



SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

Uređuje: Indira Aurer Jezerčić

Kemijske nesreće

I. Aurer Jezerčić*

ZIRS d.o.o.
Ulica grada Vukovara 68
10 000 Zagreb

Uvod

Opravan je strah lokalne zajednice od teških posljedica koje bi na okolno područje mogla počinuti nesreća uzrokovana kemikalijama. Nesreća koja je "pokrenula" obvezu prepoznavanja i upravljanja rizikom od kemijskih nesreća dogodila se 1976. godine u Italiji u gradiću Seveso kod Milana. Otuda i neslužbeni naziv direktiva SEVESO.** Iz kemijskog postrojenja za proizvodnju herbicida i pesticida prilikom kemijske reakcije kloriranja došlo je do velikog porasta temperature i reakcija se otela nadzoru.*** Došlo je do eksplozije i požara u kojem nitko nije izravno stradao. Odgovorne osobe iz tvornice davale su izjave da se ništa opasno nije dogodilo i da je okolno stanovništvo sigurno. Međutim, najprije su počele ugibati životinje koje su unijele dioksin iz trave, a zatim su se pojavili simptomi kod djece, koja su pila mlijeko lokalnih krava. Oko tjedan dana nakon nesreće spoznalo se da je tijekom požara došlo do širenja dioksina u okoliš. Svi stanovnici Sevesa su evakuirani. Uklonjen je građevinski materijal, tlo u sloju od 5 cm, a sve zatečene životinje su eutanazirane. Trebalo se riješiti dioksina na svaki način. Dioksin je otrovan, karcinogen i mutagen plin koji ima dugoročne posljedice na više generacija.

Zakonsko područje koje prati kemijske nesreće

Ranije spomenuta direktiva Seveso ima cilj sprječavanje velikih industrijskih nesreća i ublažavanje posljedica nesreća ako se one dogode. Zadatak joj je da lekcije naučene iz industrijskih nesreća budu ugrađene kao prevencija za sprječavanje neke sljedeće. Zbog toga je u direktivu ugrađeno obvezatno informiranje javnosti o velikoj nesreći. Trenutačno je važeće treće izdanje direktive Seveso.**** U Hrvatskoj je na snazi Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari (NN 44/14) te Pravilnik o registru postrojenja u kojima je utvrđena prisutnost opasnih tvari i o očevidniku prijavljenih velikih nesreća (NN 113/08). Iz naslo-

*Mr. sc. Indira Aurer Jezerčić, dipl. ing. kem. teh., e-pošta: indira@zirs.hr

**Direktiva Vijeća 96/82/EZ od 9. prosinca 1996. o kontroli opasnosti od teških nesreća koje uključuju opasne tvari (SL L 10, 14. 1. 1997.); Direktiva 2003/105/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 2003. o izmjeni Direktive Vijeća 96/82/EZ o kontroli opasnosti od teških nesreća koje uključuju opasne tvari (SL L 345, 31. 12. 2003.);

***Franjo Plavšić, Bojite li se otrova, HZT, 2009

****Direktiva Vijeća 2012/18/EU od 4. srpnja 2012. o kontroli opasnosti od velikih nesreća koje uključuju opasne tvari, o izmjeni i kasnijem stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 96/82/EZ (Tekst značajan za EGP) (SL L 197, 24. 7. 2012.)

va Uredbe jasno je da se ona odnosi na lokacije postrojenja sa znatnim količinama opasnih tvari. U prilogu Uredbe navedene su granične količine konkretnih kemikalija ili pak općih kemikalija s određenim opasnostima (zapaljive, otrovne, piroforne, oksidirajuće, ekotoksične i dr.) iznad kojih je tvrtka u obvezi izraditi Izvješće o sigurnosti. Izvješćem o sigurnosti opisuju se sve mjere za sprječavanje velikih nesreća te struktura sustava upravljanja sigurnošću u tvrtci. U tablicama 1 i 2 prikazani su primjeri nekih imenovanih kemikalija i opasnih kategorija te njihove granične količine. Količine koje treba uzeti u razmatranje najveće su količine koje su prisutne ili bi mogle biti prisutne u postrojenju u bilo kojem trenutku.

