

minacija znatno razširila, precejšnje število ljudi je bilo izpostavljeno sevanju.

- Ljudje, ki so našli napravo z radioaktivnim virom, se niso niti najmanj zavedali, s kako nevarnim predmetom so v stiku.
- Zdravniki, h katerim so se zatekli bolniki s sicer tipičnimi znaki akutne radiacijske bolezni, so potrebovali cela dva tedna, preden so posumili na ionizirajoče sevanje.
- Kot v preteklosti so tudi sedaj po odkritju nesreče stekle hitre, učinkovite in strokovne akcije, v katerih so kontaminacijo identificirali, omejili in odstranili.
- Tudi v tem primeru se je pokazalo, da je javnost popolnoma neseznana za ionizirajočim sevanjem, njegovimi učinki in nevarnostmi.

Kljub tem podobnostim pa se obravnava nesreča v marsičem razlikuje od prejšnjih radioloških nesreč.

- Hermetično zaprta ampula z radioaktivnim izotopom je bila ob dogodkih poškodovana in radioaktivna snov je kontaminirala okolje.
- To je bila prva nejedrska nesreča, kjer je prišlo poleg zunanje izpostavitve tudi do znatne notranje kontaminacije ljudi.
- Prvič v zgodovini radioloških nesreč so zaradi visoke stopnje interne kontaminacije uporabili preprato za pospešitev izločanja (berlinsko modrilo za cezij).

1. The Radiological Accident in Goiânia. STI/PUB/815, ISBN 92-0-129088-8, IAEA, Vienna 1988.
2. J. R. Croft, P. Zuniga-Bello, A. Keneko, 1989. The Radiological Accident in San Salvador. IAEA-SM-316/54. International Symposium on Recovery Operations in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency. Vienna, Austria, 6—10 November 1989
3. What the General Practitioner (MD) Should Know about Medical Handling of Overexposed Individuals. IAEA-TECDOC-386, IAEA, Vienna, 1986.
4. Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident. STI/PUB/740, ISBN 92-0-123186-5, IAEA, Vienna, 1986.

Bogdan Pucelj Radiological Accident at Goiânia in Brazil

Detailed information on the 1978 radiological accident at Goiânia in Brazil is presented. The breach of a highly active sealed source resulted in significant local environmental contamination and the serious exposure of several individuals. The level of environmental contamination and the extent and complexity of remedial action were unprecedented in accidents involving nonnuclear facilities.

DELOVANJE EKOLOŠKEGA LABORATORIJA Z MOBILNO ENOTO OB NESREČAH Z NEVARNIMI SNOVMI

Hermina Leskovšek*, Rafael Martinčič**, Janez Stupica***

UDK 504.054

V prispevku je predstavljena republiška specializirana enota za RKB zaščito Ekološki laboratorij z mobilno enoto, razloženi so osnovni postopki ob nesrečah z nevarnimi snovmi ter vodenje zaščitnih akcij. Na koncu podamo pregled nesreč z nevarnimi snovmi v Sloveniji v zadnjih šestih letih ter opozorimo na nekaj odprtih vprašanj, ki bodo morala dobiti svoj odgovor v novem konceptu RKB zaščite.

S proizvodnjo, predelavo, prevozom in rabo nevarnih snovi, ki so sicer koristne tako v gospodarstvu, zdravstvu, raziskavah kakor tudi v vsakdanjem življenju, si je sodobna družba nprtila breme potencialno škodljivih snovi, ki lahko ob preveliki uporabi ali zaradi nesreč ogrozijo človeka in okolje. S sistemom zakonske in druge pravne regulative, z ukrepi zlasti na področju prostorskega in urbanističnega načrtovanja, graditve objektov ter izvajanjem varstva med rednim obratovanjem naprav, objektov oziroma pri rednem delu z nevarnimi snovmi, gradimo sistem preventive. Za primer naravnih nesreč, nesreč na velikih objektih, kot so velike kemijske tovarne ali jedrska elektrarna ter za primer morebitne uporabe jedrskega, kemijskega ali biološkega orožja pa načrtujemo in gradimo celovit sistem zaščite in reševanja, da bi lahko tudi ob takih primerih zmanjšali posledice na raven, ki jo z razpoložljivimi sredstvi in znanjem lahko dosežemo. Oba dela skupaj sestavljata integralni sistem zaščite in reševanja.

Del tega sistema predstavljajo tudi republiške specializirane enote za zaščito in reševanje. Ena od enot je tudi enota za RKB zaščito. V njeni sestavi deluje Ekološki laboratorij z mobilno enoto.

