona-Urbe ME, Nuez-Trujillo SM. Correlation of protoporphyrin zinc with lead in blood in workers of the car industry in Bogota, Colombia. Salud Publica Mex 2001; 43(3):203–10.
12. Chandramouli, K., et al., Effects of early childhood lead exposure on academic performance and behaviour of school age children. Arch Dis Child, 2009. 94(11): p. 844–8.
13. Davison, S., Conservation and restoration of glass 2003: Butterworth-Heinemann.
14. Durakovič in suradnici, Klinička Toksikologija 2000, Zagreb: Grafos.
15. Fischbein A, Howard H. Occupational and Environmental Exposure to Lead. In Rom WN, ed. Environmental and Occupational Medicine. 4th ed. Philadelphia, Baltimore, New York, London, Buenos Aires, Hong Kong, Sydney, Tokyo: Lippincott Williams&Wilkins, 2007: 955–990.
16. Fullmer, C.S., S. Edelstein, and R.H. Wasserman, Lead-binding properties of intestinal calcium-binding proteins. J Biol Chem, 1985. 260(11): p. 6816–9.
17. Gonick, H.C., Nephrotoxicity of cadmium & lead. Indian J Med Res, 2008. 128(4): p. 335–52.
18. Henretig FM. Lead. In:Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Howland MA, Hoffman RS, Nelson LS, eds. Goldfrank's Toxicologic Emergencies. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid : McGraw-Hill, 2002: 1200–1248.
19. Kim, R., et al., A longitudinal study of low-level lead exposure and impairment of renal function. The Normative Aging Study. JAMA, 1996. 275(15): p. 1177–81.
20. Kosnett, M.J., et al., Recommendations for medical management of adult lead exposure. Environ Health Perspect, 2007. 115(3): p. 463–71.
21. Lanphear, B.P., et al., Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. Environ Health Perspect, 2005. 113(7): p. 894–9.
22. Miranda, M.L., et al., The relationship between early childhood blood lead levels and performance on end-of-grade tests. Environ Health Perspect, 2007. 115(8): p. 1242–7.
23. Miranda, M.L., P. Maxson, and D. Kim, Early childhood lead exposure and exceptionality designations for students. Int J Child Health Hum Dev, 2010. 3(1): p. 77–84.
24. Moline JM, Landrigan PJ. Lead In: Rosenstock L, Cullen MR, Brodtkin CA, Redlich CA, eds. Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine. 2nd ed. Philadelphia, Edinburgh, New York, St Louis, Sydney, Toronto: Elsevier Saunders, 2005: 967–978.
25. Navas-Acien, A., et al., Lead exposure and cardiovascular disease--a systematic review. Environ Health Perspect, 2007. 115(3): p. 472–82.
26. Patočka, J., Organic lead toxicology.pdf. ACTA MEDICA (Hradec Králové), 2008. 51 (4): p. 209–213.
27. Rentschler, G., et al., Long-term lead elimination from plasma and whole blood after poisoning. Int Arch Occup Environ Health, 2011.
28. Skoczynska, A., [Renin-angiotensin-aldosterone system in chronic poisoning of rats with lead and cadmium]. Med Pr, 1995. 46(3): p. 239–46.
29. Šarić, M, E. Žuškin, Medicina rada i okoliša 2002, Zagreb: Medicinska naklada. 154–159
30. Tait, H., Five Thousand Years of Glass1995: British Museum Press

