

T. Dekanić, T. Pušić, I. Soljačić*

IZLOŽENOST RADNIKA KEMIKALIJAMA U KEMIJSKIM ČISTIONICAMA S OSVRTOM NA PERKLORETILEN

UDK 646.61:661.723.65]:613.632.3

PRIMLJENO: 10.4.2014.

PRIHVACENO: 24.8.2015.

SAŽETAK: *S obzirom da se u procesu kemijskog čišćenja tekstila primjenjuju organska otapala, koja mogu biti toksična, zapaljiva, eksplozivna i ekološki nepovoljna, kemijske čistionice podliježu propisima za zaštitu okoliša. Zakonom je regulirana granična vrijednost izloženosti (GVI) para otapala u radnom prostoru koja nije štetna za zaposlenika tijekom punog radnog vremena. Propisani su protokoli rukovanja kemikalijama, vođenja očevidnika, mjerenja emisije i zbrinjavanja otpada. Obvezno periodičko školovanje djelatnika omogućava stjecanje znanja o štetnim učincima kemikalija na ljudski organizam, čime se smanjuje potencijalni rizik opasnosti od neželjenih posljedica i nestručnog rukovanja štetnim kemikalijama.*

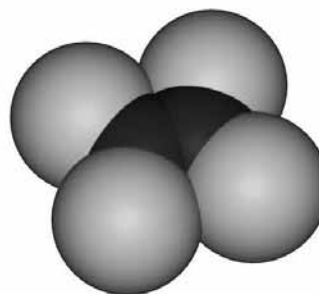
Ključne riječi: *kemijsko čišćenje, organska otapala, toksičnost, ekologija, GVI*

UVOD

U procesu kemijskog čišćenja tekstila tijekom povijesti primjenjivala su se raznolika otapala. Ekološkoj problematiki nije se pridavao značaj do 60-ih godina prošlog stoljeća. Od tog razdoblja počinje jačati ekološka svijest i zahtjevi, isprva na netoksičnost, a kasnije i na razgradljivost otapala. Danas je pojam ekologije primarno značajan i u primjeni, osim perkloretilena kojem su nametnuti strogi uvjeti maksimalno dopuštene emisije, od klasičnih otapala ostaju samo nova niskotoksična i teško zapaljiva ili nezapaljiva otapala (Soljačić, Pušić, 2012.).

U Republici Hrvatskoj kemijsko čišćenje isključivo se izvodi u tetrakloretenu, poznatijim pod nazivom perkloretilen (PER), koji je u tehnološkim uvjetima vrlo stabilan spoj jer je njegova

dvostruka veza zaštićena velikim atomima klora i k tome sadrži male količine stabilizatora (slika 1). Prema IARC-u (International Agency for Research on Cancer), perkloretilen se svrstava u 2A skupinu karcinogena, tj. vjerojatno karcinogenim za ljude (International Agency for Research on Cancer, 2014.).



Slika 1. Kalotni model PER-a
Figure 1. Molecular model of PERC

Za hlapljive organske spojeve definirane su granične vrijednosti izloženosti (GVI) štetnih tvari u zraku. GVI je granica od prosjeka vremenski izmjerenih koncentracija (prosječna koncentracija

*Dr. sc. Tihana Dekanić, (tdekanic@ttf.hr), prof. dr. sc. Tanja Pušić, prof. emeritus Ivo Soljačić, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb.

cija) štetnih tvari (para, plinova, aerosoli) u zraku radnih prostorija u zoni disanja radnika pri temperaturi 20 °C i tlaku 1013 mbara koja ne oštećuje zdravlje pri svakodnevnoj osmosatnoj izloženosti radnika uz uobičajene uvjete i minimalno fizičko opterećenje (Tablica 1). GVI za pare i plinove izražava se u ppm (parts per million - dijelova na milijun), što odgovara cm³ para otapala u m³ zraka.

Osim GVI, definirane su i propisane vrijednosti KGVI (kratkotrajne granične vrijednosti izloženosti) kojoj osoba može biti izložena najviše 15 minuta bez opasnosti za zdravlje, a takva izlaganja ne smiju se ponoviti više od četiri puta tijekom radnog vremena. Pri tome, između dviju izloženosti toj koncentraciji mora proći najmanje 60 minuta.