Tablica 1 – Velike i male količine imenovanih opasnih tvari iz priloga I.A, DIO 2, Uredbe

Stupac 1.	Stupac 2.	Stupac 3.
Imenovane opasne tvari	Granične količine za primjenu (u tonama):	
	(male količine) granične količine opasnih tvari kod kojih postoji obveza obavješćivanja	(velike količine) granične količine opasnih tvari kod kojih postoji obveza izrade Izvješća o sigurnosti
amonijev nitrat kod proizvodnje gnojiva	5000	10 000
klor	10	25
vodik	5	50
ukapljeni vrlo lako zapaljivi plinovi (uključujući UNP) i prirodni plin	50	200
kisik	200	2000
naftni proizvodi: benzin i ligroini plinska ulja (uključujući dizelska goriva, loživa ulja i mješavine plinskih ulja)	2500	25 000

Nema velik broj tvrtki koje na jednoj lokaciji posjeduju veće količine od onih navedenih u stupcu 2. ili u stupcu 3. u tablicama 1 i 2. Međutim nemali je broj onih koje imaju količine manje od onih navedenih u stupcu 2.

Sve one dužne su izraditi Procjenu ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od prirodnih katastrofa i tehničko-tehnoloških nesreća, kao i Operativni plan zaštite i spašavanja. Te obveze proizlaze iz Zakona o sustavu civilne zaštite (NN 82/15) i Pravilnika o metodologiji za izradu procjene ugroženosti i planova zaštite i spašavanja (NN 30/14 i 67/14).

Sva gore navedena postrojenja, s velikim, malim ili još nižim (> 1 % malih) količinama, dužne su se prijaviti u HAZOP***** u on line Registar postrojenja u kojima su prisutne opasne tvari (RPOT).

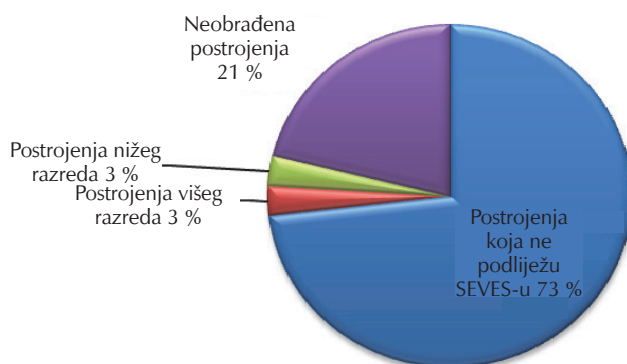
***** Hrvatska agencija za zaštitu okoliša i prirode

Tablica 2 – Velike i male količine kategorija opasnih tvari iz priloga I.A, DIO 1, Uredbe

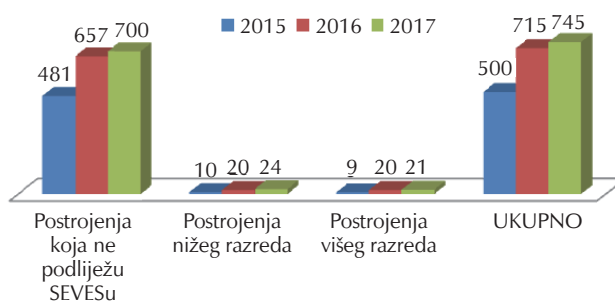
Stupac 1.	Stupac 2.	Stupac 3.
Kategorije opasnih tvari	Granične količine za primjenu (u tonama):	
	(male količine) granične količine opasnih tvari kod kajih postoji obveza obavješćivanja	(velike količine) granične količine opasnih tvari kod kajih postoji obveza izrade Izvješća o sigurnosti
H1 AKUTNA TOKSIČNOST Kategorija 1. svi putovi izlaganja Karakteristične H oznake: H300, H310, H330	5	20
H3 SPECIFIČNA TOKSIČNOST ZA CILJNE ORGANE – JEDNOKRATNO IZLAGANJE TCOJ Kategorija 1. Karakteristične H oznake: H370	50	20
P2 ZAPALJIVI PLINOVI Zapaljivi plinovi 1. ili 2. Kategorije Karakteristične H oznake: H220, H221	10	50
P7 PIROFORNE TEKUĆINE I KRUTINE Piroforne tekućine 1. kategorije Piroforne krutine 1. kategorije Karakteristične H oznake: H250	50	200
P4 OKSIDIRAJUĆI PLINOVI Oksidirajući plinovi 1. kategorije Karakteristične H oznake: H270	50	200
E1 Opasno za vodeni okoliš u 1. kategoriji akutne toksičnosti ili 1. kategoriji kronične toksičnosti Karakteristične H oznake: H400, H410	100	200