Predstavitev ekološkega laboratorija z mobilno enoto

Vse izkušnje jasno kažejo, da so ukrepi v primerih nesreč bolj uspešni, če so bili

vnaprej načrtovani, organi, enote in drugi nosilci ukrepov zaščite in reševanja pa čim bolj usposobljeni. Zato je bil v letih 1980—1982 na Institutu »Jožef Stefan« ustanovljen Ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME), ki ima od oktobra 1987 status republiške specializirane enote. Po zasnovi in opremljenosti je namenjen:

- hitremu odkrivanju nevarnih snovi (radioaktivne, kemijske in biološke),
- strokovnemu svetovanju pri odpravljanju posledic nevarnega onesnaženja okolja ter
- izobraževanju in dvigu ekološke zavesti.

Funkcionalno je sestavljen iz mobilne enote (intervencijskih ekip), ki lahko posreduje v vsakem trenutku in iz stacionarnih laboratorijev, ki s svojim visokim strokovnim znanjem ter najboljšo opremo, ki jo premore Republika Slovenija omogočajo temeljito analizo »dogodka«. Takšna celovita analiza je za uspešno rešitev problema, za ugotavljanje dejanske škode, posledic in odgovornosti vsekakor potrebna, možna pa le z interdisciplinarnim pristopom. Zato je v organizacijsko shemo Ekološkega laboratorija povezanih 8 laboratorijev z Instituta »Jožef Stefan« ter 11 iz drugih institucij, torej pretežna večina tistih, ki se v Republiki Sloveniji ukvarjajo z ugotavljanjem kvalitete okolja in z njegovim varovanjem. Sedež ELME je na Institutu »Jožef Stefan«.

Mobilna enota je sestavljena iz 6 ekip za kemijsko ali biološko onesnaženje ter treh ekip za radiološko onesnaženje. V 24-urni pripravljenosti je dežurni vodja ELME ter ena od kemijskih ekip. Organizacijska shema je prikazana na sliki 1 a, shema aktiviranja in delovanja pa na sliki 1 b.

V nadaljevanju si oglejmo značilnosti delovanja ob vseh treh možnih vrstah onesnaženja.

* Inštitut »Jožef Stefan«, Univerza v Ljubljani.

** Inštitut »Jožef Stefan«, Univerza v Ljubljani.

*** Republiška uprava za zaščito in reševanje, Ministrstvo za obrambo.

Radiološki del

V okviru radiološke dejavnosti je ELME zadolžena da:

- neposredno sodeluje v Programu rednega nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško,
- posreduje ob vsaki nezgodi z radioaktivnimi snovmi,
- opravlja druge radiološke meritve in nadzor,
- svetuje in izdeluje strokovna mnenja in predloge s področja radiološke zaščite.

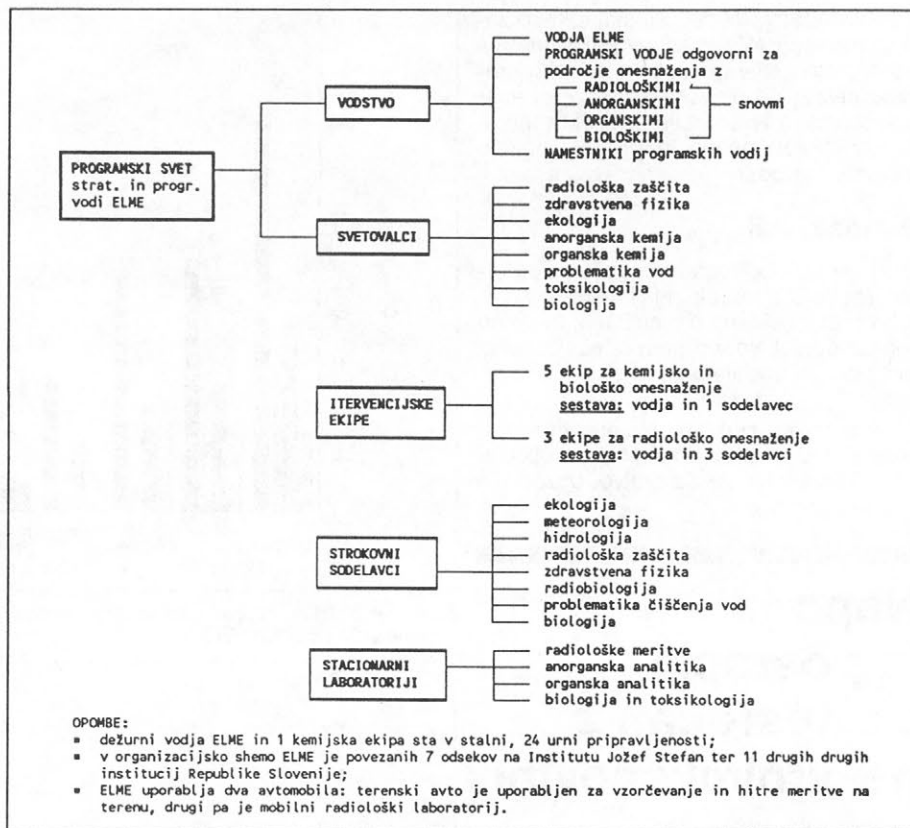
V okviru rednega programa nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško ter programa zagotavljanja nezgodne pripravljenosti mobilni radiološki laboratorij ELME opravi letno tri redne obhode NE Krško in okolice s popolno radiološko opremo. Ob vsakem obhodu, ki je vnaprej skrbno načrtovan, v NE Krško opravi del rednih vzorčevanj in meritev, primerjalne meritve s Službo za radiološko zaščito v NE Krško ter skupno urjenje ekip ELME in NE Krško. V tem okviru obišče stalne merilne točke v okolici, kot so aerosolne in jodove črpalke, izmeri osnovne parametre na primer hitrost doze, površinsko kontaminacijo s sevalci alfa in beta, vadi uporabo Ge detektorja in situ ter preveri načrtovane postopke in procedure vzorčevanja, priprave vzorcev in samih meritev. Namen teh obhodov je po eni strani možnost primerjave rezultatov meritev ELME z meritvami Službe za zaščito pred sevanji NE Krško, po drugi strani pa na ta način najbolj neposredno, na terenu, preverimo delovanje celotnega mobilnega laboratorija in usposobljenost ekip. Ekipa se seznani s okolico NE, s prevoznimi potmi, merilnimi točkami in vrednostmi radioloških parametrov, ki jih običajno srečujemo v okolju. Ti obhodi so za pravilno, hitro in učinkovito ukrepanje ob morebitni nezgodi z radioaktivnimi snovmi, izjemnega pomena.

