

METODOLOŠKI PRISTUP KONTROLI KVALITETE RADNE OKOLINE

N. Eichhorn i M. Pejčić

INA — Petrokemijska industrija Omišalj

(Primljeno 19. III. 1987)

Program industrijske higijene postrojenja za proizvodnju vinilklorid monomera i 1,2-diklorešana, uključuje kontinuirano praćenje prostorne koncentracije vinilklorid monomera i nekih srodnih spojeva te kontrolu primljene doze za svakog pojedinog radnika.

Rezultati provođenja ovog programa koriste se za uklanjanje izvora emisija, dok određeni viševremenski podaci daju vrlo pouzdanu sliku kvalitete radne atmosfere te procjenu zdravstvene ugroženosti svakog pojedinog radnika.

Jedino primjenom takvih metoda praćenja može se postaviti i realizirati program maksimalno dopuštenih koncentracija vinilklorida i pratećih ugljikovodika u radnoj atmosferi prema interno postavljenim sanitarnim MDK kriterijima.

Postrojenje za proizvodnju vinilklorid monomera (VCM) i 1,2-diklorešana (EDC), INA-Petrokemijske industrije Omišalj, započelo je s materijalnom proizvodnjom 1984. godine. Postupak se sastoji u termičkom cijepanju EDC-a pri visokom tlaku i temperaturi, sukcesivnom razdvajanju tako dobivene smjese plinovite solne kiseline, VCM-a i neproreagirano EDC-a, te kataliziranoj reakciji solne kiseline s etanom i kisikom.

Zbog visoke opasnosti od eksplozije i požara, tehnološki proces je hermetiziran, uz primjenu najmodernijih rješenja različitih oblika brtvljenja.

Unatoč tome moguće su kontinuirane emisije u radnu okolinu, koje imaju za posljedicu postojanje stalnog nivoa prostorne koncentracije VCM-a i pratećih ugljikovodika.

Ta je činjenica podloga za provođenje programa industrijske higijene koji je prikazan u ovom radu, a uključuje kontinuirano praćenje prostorne koncentracije VCM-a i nekih srodnih kloriranih ugljikovodika te kontrolu primljene doze svakog pojedinog radnika.

MAKSIMALNO DOPUŠTENE KONCENTRACIJE KLOORIRANIH UGLJIKOVODIKA U RADNOJ ATMOSFERI

Svakodnevno dugotrajno izlaganje relativno niskim koncentracijama vinilklorid monomera predstavlja opasnost za zdravlje ljudi. Zbog toksičnosti, a posebno karcinogenosti (1, 2) INA-Petrokemijska industrija Omišalj (IPIO)

izradila je program praćenja, procjene i predviđanja kvalitete radne atmosfere i postavila interni standard (tablica 1) za maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) VCM-a, metilen klorida, 1,2 dikloretana i 1,1,2 triklorešana u radnoj atmosferi (3—6).

Tablica 1.

Maksimalno dopuštene koncentracije onečišćenja u radnoj atmosferi INA-Petrokemijske industrije Omišalj

Onečišćenje	IPIO standard MDK (8-satni) ppm	IPIO standard MDK (15-minuta) ppm
VCM vinil klorid monomer	1	3
M ₂ diklormetan	50	75
EDC 1,2-dikloretan	10	15
β-TRI 1,1,2-trikloretan	10	20

Postavljeni sanitarni MDK-kriteriji bitno su stroži od važećeg JUS-standarda, a u skladu su sa svjetskim standardima kao npr. EPA, OSHA, ACGHI i NIOSH.

Odabrana tehnologija proizvodnje, pravilno održavanje, postupci za rad na siguran način uz kontinuiranu izobrazbu izvršilaca omogućavaju IPIO-u da se pridržava postavljenih kriterija.