Kao treća granična vrijednost definirana je biološka granična vrijednost (BGV) prema Pravilniku o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima. BGV je koncentracija opasne kemikalije i/ili njezina metabolita, odnosno bioloških učinaka nastalih pod djelovanjem te kemikalije u organizmu koja se određuje u odgovarajućem biološkom uzorku (krv, plazma, mokraća, izdahnuti zrak) radnika profesionalno izloženih kemikalijama u svakodnevnom osmosatnom radu, uz normalne mikroklimatske uvjete i umjereno fizičko naprezanje, a kod koje prema sadašnjim spoznajama ne nastaju štetni učinci za zdravlje (*Trupčević, 2009.*)

Perkloretilen, unatoč tome što je nezasićeni spoj, zbog svoje specifične strukture pokazuje

Tablica 1. GVI i KGVI štetnih tvari u radnim prostorima

Table 1. PEL and STEL of harmful substances in work areas

| CAS broj | Otapalo | GVI | | KGVI | | Karc. kat. | Muta. kat. | Naznake, označavanje |
|-----------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------------|------------|----------------------|
| | | ppm | mg/m ³ | ppm | mg/m ³ | | | |
| 71-43-2 | Benzen | 1 | 3,25 | | | 1 | 2 | EU0; K; F, T |
| | Benzini | 100 | 300 | | | 2 | 2 | T |
| 75-44-5 | Fozgen | 0,02 | 0,08 | 0,1 | 0,4 | | | EU*; T+ |
| 8006-64-2 | Terpentinsko ulje | 100 | 566 | 150 | 850 | | | Xn, N |
| 109-99-9 | Tetrahidrofuran | 50 | 150 | 100 | 300 | | | EU*; K; F, Xi |
| 56-23-5 | Tetraklorugljik | 2 | 13 | | | 3 | | K; T, N |
| 127-18-4 | Tetrakloretilen | 50 | 345 | 100 | 689 | | | N, Xn |
| 71-55-6 | 1,1,1-Trikloretan | 100 | 555 | 200 | 1110 | | | EU*; Xn, N |
| 79-01-6 | Trikloretilen | 100 | 550 | 150 | 820 | 2 | 3 | T |
| 124-38-9 | Ugljikov dioksid | 5000 | 9000 | | | | | EU** |

CAS (Chemical Abstract Service Number – Broj kemijsko aktivne tvari)

Karc. kat. 1: dokazana karcinogenost za čovjeka

Karc. kat. 2: vjerojatno karcinogen za čovjeka

Karc. kat. 3: moguće karcinogeno djelovanje u čovjeka

Muta. kat. 1: mutageno za čovjeka

Muta. kat. 2: vjerojatno mutageno za čovjeka

Muta. kat. 3: moguće mutageno djelovanje u čovjeka

EU0; tvari za koje su utvrđene obvezujuće GVI prema Direktivi 2003/18/ EC, Direktivi 99/38/EC i Direktivi 98/24/EC

EU*: tvari za koje su utvrđene indikativne GVI prema Direktivi 2000/39/ EC

EU**: tvari za koje su utvrđene indikativne GVI prema Direktivi 2006/15/ EC

K: može štetno djelovati kroz kožu

F: lako zapaljivo

T+: vrlo otrovno

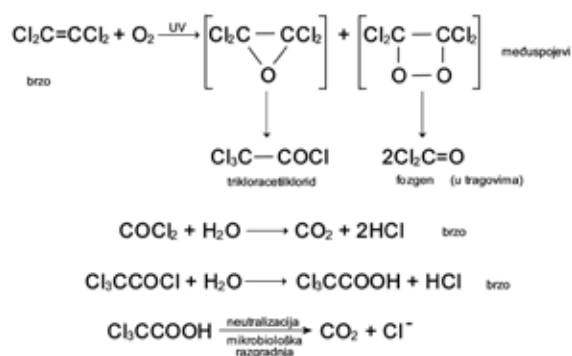
T: otrovno

Xn: štetno

Xi nadražujuće

N: opasno za okoliš

stabilnost prema hidrolitičkim, oksidativnim, reduktivnim i termičkim utjecajima u zatvorenom prostoru i bez prisutnosti svjetla. Djelovanjem UV zračenja i u prisutnosti kisika zbog povećane vibracije atoma u molekuli nastaje njegova oksidacija i raspad (slika 2). Upravo je to svojstvo s ekološkog stajališta njegova glavna prednost, jer se ne nagomilava u prirodi (*Soljačić, Pezelj, 1981., Soljačić, Pušić, 2009.*). Zbog toga se perkloretilen u kemijskim čistionicama čuva u metalnom, dobro zatvorenom spremniku s dvostrukom stijenkom, podalje od svjetlosti i direktnih sunčevih zraka.



Slika 2. Razgradnja PER-a pod utjecajem UV zračenja
Figure 2. Impact of UV irradiation on degradation of PERC

Fozgen nastao fotolizom brzo se razgrađuje na ugljikov dioksid i solnu kiselinu, dok trikloracetilklorid hidrolizom prelazi u trikloroacetnu kiselinu koja se zatim mikrobiološkom razgradnjom raspada u jednostavnije spojeve (*Soljačić, Pušić, 2013.*).

Cilj europskog zakonodavstva iz područja zaštite okoliša je sniženje emisija za zdravlje štetnih, kancerogenih i mutagenih hlapljivih organskih spojeva u okoliš. Pod pojmom hlapljivih organskih spojeva (VOC-*Volatile Organic Compounds*) podrazumijeva se široki spektar organskih spojeva, od kojih su najznačajnija skupina organska otapala.