Kemijski del

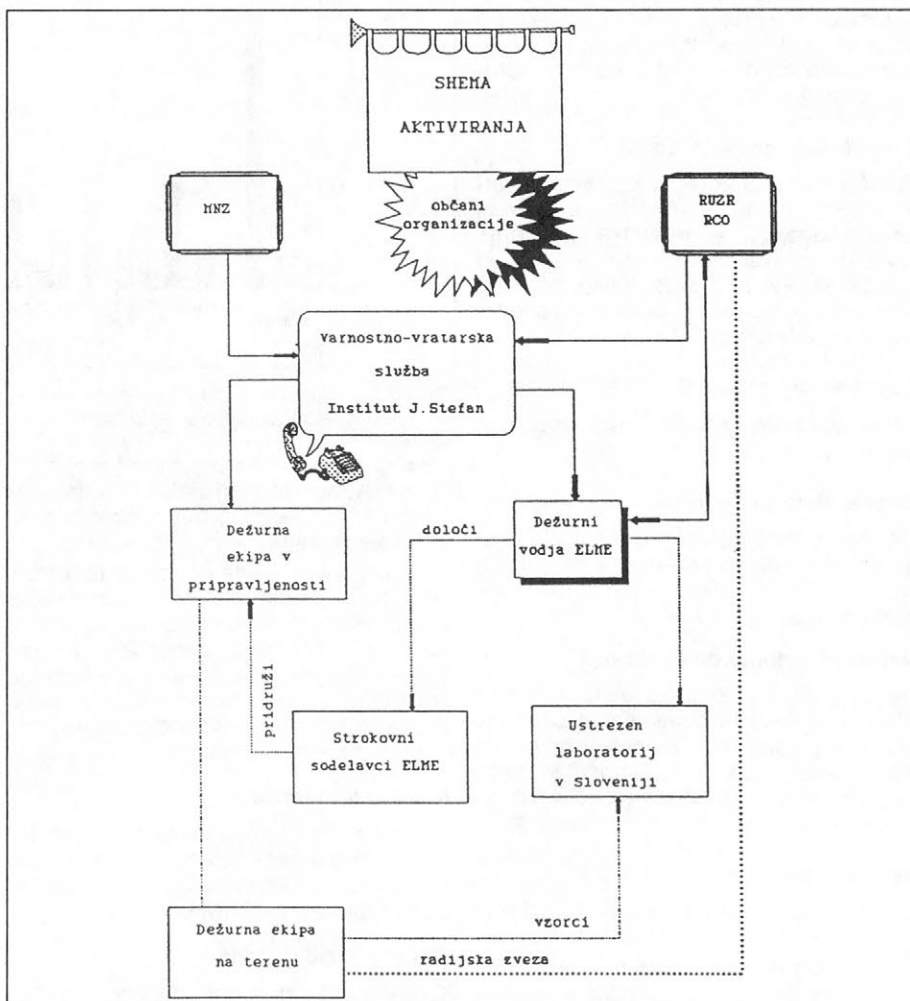
Pri izpustih nevarnih kemijskih snovi v okolje lahko pride do kompleksnega onesnaženja določenega področja. Ob takih nesrečah je naloga ELME da:

- v najkrajšem možnem času z analizami na terenu vsaj preliminarno identificira nevarno snov,
- odvzame vzorce vode, zemljin, zraka ali organizmov za nadaljnje analize specifičnih komponent ali kompleksnih zmesi v laboratorijih,
- z meritvami na terenu in analizami v laboratorijih oceni obseg in posledice onesnaženja,
- spremlja vpliv onesnaženja na okolje in svetuje pri odpravljanju posledic.