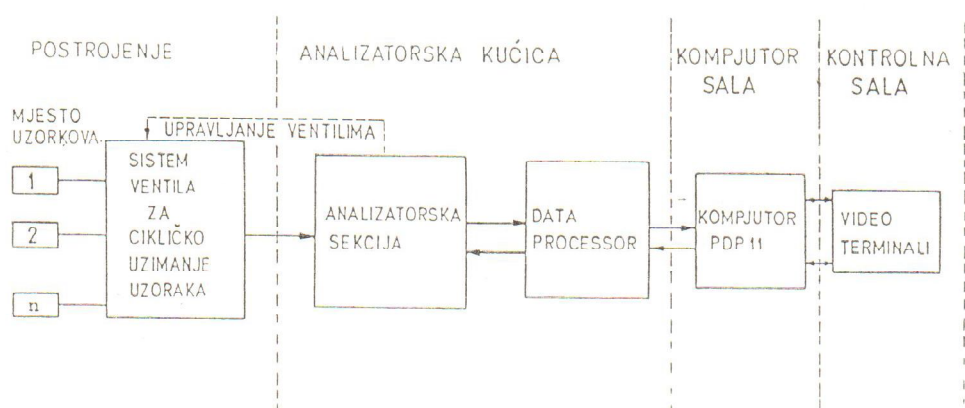
KONTROLA PROSTORNE KONCENTRACIJE

Prostorna koncentracija VCM a i srodnih spojeva određuje se na dvadeset reprezentativnih mjesta, kontinuiranim uzorkovanjem uz pravilne vremenske cikluse analiza, te automatsku obradu rezultata. Analiza atmosfere vrši se na tri procesna plinska kromatografa smještena u tzv. analizatorskoj kućici.

Atmosfera se transportira vakuum crpkama do plinskih kromatografa gdje se u pravilnim programiranim vremenskim ciklusima analizira. Pojedina analiza traje tri minute, tako da se svakih dvadeset minuta analizira s istog mjernog mjesta.

Plinski kromatografi vezani su na zaseban mikroprocesor iz kojeg integrirani podaci dolaze na procesni kompjutor DIGITAL PDP 11/44 na daljnju obradu i skladištenje (slika 1). Osim slanja aktualnih digitalnih podataka na ekran u kontrolnoj sali, kompjutor također obrađuje podatke u obliku dnevnih, mjesečnih i godišnjih izvještaja.

Na tablici 2. prikazana su onečišćenja koja se prate te nivoi alarma. Alarmi se uključuju na tzv. »action level«, tj. na nivou koncentracije kod kojeg se poduzimaju akcije radi otkrivanja uzroka. Najčešće je to posljedica propuštanja na procesnoj opremi i/ili obavljanja nekog posla na nepropisan način.



Sl. 1. Shematski prikaz prijenosa informacija podataka prostornih koncentracija

Tablica 2.

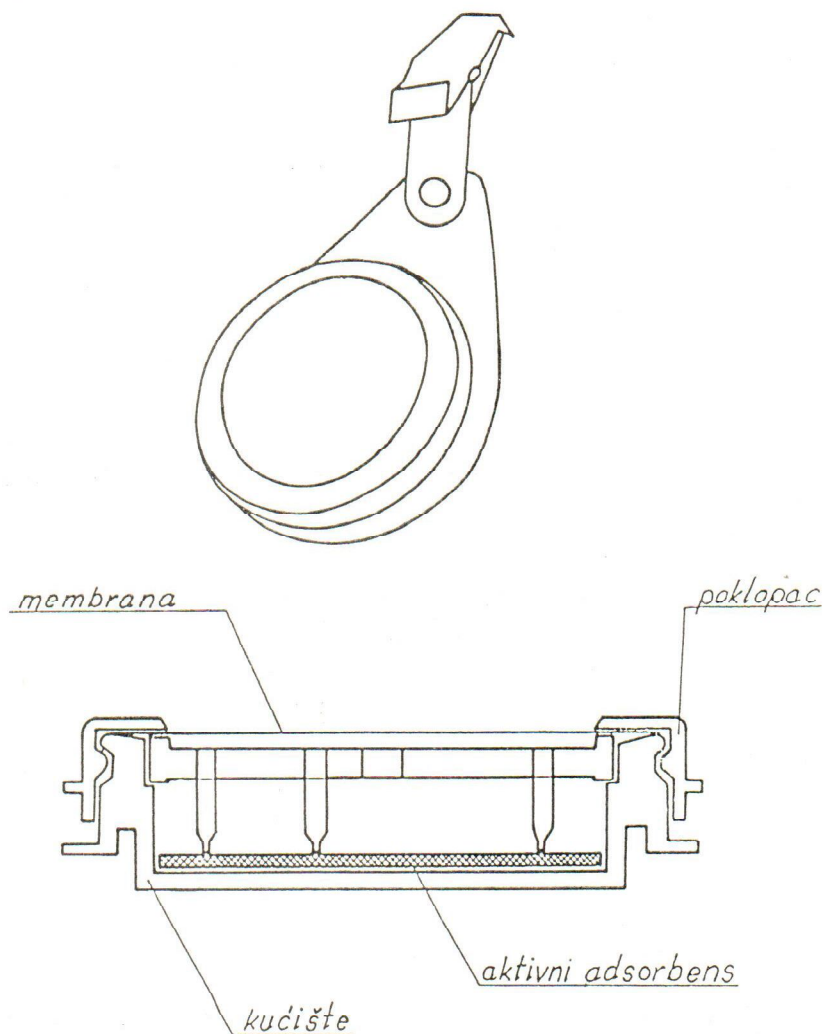
Onečišćenja praćena metodom kontinuiranog određivanja alarma