Na slikama 1 i 2 prikazano je stanje postrojenja u RH koja su do sada prijavljena u RPOT. Kao što je vidljivo iz prikaza na slikama 1 i 2 najveći broj postrojenja potpada pod obvezu koja je u nadležnosti Državne uprave za zaštitu i spašavanje. Prema Zakonu o sustavu civilne zaštite, pravne osobe koje obavljaju djelatnost upotrebom opasnih tvari dužne su izraditi procjene rizika i operativne planove sukladno metodologiji koju donosi čelnik Državne uprave. Pravna osoba dužna je Državnoj upravi i jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave bez naknade dostavljati podatke potrebne za izradu procjene rizika, plana djelovanja civilne zaštite i vanjskog plana zaštite i spašavanja u slučaju nesreće koja uključuje opasne tvari. Postrojenje je dužno dostaviti sljedeće podatke:

1. opće podatke o pravnoj ili fizičkoj osobi,
2. podatke o lokaciji, uključujući Gauss-Krügerove koordinate smještaja opasnih tvari te o okruženju lokacije postrojenja,
3. identifikaciju vrsta opasnosti i izračun rizika s graničnim količinama,
4. procjenu posljedica od izvanrednog događaja, uključivši i analizu najgoreg mogućeg slučaja i najvjerojatnijeg mogućeg izvanrednog događaja te proračun zona ugroženosti s podacima i proračun zona ugroženosti s podacima o mogućim nesrećama koje uključuju opasne tvari, njihovom utjecaju i mogućim posljedicama po stanovništvo (broj žrtava) i okoliš (tlo, voda, zrak i druge sastavnice okoliša) u području izvan perimetra postrojenja, odnosno lokacije pravne osobe,
5. podatke o vrstama, količinama i načinu skladištenja, odnosno pohrane opasnih tvari,
6. podatke o mogućem utjecaju prirodnih nesreća (potres, poplava) na lokaciju i mogućnost nastanak nesreće,
7. maksimalni doseg učinka nesreće, uključujući grafički prikaz,
8. podatke o vlastitim snagama i sredstvima za zaštitu i spašavanje te procjenu njihovih operativnih mogućnosti i dostatnosti za zaštitu i spašavanje.



Slika 1 – Područja postrojenja po razredu obveznika



Slika 2 – Broj prijavljenih postrojenja

Kako prikazati moguću nesreću s opasnom tvari?

Jedna od obveznih sastavnica Izvješća i Procjene je proračun zona ugroženosti tj. analiza najgoreg mogućeg slučaja (worst

case scenario) i najvjerojatnijeg mogućeg izvanrednog događaja (alternativni scenarij). Prilikom analize najgoreg slučaja razmatraju se maksimalne količine opasnih tvari na lokaciji. Za tvari u tankovima (cisternama) kao što su plinovi ili tekućine, maksimalna količina predstavlja geometrijski obujam cisterne ili kapacitet određen fizičkim geometrijskim sustavom koji kontrolira razinu punjenja cisterne i blokira njezino daljnje punjenje. Kad se radi o skladištenju opasnih tvari u bačvama, cilindrima ili IBC-ima, tada maksimalni kapacitet predstavlja količinu navedenu od strane operatera i potrebno ju je kontrolirati na dnevnoj bazi.