Za določevanje kemijskih onesnaževalcev je mobilni kemijski laboratorij ELME opremljen s prenosnimi instrumenti za določevanje osnovnih fizikalno kemijskih parametrov zraka in vode ter z indikatorskimi testi za ovrednotenje prisotnosti specifičnih primesi. Potrditev preliminarne rezultate s terena in dokončna identifikacija nevarne snovi se opravi v laboratorijih z najboljčutljivejšimi instrumental-



Slika 1 a. Organizacijska shema Ekološkega laboratorija z mobilno enoto.



Slika 1 b. Shema aktiviranja in delovanja republiške specializirane enote Ekološki laboratorij z mobilno enoto.

232 nimi metodami kot so: plinska in tekočinska kromatografija, masna spektrometrija (samostojno ali v povezavi s plinsko kromatografijo), nevtronska aktivacijska analiza, atomska absorpcijska spektrometrija, spektrofotometrija in druge klasične analize metode.

Biološki del

V primeru biološkega onesnaženja se organizacijsko postopki ne razlikujejo od tistih pri kemijskem onesnaženju, le da se analize opravljajo v drugih specializiranih laboratorijih sodelujočih strokovnih institucij.

Glavno breme stroškov stalne pripravljenosti ELME nosita Ministrstvo za obrambo in Ministrstvo za zdravstvo, družino in socialno varstvo.

Napotki in postopki ob nesrečah z nevarnimi snovmi

Identifikacija nevarne snovi

Možna je na osnovi tovarnega lista ali druge dokumentacije, izvemo jo lahko od dobavitelja ali prejemnika, iz oznak na cisternah ali vagonih ali od voznika oziroma spremljajočih oseb.

Klasifikacija nevarne snovi

Določiti moramo agregatno stanje nevarne snovi (trdna snov, tekočina, plin), vonj (organskega ali anorganskega izvora), barvo hlapov ali tekočin ter jedkost in dražljivost. Pri tem nam lahko pomaga programska računalniška oprema s katalogi nevarnih snovi.

Napoved ogroženosti

Takoj je potrebno ugotoviti možnost eksplozije, požara ali zastrupitev.

Ocena obsega nesreče

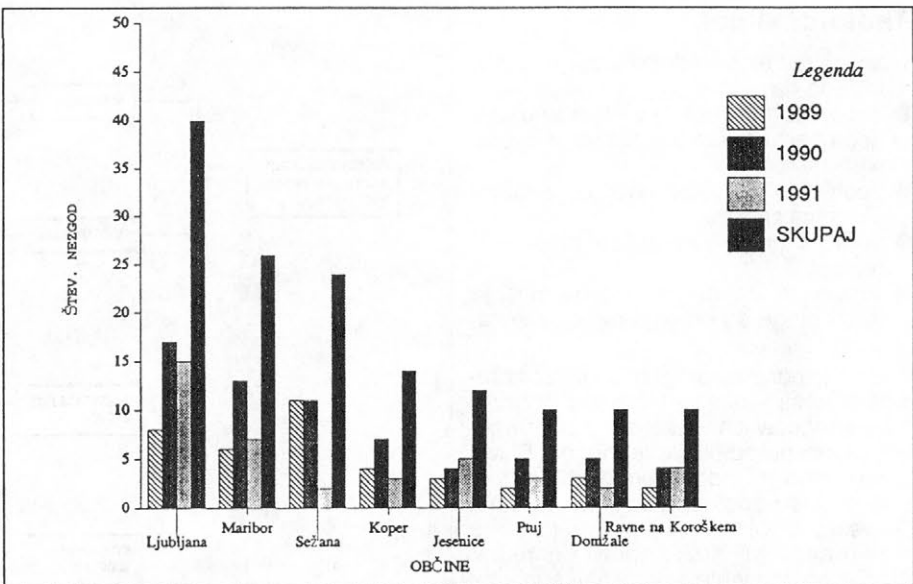
Ocena obsega nesreče predstavlja enega od pomembnih dejavnikov pri odločitvah o zaščitnih ukrepih in možnostih zavarovanja.