U prosincu 1999. godine 30 članica Gospodarske komisije za Europu donijelo je Protokol kojim se zahtijevaju mjere smanjenja onečišćenja okoliša uz utvrđivanje gornjih granica za svaku zemlju. Republika Hrvatska obvezala se da će do 2010. godine smanjiti emisije hlapljivih organskih

spojeva za 14 % od vrijednosti iz 1990. godine (Vodič za provedbu uredbe o GVE).

Uredba o граниčnim vrijednostima emisije (GVE) onečišćujućih tvari iz stacionarnih izvora u zrak stupila je na snagu 28. veljače 2007. u Republici Hrvatskoj. Ovom Uredbom po prvi put se detaljnije propisuju GVE hlapljivih organskih spojeva nastalih uporabom organskih otapala u postrojenjima. Propisane su donje граниčne vrijednosti potrošnje otapala, što za proces kemijskog čišćenja znači ograničenje potrošnje perkloretilena od 2 %, tj. 20 g otapala po kg očišćenog i osušenog tekstila (*Dekanić, 2006., N.N., br. 21/07.*). Stupanjem na snagu Uredbe o GVE dana 25. listopada 2012., Uredba o граниčnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (*N.N., br. 21/07. i 150/08.*) prestala je važiti, a samim time i određene obveze djelatnika na postrojenjima u kojima se upotrebljavaju hlapljivi organski spojevi. U novoj Uredbi o GVE u članku 77. dan je popis aktivnosti u kojima se upotrebljavaju organska otapala, a граниčne vrijednosti emisija njihovih hlapljivih spojeva definirane su u Prilogu 2 iste Uredbe (Aktivnost 5. Kemijsko čišćenje). Prema dostupnim podacima Agencije za zaštitu okoliša (*Godišnji izvještaj o praćenju emisija hlapljivih organskih spojeva u zrak u 2012. u RH*), najveća emisija hlapljivih organskih spojeva u 2012. god. ostvarena je upravo u Aktivnosti kemijskog čišćenja (1.679,80 tona), od čega najviše u Gradu Zagrebu (554,40 tona), te županijama Zagrebačkoj (436,79 tona) i Koprivničko-križevačkoj (311,70 tona). Županije s najmanjom emisijom hlapljivih organskih spojeva bile su Požeško-slavonska (11,20 tona) i Ličko-senjska županija (9,76 tona). Za 2013. godinu podaci još nisu dostupni.

Uredba o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalija, eng. REACH (*Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals*) stupila je na snagu 1. lipnja 2007. godine. Zamijenila je mnogobrojne dotadašnje uredbe i regulative na području kemikalija. Za Republiku Hrvatsku provođenje ove odredbe započelo je danom ulaska u EU. Uredba REACH nastala je kao posljedica mnogih problema koji su se javljali u vezi s provedbom zakonodavstva EU-a na području kemikalija. Države članice EU-a imale su različitosti u svojim zakonima i

drugim propisima, što je stvaralo teškoće u funkcioniranju unutarnjeg tržišta. Zbog toga je uređen jedinstven sustav kako bi se zaštitilo ljudsko zdravlje i okoliš, osigurali preduvjeti za ostvarenje potpune i učinkovite kemijske sigurnosti na razini cijele EU, povećala konkurentnost i inovativnost, te poticao razvoj alternativnih metoda ocjenjivanja opasnosti tvari (*Ministarstvo zdravlja - Što je CLP?, 2014., Turk, 2013.*). Prema REACH-u, sve tvari uvezene u količinama većim od jedne tone na godinu trebaju se registrirati i evaluirati da bi se dalje mogle proizvoditi, uvoziti, stavljati u promet i upotrebljavati u EU. To znači da se za svaku kemikaliju moraju utvrditi sva fizikalno-kemijska, toksikološka i ekotoksikološka svojstva. Nadležno tijelo za provedbu Uredbe REACH u Hrvatskoj je Ministarstvo zdravlja, a za nadzor je ovlaštena sanitarna inspekcija (*Turk, 2013.*). Što se tiče Hrvatske i njezinih obveza, krajnji rok za usklađivanje je 12 mjeseci nakon pristupanja Europskoj uniji, dakle 1. srpnja 2014.

