

SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

Uređuje: Indira Aurer Jezerčić



I. Aurer Jezerčić*

ZGI d. o. o.
Vrandučka 5a
10 000 Zagreb

Izloženost radnika mješavini kemikalija

Uvod

U našem propisu, Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti opasnim kemikalijama na radu, graničnim vrijednostima izloženosti i biološkim graničnim vrijednostima (NN 91/18), navedena je obveza procjene u slučaju istodobne izloženosti dvama ili više onečišćenja (tvari) s istim učinkom. U Pravilniku je dana i formula kojom se procjenjuje prekoračenje prihvatljive granice učinka više međusobno aditivnih kemikalija. Izračun utjecaja kod više kemikalija čije se pojedinačne koncentracije u zraku mogu kvantitativno izmjeriti bez međusobne interferencije ne predstavlja problem. No, kada se radi o pripravcima koji u sebi imaju više tvari sličnih po svojem sastavu, koje samim time stvaraju međusobni utjecaj pri procjeni izloženosti, može se prilično pogriješiti. O toj problematici nema mnogo otvorenih stručnih diskusija među ispitivačima kemijskih štetnosti. Publikacija *EH40/2005 Workplace exposure limits* koju su izdali HSE i TSO (*The Stationery Office*), part of Williams Lea, GB u jednom poglavlju upućuje nas kako ocijeniti izloženost radnika prilikom "mješovitih" izloženosti. Stoga sam mišljenja da je tema ovog članka i spomenuta publikacija hvalevrijedan doprinos toj problematici.

Učinci kod izloženosti kemijskim smjesama

Radnici koji rade s kemikalijama često su istodobno izloženi kemijskim štetnostima u obliku krutina, aerosola i plinova. To se događa kod upotrebe smjesa ili pak pojedinačnih tvari, ali istodobno (npr. miješanja po recepturi). Takva "mješovita" izloženost zahtijeva pažljivu procjenu zdravstvenih učinaka i primjenu kontrole.

Možemo očekivati međusobne interakcije pojedinih komponenti iz smjese na organizam. Nekada sastojci djeluju na različita tjelesna tkiva i organe ili putem drugačijih toksikoloških mehanizama te su učinci neovisni jedan o drugom. Dosta smjesa sadrži tvari koje djeluju na iste organe ili slične mehanizme, tako da se učinci pojačavaju i tvari djeluju aditivno. U nekim je slučajevima zbog sinergije ukupni učinak znatno veći od zbroja pojedinačnih učinaka. To može nastati uslijed međusobnog pojačavanja učinaka sastavnih dijelova ili zbog toga što jedna tvar potencira drugu, potičući je da djeluje na način koji kao samostalna ne bi djelovala.

Procjena rizika i kontrola

Kod svake vrste miješanih izloženosti treba procijeniti koncentraciju izloženosti svake od sastavnica kojoj su radnici izloženi. Ovisno o prirodi sastojaka i okolnostima upotrebe, koncentracije

u zraku mogu se znatno razlikovati od koncentracija u izvornom materijalu.

Ako su dostupni stručni izvori o djelovanju mješovitih izloženosti na čovjeka, oni se mogu koristiti kao smjernice u pojedinim slučajevima. Drugdje će biti potrebno pažljivo ispitati toksikološke studije za utvrđivanje glavnih oblika interakcija (ako postoje) za određenu kombinaciju tvari. Tvari treba podijeliti i razmatrati sljedećim redoslijedom:

- sinergijske tvari*: poznati slučajevi sinergije i potenciranja znatno su rjeđi od ostalih oblika ponašanja u mješovitom izlaganju. Međutim, oni su najozbiljniji u svojim učincima i zahtijevaju najstrožu kontrolu. Također ih je najteže procijeniti, a, gdje postoji razlog za sumnju u takvu interakciju, treba potražiti savjet stručnjaka;
- aditivne tvari*: kad se očekuje da su učinci sastojaka aditivni, mješovitu izloženost treba procijeniti pomoću formule:

$$C1 / L1 + C2 / L2 + C3 / L3... < 1, \quad (1)$$

gdje su C1, C2 itd. koncentracije sastojaka u zraku, L1, L2 je njima pripadajuće granične vrijednosti izloženosti (GVI). Ako zbroj C/L frakcija ne prelazi 1, smatra se da izloženost ne prelazi granicu uobičajene izloženosti. Ta formula nije primjenjiva u nizu situacija, poglavito kada je vodeći učinak na zdravlje takav da uzrokuje rak i astmu tj. supstancije koje su označene s "Carc" ili "Sen" ili kojima je dodijeljena jedna od oznaka H334, H340, H350 ili H350i;

- nezavisne tvari*: ako nisu poznati ili se ne smatraju vjerojatnim sinergijski/aditivni učinci pojedinih sastojaka, takvu mješovitu izloženost prihvatljivo je procjenjivati odvojeno.

Gore navedeno osnova je za postupak procjene miješane izloženosti. Preporučuje se tretiranje svih nesinergijskih sustava kao da su aditivi. Time se izbjegava potreba dokazivanja nepostojanja aditivnih učinaka, osobito tamo gdje su podatci o toksičnosti oskudni ili ih je teško procijeniti.