Napoved širjenja onesnaženja

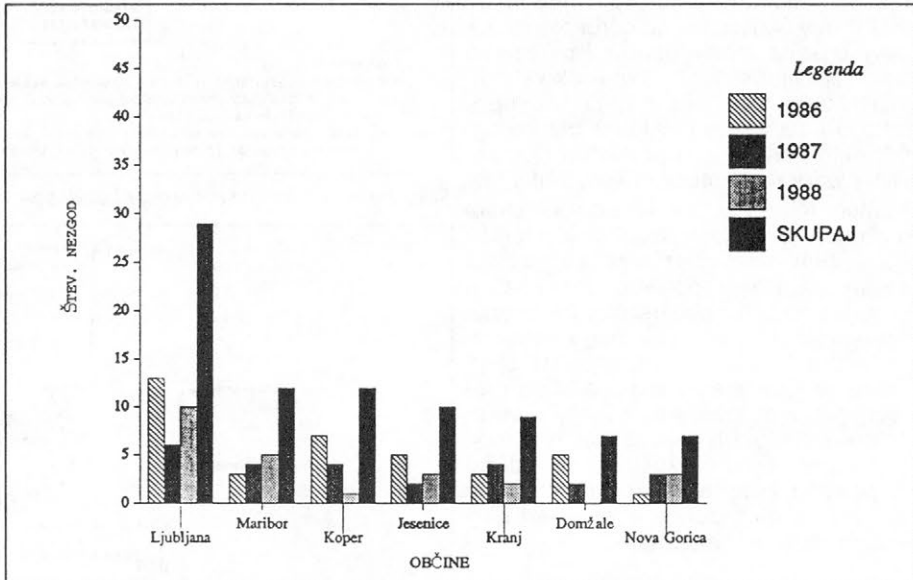
Napoved širjenja onesnaženja je za pravilno ukrepanje ter zmanjšanje posledic bistvenega pomena. Širjenje onesnaženja je odvisno tako od lastnosti in količine same snovi kot od vrste okolja in meteoroloških pogojev.

Vzorčevanje

Uspeh analize v veliki meri zavisi od pravilnosti vzorčevanja in hranjenja vzorcev. Vzorce vod je treba odvzeti v steklenke, zemljine v steklene ali plastične prahovke, medtem ko zahteva vzorčevanje zraka posebno opremo (plastične vreče, pretočne ampule, adsorpcijske cevke).



Slika 2 a. Pregled nesreč z nevarnimi snovmi po občinah v letih 1989–1991. Nesreče so se zgodile v 54 občinah. Tu so prikazane le tiste, ki so imele 10 ali več nesreč v teh letih.



Slika 2 b. Pregled nezgod z nevarnimi snovmi po občinah v letih 1986–1988. Nezgode so se dogajale v večini občin. Tu so prikazane le tiste, kjer se je zgodilo v teh treh letih 7 ali več nesreč.

Odvzeti vzorci vode in zraka se hranijo na hladnem (do +4°C), biološke vzorce in zemljine pa zamrzujemo (do -30°C). Pri vzorčevanju vode ali mulja mora biti odvzemno mesto na vstopu onesnaževalca v vodotok ali kanal, zraka ob emisijem viru in zemljine v središču onesnaženja. Zaradi pravilnega vrednotenja onesnaženosti področja in primerjave stanja je potreben tudi odvzem vzorcev izven kontaminirane cone.

Analize na terenu

Z analizami na terenu običajno lahko določimo le osnovne fizikalno-kemijske parametre onesnaževalca, ki usmerjajo nadaljnje analize v laboratoriju.

Analize v laboratoriju

V odvisnosti od ocene stabilnosti kemijske snovi se v laboratorijih opravijo analize takoj ali v 24 urah po odvzemu. Če gre za enostavno potrditev ali izločitev one-

snaževalcev je v tem času že mogoče pričakovati prve rezultate laboratorijskih analiz. V primeru analiz kompleksnejših kemijskih zmesi je ta čas seveda daljši.

Osební zaščitni ukrepi

Pri delu na kontaminiranem področju morajo ekipe upoštevati stroga merila osebne zaščite (zaščitna maska, rokavice, čevlji, po potrebi tudi zaščitna obleka z dihalnim aparatom), kontaminirano področje pa mora biti zavarovano.

Drugi zaščitni ukrepi

S hitrimi in učinkovitimi akcijami je v mnogih primerih možno omejiti obseg onesnaženja s kemijskimi snovmi in s tem tudi zmanjšati škodljive učinke na okolje. To velja predvsem pri onesnaženju vodotokov npr. z naftnimi derivati, ki jih lahko odstranimo s površine vode z odčrpavanjem ali adsorbcijo na polimernih materialih potem, ko smo vodotok za-

jezili. Onesnažene zemljine se lahko dekontaminirajo s specifičnimi reagenti, oziroma se izkopljejo in varno deponirajo ali sežgejo. V primerih, ko nevarna snov že vstopi v podtalnico, se na mestu onesnaženja podtalnica črpa toliko časa, dokler koncentracija nevarne snovi ne pade na vrednost, ki je predpisana z normativi o kvaliteti podtalnice. Še strožji nadzor je potreben v bližinah črpališč s pitno vodo. Pri onesnaženju ozračja s toksičnimi plini ali lahko-hlapnimi tekočinami je učinkovita le takojšnja dekontaminacija s selektivnimi reagenti, sicer pa širjenje oblaka zavisi od lastnosti snovi in od meteoroloških pogojev, obseg onesnaženja pa od množine nevarne snovi. Pri poškodbah cistern z nevarnimi snovmi je potrebno poiskati ustrezno tehnično rešitev za preprečitev in zavarovanje iztekanja.

