

**UTVRĐIVANJE I PROCJENA OPASNOSTI
U LOKALNOJ ZAJEDNICI**



APELL

Publikacija programa UNEP IE/PAC
SVIJEST I PRIPRAVNOST
NA NE•ELJENE DOGAĐAJE NA
LOKALNOJ RAZINI



UNEP

PROGRAM UJEDINJENIH NARODA
ZA OKOLIŠ

INDUSTRIJA I OKOLIŠ
Središte programskih djelatnosti (IE/PAC)

39-43 QUAI ANDRÉ CITROEN
75739 PARIS CEDEX 15, FRANCUSKA
TEL: 33 (1) 40 58 88 50
FAX: 33 (1) 40 58 88 74
TELEX: 204 997F



2. METODA ANALIZE RIZIKA S PRIMJERIMA

Utvrđivanje i procjena opasnosti u zajednici trebala bi zemljopisno prikazati gdje postoje opasnosti koje bi mogle izazvati accidente i u kojim okolnostima te opasnosti postaju zaista ugrožavajuće. Izvršene o istraživanju trebalo bi sadržavati popis rizičnih objekata, opasnosti i ugroženih objekata.

Treba procijeniti vjerojatnost akcidenta povezanu s tim opasnostima kao i posljedice za ljude, okoliš i procijenjenu imovinu.

Rezultat analize vrijedan je doprinosu radu lokalnih vlasti, a osigurava planski temelj vatrogasnoj i spasilačkoj službi. U suradnji s industrijom i ostalima može se iskoristiti u planiranju okoliša, prostornom planiranju itd.

Cilj je analize pregled postojećih opasnosti i prikaz sljedećeg:

- gdje se mogu pojaviti ozbiljni akcidenti (rizični objekti);
- kakve bi mogle biti opasnosti;
- do kojih vrsta akcidenata bi moglo doći;
- na koga i na što bi mogli utjecati i gdje (ugroženi objekti);
- kakva šteta bi mogla biti prouzročena i koliki bi mogli biti njezini razmjeri (posljedice);
- (vrlo bliska) vjerojatnost akcidenta;
- koji čimbenici povezuju rizik;
- način prikaza rezultata analize.

U sljedećim koracima procesa APELL moguće je procijeniti potrebu za različitim preventivnim i ublažavajućim mjerama, izmjenama planova intervencija itd.

2.1. Analiza i organizacija

Iako je ovdje opisani proces analize rizika prilično općenit, bez tehničkih pojedinosti, svejedno je potrebno iskustvo na različitim područjima kako bi se istražile česte okolnosti koje mogu prouzročiti accidente.

Rad na analizi stoga zahtijeva:

- razumijevanje pojmova rizičnoga objekta, opasnosti, vrste rizika, ugroženoga objekta i posljedica itd. (vidi definicije u poglavlju 1.2.);
- dobru organizaciju i planiranje (korak 1. u procesu APELL);
- spremnost ulaganja i vremena i novca;
- pouzdane informacije koje čine razumni temelj za analizu (za ovo je nužno međudjelovanje industrije i vlasti u zajednici);
- dobre kontakte osoba u tijelima lokalne vlasti i industrijskih, trgovačkih i prometnih tvrtki;
- podršku političkih i administrativnih tijela u zajednici.

Tijekom analize treba donijeti sljedeće odluke:

- koje rizične objekte i opasnosti uključiti – treba li neke izostaviti?
- treba li nekim određenim opasnostima/ugroženim objektima posvetiti osobitu pozornost?
- koje zemljopisno područje valja obuhvatiti? (Ne zaboravite da se rizični objekt može nalaziti izvan zajednice, npr. uzvodno ili uz vjetar, ili izvan zemlje.)
- koja mjerila koristiti pri procjenjivanju koju mogu uzrokovati nesreće u smatranom području velikih razmjera, bilo zbog toga što bi posljedice bile ozbiljne za zajednicu ili zbog toga što lokalne vlasti ne posjeduju sredstva za zaštitu i spašavanje?
- kada i kako dovršiti analizu i sastaviti izvješće?

Odgovarajući je način organizacije rada uspostava koordinacijske skupine, kako predlaže priručnik APELL. Skupina bi trebala imati razmjerno mali broj članova koji bi predstavljali npr. vatrogasnu i spasilačku službu, bolnicu i ambulantu, civilnu zaštitu, industriju, ustanovu zaštite okoliša i građevinsku ustanovu.

2.2. Temelj i podloga za analize

Iskustvo članova koordinacijske skupine i njihovo poznavanje lokalnih uvjeta vrlo su važne stavke u radu na analizi. Druge osobe, iz lokalne vlasti i industrije, također mogu uvelike pridonijeti radu na analizi.

Informacije za rad mogu se dobiti iz sljedećih izvora:

- ovaj priručnik;
- druga literatura (vidi upute u dodatku 3.8. i priručniku APELL);
- karte koje prikazuju sljedeće (uz odgovarajuće informacije):
 - cestovnu mrežu, željezničku prugu i zrakoplovne piste;
 - zgrade;
 - trgovine, samoposluživanja, skladišta i benzinske postaje;
 - industrijska područja;
 - pristaništa;
 - dalekovodi;
 - mreže energije široke potrošnje, vodoopskrbe i kanalizacije;
 - slivna područja;
 - plinovodi prirodnoga plina;
 - rudnici;
 - spremnici;
 - prostorni i građevinski planovi;
 - skloništa;
 - područja ugrožena poplavama, odronima, vjetrom itd.;
 - vrijedna/osjetljiva područja koja zahtijevaju osobitu zaštitu itd.
- popis tvrtki koje djeluju na određenom području;
- popis velikih količina opasnih materijala;

- sva evidencija vezana uz uređenje prometa opasnih roba;
- rezultati istraživanja prometa i sl. (cestovnoga, željezničkog i zračnog);
- najmoderniji planovi intervencija;
- statistika i informacije o akcidentima i nezgodama;
- informacije o broju lokalnih stanovnika i zaposlenika u industrijskom području;
- računalni programi itd. (Napomena: dodatak 3.7. ovom priručniku uključuje opis "Tehničkih uputa za analizu opasnosti" i računalni program CAMEO, prikazan na seminarima/radionicama o APELL-u. To će pomoći planerima provođenje nešto detaljnije analize opasnosti nego što je opisana u ovom priručniku.)

Za rad se poslužite ilustracijom 2.1.

Razradite sve stavke s lijeva na desno za svaku opasnost!

Ilustracija 2.1

ZAJEDNICA

OBJEKT/PODRUČJE

① Objekt	② Radnja	③ Opasnost (količina)	④ Vrsta rizika	⑤ Ugroženi objekt	⑥ Posljedice
-------------	-------------	-----------------------------	----------------------	-------------------------	-----------------

UTVRĐIVANJE _____ PROCJENA

1 2 3 *a 4 5 *b 6
Objekt Radnja Opasnost Vrsta rizika Ugroženi objekt Posljedice

- = život
- O = okoliš
- I = imovina
- B = brzina
- V = vjerojatnost
- P = prioritet

7-10 Ozbiljnost				⑪	⑫	⑬
•	O	I	B	V	P	Primjedbe

UTVRĐIVANJE _____ PROCJENA

7 8 9 10 11 12 13
•ivot Okoliš Imovina Brzina Vjerojatnost Prioritet Primjedbe

*a Ovdje završiti ako su opasnosti zanemarive.

*b Ovdje završiti ako nema bitno ugroženih objekata.

Nije je prikazan pregled postupka.

1. Koji se točno rizični objekt(i) rašćlanjuje-u?
2. Koje se radnje poduzimaju?
3. O kojim se opasnostima radi (količina, toksičnost, zapaljivost itd.) u tim radnjama?
4. Koje vrste rizika mogu biti izazvane tim opasnostima, u kombinaciji s drugim opasnostima?
5. Gdje su ugroženi objekti? Koliko su oni osjelljivi?

6. Na koji način mogu biti pogođeni? Koje su posljedice? Koje su zone rizika na licu mjesta i izvan mjesta događaja (približno, ako nisu dostupni računalni modeli)?
7. Kako teško mogu biti pogođeni ljudi na licu mjesta ili izvan mjesta događaja?
8. Kakav bi mogao biti utjecaj na okoliš? Koliko dugo?
9. Koliki bi mogli biti troškovi akcidenta, u smislu smrtnih slučajeva i hospitalizacije ljudi, uništenja okoliša, gubitka i oštećenja imovine itd.?
10. Koliko brzo bi se akcident mogao razvijati? Koliko bi dugo mogao trajati?
11. Koje su vjerojatnosti događaja? Koliko često do njih dolazi? Što pokazuje prošlo iskustvo?
12. Koji je prioritet rizičnih objekata? Koliko ozbiljne bi mogle biti posljedice za ljude i/ili okoliš i/ili imovinu? Koja sredstva su potrebna za intervenciju? Je li moguće doći do rezultata akcidenta na određenom mjestu?
13. Primjedbe na "najgori slučaj" i "dimenzioniranu procjenu štete" (vidi definicije u 1.2.).

U dodacima 3.1.-3.5. opisane su različite vrste nesreća i s njima povezanih opasnosti. Općenito govoreći, može se reći kako do akcidenta dolazi pri nekontroliranom otpuštanju energije.

Potencijalna energija se otpušta kod pucanja brane ili posude pod tlakom, lavine ili odrona ili pri rušenju zgrade.