Scenarij koji podrazumijeva sudjelovanje najveće moguće količine opasne tvari imao bi zasigurno najveće posljedice, no vjerojatnost da se dogodi je mala (gotovo nevjerovatna). Iako dosezi za njih djeluju zastrašujuće, nije ih realno očekivati.

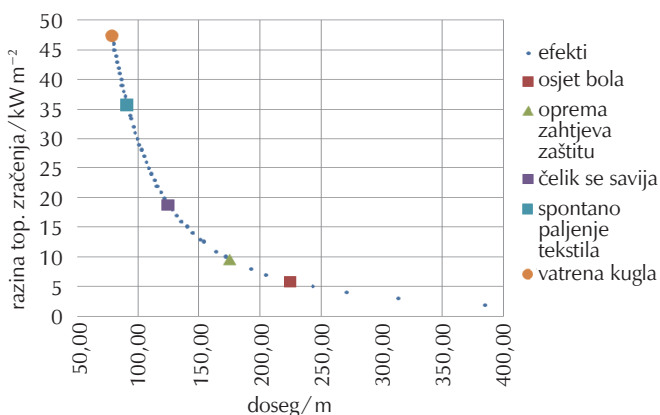
Stoga je veća vjerojatnost nekog drugog događaja koji najčešće podrazumijeva manju količinu opasne tvari. Najčešće su to postupci dopreme i otpreme tvari, držanje dnevne količine tvari na izdvojenom mjestu, stvarna količina na skladištu u većini vremena, pretakanje u postrojenju i sl.

Prilikom procjene rizika pojava "domino efekta" vrlo je značajna, kako unutar same lokacije postrojenja tako i prijenos na postrojenja susjednih operatera. Misli se na požar ili eksploziju. Učinci se mogu i pojačati, ali i proširiti na drugu vrstu opasnosti kao što je razvijanje otrovnih plinova u slučaju prijenosa požara na tvar koja bi u požaru stvarala opasne produkte izgaranja (fosfor, klor).

Djelovanja su također različita, a poželjno je prikazati dosege koji će obuhvatiti visoku smrtnost, smrtnost, trajne posljedice, privremene posljedice te granicu domino efekta.

Najčešće se promatraju sljedeći scenariji: vatra (stacionarna radijacija), BLEVE (vatrena kugla), eksplozivna vatra (trenutačna termička radijacija), eksplozija parnog oblaka – nadtlak i toksična emisija (upijena doza).

Na slici 3 prikazan je primjer dosega kod zapaljenja ispuštenog kerozina u količini od 25 m³ i djelovanje radijacije prema modelu TNT.



Slika 3 – Dosezi toplinskog zračenja pri požaru zrakoplova (zapaljenje lokve 25 m³ goriva)

U tablici 3 dan je prikaz djelovanja različitih snaga udarnih valova na objekte i ljude.

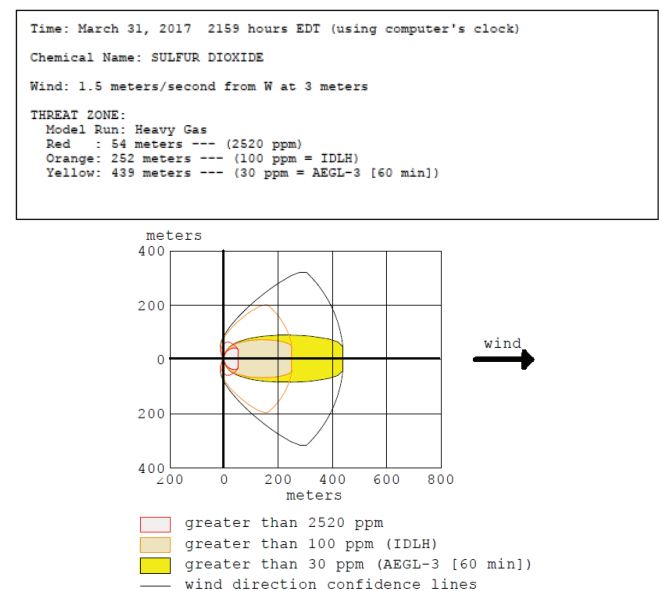
* "Domino efekt" je niz povezanih učinaka koji zbog međusobnog razmještanja i blizine postrojenja, odnosno dijelova postrojenja ili grupe postrojenja i količina opasnih tvari prisutnih u tim postrojenjima, povećavaju mogućnost izbijanja velike nesreće ili pogoršavaju posljedice nastale nesreće.