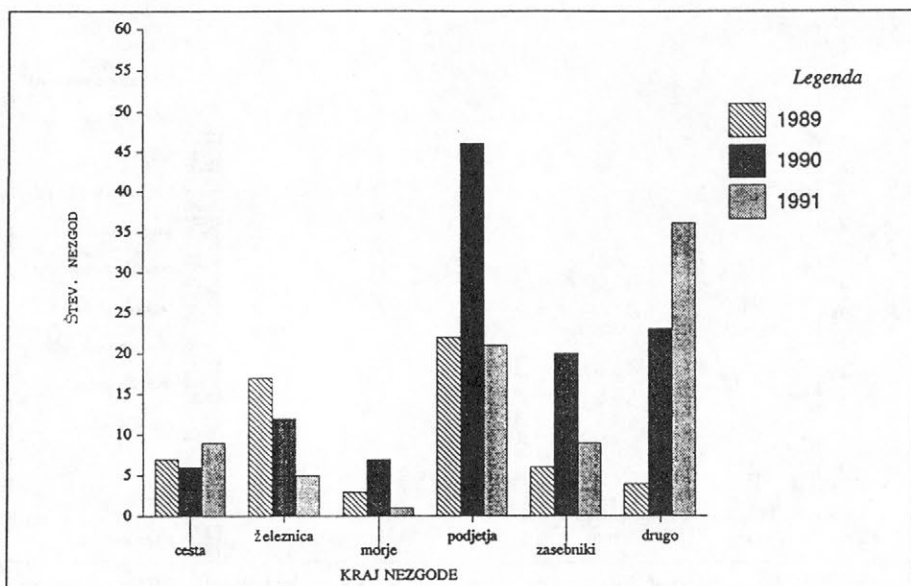
Koordinacija dela ob nesrečah z nevarnimi snovmi

Koordinacijo dela ob nesrečah z nevarnimi snovmi zajema usmerjanje in usklajevanje vseh dejavnikov, ki so na kraju nesreče, da se lahko hitro in učinkovito izvedejo vsi nujni ukrepi, kot so zavarovanje kontaminiranega področja, presoja ogroženosti, ugotovitev stanja, zaščita in reševanje ljudi, materialnih in drugih dobrin ter preprečitev nadaljnjih škodljivih posledic in škode.

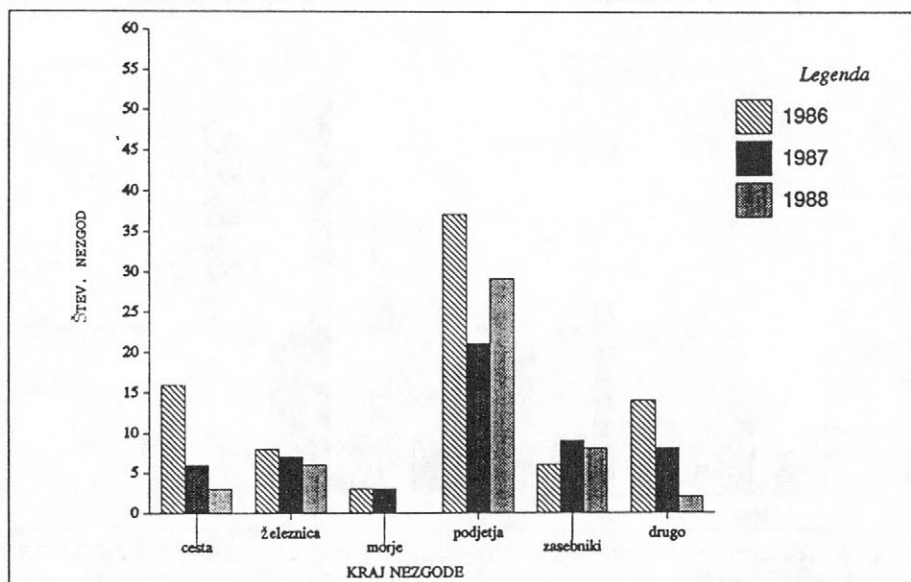
Po navodilih RSCZ ukrepanje na kraju nesreče vodi in koordinira:

1. **POVZROČITELJ** — do prihoda predstavnikov organov za notranje zadeve ali inšpekcijskih služb ali predstavnikov štaba CZ,
2. **POLICIJA** — po prihodu organov za notranje zadeve,
3. **ŠTAB ZA CZ** — v primeru, da se le-ta aktivira.