Kinetička energija uzrokuje ozljede npr. u nesrećama u prometu, pri jakom vjetru ili plimnim valovima.

Toplinska energija uzrokuje ozljede pri istjecanju vruće vode ili rastaljenoga metala. **Energija zračenja** uzima oblik topline i svjetlosti u porazima, ili zračenju iz radioaktivnih izvora.

Kemijska potencijalna energija oslobađa se u porazima, eksplozijama i nekontroliranim kemijskim reakcijama.

Kemikalije mogu utjecati na okoliš, ili naglo ili tijekom dugog vremenskog razdoblja. One mogu biti toksične ili, pri biološkoj razgradnji, mogu izazvati nedostatak kisika. Također, mogu mijenjati pH- vrijednosti ili se nakupljati u gornjim krajevima hranidbenoga lanca. Tvari odbojnog okusa ili mirisa mogu oštetiti slivna područja ili divljinu važnu za lov, ribolov i rekreaciju.

Kombinirani akcidenti događaju se pri nekontroliranom otpuštanju jednoga oblika energije što vodi oslobađanju drugoga oblika energije.



*Poraz u skladištu, Melbourne, 1985.
Snimio: F. BALKAU*

Vjerojatnost neke opasnosti treba uzeti u obzir sve izvore rizika. Statistika i informacije o akcidentima i nezgodama mogu tvoriti temelj procjene. Ipak, na vjerojatnost utječu mnoge stavke i ona se može uvelike razlikovati za slične instalacije i rizične objekte na različitim lokacijama. Neki čimbenici koji utječu na rizik dani su u ilustraciji 2.4.

Na primjer, vjerojatnost nesreće na cesti vezana je uz vrstu korisnika, jačinu prometa i prirodu ceste (širina, površina ceste, raskrižja, vidljivost, ograničenja brzine itd.).

Utovar i istovar opasnih roba proces je koji podrazumijeva osobiti rizik u kemijskoj industriji. U industrijskom procesu rizik raste razmjerno broju radnji koje se provode ručno.

Vjerojatnost velikoga požara i brzina njegova širenja vezani su uz količinu zapaljivih materijala u zgradi i lakoći njihova zapaljenja. Odvajanje požara (ugradba vatrootpornih vrata itd.) i zračenje također utječu na vjerojatnost požara koji bi prouzročio štetu velikih razmjera.

Procjene vjerojatnosti same koordinacijske skupine obično su dostatne za početne približne izračune. Predstavnici zainteresiranih tvrtki trebali bi pomoći pri izradi detaljnije studije industrijskih lokacija. Prema potrebi, raščlaniti mehanizme koji izazivaju ili dopunjuju akcident pomoću metoda navedenih u dodatku 3.7. U složenim slučajevima rizični objekt može se razdijeliti na sastavne dijelove i izračunati vjerojatnost za svakoga od njih.

Posljedice se procjenjuju uzimajući u obzir značaj opasnosti i objekte koji bi mogli biti pogođeni unutar lokacije. Uobičajena su pitanja u ovoj fazi:

- Jesu li prisutne vrlo toksične kemikalije?
- Postoji li toliko velika količina otrovnoga plina da bi on mogao nekontrolirano isteći u koncentracijama opasnim za neposrednu okolinu?
- Bi li opasne kemikalije mogle reagirati s drugim kemikalijama u blizini ili s vodom ili s atmosferom i stvoriti drugu kemikaliju/kemikalije opasne za zajednicu?
- Skladište li se umjetna gnojiva, pesticidi i herbicidi u takvim količinama da bi požar mogao proizvesti plinove opasne za okolinu? Bi li požar doveo do nekontroliranoga istjecanja onečišćene vode zbog pokušaja gašenja požara?
- Predstavlja li skladište zapaljivoga materijala ozbiljan rizik od požara za okolinu? Bi li mogao proizvesti štetni dim?
- Postoji li ozbiljan rizik od eksplozije ili požara zbog rukovanja zapaljivim plinovima u tekućem obliku?
- Bi li konstrukcija zgrade mogla predstavljati problem pri evakuaciji u slučaju neželjenoga događaja ili otežati pristup spasilačkim službama?

Drugim riječima, važno je znati:

- potencijal opasnosti, tj. količine i toksičnost opasnih kemikalija ili pohranjene energije, te vrstu izazvanoga akcidenta;
- mjesto opasnosti, osjetljivost obližnjih ugroženih objekata, izgleda za intervenciju spasilačkih službi i ostalih kao i dekontaminaciju nakon što je akutna faza prošla;

- uèinke na lokalno gospodarstvo;
- rizik da æe ugroæeni objekt izazvati pogoršanje opasnosti.

Èimbenici u ilustraciji 2.4 utjeèu i na vjerojatnost pojave akcidenta i na njegove posljedice.

Zadaæa analize rizika ukljuèuje sveobuhvatno razvrstavanje pojedinaènih opasnosti prema vjerojatnosti njihove pojave, posljedicama i razdoblju upozoravanja. Rad na ovom podruèju moæe se pojednostaviti uporabom "matrice rizika", kako je prikazano ilustracijom 2.6 i primjerima 2.9–2.15. Analiza æe pomoæi lokalnim vlastima i industriji pri utvrðivanju prioriteta buduæega planiranja.

Vjerojatnost da æe opasnost izazvati akcident moæe se smjestiti u jedan od pet razreda procjenjivanjem njezine oèekivane uèestalosti.

Razred	Uèestalost
1 nevjerojatno	manje od jednom svakih 1000 godina
2	jednom svakih 100-1000 godina
3	jednom svakih 10-100 godina
4	jednom svakih 1-10 godina
5 vrlo vjerojatno	èešæe nego jednom godišnje

Procjena se u velikoj mjeri temelji na struènom znanju èlanova koordinacijske skupine, uz statistiku i informacije o akcidentima odnosno nezgodama.

Ako opasnost predstavlja ozbiljnu prijetnju, moæda æe biti potrebno paøljivije prouèiti uèestalost pojave akcidenta, uz korištenje odgovarajuæih statistièkih i raèunalnih modela. Moæda æe biti potreban pregled tehnièke sigurnosti, ako ljudske reakcije ili tehnièki sustavi imaju vañnu ulogu u spreèavanju moguæih akcidenata.

U dodatku 3.7. naveden je niz detaljnih metoda analize rizika. Opæenita primjena takvih sloæenih metoda prelazi predmet analize opasnosti za zajednicu pa su kao temelj lokalnoga planiranja dovoljne jednostavnije metode. Ipak, industrija mora biti upoznata s opasnostima koje ona sama predstavlja i, prema potrebi, treba za procjenu tih opasnosti koristiti detaljne metode analize rizika.

Do grube procjene brzine razvoja akcidenta i njegovih posljedica za ljude, imovinu i okoliš moæe doæi na slièan naèin. Opet se moguæe posluèiti s pet razreda, gdje 1 oznaèava najbezazlenije posljedice, a 5 najozbiljnije. To je prikazano ilustracijom 2.5.

Opasnost se opisuje razlièitim brojevima, za:

- vjerojatnost
- posljedice
- brzinu razvoja

2.3. Nužna je procjena kombiniranoga rizika s uključivanjem svih ovih čimbenika, čime će se doći do najvjerojatnijega razreda rizika.

Postupak

2.3.1. Temelj

Skupina bi trebala početi s određivanjem ciljeva analize i razine potrebnih detalja. Bit će potrebna "Karta analize" (vidi ilustraciju 2.8), koja obuhvaća promatrano zemljopisno područje. Uključiti treba samo objekte bitne s gledišta analize. U radu i za sažeti prikaz rezultata koristite se ilustracijom 2.1.

2.3.2. Popis

Treba napraviti popis objekata koji će biti uključeni u analizu (primjeri rizičnih objekata i opasnosti dani su u ilustraciji 2.2). Karta analize početni je korak. Uvijek treba posjetiti lokaciju rizičnoga objekta, osobito objekata za koje se predviđa da će predstavljati prijetnje velikih razmjera.

2.3.3. Utvrdivanje

Započnite s obrascem za analizu rizika iz ilustracije 2.1. **Za početak odaberite neki objekt i područje poznato svim članovima koordinacijske skupine.** Druga opasna postrojenja i rizične objekte u općini možete proučavati naknadno.

Dijelovi postrojenja rizičnoga objekta koji sadrže opasnosti treba popisati u **stupcu 1.**

Radnju koja se obavlja u tom dijelu postrojenja treba prikazati u **stupcu 2.**, na primjer:

- proizvodnja, pročišćavanje, miješanje, pakiranje
- skladištenje, utovar
- prijevoz
- prodaja
- proizvodnja energije, opskrba energijom, oprema za energetske transformacije
- održavanje, popravci
- proizvodnja bilja namijenjenoga tržištu, proizvodnja mesa
- bolnice, škole, zabavni i sportski objekti

Popišite oblike tvari ili energije koji mogu izazvati rizik od akcidenta u **stupcu 3.** Prikazite količine opasnih kemikalija, zajedno s drugim bitnim informacijama, npr. razinom toksičnosti, koja utječe na moguće razmjere akcidenta.

Vrste akcidenta koje bi mogla izazvati svaka od opasnosti mogu se prikazati u **stupcu 4**. Ovdje mogu biti: odroni, rušenje zgrada, poplave, ispuštanje opasne kemikalije, požari, eksplozije, sudari ili nešto slično. Popišite i moguće kombinirane akcidente.