Osim REACH-a, u Republici Hrvatskoj na snazi je i Pravilnik o razvrstavanju, označavanju, obilježavanju i pakiranju opasnih kemikalija prema uzoru na Uredbu o razvrstavanju, označavanju i pakiranju tvari i smjesa 1272/2008/EC koja je stupila na snagu 20. siječnja 2009. CLP uredba (eng. Classification, Labelling, Packaging) donosi nove kriterije razvrstavanja i obilježavanja kemikalija. Umjesto znakova opasnosti u upotrebi su piktoگرامi. Osim što se razlikuju po boji, uglavnom su slični dosadašnjim simbolima. Oznake upozorenja R mijenjaju se u H oznake, a oznake obavijesti S mijenjaju se u P. CLP uredba zahtijeva od industrije da razvrsta, označi i pakira opasne

kemikalije prije stavljanja na tržište kako bi se zaštitili radnici, potrošači i okoliš. Ovaj novi sustav osigurava da se kemikalije razvrstavaju i označavaju na identičan način diljem svijeta, što ima za cilj pojednostaviti promet kemikalija (*Ministarstvo zdravlja - Što je CLP?, 2014., Turk, 2013.*).

IZLOŽENOST RADNIKA U KEMIJSKOJ ČISTIONICI

Kemijske čistionice obično se nalaze u naseljenim gradskim područjima, nerijetko u stambenim zgradama, te su zakonodavci uveli posebne mjere rada s perkloretilenom. Razvijene su nove tehnologije i novi tipovi zatvorenih strojeva za kemijsko čišćenje koji se često svrstavaju u bezemisijske.

Proces čišćenja izvodi se kontinuirano od pokretanja stroja do završetka. Po završetku čišćenja, otapalo se odvodi iz bubnja u destilator, tekstil se centrifugira i suši. Proces sušenja kontrolira se posebnim senzorom koji sprečava prerano otvaranje vrata stroja. Nakon što su pare otapala svedene na dopušteni minimum, stroj se može otvoriti i isprazniti. Nije moguće u potpunosti spriječiti izlazak para otapala u radni prostor, te je važno provoditi monitoring emisija para otapala u uvjetima rada. Mjerenja koncentracije perkloretilena u zraku u kemijskim čistionicama koje upotrebljavaju strojeve nove generacije (5. i 6. generacija) pokazala su da su koncentracije za radnu atmosferu ispod GVI (Tablica 2). Kod punjenja i/ili uklanjanja otapala iz stroja, također, se ne stvara emisija para otapala u prostor jer se postupak izvodi sustavom cijevi i spojnice koje to sprečavaju.

Tablica 2. Potrošnja PER-a izražena u postocima na količinu očišćene robe

Table 2. PERC consumption expressed as a percentage of the volume of cleaned textiles

| Tehnologija | Tip stroja | | kg PER/1000 kg očišćene odjeće* | | |
|-------------|------------|------------------|---------------------------------|----------|----------------|
| | | | hlapljivi | otpadni | ukupni gubitak |
| | stara | 1. generacija | 149 | 14 | 163 |
| | | 2. generacija | 81 | 14 | 95 |
| | nova | 3. generacija | 23 | 7-14** | 30-37 |
| | | 4.-5. generacija | ~ 3 | 7-14** | 10-17 |
| | | 6. generacija | <3 | <7 <14** | <10 <17 |

* podaci za strojeve koji rade u stvarnim uvjetima
 ** 7 kg s disk filtrima; 14 kg s uložnim filtrima
 dopušteno: 20 kg PER/1000 kg očišćene odjeće

Strogi propisi nametnuli su i obvezu pročišćavanja vode koja je bila u dodiru s PER-om. To je tzv. dodirna ili kontaktna voda koja u sustav dolazi iz tekstilija, sredstava za preddetaširanje, pojačivača i iz zračnih filtara. Ona je tijekom postupka kemijskog čišćenja vezana tenzidima kao solubilizirana voda. Nakon sušenja i destilacije oslobađa se od tenzida i ukapljuje zajedno s otapalom kao kondenzat. Odvaja se jednostavnim dekantiranjem u odjeljivaču budući da se voda i PER ne miješaju. Moderni odjeljivači imaju dodatnu komoru za skupljanje dodirne vode koja nakon pročišćavanja mora imati manje od 0,1 mg/l otapala – što je 5x niža vrijednost od dopuštene (*Soljačić, Pušić, 2013.*).

Putevi apsorpcije štetnih tvari u organizam

Glavni organi preko kojih neka štetna tvar može dospjeti u organizam su dišni putevi, koža i probavni sustav. Perkloretilen najčešće se u organizam unosi udisanjem ili preko kože, ali nisu nepoznati i slučajevi nenamjernog gutanja. Razlog ovome potonjem je isključivo nepažnja radnika i nepoštovanje osnovnih mjera zaštite.

Do udisanja para perkloretilena može doći za vrijeme uobičajenog rada, kao i tijekom održavanja stroja, mijenjanja filtra, te čišćenja destilatora. Gutanje nije uobičajeni put ulaska perkloretilena u organizam. Studije su pokazale da i dojilje mogu preko mlijeka (koje ima visoki sadržaj masti) svojoj djeci prenijeti perkloretilen upravo zbog njegove lipofilne prirode (*ATSDR, 2008., Whittaker, Cullison, 2013.*). Osim toga, perkloretilen može prijeći kroz plancetarnu membranu i uzrokovati smanjenu porođajnu težinu djeteta (*Whittaker, Cullison, 2013.*).