Ukrepe inšpekcijskih služb koordinira inšpektor, ki prvi pride na kraj nesreče. Do prihoda policije oziroma članov štaba za CZ pristojni inšpektor koordinira celotno ukrepanje.



Slika 3 a. Pregled nesreč z nevarnimi snovmi v letih 1989–1991 v odvisnosti od kraja nesreče.



Slika 3 b. Pregled nesreč z nevarnimi snovmi v letih 1986–1988 v odvisnosti od kraja nesreče.

Koordinacija inšpekcijskih služb v kasnejši fazi je razvidna iz naslednje preglednice (preglednica 1).

Javnost o nesreči z nevarnimi snovmi obvešča koordinator, ki je dolžan zagotoviti

takojšnje informiranje, zanesljivost in točnost informacij ter ustrezen način informiranja.

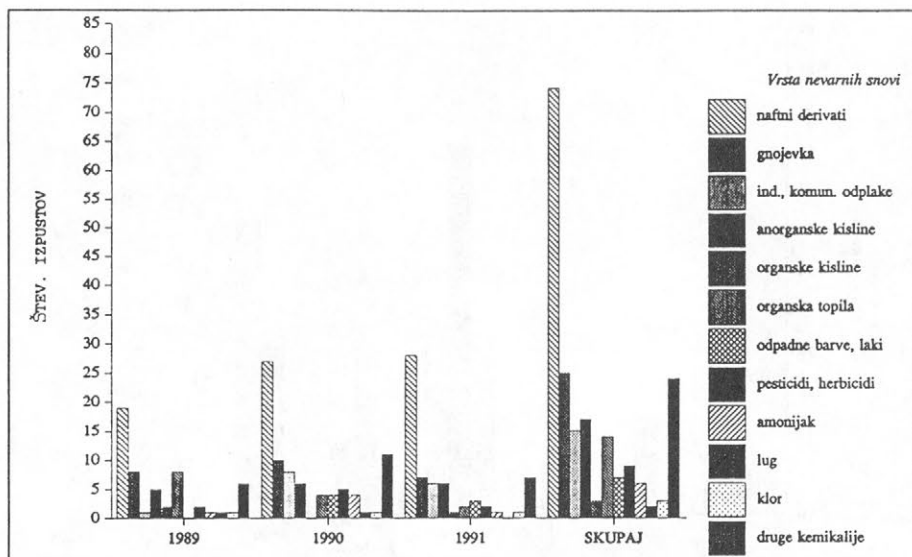
Na koncu podajmo še kratek pregled pogostih nesreč v Sloveniji ter pri tem opozorimo na nekaj odprtih vprašanj učinkovitega ukrepanja.

Preglednica 1. Koordinacija inšpekcijskih služb.

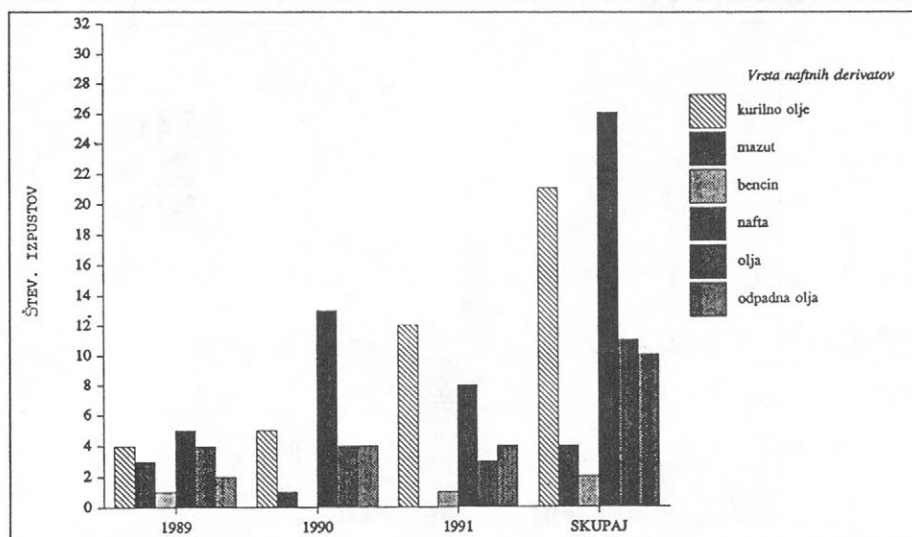
Vrsta nesreče	Gl. koordinator	V odsotnosti gl. koordinatorja
ogrožena voda	vodnogospodarski inšpektor	1. sanitarni inšpektor 2. požarni inšpektor
ogrožen zrak, pitna voda	sanitarni inšpektor	1. vodnogospodarski inšp. 2. požarni inšpektor
nesreča na cesti	inšpektor za ceste	1. vodnogospodarski inšp. 2. sanitarni inšpektor 3. požarni inšpektor
nesreča na železnici	inšpektor za varstvo železniškega prometa	1. vodnogospodarski inšp. 2. sanitarni inšpektor 3. požarni inšpektor 4. cestni inšpektor
nesreča z ionizirajočimi sevanji	inšpektor za jedersko varnost	