Ugroženi objekti prikazuju se u **stupcu 5**. Ako prisutne opasnosti nisu ozbiljne prijetnje ljudima, okolišu ili imovini, promatrani rizični objekti mogu se ispustiti iz ostatka vještave.

2.3.4. Procjena

U mnogim slučajevima dovoljno je procijeniti razmjere posljedica, koje treba prikazati u **stupcu 6**. Važno je vidjeti je li pojava pojedine posljedice vjerojatna. Nije uvijek nužna detaljna procjena. U obzir treba uzeti rizične zone na licu mjesta i izvan mjesta događaja.

Ako je posljedice teško predvidjeti, možda će biti potrebno zatražiti savjet stručnjaka. Modeli procjene širenja plinova i njihovih učinaka dostupni su na osobnim računima (vidi dodatak 3.7.).

2.3.5. Razvrstavanje

Pođnite od uputa za razvrstavanje iz ilustracije 2.5.

Raspodijelite procijenjene posljedice po razredima od 1 do 5 za sljedeće:

život (smrtni slučajevi/ozlijeđeni) –	u stupac 7, “•”
objekti u okolišu –	u stupac 8, “O”
imovina –	u stupac 9, “I”
brzina razvoja,	
razina upozorenja –	u stupac 10, “B”

2.3.6. Rangiranje

Procijenite vjerojatnost od 1 do 5 i upišite to u **stupac 11, “V”**.

Usporedite razrede različitih posljedica s obzirom na razvrstavanje svake od opasnosti. Prikazite prioritetnost svake od njih oznakama od A do E u **stupcu 12, “P”**.

Vrlo je važno poznavati scenarij “najgorega slučaja”, ali to nije nužno odlučujućim čimbenik u planiranju intervencija. Prioritet u radu trebao bi biti pronalaženje rizičnih objekata i opasnosti i razvrstavanje prijetnji sljedećim redoslijedom:

- ljudi
- okoliš
- imovina

Dodijelite rizičnom objektu općeniti razred na temelju matrice iz ilustracije 2.6 (1C, 2D i sl.), prema vašoj prosudbi vjerojatnosti akcidenta koji bi bio izazvan opasnošću (opasnostima) i ozbiljnosti njegovih posljedica (“dimenzionirana procjena štete” i “najgori slučaj”). VIDI UPUTE U ILUSTRACIJI 2.7.

Pogledajte neke primjere u ilustracijama 2.9–2.15.

Rizièni su objekti sada rangirani.

Sada kada ste saznali više, mođate æete se htjeti vratiti natrag i izmijeniti pozicije nekih objekata.

(Eventualnu) uporabu dimenzionirane procjene štete i sve ostale æinjenice koje valja zabiljeđiti te sve preporuke, npr. o sigurnosnim zonama ili planovima intervencija, treba upisati u **stupac 13, "Primjedbe"**.

2.3.7. Prikaz rezultata analize

Vjeđba æe rezultirati nizom obrazaca koji æe sadrđavati navedene informacije. Reæeni æe obrasci sami po sebi biti vrlo korisni razlièitim tijelima lokalne vlasti. Teško je stvoriti opæenitu sliku riziènih objekata ako su informacije prikazane samo na mnoštvu obrazaca. Stoga je preporuðljivo prikazati najvađnije informacije na sveobuhvatnoj "karti rizika" (vidi ilustraciju 2.8). Rizièni objekti mogu se oznaæiti simbolima koji æe pokazivati njihovu poziciju, kao i uz njih vezane ugrođene objekte razlièitih vrsta. Također je vađno naæiniti detaljnu kartu lokacije svakog vađnog riziènog objekta. Tamo bi također trebalo prikazati predviđene zone u kojima bi opasnost mogla rezultirati smrtnim sluæajevima, ozljedama ili štetom. Vidi ilustracije 2.9–2.15 zbog primjera.

Sada znate gdje se u zajednici nalaze najvjerojatniji rizièni objekti i opasnosti. Odredili ste opasnosti, procijenili njihov potencijal prouzrooænjenja ozljeda ili smrti ljudi, šteta u okolišu i uništenja ili ošteæivanja imovine. Kao posljednje, ali zato ne i manje vađno, rangirali ste riziène objekte i dokumentirali nalaze.

Sada je trenutak priopæiti rezultate i poduzeti sljedeæi korak (3) procesa APELL: "Procijenite rizike i opasnosti koji mogu izazvati neeljene dogaðaje u zajednici"; kao i radnje spreæavanja akcidenata.

Ilustracija 2.2

Primjeri riziènih objekata	Uobiæajene opasnosti
Pristaništa	Velike i promjenjive kolièine razlièitih vrsta opasnih tvari (zapaljive, eksplozivne, otrovne itd.); dizalice, vozila.
Skladišta, terminali	Vidi pod pristaništa
Brodovi	Opasne robe, ulja
Ranirni kolodvori	Opasne robe, ulja
Kanali	Opasne robe
Zraène luke	Gorivo, opasne robe
Zrakoplovi	Gorivo, opasne robe
Preradbena industrija Rafinerije, petrokemijska industrija, industrija anorganskih kemikalija, farmaceutska industrija, ind. boja, èelika/metala, celuloze/papira, tkanina itd.	Posude pod tlakom, spremnici, cisterne, skladišta, oprema za obradu koja sadri opasne tvari u obliku sirovina, katalizatora, proizvoda, nusproizvoda, otpada i visokonaponske struje.
Ostala industrija Plastika, gume, strojevi, pilane i ostale grane industrije koje se bave proizvodnjom drveta itd.	Posude pod tlakom, skladišta, cisterne s otrovnim/zapaljivim tvarima itd.
Hidroelektrane	Voda za brane, visokonaponska struja
Termoelektrane	Zapaljive tvari, posude pod tlakom, para pod visokim tlakom, vrela voda, visokonaponska struja
Nuklearne elektrane	Radioaktivni i otrovni materijali za reaktore, posude pod tlakom, para pod visokim tlakom, vruæa voda, visokonaponska struja
Plinovodi	Zapaljivi plin, cijevi pod tlakom
Drugi cjevovodi	Zapaljive, otrovne i za okoliš opasne tvari, cijevi pod tlakom
Benzinske postaje	Zapaljive, otrovne i za okoliš opasne tvari
Skladišta ulja	
Robne kuæe	Zapaljive i otrovne tvari, sprejevi

Trgovine građevnog materijala	Velike količine drveta
Čeljezarije	Eksplzivne i zapaljive tvari
Pilane	Zapaljive tvari, drvo
Komunalni objekti poput postrojenja za pročišćavanje vode, postrojenja za obradu otpadnih voda, bazeni	Opasne tvari
Bolnice	Opasne kemikalije
Škole	Opasne kemikalije
Hoteli	Visoke zgrade
Silos	Zapaljiva prašina
Kamenolomi i drugi veliki planinski/podzemni objekti	Nestabilne stijene/tlo, plinovi, ocjedna voda, vozila
Područja sklona poplavama odronima i urušavanju građevina	Geološki uvjeti
Zračni dalekovodi	Visine

Tuneli

Rizik od urušavanja, slo•eni uvjeti
spašavanja

Ceste

Vozila, opasne robe

Ilustracija 2.3

Ugro•eni objekt

Posljedice

Ljudi

Osoblje
Posjetitelji
Okolno stanovništvo
Osoblje vatrogasne i spasila•ke slu•be i
civilne zaštite
Djeca, stariji ljudi

Po•evši od zabrinutosti, preko ozljeda do
mnogobrojnih smrtnih slu•ajeva

Okoliš

More, jezera, rijeke, kanali

Brodске, trajektne i zrakoplovne nesre•e,
utapanje, istjecanje opasnih tvari
(vodovodi, prirodni rezervati)

Vodoopskrba

One•iš•enje, loš okus, štete od sabota•a

Rekreacijska podru•ja

Istjecanje opasnih tvari, po•ari

Prirodni rezervat

Istjecanje opasnih tvari

Poljoprivredna zemljišta

Istjecanje opasnih i za okoliš štetnih tvari

Šuma

Po•ari

Imovina

Zra•ni terminal

Sve od manjih ošte•enja do potpunog
uništenja

•eljezni•ka postaja

Kao što je navedeno, plus sudari

Podzemna •eljeznica

Kao što je navedeno, plus štete izazvane
dimom

Pristaništa

Kao što je navedeno, plus istjecanje opasnih

	tvori
Bolnica	Od manjih oštećenja do potpunog uništenja
Njegovalište	
Mala škola / vrtić	
Hotel	
Kazalište	
Sportski objekt	
Kino	
Vodoopskrba	Onečišćenje, loš okus, štete od sabotaza
Postrojenje za pročišćavanje vode	Kao za vodoopskrbu
Industrija	Vidi ilustraciju 2.2
(Napomena: mogućnost kombiniranih akcidenata, npr. odrona koji uzrokuje istjecanje kemijske tvari, itd.)	