Tablica 3 – Djelovanje različitih snaga udarnih valova na objekte i ljude**

TLak/ bar	Djelovanje eksplozije – nadtlaka
0,69	rušenje armiranobetonskih zgrada ili teško oštećenje i većina ljudi je smrtno stradala
0,34	rušenje većine građevina i sigurne ozljede uz dosta smrtnih slučajeva
0,21	rušenje stambenih građevina i ozbiljne ozljede uz moguću smrt
0,14	umjereno oštećenje kuća (izljetanje prozora i vrata i teška oštećenja krovova) i ozljede od letećeg stakla i ruševina
0,07	razbijanje prozorskih stakala i lagane ozljede od letećih predmeta

Što se tiče krajnjih točaka dosega otrovnih plinova i para više je kriterija, no većina njih se rangira prema krajnjem dosegu koncentracije tvari (u ppm ili mg m⁻³) za smrtnost unutar jednog sata te trajnih posljedica unutar jednog sata kao i prolaznih posljedica unutar jednog sata. Preporučuje se prikazati i doseg koncentracije za iznose LD₅₀,*** IDLH**** i 1/10 IDLH.

Na slici 4 prikazan je doseg za navedene koncentracije ispuštenog SO₂ iz samo jedne 50 litarske čelične boce. Za modeliranje i prikaz kemijskih nesreća često se upotrebljava softverski paket ALOHA koji je razvila EPA (United States Environmental Protection Agency). Softver generira zone opasnosti temeljem unosa podataka o vrstama, količinama i načinu skladištenja kemikalija, vremenskim uvjetima i još nekim podatcima. Kako bi prikaz bio što vjerniji, moguće je modelirane dosege umetnuti u Google Earth i tako dobiti još vjerniji prikaz te bolje procijeniti zahvaćene zone (posebno neke važne objekte kao što su škole, bolnice, rizik od domino efekta). Na slici 5 kao ilustracija prikazani su dosezi sa slike 4 na mapi, gdje je za mjesto ispuštanja izabran Trg bana Jelačića u Zagrebu s naglaskom da se radi o ilustraciji, a ne o postojećoj lokaciji.