Pregled pogostejših nesreč v Sloveniji

Podlaga načrtovanja zaščitnih ukrepov so realne ocene ogroženosti. Za te ocene pa potrebujemo med drugim tudi osnovni pregled nevarnih snovi ter analizo večjih nesreč. Zato v nadaljevanju podajamo nekaj osnovnih podatkov o nesrečah z nevarnimi snovmi v Sloveniji v zadnjem obdobju. Podatki so bili zbrani na Ministrstvu za notranje zadeve in Republiški upravi za zaščito in reševanje.



Slika 4 a. Pregled nezgodnih izpustov nevarnih snovi v okolje v letih 1989—1991 v odvisnosti od vrste nevarnih snovi.



Slika 4 b. Pregled nezgodnih izpustov naftnih derivatov v okolje v letih 1989—1991 v odvisnosti od vrste naftnih derivatov.

Do nesreč z nevarnimi snovmi je prišlo praktično v vseh občinah. Najpogosteje v ljubljanskih, kjer izstopa Moste-Polje, sledijo mariborske občine, občine Sežana, Koper, Jesenice, nato pa Domžale, Ptuj in Ravne na Koroškem (slika 2 a). Če te podatke primerjamo s podatki za obdobje 1986—88 (slika 2 b) vidimo, da se število tovrstnih nesreč veča, hkrati pa se spreminja tudi zastopanost občin. Največkrat je prišlo do nesreč v podjetjih, sledijo jim nesreče pri transportu (slika 3 a).

Med izlitimi snovmi so v tem obdobju prevladovali naftni derivati kot so nafta, kurilno olje in različna mazalna olja. Pogosti so bili nenadni izpusti gnojevke, anorganskih kislin ter industrijskih in komunalnih odpadkov. Bilo je tudi nekaj nenadzorovanih izpustov strupenih plinov v ozračje brez večjega vpliva na okolje. Na sliki 4 a so prikazani izpusti nevarnih snovi po letih in vrsti nevarnih snovi, na sliki 4 b pa podrobneje izpusti naftnih derivatov.

Odprta vprašanja

Z novim konceptom RKB zaščite, ki ga pripravlja Republiška uprava za zaščito in reševanje, bodo odstranjene ali izboljšane marsikateri pomanjkljivosti dosedanjega sistema zaščite in reševanja. Tu bi radi opozorili na nekaj problemov, ki bodo morali pri realizaciji novega koncepta dobiti prednost, saj so, nereseni, v preteklosti povzročili nič koliko preglavic in nepotrebnih stroškov:

- centralno voden informacijski sistem o nevarnih snoveh,
- ureditev centralne deponije in sežigalnice posebnih odpadkov,
- postavev lovilnih bazenov na železniških križiščih, tovornih postajah in mednarodnih prehodih za lovljenje iztekajočih snovi iz poškodovanih cistern.

Zaključki

Ekološki laboratorij z mobilno enoto deluje že deseto leto. V povezavi z ostalimi

dejavniki predstavlja na nivoju Republike Slovenije solidno osnovo za učinkovito ukrepanje ob naravnih nesrečah, nesrečah z nevarnimi snovmi in v morebitni vojni.

Henrik Leskovšek, Rafael Martinčič, Janez Stupica

Operation of the Ecological Laboratory and Mobile Unit during Accidents with Dangerous Substances

The use of dangerous materials in various fields of industry, power production, medicine, and research has been increasing over the last few decades. In the last two decades in Slovenia, a global safety and protection system has been established consisting of three major parts: legislation, safety and protection systems for the normal operation of facilities or the use of dangerous materials, and emergency planning and readiness for nuclear or any other ecological accidents.

In 1987, Civil Defense Headquarters established highly professional emergency units (teams) in various fields of emergency response, which represent one component of the global safety and protection system. The Ecological Laboratory and Mobile Unit, established at the J. Stefan Institute between 1980 and 1982 within the framework of a UNDP project, has been recognized as one such unit. It is multidisciplinary in character, a cooperative project between several departments of the Institute and other institutes in Slovenia engaged in environmental measurements and protection.

Its prime aims are:

- detection and determination of accidental pollution of the environment with radioactive substances and specific chemical or biological pollutants;
- professional, expert recommendations to those authorities and organizations responsible for the implementation of protective measures; and
- education.

In accidents involving hazardous substances, the Mobile Unit can be sent to the location in question to perform analyses and collect samples to forward to laboratories for further study. The work is organized in such a way as to allow the immediate mobilization of the staff and facilities of all participating departments and institutions. The Emergency Control Center is at the J. Stefan Institute.