Ilustracija 2.4

Ėimbenici koji utječu na opasnosti i rizik

Pri procjeni riziĖnih objekata, opasnosti i, gdje je to primjenjivo, ugroĖenih objekata, treba u obzir uzeti sljedeće Ėimbenike:

- prisutnost opasnosti (vrsta, koliĖina i potencijal)
- ekstremni uvjeti, na primjer u rukovanju opasnim tvarima
- uĖinci skladištenja razliĖitih tvari zajedno
- Ėinjenica da su spremnici za kemikalije moĖda slabo oznaĖeni ili potpuno neoznaĖeni
- udaljenost do kritiĖnih ugroĖenih objekata i sigurna udaljenost za ograniĖavanje uĖinka domina
- vaĖnost korektnoga ponašanja ljudi, s ciljem:
 - izbjegavanja štete
 - upozorenja i stalnoga informiranja spasilaĖkih sluĖbi i ugroĖenih objekata
 - djelotvornosti spašavanja
- vaĖnost propisnoga funkcioniranja sigurnosne opreme i drugih pomoĖnih sluĖbi
- uĖinci prirodnih sila poput kiše, snijega, vjetra, lavina, valova itd.

- vjerojatna ili moguća šteta i procijenjeni broj žrtava
- mogućnost uočavanja opasnoga događaja dok je još u svojim početnim fazama vjerojatnost i moguća učinci sabotage.

Ilustracija 2.5

Razvrstavanje (vidi matricu u ilustraciji 2.6) posljedica mogućega akcidenta, brzina kojom bi se akcident razvijao i vjerojatnost njegove pojave – za uporabu u analizi ugroženih objekata i/ili pojedinačnih akcidenata.

Posljedice za život i zdravlje

Razred	Značajke
1. nevažne	privremena neznatna nelagodnost
2. ograničene	nekoliko ozljeda, dugotrajna nelagodnost
3. ozbiljne	nekoliko teških ozljeda, ozbiljna nelagodnost
4. vrlo ozbiljne	nekoliko (više od 5) smrtnih slučajeva, nekoliko (20) teških ozljeda, do 500 evakuiranih
5. katastrofalne	nekoliko smrtnih slučajeva (više od 20), stotine teških ozljeda, više od 500 evakuiranih.

Posljedice za okoliš

Razred	Značajke
1. nevažne	nema kontaminacije, lokalizirani učinci
2. ograničene	jednostavna kontaminacija, lokalizirani učinci
3. ozbiljne	jednostavna kontaminacija, raspršeni učinci
4. vrlo ozbiljne	teška kontaminacija, lokalizirani učinci
5. katastrofalne	vrlo teška kontaminacija, raspršeni učinci

Posljedice za imovinu

Razred	Ukupni troškovi štete (mil. USD, funti itd.)
1. nevažne	< 0,5
2. ograničene	0,5 – 1
3. ozbiljne	1 – 5
4. vrlo ozbiljne	5 – 20
5. katastrofalne	> 20

Brzina razvoja

Razred

1. rano i jasno upozorenje
- 2.
3. srednje
- 4.
5. bez upozorenja

Značajke

- lokalizirani uèinci/nema štete
- neznatno širenje/mala šteta
- skriveno sve dok se uèinci u cijelosti ne razviju/neposredni uèinci (eksplozija)

Vjerojatnost

Razred

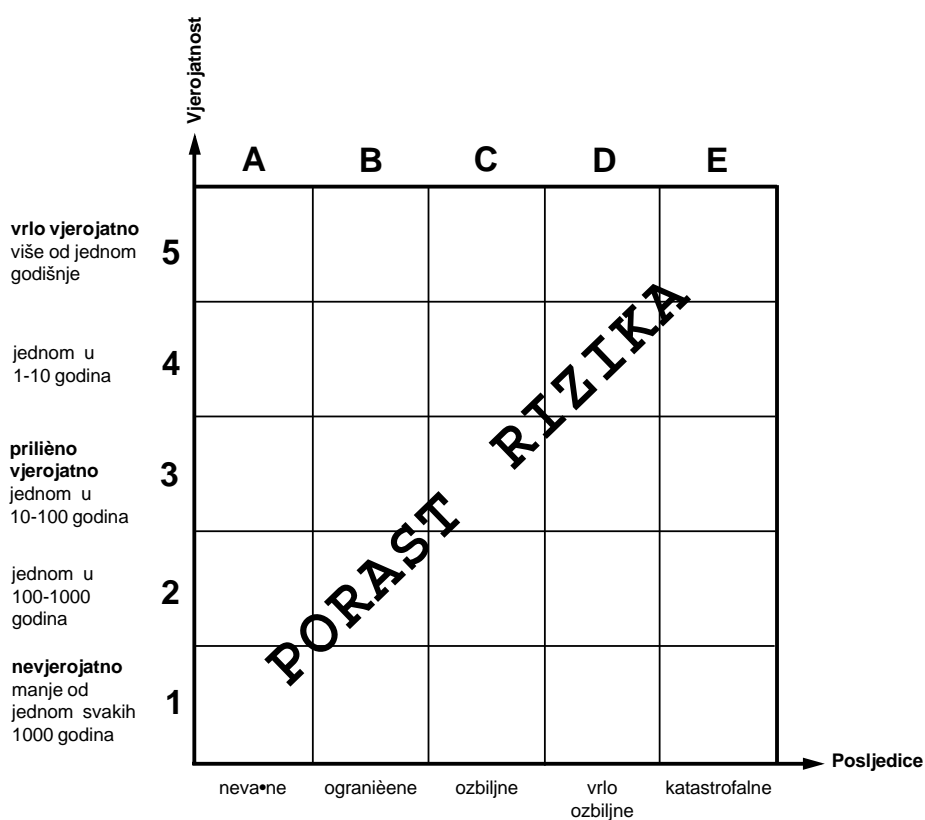
1. nevjerovatno
- 2.
3. prilièno vjerovatno
- 4.
5. vrlo vjerovatno

Gruba procjena uèestalosti

- manje od jednom na 1000 godina
- jednom u 100–1000 godina
- jednom u 10–100 godina
- jednom u 1–10 godina
- èešæe nego jednom godišnje

Ilustracija 2.6

MATRICA RIZIKA



Ilustracija 2.7

Rangiranje rizičnih objekata i opasnosti s lokalnoga stajališta

(Primjedbe na matricu rizika iz ilustracije 2.6)

Nužno je rizične objekte rangirati kako bi se mogla raspodijeliti sredstva, odlučiti o situacijama u kojima prvo valja poduzeti preventivne mjere, razraditi planove intervencija itd.

Pri pokušajima sustavnoga rangiranja rizičnih objekata također je nužno usporediti različite vrste opasnosti u okviru rizičnoga objekta. To će biti stvar prosudbe koordinacijske skupine. Valja razmotriti i vjerojatnost i posljedice. Uobičajeno je usredotočiti se na rizike s najvećim posljedicama. Pri pokušajima sustavnog smanjivanja rizika, ipak, može biti potrebno usporediti događaj niske vjerojatnosti, ali s ozbiljnim posljedicama s onim događajem koji je vjerojatniji, a prouzrokuje manju štetu.

Rezultati rangiranja trebali bi utjecati na razvoj konkretnoga programa potrebnoga djelovanja na zaštiti i spašavanju života, okoliša i imovine na licu mjesta i izvan mjesta događaja.

Primjeri eventualnoga potrebnoga djelovanja:

Stupac

- E Rizični objekti i radnje u kojima bi posljedice akcidenta mogle biti KATASTROFALNE za život, okoliš ili imovinu treba prikazati u stupcu E. Situacije u kojima bi spašavanje bilo preteško ili preopširno da bi ih zainteresirano tijelo lokalne vlasti moglo provesti, također, treba prikazati samo u ovom stupcu. Bit će potrebna pomoć susjednih vlasti i industrije itd.

Djelovanje:

Treba smanjiti razmjere opasnosti ili ako je moguće ukloniti opasnost. Treba poduzeti preventivne mjere.

Treba isplanirati osobnu zaštitu (na licu mjesta i/ili evakuaciju).

Opasnosti treba uključiti u planove spasilačkih službi – može biti potrebno imati posebna oprema i posebno obučeno osoblje u zdravstvenim službama, policiji itd.

- D Rizične objekte i radnje u kojima bi posljedice mogle biti VRLO OZBILJNE treba smjestiti u stupac D. Spašavanje bi bilo teško ali moguće uz lokalnu spasilačku/vatrogasnu službu i osoblje/sredstva dotične industrije, itd.

Djelovanje:

Vrlo slično onom iz stupca E.

- C Rizične objekte i radnje u kojima bi posljedice mogle biti OZBILJNE treba smjestiti u stupac C. Spasilačka (vatrogasna) služba /industrija posjeduje sredstva za spašavanje.

Djelovanje:

Preventivne mjere
Planiranje intervencija

- B Rizične objekte i radnje u kojima bi moguće posljedice za život, imovinu ili okoliš mogle biti OGRANIČENE treba smjestiti u stupac B.

Djelovanje:

Preventivne mjere
Planiranje intervencija

- A** Rizične objekte i radnje u kojima bi akcident imao manje–više NEVA•NE posljedice treba smjestiti u stupac A.

Rizični objekti koji sadrže opasnosti niske vjerojatnosti pojavljivanja i ograničenih posljedica (1–2/A–B) mogu se odbaciti u ranoj fazi analize. Ipak, važno je pažljivo napraviti odabir.

Uvijek je korisno poznavati mogući "najgori slučaj" opasnosti. Ali "najgori slučaj" često se smatra toliko nevjerojatnim da se kao temelj određivanja sigurnosnih mjera, rangiranja rizičnih objekata itd. odabire manji i vjerojatniji događaj "dimenzionirana procjena štete".