Osim perkloretilena, u kemijskim čistionicama upotrebljavaju se razne druge kemikalije i tvari, primjerice za lokalno otklanjanje zaprljanja s tekstilija, tzv. detaširanje. Neke od njih ulaze u kategoriju štetnih (*Dekanić, 2006.*). Na koji način će one djelovati na organizam ovisi o vrsti i sastavu, njezinoj koncentraciji u zraku i trajanju izloženosti, odnosno unesenoj količini. Radnici koji rade na poslovima detaširanja mogu biti izloženi kemikalijama na više načina – preko

kože, udisanjem para sredstava i dodiranjem s očima. Štetna tvar najčešće se može apsorbirati prodorom kroz rožnati sloj kože, kao i nekim drugim putevima, primjerice preko pora, uz korijen dlaka, preko različitih žlijezda i sl. Dišni putevi obuhvaćaju sve dijelove tijela od nosa do alveola kroz koje prolazi zrak do pluća. Na svakom od tih mjesta može se zbivati apsorpcija. Gdje će doći do nje i gdje će se zbivati u glavni ovisi o agregatnom stanju štetne tvari u zraku (plin, aerosol ili prašina). Plinovite štetne tvari raspršene u zraku najvećim dijelom se apsorbiraju u alveolama, gdje su u neposrednom dodiru s kapilarama, što za posljedicu ima vrlo brz prelazak u krvotok. Razlika između čvrstih i kapljičnih aerosola je u tome što je u slučaju kapljičnog oblika štetna tvar već otopljena i lakše prelazi kroz barijere, dok se kod čvrstih aerosola prvo mora obaviti proces otapanja u sluznicama. Iako je još jedan od puteva apsorpcije probavni sustav, nije isključeno da se nepažnjom i na taj način unese štetna tvar u organizam. U probavnom sustavu štetna tvar apsorbira se unosom na usta, jednjak, želudac, dvanaesnik i crijevo. Najvažnije mjesto apsorpcije je crijevo, zbog izrazito velike površine, dobre prokrvljenosti, prisutnosti tekućina i tvari koje poboljšavaju apsorpciju, dobrog kontakta sa sadržajem crijeva i drugih čimbenika. U posebnim slučajevima apsorpcija se može zbivati i u usnoj šupljini ako se u njoj zadrži dulje vrijeme, ako stalno ulazi u usta u malim količinama ili ako je sluznica usta znatnije oštećena. Želudac je manje važno mjesto apsorpcije zbog male površine sluznice, međutim zadržavanje štetne tvari u njemu može biti relativno dugo. Način na koji će doći do apsorpcije štetne tvari u organizam prvenstveno ovisi o agregatnom stanju štetne tvari koja je raspršena u zraku, ali i o obrambenom stanju organskih sustava - barijera (*Plavšić i sur., 2001., Plavšić i sur., 2006.*).

Simptomi trovanja

Akutni znaci otrovanja mogu biti različiti, ovisi o vrsti štetne tvari, količini, brzini i putu ulaska u organizam. Akutno trovanje događa se kod naglog izlaganja organizma štetnoj tvari. Kod otrovanja gutanjem najčešće se javlja muč-

nina, povraćanje i bol u trbuhu. Udisanje štetnih plinova nadražuje sluznicu dišnog susatava i uzrokuje kašalj, ubrzano disanje i gušenje. Štetne kemikalije poput kiselina i lužina mogu uzrokovati opekline, bilo na koži, bilo na sluznicama prilikom ingestije. Svi podaci o akutnim štetnim učincima neke kemikalije navode se u sigurno-tehničkom listu (STL) ili drugom odgovarajućem dokumentu koji je obavezan popratni dio svake kemikalije.

Kronična otrovnost javlja se pri duljem unosu štetne tvari u organizam. Obično su doze unosa u ovom slučaju znatno manje nego pri akutnom unosu. Podaci o kroničnoj štetnosti pojedinih kemikalija dobivaju se prvenstveno na životinjskom modelu, ali i epidemiološkim istraživanjima na skupinama ljudi koji su na radnom mjestu izloženi nekoj štetnoj tvari. Kronični učinak štetne tvari na organizam očituje se temeljitim proučavanjima promjena nastalih na pojedinim organima, s posebnim osvrtom štetnog djelovanja

na središnji i periferni živčani sustav, srce i krvotvorne organe, pluća, probavni sustav, bubreg, jetru, reproduktivne organe, žlijezde s unutrašnjim izlučivanjem, kožu i sluznice, kao i mišićno tkivo (*Plavšić i sur., 2001., Plavšić i sur., 2006.*).