Onečišćenje	Alarmni (ppm)
Vinilklorid monomer	0,5
diklormetan	25,0
1,2-dikloreten	5,0
1,1,2-trikloreten	5,0

PRACENJE OSOBNE IZLOZENOSTI RADNIKA

Primljena doza, kao posljedica utjecaja prostorne koncentracije, mjeri se osobnim dozimetrima, te računskom procjenom s obzirom na vrijeme zadržavanja pojedinog zaposlenog u procesnoj zoni s poznatom prostornom koncentracijom. Korišteni osobni dozimetri su pasivni, a rade na principu molekularne difuzije VCM-a i srodnih spojeva u strukturi aktivnog ugljena (slika 2).

Postupkom obrade u desorpcijskom otapalu te standardnom plinskom kromatografijom (8, 9, 10) određuje se primljena doza. Ovisno o planu mjerenja dobivaju se petnaestominutni, satni ili osmosatni prosjeci. Ti podaci omogućuju procjenu zdravstvene ugroženosti pojedinog radnika te pojedinog radnog mjesta. Učestalost nošenja dozimetra određena je za svaki opis posla, prema mogućem stupnju izloženosti i nivou opasnosti od promatranog onečišćenja (tablica 3 i 4).



Sl. 2. Izgled pasivnog dozimetra tvrtke 3M

Usporedbom izmjerenih primljenih doza radnika istovrsnih opisa poslova može se uočiti neuobičajeno ponašanje pojedinaca u izvršavanju radnih zadataka, te na njih edukativno djelovati.

REZULTATI I DISKUSIJA

Praćenje osobne izloženosti radnika počelo je u travnju 1985. godine. Mjerenjima je obuhvaćeno 29 radnih mjesta u proizvodnji VCM-a. Ukupni broj

Tablica 3.

Program praćenja izloženosti radnika u odnosu na stupanj izloženosti

Stupanj izloženosti	Učestalost nošenja dozimetra
I. Nema kontakta	1 × u 2 godine
II. Manji kontakt	1 × u 1 godini
III. Povremeni dnevni kontakt	2 × u 1 godini
IV. Stalni kontakt	4 × u 1 godini

Tablica 4.

Stupanj izloženosti i broj izloženih radnika po radnim mjestima

Radno mjesto	Ukupan broj radnika	Stupanj izloženosti
Rukovodilac	1	II.
Šef proizvodnje	1	III.
Operater	44	IV.
Mehaničar	2	III.
Kompjutorski inženjer	2	II.
Administrator	1	I.

mjerenja bio je 134 u 1985. i 242 u 1986. godini. Dobiveni rezultati prikazani su na tablici 5. kao prosječne 8-satne koncentracije za pojedino radno mjesto a ponovljena mjerenja propisana su internim standardom.

Srednje vrijednosti 8-satnih koncentracija kojima su bili izloženi radnici na nekom radnom mjestu bile su izrazito niske. U 1985. interni standard (MDK) je bio prekoračen 9 puta, a najveća pojedinačna koncentracija je iznosila 2,9 ppm. Tokom 1986. maksimalna pojedinačna koncentracija je bila 1,2 ppm i to je bilo jedino prekoračenje MDK.

Usporedba rezultata iz 1985. i 1986. godine upućuje na izrazito poboljšanje kvalitete radne atmosfere.

Izmjerene koncentracije VCM-a veće od MDK poslužile su kao osnova za provedbu niza izmjena na opremi postrojenja i modifikacija postupaka za siguran rad, a kod pojedinih radnika kod kojih je utvrđena veća izloženost nego kod drugih radnika na istom radnom mjestu, zbog nepoštivanja radnih postupaka i discipline, primijenjene su edukativne mjere.