Korisno je moći razvrstati određeni rizični objekt u jedan razred, često na temelju "dimenzionirane procjene štete", uzimajući u obzir sve prisutne različite opasnosti. To je moguće provesti razmatranjem vjerojatnosti (1–5) i posljedica (A–E) svih opasnosti.

Primjeri rangiranja rizičnih objekata

- 5A** Visoka vjerojatnost, ali manje–više nevažne posljedice.

Primjer – skladište ulja iz kojega dolazi do manjeg istjecanja zbog neispravnoga zapor-nog ventila.

- 4B** Ograničene posljedice, ali događa se svake tri godine.

Primjer – Industrija koja potencijalno uzrokuje požare. Jednom se dogodilo da su rad-niku opečene ruke i lice. Područje je podvrgnuto čišćenju i prebojavanju.

- 3C** Ozbiljne posljedice, ali vrlo vjerojatne.

Primjer – Tvornica koja potencijalno uzrokuje eksplozije. Prije deset godina u tvornici je došlo do akcidenta u kojem je poginula jedna, a teško su ozlijeđene tri osobe. Šteta na imovini procijenjena je na tri milijuna USD.

- 2D** Ne tako česte, ali vrlo ozbiljne posljedice.

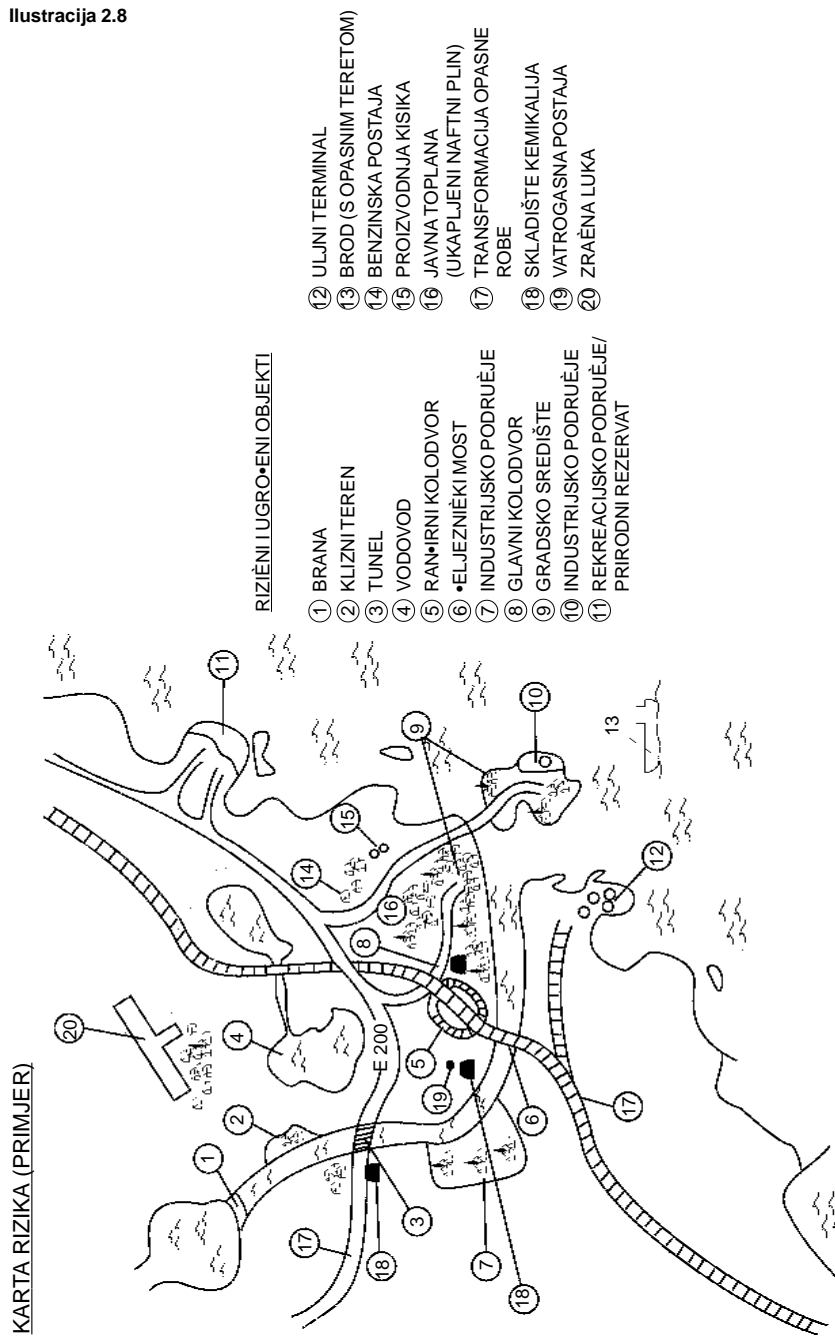
Primjer – Akcident u industrijskom postrojenju u Sevesu, Italija, srpanj 1976. Osloba-đanje dioksina u područje površine 4–5 km². 250 ozlijeđenih i 600 evakuiranih. Za dija-gnozu i obradu ozljeda kao i za kemijsku analizu i dekontaminaciju bila je potrebna međunarodna pomoć.

- 1E** Vrlo mala vjerojatnost, ali katastrofalne posljedice.

Primjeri – Bhopal (otrovni plin), Indija, prosinac 1984.

– San Juanico (eksplozija oblaka plina), Meksiko, 1984.

Ilustracija 2.8



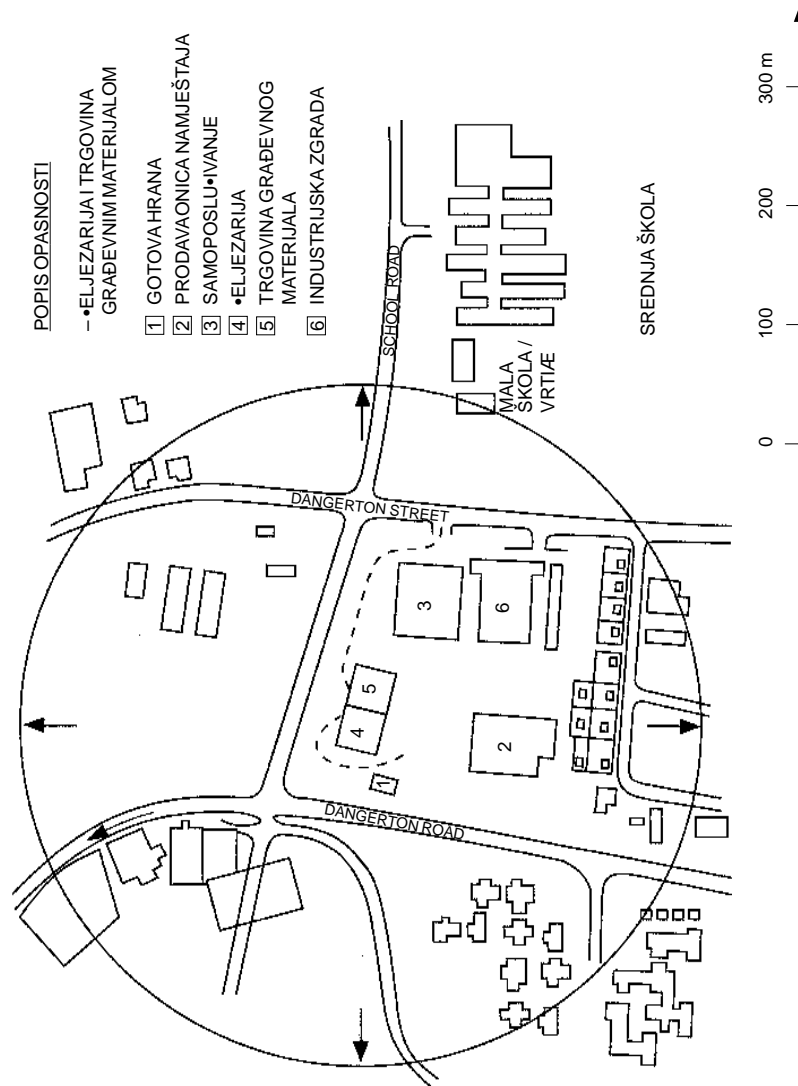
Ilustracija 2.9 •eljezarija

Ilustracija 2.9
 ZAJEDNICA
 OBJEKT/PODRUJEJE
 •eljezarija i trgovina građevnog materijala.....