Ovisno o sastavu kemikalije za detaširanje, oštećenja mogu biti raznolika. To se može spriječiti uobičajenim mjerama zaštite koje su navedene u STL-u za svaku pojedinu kemikaliju. U STL-u dani su svi važniji podaci, od identifikacije opasnosti, informacija o sastojcima, mjera prve pomoći, sprečavanja požara, postupanja kod slučajnog ispuštanja, rukovanja i skladištenja sve do mjera zaštite i toksikoloških informacija. Različita sredstva zahtijevaju i različiti pristup.

Simptomi koji nastaju pri trovanju PER-om prikazani su u Tablici 3. Izdvojen je samo perkloretilen kao najraširenije i najštetnije otapalo koje se danas upotrebljava u čistionicama u Hrvatskoj (*Soljačić, Pušić, 2013., Reinert, 1976.*).

Tablica 3. Djelovanje različitih koncentracija PER-a na čovjeka

Table 3. Impact of different concentrations of PERC on humans

| Koncentracija para PER-a | | Primijećeno stanje | Opaske |
|--------------------------|-------------------|---|--|
| ppm | mg/m ³ | | |
| 50 | 353 | - | Prag osjetljivosti mirisa (MDK) |
| 70 | 469 | - | Jasni miris |
| 100 | 670 | - | |
| 200 | 1340 | Slabi podražaj očiju, male smetnje u ravnoteži | Oporavak na svježem zraku |
| 400 | 2680 | Jaki podražaj sluznice oka i nosa, omamljenost | Oporavak na svježem zraku |
| 600 | 4020 | Jaki podražaj sluznice oka i nosa, omamljenost, znaci gubitka kontrole | Oporavak na svježem zraku |
| 1000 | 6700 | Jaki podražaj očiju i dišnih putova, nakon 2 minute omamljenost i vrtoglavica | Oporavak na svježem zraku, a ovisno o trajanju trovanja otići eventualno liječniku |
| 1500 | 10050 | Nepodnošljivi podražaj sluznice oka, potpuni gubitak sposobnosti koordinacije, nesvjestica unutar 30 minuta | Hitno k liječniku |
| 5000 | 33500 | Moguća smrt | Hitno k liječniku |

Osim pojava akutnog trovanja, kod duljeg rada s PER-om mogu nastati kronična oštećenja. PER u obliku para preko dišnih puteva može dospjeti u tijelo. Udahnuti PER većim dijelom se izdahne. Drugi dio koji zaostane raspodijeli se po tijelu putem izmjene tvari. Još nije točno poznato kakav je put i kakvo je djelovanje izmjene u organizmu. Utvrđeno je da u urinu, kao razgrađeni produkt, nastaje trikloroctena kiselina koja služi kao indikator otrovanja. Istraživanja su pokazala da se PER (u slučaju akutnog otrovanja) iz organizma potpuno izluči za 4 do 5 tjedana. Naročito teška otrovanja nastupaju ako PER kojim slučajem dospije u želudac.

S obzirom da je PER dobro topljiv u masnoćama, on ima određeni afinitet prema živčanim stanicama. Njegovim dugotrajnim djelovanjem mogu nastati najrazličitije smetnje vegetativnog i živčanog sustava. Najčešće smetnje su intenzivne glavobolje, razdražljivost, upale živaca, znojenje, povećana osjetljivost kože, krvarenje, srčane smetnje i sl. U načelu, osobe koje boluju od kroničnih bolesti krvotvornih organa, respiratornog sustava, kože, jetre, bubrega, psihičkih poremećaja, kroničnog ponavljajućeg ulkusa želuca ili dvanaesnika, alkoholizma i drugih ovisnosti ne smiju raditi s PER-om (*Whittaker, Cullison, 2013., Soljačić, Pušić, 2013.*).

Mjere zaštite

Mjere zaštite provode se u skladu sa zakonima i propisima. U prostorijama gdje se rabe opasne kemikalije moraju biti osigurani odgovarajući sanitarno-tehnički i higijenski uvjeti. Prostorije u kojima se one upotrebljavaju moraju udovoljavati kriterijima u pogledu kakvoće zidova, podova i ventilacije. Zidovi moraju biti lako perivi i otporni na kemikalije. Pod mora biti gladak, lako periv i otporan na kemikalije. U prostoriji gdje se upotrebljavaju i nalaze opasne kemikalije ne smije biti direktnog odvoda u kanalizaciju. Ventilacija mora biti prirodna ili umjetna te izvedena tako da koncentracija štetnih tvari u prostorijama ne bude veća od GVI.