Prostorne koncentracije VCM-a i drugih kloriranih ugljikovodika u atmosferi postrojenja prate se kontinuirano od ožujka 1986. godine. Mjesečno se dobiva oko 36.000 podataka po jednom promatranom onečišćenju, pa su dobiveni podaci reprezentativni za ocjenu kvalitete radne atmosfere. Rezultati mjerenja prikazani su na tablici 6. kao aritmetička sredina, najveća pojedini

Tablica 5.

Prosječna osmosatna izloženost radnika VCM postrojenja u 1985. i 1986. godini i broj prekoračenja MDK (1 ppm)

Radno mjesto	Broj analiza		Srednja vrijednost osmosatnih koncentracija (ppm)		Broj ponovljenih mjerenja	
	1985.	1986.	1985.	1986.	1985.	1986.
Panel operater	8	17	0,320	0,01	—	—
Operater peći	18	28	0,129	0,05	1	—
Operater destilacije	16	39	0,327	0,14	2	—
Operater oksii	11	26	0,062	0,04	—	—
Operater ekologije	8	29	0,124	0,06	1	—
Operater laboratorija	12	21	0,055	0,20	3	1
Šef smjene	13	14	0,090	0,06	1	—
Instrumentarci	9	27	0,002	0,02	—	—
Električar	9	2	0,022	0,00	1	—
Mehaničar	4	8	0,033	0,03	—	—
Šef instrument.	1	—	0,031	—	—	—
Poslovođa održavanja	1	1	0,084	0,12	—	—
Planer	1	—	0,040	—	—	—
Šef održavanja	1	1	0,009	0,00	—	—
Šef laboratorija	1	—	0,021	—	—	—
Inženjer u laboratoriju	1	13	0,026	0,08	—	—
Šef proizvodnje	2	1	0,023	0,00	—	—
Administrator	1	2	0,028	0,00	—	—
Rukovodilac postrojenja	2	—	0,026	—	—	—
Inž. proc. destil.	1	2	0,020	0,05	—	—
Inž. proc. peći	2	2	0,109	0,00	—	—
Inž. proc. ekol.	1	1	0,050	0,00	—	—
Inž. proc. oksii.	2	1	0,097	0,00	—	—
Šef proc. dest.	2	1	0,072	0,05	—	—
Inž. proc. peći	2	1	0,040	0,00	—	—
Šef proc. ekolog.	2	2	0,031	0,00	—	—
Šef proc. oksii.	2	1	0,046	0,00	—	—
Kompjuterski inženjer	1	—	0,030	—	—	—
Smjenski poslovođa	—	2	—	0,04	—	—

Tablica 6.

Rezultati praćenja prostornih koncentracija VCM-a, diklormetana (M2), 1,2-dikloretana (EDC) i 1,1,2-trikloretana (β -tri) u radnoj atmosferi VCM postrojenja za razdoblje ožujak-prosinac 1986. izraženo u ppm (3600 podataka mjesečno po jednom onečišćenju)

Razdoblje 1986.	VCM			M2			EDC			β -TRI		
	C _{sred.}	C ₉₅	C _{max}	C _{sred.}	C ₉₅	C _{max}	C _{sred.}	C ₉₅	C _{max}	C _{sred.}	C ₉₅	C _{max}
Ožujak	0,09	0,33	38,0	0,16	0,44	78,2	0,25	0,75	98,4	0,05	0,09	0,6
Travanj	0,05	0,21	14,7	0,15	0,37	45,2	0,21	0,56	88,4	0,28	0,57	5,9
Svibanj	0,04	0,18	32,3	0,17	0,53	13,3	0,22	0,66	72,5	0,63	0,68	4,6
Lipanj	0,16	0,65	94,4	0,17	0,82	46,7	0,14	0,41	13,6	0,28	0,31	12,3
Srpanj	0,07	0,23	35,1	0,05	0,32	13,2	0,19	0,73	81,5	0,05	0,21	14,9
Kolovoz	0,07	0,45	75,2	0,16	0,58	98,3	0,21	0,94	49,8	0,03	0,11	7,5
Rujan	0,06	0,67	78,3	0,07	0,25	79,5	0,53	1,71	97,1	0,01	0,01	4,9
Listopad	0,03	0,16	104,8	0,04	0,21	12,7	0,52	1,52	490,2	0,01	0,01	3,3
Studenj	0,04	0,15	107,5	0,04	0,23	13,9	0,04	1,46	216,4	0,01	0,01	1,7
Prosinac	0,05	0,19	230,6	0,23	0,64	276,0	0,31	1,04	359,1	0,00	0,01	22,8