Ometajući čimbenici u procjeni izloženosti

Nekoliko čimbenika mogu ometati procjenu i kontrolu izloženosti pojedinim tvarima iz miješane izloženosti. Tu spada:

- izlaganje tvari za koju ne postoji GVI,
- važnost čimbenika kao što su alkohol, lijekovi, pušenje i dodatni stres kod radnika,
- izlaganje kože jednoj ili više tvari koje se mogu apsorbirati na taj način kao i inhalacijom i
- tvari u mješavinama mogu međusobno utjecati na stupanj njihove apsorpcije, kao i na njihove zdravstvene učinke, na određenoj razini izloženosti.

* Mr. sc. Indira Aurer Jezerčić, dipl. ing. kem. teh.
e-pošta: indira.aurer@gmail.com

GVI za smjese

Dopuštene GVI (granične vrijednosti izloženosti) navedene su u spomenutom Pravilniku. Poslodavac mora osigurati da koncentracije u disajnoj zoni radnika budu što niže i ispod graničnih. Većina GVI-ja odnosi se na pojedinačne spojeve ili one koji sadrže zajednički element ili radikal. Na primjer to su "volframovi" spojevi ili "izocijanati". Određeni broj GVI-ja dat je za složenu smjesu ili štetnost, na primjer dim gume ili benzin.

Otapala na bazi ugljikovodika

Razna otapala su u pravilu smjese ugljikovodika. Kako bi se proizvođačima i korisnicima olakšala procjena izloženosti za vrijeme upotrebe tih proizvoda, Savjetodavni odbor za toksične tvari (ACTS) pri HSE, preporučuje postupak određivanja "in house" granica izloženosti (OEL – eng). Postupak se primjenjuje za alifate u rasponu $C_5 - C_{15}$, cikloalkane $C_5 - C_{16}$ i arome. Postupak se ne može primijeniti na halogenirane ugljikovodike ili perokside. Također, može se primjenjivati kad se radi o izloženosti parama, ali ne i aerosolima.

Određivanje OEL-a za otapala na bazi ugljikovodika

Formula za određivanje OEL-a ("in house" granične vrijednosti za otapalo) je recipročna:

$$\frac{1}{OEL_{otap}} = \frac{FR_a}{OEL_a} + \frac{FR_b}{OEL_b} + \frac{FR_n}{OEL_n}, \quad (2)$$

gdje je:

OEL_{otap} – "in house" granica izloženosti za otapalo ($mg\ m^{-3}$)

OEL_a – "in house" granica izloženosti za komponentu "a" ($mg\ m^{-3}$)

FR_a – udio (w/w) komponente "a" u smjesi otapala

Dobivene brojeve za OEL_{otap} treba zatim zaokružiti kako slijedi:

$< 100\ mg\ m^{-3}$	najbliže 25,
$100 - 600\ mg\ m^{-3}$	najbliže 50,
$> 600\ mg\ m^{-3}$	najbliže 200.

Sljedeći korak koji slijedi je određivanje OEL_n svake komponente. U praksi uglavnom nema GVI-ja za svaku komponentu pa autori daju sljedeći naputak:

(a) podijeliti ugljikovodike na diskretne skupine na temelju strukturne sličnosti i kritičnih zdravstvenih učinaka;

(b) isključiti iz tih skupina ugljikovodike sa specifičnim problemima toksičnosti (npr. *n*-heksan). Za te ugljikovodike primjenjivati GVI iz Pravilnika;

(c) dodijeliti vrijednosti OEL_n . Treba napomenuti da vrijednosti nemaju pravni status i ne postoji obveza pridržavati se tih vrijednosti, pogotovo ako postoje poznata ograničenja.

Uzimajući u obzir gore navedeno, odobrene su OEL_n :

a) za ravnolančane i razgranate alkane
(tu ne ulaze *n*-heksan i *n*-heptan)

$C_5 - C_6$	$1800\ mg\ m^{-3}$
$\geq C_7$	$1200\ mg\ m^{-3}$;

b) za cikloalkane (ovdje ne ulazi cikloheksan)

$C_5 - C_6$	$1200\ mg\ m^{-3}$
$\geq C_7$	$800\ mg\ m^{-3}$

aromati $500\ mg\ m^{-3}$ (iz te skupine isključuju se benzen, toluen, ksilen, (*o*-, *m*-, *p*- ili miješani izomeri), etilbenzen, trimetilbenzen (svi izomeri) i kumen).

Primjer

White spirit (specijalni benzin, razrjeđivač) obično sadrži sljedeći postotak raznih ugljikovodika:

Sastav otapala	Vrsta skupine	OEL (GVI)
52 %	alkani $\geq C_7$	$1200\ mg\ m^{-3}$
27 %	cikloalkani $\geq C_7$	$800\ mg\ m^{-3}$
10 %	aromati	$500\ mg\ m^{-3}$
1 %	C_8 aromat (<i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -ksilen)	$(221\ mg\ m^{-3})$
10 %	trimetilbenzen	$(125\ mg\ m^{-3})$

Pomoću gornjih podataka iz recipročne formule može se dobiti OEL za taj White spirit:

$$\frac{1}{OEL_{ws}} = \frac{52/100}{1200} + \frac{27/100}{800} + \frac{10/100}{500} + \frac{1/100}{221} + \frac{10/100}{125} \quad (3)$$

$$\frac{1}{OEL_{ws}} = 1,816 \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

$$OEL_{ws} = 551\ mg\ m^{-3} \quad (5)$$

zaokruženo na najbližih 50 daje OEL_{ws} za taj proizvod White spirita od $550\ mg\ m^{-3}$.