• = •ivot
 O = okoliš
 I = imovina
 B = brzina
 V = vjerojatnost
 P = prioritet

① Objekt	② Radnja	③ Opasnost (količina)	④ Vrsta rizika	⑤ Ugrošeni objekt	⑥ Posljedice	7-10 Ozbiljnost				⑪ V	⑫ P	⑬ Primjedbe
						•	O	I	B			
•eljezarija	Prodaja, skladištenje	Otapala (1000 l)	Po•ar	Rizični su objekti smješteni jedan uz drugi. Stoga su ugrošeni objekti isti.	Posljedice su najte•e za ljude i imovinu, kao rezultat	4	2	3	5	3	C	Dimenzionirana procjena štete
		Zapaljiva boja (3000 l)	Po•ar	•ivot Osoblje u vlastitim tvrtkama	• eksplozije (izazvane po•arom) • štete od po•ara/dima	3	2	3	4	4	B	
Trgovina građevnim materijalom	Prodaja, skladištenje	Boja na vodenoj osnovi (6000 l)	Isijecanje	Kupci u vlastitoj/ drugim tvrtkama Lokalno stanovništvo Školska djeca	• isijecanja	-	2	2	5	4	A	A
		Boce ukapljenog naftnog plina za uporabu u kućanstvu (300 x 1 kg)	Eksplozija	Okoliš voda za pišee ocjedna voda zrak, tlo	• ocjedne vode/ vode za pišee	-	2	-	1	-	4	
		Boce UNP	Eksplozija	Imovina Građevina uz trg Roba	• štete na postrojenju za obradu otpadne vode	-	-	-	-	-	-	
		Plin za zavarivanje (500 boca)	Eksplozija	Vozila na trgu Postr. za obradu otpadnih voda Viša škola								

Ilustracija 2.10 Karta •eljezarije



Napomene uz ilustracije 2.9 i 2.10

Pri vašoj prvoj analizi rizika koristite se informacijama u ilustracijama 2.9–2.15, ali započinite vlastiti rad manjim objektom koji je poznat članovima koordinacijske skupine.

Sljedeće bi vam informacije mogle biti od koristi pri razmatranju primjera •eljezarije i trgovine građevnim materijalom.

Ove dvije tvrtke imaju različite vlasnike, a nalaze se u istoj zgradi koja je dio trgovačkog središta.

Kako je prikazano na ilustraciji 2.10, u trgovačkom središtu smješten je kiosk s gotovom hranom, prodavaonica namještaja, samoposluživanje i industrijska zgrada. Planira se proširenje industrijske zgrade prema samoposluživanju. Benzinska postaja bit će izgrađena između prodavaonice namještaja i ulice Dangerton Road. Novo stambeno naselje planira se na zemljištu s druge strane Dangerton Rooda.

Vlasnici procjenjuju kako će vjerojatan broj osoblja u vrijeme akcidenta biti:

1. Kiosk s gotovom hranom	25 – 50
2. Prodavaonica namještaja	20 – 80
3. Samoposluživanje	150 – 500
4. •eljezarija	40 – 120
5. Trgovina građevnim materijalom	20 – 50
6. Industrijske zgrade	0 – 165

Trgovačko je središte s tri strane okruženo prometnim ulicama sa sljedećim prosječnim dnevnim brojem vozila:

Dangerton Road	7000
School Road	4500
Dangerton Street	5500

Uz trgovačko središte nalazi se stambeno područje. U stambenim zgradama živi oko 500 ljudi. Također postoji i određeni broj starijih zasebnih kuća.

Viša škola s 1250 učenika smještena je na određenoj udaljenosti od trgovačkog središta.

Trgovačko središte ima parkiralište za 375 automobila. Dva su glavna ulaza i izlaza.

Opskrbna vozila sa strane •eljezarije prolaze između kioska i trgovine. Opskrbna vozila za trgovinu građevnim materijalom stižu na strani ulaz trgovine cestovnim prilazom sa strane strane samoposluživanja.

•eljezarija je izgrađena početkom 1970-ih. Ima fasadu od valovitog crnog lima na čeličnom okviru. U prizemlju je veliko predvorje, kao i u samoposluživanju. Na gornjem katu je manji prodajni prostor okružen uredima s vanjske strane. Ugrađeni su protupožarni alarmi i dimni odušci. Prostor trgovine građevnim materijalom sastoji se od velike dvorane. Razdjelni zid među trgovinama nije dovoljno otporan na vatru.

Cilindri ukapljenog naftnog plina pohranjeni su u sredini •eljezarije (300 x 1 kg). Boje i otapala također su pohranjene u trgovini. Manji spremnici stoje uz vanjski zid nasuprot kioska. Veći spremnici za profesionalne dekoratere stoje uz zid odvajajući dvije trgovine, to jest po sredini zgrade u cjelini. Tamo je 1000 l otapala, 3000 l zapaljivih boja i 6000 l boja na osnovi vode, što ukupno daje 10 000 l. Stvarna veličina zaliha varira tijekom godine, a iznova se obnavlja svake godine početkom ljeta.

Trgovina građevnim materijalom ima veliku zalihu drva – prosječno oko 300 kubičnih metara, uključujući impregnirano drvo. Ono se pohranjuje i unutra i vani. Postoje i zalihe drvene građe i mrežaste plastike. Tu je također i skladište za ukapljeni naftni plin (oko 300 cilindara od 6–11 kg) i plin za zavarivanje (oko 500 cilindara od 20–40 l).

Na podu •eljezarije je odvod koji vodi u kanalizaciju. Trgovina građevnim materijalom u podu ima dva odvoda. Oni su povezani s redovnim odvodima koji se ulijevaju u obli•nju rijeku. Pod je trgovačkog središta prekriven asfaltom kada su građeni samoposluživanje i prodavaonica namještaja. Odvodi s ove površine također vode u rijeku, ali ulaze u nju na drugoj točki u odnosu na one iz trgovine građevnim materijalom. Voda koja bi se koristila za gašenje požara u tim dvjema trgovinama, otjecala bi stoga u rijeku na dva različita mjesta, kao i putem kanalizacije.

Zbog mogućnosti eksplozija i zbog mnoštva ljudi izloženih riziku, rizik je objekt određen kao 3C.

Ilustracija 2.11 Tvornica plastike

Ilustracija 2.11
ZAJEDNICA
OBJEKT/PODRUJEJE **Tvornica plastike**

• = ivot
 O = okoliš
 I = imovina

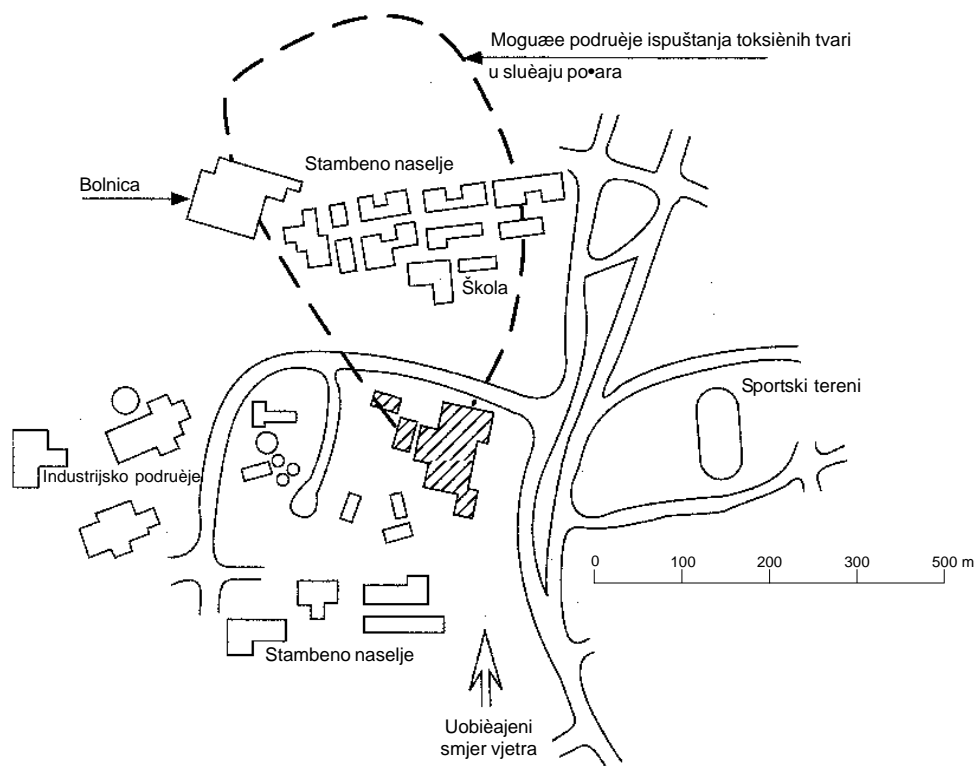
B = brzina
 V = vjerojatnost
 P = prioritet

① Objekt	② Radnja	③ Opasnost (količina)	④ Vrsta rizika	⑤ Ugrošeni objekt	⑥ Posljedice	7-10 Ozbiljnost				⑪		⑫		⑬
						O	I	B	V	P	P			
Pogon za plenu	Proizvodnja plene	50 tona TDI 100 t poliola 2 tone amina	Istjecanje // Poar Vodik Cijanid Dušični plinovi	Osoblje // Osoblje Obilježje stanovništvo	Trovanje (udisanjem) Trovanje Opekline	2	2	1	4	3	B			
						2	2	1	4	3	B			
						3	1	3	2	2	C			
Pogon za stvrdnjavanje	Svrdnjavanje	Poliuretani 100 tona	Samozapaljenje	//	Trovanje (udisanjem)	2	1	4	4		C			
Pogon za rezanje	Rezanje	Poliuretani 100 tona	Rezultat poara TDI i vodik Cijanid	Osoblje Obilježje stanovništvo Spasilačko osoblje	Trovanje Teškoće s disanjem Upala pluća	4	1	5	4	3	D	Dimenzionirana procjena štete		
Ceste	Prijevoz	25 tona TDI 25 tona poliola 1 tona amina	Istjecanje utovar / istovar sudari	Vozači Osoblje Spasilačko osoblje	Trovanje Teškoće s disanjem	2	2	1	4	2	B			
						2	2	1	4	2	B			
						3	1	3	4	2	C			

Ilustracija 2.12 Karta tvornice plastike

PRIMJER

Ilustracija 2.12



Napomene o ilustracijama 2.11 i 2.12

U primjeru tvornice plastike naæi æete razliæite kemikalije (opasnosti) koje mogu predstavljati prijetnje za radnike, lokalno stanovništvo itd., bez obzira na to je li rijeè o otpuštanju toksiènih plinova u sluèaju poãara ili njihova otrovnost.