C_{sred.} = aritmetička srednja vrijednost svih mjerenja (ppm)

C_{max} = maksimalna dostignuta koncentracija

C₉₅ = koncentracija (ppm) ispod koje se nalazi 95% svih rezultata

načna koncentracija i koncentracija od koje je 95% rezultata bilo niže. Izmjerenе koncentracije bile su u prosjeku vrlo niske. Rijetke znatno povišene koncentracije (u manje od 1% svih mjerenja) posljedica je najčešće kratkotrajnih propuštanja na procesnoj opremi, mjestima za uzorkovanje itd. Kod tih povišenih koncentracija javlja se alarmni signal i onda treba primijeniti postupke predviđene za slučaj alarma, a rad se odvija uz upotrebu raznih tipova uređaja za zaštitu dišnog sustava u ovisnosti od nivoa koncentracije.

ZAKLJUČCI

Rezultati prikazani na tablicama 5. i 6. navode na zaključak da je kvaliteta radne atmosfere u proizvodnji VCM-a INA-Petrokemijske industrije Omišalj, i unatoč vrlo strogim kriterijima zadovoljavajuća, pa ne postoji opasnost za zdravlje radnika, što potvrđuju i rezultati ciljanog programa praćenja bioloških pokazatelja izloženosti, kojeg provodi zdravstvena služba IPIO.

Daljnji cilj kontinuiranog rada na poboljšanju kvalitete rada atmosfere je smanjivanje emisija te intenzivno i kontinuirano upućivanje svih zaposlenih o opasnostima za zdravlje radnika pri izloženosti VCM-u i srodnim kloriranim ugljikovodicima.

Literatura

1. Forman, D., Bennet, B., Stafford, J., Doll, R.: J. Ind. Med., 42 (1985) 750.
2. Zorica, M., Šarić, M., Konstantinović, M., Kovač, J.: Dva slučaja angiosarkoma jetre u ekspoziciji vinil klorida. Arh. hig. rada, 26 (1975) 275.
3. IPIO — Sigurnost na radu, Standard br. 20.: Maksimalno dopuštene koncentracije vinil klorid monomera, diklormetana, 1,2 dikloretana, 1,1,2 trikloretana u radnoj atmosferi INA-Petrokemijskoj industriji Omišalj.
4. Federal Registrar: Vol. 41., No. 205, 21 (1976).
5. Federal Registrar: Vol. 39, No. 194, 4 (1974).
6. NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health: Current Intelligence Bulletin 41, 9 (1984).
7. European Chemical News: Industry opposes curbs on methylene chloride, January 5/12 (1987).
8. Severs L. W., Skory L. K.: Monitoring personal exposure to vinyl chloride, vinylidene chloride and methyl chloride. Ind. Hyg. Assoc. J., 9 (1975).
9. 3M — Brand.: Organic Vapor Monitors 3500, Supplement to the 3M Diffusion Air Sampling 1984.
10. Supelco Bulletin 769C.: Determination of Organic Vapours in the Industrial Atmosphere 1982.
11. IPIO — Sigurnost na radu, postupak br. 14: Osobni monitoring korištenjem Gas Badge-a, INA-Petrokemijska industrija Omišalj.

Summary

A METHODOLOGICAL APPROACH TO THE CONTROL OF THE QUALITY OF THE WORKING ENVIRONMENT

An industrial hygiene programme in a plant manufacturing vinyl chloride monomer and 1,2-dichloroethane includes continuous recording of concentrations of the contaminants present in the working environment and determination of the doses received by the workers. The data collected are used to eliminate the emission sources and those referring to an extended period of time, which yield a reliable picture of the quality of the working environment, serve for evaluating occupational health hazard for each worker. Only with the help of such follow-up methods is it possible to realize a programme of control which permits a threshold limit value-time weighted average concentration of 1 ppm vinyl chloride in the working environment.

INA Petrochemical Industry
Omišalj

Received for publication:
March 19, 1987