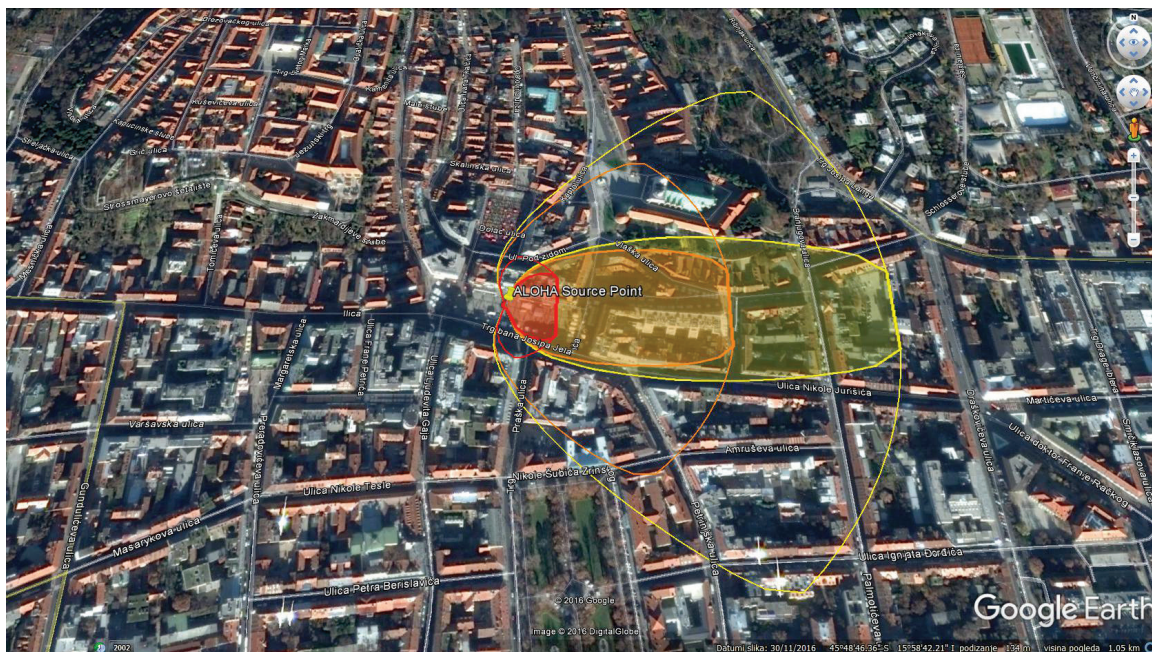


Slika 4 – Prikaz krajnjih dosega različitih koncentracija SO₂ prilikom ispuštanja 62 kg plina pomoću softverskog paketa za modeliranje ALOHA

** R. Karl Zipf, Jr., P.E. Kenneth, L. Cashdollar, Effects of blast pressure on structures and the human body.

*** Lethal concentration for 50 % sampled population, smrtonosna koncentracija za 50 % organizama koji su bili izloženi otrovu

**** Immediately Dangerous to Life or Health – trenutačna opasnost po život i zdravlje definirana Nacionalnim institutom za zaštitu na radu (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH))



Slika 5 – Scenarij: ispuštanje 62 kg plina SO₂. Koncentracija SO₂ bi se širila prema sljedećim dosezima:

- krajnji doseg koncentracije 2520 ppm (LC₅₀) je 54 m – crveno
- krajnji doseg koncentracije 100 ppm (IDLH) je 252 m – narančasto
- krajnji doseg koncentracije 30 ppm (AEGL-3)* je 439 m – žuto.
- prikaz za slučaj vjetera sa zapada.

*AEGL-3 je koncentracija tvari u zraku, iznad koje opća populacija, uključujući osjetljive pojedince, može imati po život opasne učinke ili može uzrokovati smrt.



10. međunarodni znanstveno-stručni skup HRANOM DO ZDRAVLJA

12. i 13. listopada 2017., Osijek

ORGANIZATORI

Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Tehnološki i Farmaceutski fakultet Univerziteta u Tuzli, HiST University of Trondheim, Norveška, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, Medicinski fakultet Sveučilišta u Osijeku, Kemijsko-tehnološki fakultet Split, Veleučilište u Požegi, Udruženje za nutricionizam i dijetetiku BiH, Veterinarski zavod Vinkovci, Farmaceutska komora Tuzlanskog kantona (BiH), Udruga narodnog zdravlja Andrija Štampar, Hrvatska agencija za hranu, Društvo kemičara i tehnologa Osijek, Europsko udruženje higijenskog inženjerstva i dizajna (European Hygienic Engineering & Design Group) – EHEDG i The International Union of Food Science and Technology (IUFOST).

PRIJAVA RADOVA

Sažeci (do 200 riječi), na hrvatskom ili engleskom jeziku, s tri do pet ključnih riječi, uz naznaku sekcije, šalju se na adresu: dackar@ptfos.hr. Ako je sažetak na hrvatskom jeziku, potrebno je naslov i ključne riječi prevesti i na engleski jezik. Sažeci će biti objavljeni u *Knjizi sažetaka Hranom do zdravlja*. Osim toga, postoji mogućnost objavljivanja i cjelovitih radova u *Zborniku radova Hranom do zdravlja*, ili u znanstveno-stručnim časopisima *Hrana u zdravlju i bolesti*, *Technologica Acta* ili *Croatian Journal of Food Science and Technology*.

MJESTO ODRŽAVANJA SKUPA

Aula Magna, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

KOTIZACIJA

Puna kotizacija*	400,00 kn
Studentska kotizacija*	200,00 kn
*PDV uključen	

MREŽNA STRANICA:

http://www.ptfos.unios.hr/Hranom_Do_Zdravlja