Kako vidite u ilustraciji 2.11, rizièni objekt sastoji se iz razlièitih podruèja.

Podruèje koje se smatra najopasnijim je ono gdje se reæe plastika. Ovdje su u opasnosti i ljudi i imovina. Ove su informacije vaæne radi sigurnosnih mjera i raspodjele sredstava, a i za naèin spašavanja.

U radu pomoæu metode "grube" analize vaæno je imati na umu kako nije najvaænije u ovoj fazi izraèunati matematièki toènu vrijednost svih opasnosti niti sve njihove moguæe riziène zone. Puno je vaænije steæi sveukupni uvid u probleme, rangirati riziène objekte i uèiniti nešto s opasnostima za ljude, imovinu i okoliš.

U sluèaju poãara u tvornici, obliænje je stanovništvo u opasnosti od toksiènih plinova, što moæete vidjeti iz ilustracije 2.12. Ova je vrsta problema vrlo èesta u razvijenim zemljama kao i u zemljama u razvoju.

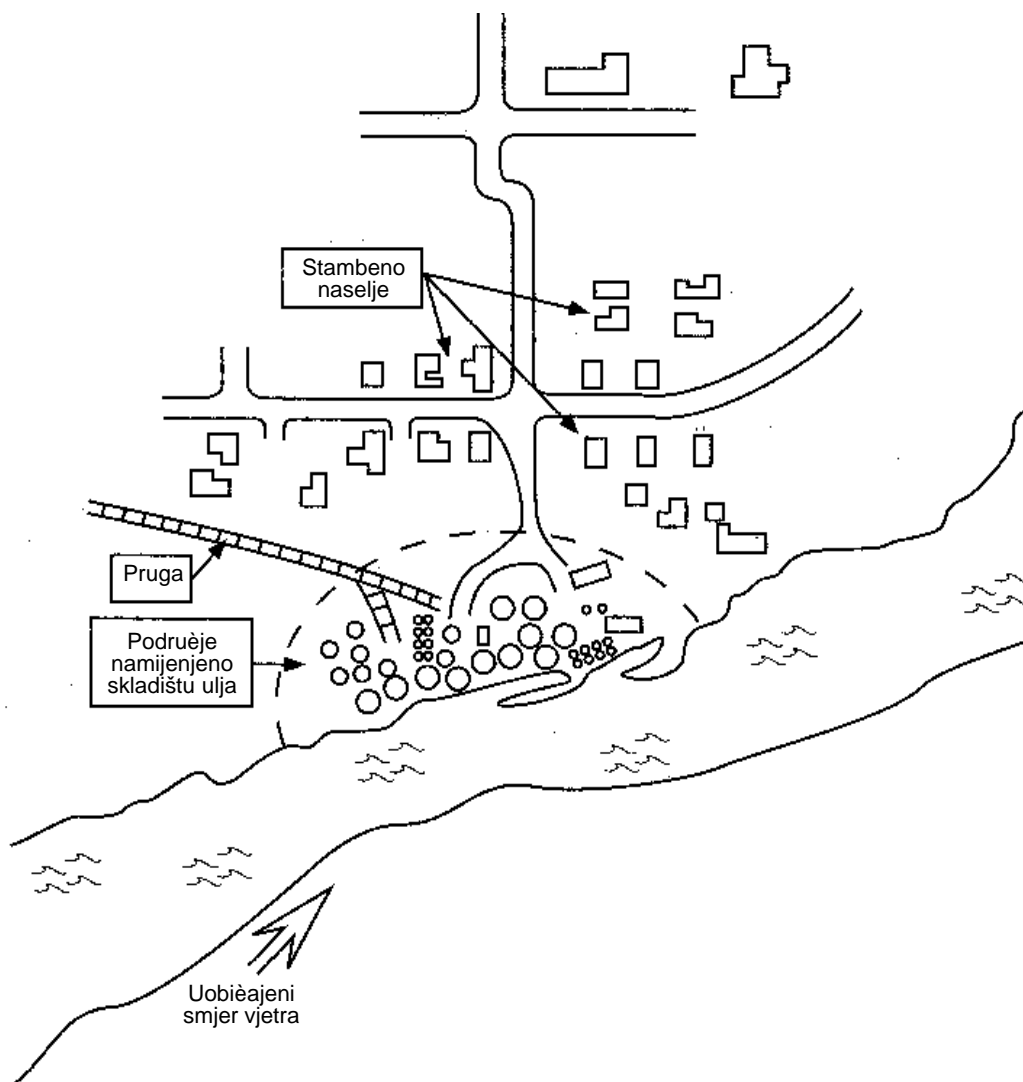
Svjest o riziku vaæna je i u prostornom planiranju (industriju i stambene objekte, bolnice itd. ne treba graditi preblizu jedne drugima) i u razmatranju društvenih uèinaka gospodarskoga razvoja.

Takoðer je vaæno priopæiti moguæe rizike ljudima koji ÷ive u blizini industrijskoga podruèja, kako bi ih se zaštitilo od uèinaka ispuštanja toksiènih tvari.

Zbog moguænosti emisija toksiènih plinova pri poãaru i moguæih uèinaka na obliænje stanovništvo, riziènim objektima daje se opæenita oznaka 3D.

Ovdje, kao i u veæini sluèajeva, nije moguæe dati toènu vrijednost vjerojatnosti. Ali, buduæi da je posljednjih godina došlo do nekoliko poãara u kojima su otpušteni toksièni plinovi, akcidenti ove vrste, opisani u primjeru, vrlo su vjerojatni.

Ilustracija 2.13 Karta skladišta ulja



Ilustracija 2.14 Skladište ulja (Okvirni prikaz)

Ilustracija 2.14
ZAJEDNICA **Skladište ulja i uljnih proizvoda (opaeenito)**
OBJEKT/PODRUEJE **Objekt** **Radnja** **Opasnost (količina)** **Vrsta rizika** **Ugroeni objekt** **Posljedice** **Ozbijnost** **P** **Primjedbe**

• =ivot B = brzina
 O = okoliš V = vjerojatnost
 I = imovina P = prioritet

① Objekt	② Radnja	③ Opasnost (količina)	④ Vrsta rizika	⑤ Ugroeni objekt	⑥ Posljedice	7-10 Ozbijnost			⑪ V	⑫ P	⑬ Primjedbe
						•	O	I			
Rezervoari – sirova nafta – benzin – UNP – NO ₂ lo•ivo ulje (diesel peaei) – NO ₄ lo•ivo ulje (zagrijavanje pogona)	Rafinerija Skladište Utovar i istovar Prijevoz	Sirova nafta 100000m ³ Zapaljivo Benzin 500000m ³ Zapaljivo UNP 10000m ³ Eksplozivno Zapaljivo NO₂ i NO₄ 60000 m ³ Eksplozivno Zapaljivo	Po•ar/ istjecanje Po•ar/ istjecanje Po•ar/ eksplozija	Skladište u cjelini •ivot – radnici – vozaei – posade – spasitelji i vatrogasci – javnost Okoliš – obala – voda – zrak Imovina – spremnici – vozila – uljni proizvodi – ku•ee – brodovi – oprema	Skladište u cjelini •ivot – sve od nekoliko opekline do mnogobrojnih smrtnih slu•ajeva Okoliš – Kontaminacija vode i obale, teško spaljena šumska podru•eja Imovina – štete od dima – urušavanja zgrada, štete od po•ara, uništenje uljnih proizvoda	•				D	Rizični objekt koji treba pomno prou•iti
Skladište boca s UNP Postaja za punjenje Ulja/UNP – cjevovod – •eljeznica – kamioni – brodovi itd. Ceste •eljeznica Luka	Skladište Prijevoz Skladište Prijevoz Utovar istovar Prijevoz Prijevoz Prijevoz Utovar istovar	Eksplozivno Zapaljivo 20000 m ³ Eksplozivno Zapaljivo Vozila Brodovi Vlakovi itd.	Po•ar/ istjecanje Po•ar/ eksplozija Sudari								

Ilustracija 2.15
ZAJEDNICA
OBJEKT/PODRUĀJE **Skladište nafte i naftnih proizvoda (detaljno)**

• = •ivot
 O = okoliš
 I = imovina

B = brzina
 V = vjerojatnost
 P = prioritet

① Objekt	② Radnja	③ Opasnost (količina)	④ Vrsta rizika	⑤ Ugrošeni objekt	⑥ Posljedice	7-10 Ozbiljnost			⑪ V	⑫ P	⑬ Primjedbe		
						•	O	I				B	
Područje rezervuara – UNP – benzin – sirova nafta – loživa ulja	Rafinerija	UNP 10.000 m ³	Eksplozija (primarna)	•ivot – radnici – vozači – posade – spasitelji i vatrogasci – javnost	•ivot Smrtni slučajevi/ Ozljede “ / “ “ / “	4-	–	–	–	2	D		
	Skladište Utovar i istovar Prijevoz												5 4 4
Skladište boca s UNP itd.	Skladište Prijevoz itd.				“ / “ “ / “	3 2	–	–	5 5	2 2	D C		
	Postaja za punjenje nafte/UNP – kamioni – brodovi – željeznica – cjevovod itd.	Skladište Prijevoz Utovar istovar itd.		Okoliš – zrak – kopno – voda	Okoliš Zagađenje i uništenje zraka i zemlje	– –	3-4	–	–	5	3	D	RAZMOTRITI
Ceste itd. •eljeznica LUKA itd	Prijevoz	Benzin 500.000 m ³ itd.	Kipućaa tekućina Eksplozija pare Eksplozija (BLEVE) sekundarna Po•ar Istjecanje itd	Imovina Spremnici Vozila Kuae Naftni proizvodi	Imovina Uništenje “ Urušavanje Uništenje	– – – –	–	–	3 4 4 5	5 2 2 2	D C D D		RAZMOTRITI “Najgori slučaj”
	Prijevoz Utovar istovar itd.												