Posebno opasne kemikalije moraju biti smještene u ormarićima, pod ključem pohranjenim kod zadužene odgovorne osobe u čistionici. Ormarići moraju biti izrađeni od materijala koji je

kemijski inertan prema kemikalijama. U svakoj prostoriji i na svakom uređaju moraju biti postavljene vidljive interne upute o načinu rukovanja strojem, postupcima i sredstvima za sprečavanje trovanja, o pružanju prve pomoći, postupcima dekontaminacije, te tekstualnim objašnjenjima oznaka na kemikalijama. U prostorijama gdje se rabe opasne kemikalije mora biti osigurana i dostupna oprema za zaštitu dišnih puteva (polumaska s filtrom A kod rada gdje bi koncentracija PER-a mogla prijeći GVI, primjerice kod zamjenive filtara), tijela (pregača otporna na kemikalije), zaštitne naočale i rukavice. Osim oznaka zabrane pušenja, uzimanja hrane i pića, u blizini radnog mjesta na kojem se rabe štetne kemikalije moraju se osigurati sredstva za osobnu dekontaminaciju (tuš, umivaonik ili crijevo s tušem).

Osnovni i posebni uvjeti u poslu s opasnim kemikalijama sustavno su razrađeni na mrežnim stranicama Hrvatskog zavoda za toksikologiju i antidoping (www.hzt.hr). Detaljnije upute dane su u različitim pravilnicima objavljenim na stranicama Narodnih novina – kategorija službeni dio (www.nn.hr).

Preventivni pregledi

Zaposlenici koji obavljaju poslove sa štetnim kemikalijama moraju biti zdravstveno sposobni za rad. Osnovni cilj zdravstvenog nadzora je utvrditi medicinsko stanje radnika, procijeniti trenutačno stanje, utvrditi stupanj znanja o osnovnim postupcima zaštite i sigurnosti na radu, te pružiti informacije i savjetovati radnike o prevenciji rizika na radnom mjestu.

Na početku rada provodi se vrlo detaljan i opsežan tzv. prethodni pregled gdje se utvrđuje zdravstveno stanje radnika uz uzimanje detaljne anamneze. Nakon toga unutar određenih vremenskih rokova moraju se izvršiti periodički pregledi, uz uvjet da su rezultati pretraga i pregleda u granicama očekivanih vrijednosti. Tzv. kontrolni pregled izvodi se u slučaju odstupanja od očekivanih vrijednosti dobivenih na periodičkom ili izvanrednom pregledu, i to unutar 6 mjeseci u slučaju graničnih vrijednosti nalaza i nakon periodičkog pregleda s posebnim osvrtom na ciljni organ (*Praktična smjernica za rad s karcinogenim i mutagenim tvarima, 2012.*).

Aktualni liječnički pregled za radnika na poslovima kemijskog čišćenja obuhvaća uzimanje anamnestičkih podataka, opći klasični pregled, EKG, spirometriju, laboratorijske testove krvi i urina, kontrolu vida i sluha, neurološki pregled i sl. Periodički i ostali pregledi obuhvaćaju radnu i opću anamnezu u intervalu između dva pregleda, klinički status kao kod prethodnog pregleda uz dodatak monitoringa na druge biološke učinke dotičnog agensa, te usporedbu s prijašnjim nalazima (*Praktična smjernica za rad s karcinogenim i mutagenim tvarima*, 2012.). Prema novim smjericama, periodički pregledi bi se ponavljali svake dvije godine, osim u iznimnim slučajevima kako je već navedeno.

U Hrvatskoj je još na snazi *Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada* iz 1984. gdje je dan popis poslova i uvjeti koji se moraju ispuniti, uključujući rokove ponovne provjere sposobnosti radnika. Prema tom Pravilniku provodi se nadzor zdravstvenog stanja radnika zaposlenih na opisanim poslovima. Pod točkom 48. Popisa poslova s posebnim uvjetima rada definirani su uvjeti koje treba ispuniti radnik u kemijskoj čistionici. Od posebnih uvjeta to je:

- dob (zahtjev): radnik stariji od 18 godina
- spol (kontraindikacije): žena za vrijeme trudnoće i dojenja
- zdravstveno stanje (kontraindikacije): kronične bolesti krvotvornih organa, respiratornog sustava, centralnog živčanog sustava i kože, bolesti jetre, psihički poremećaji, alkoholizam i druge ovisnosti.

Rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja je, prema zadnjim dostupnim podacima, svakih 12 mjeseci kod liječnika specijaliste medicine rada.

ZAKLJUČAK

Tehnologija kemijskog čišćenja kontinuirano se unapređuje uvođenjem zatvorenih bezemisijских strojeva, otapala koja omogućavaju dobru kvalitetu čišćenja i siguran rad u skladu s ekološkim smjericama. U skladu sa zakonskim propisima redovito se provodi kontrola kvalitete zraka, uređaja i potrošnje otapala. Rade se procjene rizika opasnosti, uvode redoviti periodični

sistematski pregledi i provodi izobrazba o kemikalijama. Skup mjera i sustavan monitoring minimizirale su opasnosti od neželjenih posljedica nestručnog rukovanja, štetnosti otapala i izloženost radnika hlapljivim organskim spojevima.

LITERATURA

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR): Case Studies in Environmental Medicine; Tetrachloroethylene Toxicity, 2008., dostupno na: <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=14&po=0>, pristupljeno: 9.5.2014.

Dekanić, T.: Preddetaširanje bez perkloretilena, u: *Zbornik radova 3. stručnog skupa „Njega tekstilija i odjeće“*, HOK, Zagreb, 75-83, 2006.

Godišnji izvještaj o praćenju emisija hlapljivih organskih spojeva u zrak u 2012. godini u Republici Hrvatskoj, Agencija za zaštitu okoliša, 2013., dostupno na: <http://www.azo.hr/GodisnjilzvjestajOPracenjuEmisija>, pristupljeno: 24.2.2014.

International Agency for Research on Cancer, IARC, List of Classifications, dostupno na: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>, pristupljeno: 10.5.2014.

Ministarstvo zdravlja, Što je CLP?, dostupno na: http://www.zdravlje.hr/ministarstvo/djelokrug/uprava_za_sanitarnu_inspekciju/kemikalije_i_biocidni_pripravci/kemikalije/clp_uredba_razvrstavanje_oznacavanje_i_pakiranje_kemikalija/sto_je_clp, pristupljeno: 10.5.2014.

Plavšić, F., Wolf-Čoporda, A., Lovrić, Z., Capak, K.: *Osnove toksikologije*, O-tisak d.o.o., Zagreb, 2001.

Plavšić, F., Wolf-Čoporda, A., Lovrić, Z., Čepelak, D.: *Siguran rad s kemikalijama*, O-tisak d.o.o., Zagreb, 2006.

Praktična smjernica za rad s karcinogenim i mutagenim tvarima – serija dokumenata dobre prakse u području zaštite zdravlja i sigurnosti na radu, Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, Hrvatski zavod za zdravstveno

osiguranje, dostupno na: http://www.hzzzsr.hr/doc/news_prilozi/doc_1370424730_1.pdf, pristupljeno: 9.5.2014.

Pravilnik o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima, N.N., br. 13/09.

Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada, N.N., br. 5/84.

Pravilnik o razvrstavanju, označavanju, obilježavanju i pakiranju opasnih kemikalija, N.N., br. 64/11., 137/11., 63/12. i 71/12.

Reinert, G.: Perchloraethylen in der Textilveredlung, Allgemeines, Eigenschaften, Wissenswertes, *Textilveredlung*, 11, 1976., 3, 109-118.

Soljačić, I., Pezelj, D.: Pranje (čišćenje) i dodrada u perkloretilenu, *Tekstil*, 30, 1981., 7, 381-391.

Soljačić, I., Pušić, T.: *Kemijsko čišćenje tekstila i kože*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2013.

Soljačić, I., Pušić, T.: Otapala za kemijsko čišćenje, *Tekstil*, 58, 2009., 10, 493-506.

Soljačić, I., Pušić, T.: Utjecaj ekologije na razvoj i primjenu otapala za kemijsko čišćenje, *Sigurnost*, 54, 2012., 4, 375-381.

Trupčević, Z.: Novi propisi o zaštiti radnika pri radu s kemikalijama, *Sigurnost*, 51, 2009., 2, 151-156

Turk, R.: Novi hrvatski propisi o kemikalijama – znakove opasnosti zamjenjuju piktogrami, *Sigurnost*, 55, 2013., 1, 27-36

Uredba o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora, N.N., br. 117/12.

Uredba o graničnim vrijednostima emisije onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora, N.N., br. 21/07. i 150/08.

Vodič za provedbu Uredbe o GVE, dostupno na: http://www.mzoip.hr/doc/publikacije/Vodic_Uredbe_GVE_05092007.pdf, pristupljeno: 24.2.2014.

Zakon o provedbi Uredbe (EZ) broj 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća EZ o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalije, N.N., br. 53/08. i 18/13.

Whittaker, S., Cullison, C. C.: *Evaluating Vapor Leak Detectors for use in PERC Dry Cleaners*, Final Report, Seattle, WA: Local Hazardous Waste Management Program in King Country, June 2013., dostupno na: http://www.in.gov/idem/ctap/files/ctap_drycleaners_evaporating_leak_detector.pdf pristupljeno: 5.3.2014.

**DRY CLEANERS EXPOSURE TO CHEMICALS
WITH EMPHASIS ON PERCHLOROETHYLENE**

SUMMARY: Dry cleaning shops are subject to regulations governing environmental protection due to the extensive use of organic solvents which can be toxic, flammable, explosive and harmful to the environment. The law regulates permissible exposure limits (PEL) of solvent vapour in the area for persons exposed during full working hours. Protocols for handling chemicals, keeping the register, monitoring the emissions and waste disposal are prescribed as well. Regular periodic training enables workers to acquire the necessary knowledge of the harmful effects of chemicals on the human body, reducing potential risks of adverse consequences caused by unprofessional handling of harmful chemicals.

Key words: *dry cleaning, organic solvents, toxicity, ecology, PEL*

*Professional paper
Received: 2014-04-10
Accepted: 2015-08-24*