Napomene uz ilustracije 2.13–2.15

Na ilustraciji 2.13 pogledajte kartu zamišljenoga skladišta nafte i njegovu okolinu. Nije neuobičajeno da su stambeno naselje, skladište nafte i industrija smješteni u blizini jedni drugih. Prema ilustraciji 2.13 vidljivo je kako se obično pri smještanju industrije, skladišta ulja i stambenih naselja ne uzimaju u obzir meteorološki uvjeti.

U ovom zamišljenom slučaju dominantni smjer vjetrova je s mora. Ako u skladištu dođe do požara, dim (ili oblak plina) vjerojatno će imati utjecaja na stanovništvo u obližnjem naselju.

Ilustracija 2.14–2.15 prikazuje način uporabe metode grube analize korak po korak.

Naravno da trebate proučiti sve prisutne opasnosti kako biste se upoznali s rizičnim objektom i njegovom mogućnošću uzrokovanja akcidenta. (U ovom primjeru to nije učinjeno.)

Za početak bi bilo zanimljivo steći općeniti uvid u rizični objekt, osobito ako je on toliko velik koliko prikazuje ilustracija 2.13. Takav je uvid prikazan ilustracijom 2.14. Time je jasno kako u tom rizičnom objektu postoji nekoliko različitih vrsta opasnosti i vrsta mogućih rizika. Ovdje nije moguće dati primjere za svaku vrstu akcidenta do kojeg bi moglo doći. Neki su akcidenti vidljivi, npr. požari koji razvijaju ogromne oblake crnoga dima ili istjecanje nafte koje oštećuje okoliš. Drugi su mogući akcidenti i moguće opasnosti manje vidljivi. Koordinacijska skupina i vlasnik/vlasnici skladišta stoga bi u ovoj analizi trebali surađivati.

Kada imamo rezultate analize, možemo prilagoditi ili izraditi planove intervencija i započeti s radom na preventivnim mjerama i raspodjeli sredstava na licu mjesta i izvan mjesta događaja. (Za "detaljnije" proučavanje obično se koriste metode analize rizika iz dodatka 3.6, zajedno s informacijama pohranjenima u računalnim bazama podataka i drugim pomoćnim sredstvima).

Kako možete vidjeti i iz ilustracije 2.15, područje s rezervoarima, osobito skladište UNP-a, mjesto je na kojem će najvjerojatnije doći do scenarija "najgorega slučaja" – BLEVE (eksplozija zbog ekspanzije pare kipuće tekućine). Kao dimenzioniranu procjenu štete možete odabrati neki drugi događaj, npr. požar ili istjecanje ulja ili manje eksplozije. Rizičnom se objektu daje općenita oznaka 2D, s mogućim 1E.

Ovo je dvanaesta publikacija iz serije Tehnička izvješća kojom se pregrupiraju Smjernice, Osvrti, Tehnički pregledi i Zapisnici s radionica, prethodno objavljeni u organizaciji UNEP IE/PAC-a. Pregrupiranje u jednu seriju osigurava bolju povezanost budućih publikacija, a na taj način jedan dokument može obuhvatiti različite sastavnice rada IE/PAC-a koji se do sada prezentirao odijeljeno.

Kao i do sada, serijom Tehnička izvješća želi se udovoljiti potrebama velikoga broja vladinih dužnosnika, upravitelja u industriji i udruga zaštite okoliša, pružajući informacije o pitanjima i metodama upravljanja okolišem bitnima za različite grane industrije.

Autorska prava ©1992. UNEP

Sva prava pridržana. Niti jedan dio ove publikacije ne smije se umnožiti, pohranjivati u sustavima povrata informacija niti prenositi u bilo kojem obliku ili bilo kojim putem: elektronički, elektrostatički, magnetskom vrpcom, mehanički, preslikavanjem, snimanjem ili na neki drugi način, bez pisane dozvole vlasnika autorskih prava.

Prvo izdanje 1992.

Navedeno određenje i prikaz materijala u ovoj publikaciji ne podrazumijevaju iskaz bilo kakvog mišljenja Programa Ujedinjenih naroda za okoliš u pogledu pravnog statusa bilo koje zemlje, teritorija, grada ili područja niti određenih vlasti, niti u pogledu njihovog razgraničenja. Štoviše, izražena gledišta ne predstavljaju nužno odluku ili službenu politiku Programa Ujedinjenih naroda za okoliš, kao što ni navođenje trgovačkih naziva ili procesa ne predstavlja slaganje s njima.

PUBLIKACIJA UJEDINJENIH NARODA
Broj prodaje: E92-III-D-3
ISBN: 92-807-1331-0

ZAHVALE

Ovaj priručnik temelji se na priručniku Švedskog odbora službi spašavanja iz 1989., o analizi rizika, objavljenog pod nazivom "Štititi i spašavati živote, imovinu i okoliš".

Radom na švedskoj i engleskoj inačici rukovodio je Tommy Rosenberg, načelnik u Švedskom državnom odboru službi spašavanja. UNEP želi izraziti svoju zahvalnost njemu i Švedskom državnom odboru službi spašavanja, kao i Vladi Kraljevine Švedske na spremnosti da podijele svoje stručno znanje s korisnicima APELL-a širom svijeta.

Priručnik se temelji na radu mnoštva ljudi, od kojih se neki spominju i u priručniku.

UNEP bi također želio zahvaliti na izuzetno vrijednim primjedbama i prijedlozima u pogledu teksta koje su dali sljedeći stručnjaci:

R. Garrity Baker,
Udruga proizvođača u kemiji (CMA), Washington D.C. – SAD

Duncan Ellison,
viši savjetnik za zdravlje i socijalnu skrb, Ottawa – Kanada

dr. O.A. El Kholi,
profesor emeritus – Sveučilište u Kairu

John Gustavson,
Agencija zaštite okoliša SAD, Washington DC – SAD

Stefan Lamnevik,
Švedsko istraživačko središte za nacionalnu obranu, Stockholm – Švedska

Jacques Lochard,
ravnatelj, Istraživačko središte za procjenu i upravljanje rizikom (CEPN)
Fontenay aux Roses, Pariz – Francuska

Genandrialine L. Peralta, asistentica profesora
Nacionalni inženjerski centar, Sveučilište Filipini
Quezon City – Filipini

Chris Petersen,
Nizozemska organizacija primijenjenog znanstvenog istraživanja (TNO)
Apeldoorn – Nizozemska

Osoblje UNEP IE/PAC-a uključeno u projekt:

Jacqueline Aloisi de Larderel, direktorica

CR (Bob) Young, viši industrijski savjetnik za APELL, 1989–91.

Janet Stevens, savjetnik za APELL, koordinatorica projekta.

PROSLOV

Svijest i pripravnost na neželjene događaje na lokalnoj razini (engl. kratica APELL) program je usmjeren na kvalitetnije sprečavanje tehnoloških akcidenata i poboljšanje pripravnosti na neželjene događaje. On nudi pomoć donositeljima odluka u tijelima državne i lokalne vlasti, kao i u industriji, pružajući bitne informacije i dokumente, obuku i tehničku podršku.

Program APELL započeo je 1988. u Središtu programskih djelatnosti UNEP-ova Odjela za industriju i okoliš (UNEP IE/PAC), u suradnji s vladama i kemijskom industrijom. Ova je inicijativa uslijedila nakon velikih tehnoloških akcidenata, kako u industrijaliziranim tako i u zemljama u procesu industrijalizacije. Kao prvi korak objavljen je priručnik APELL. On opisuje proces od deset koraka pomoću kojih lokalne zajednice jačaju svoje sposobnosti sprečavanja akcidenata i intervencija na neželjene događaje. APELL poziva čelnike industrije, državne vlasti i zajednice na suradnju radi utvrđivanja i procjene opasnosti na određenoj lokaciji i iniciranja planova intervencija na neželjeni događaj koji bi njima mogao biti izazvan.

Ovo tehničko izvješće "Utvrđivanje i procjena opasnosti u lokalnoj zajednici", priređeno uz pomoć švedske Vlade i njezina Dravnog odbora za službe spašavanja, pomoći će svima onima koji se bave utvrđivanjem i procjenom opasnosti u zajednici: osobito lokalnim vlastima, vatrogasnoj službi, policiji i hitnoj pomoći, pa tako i industriji. Izvješće se sastoji od tri dijela. Uvod daje općenite popratne informacije i neke definicije. Drugi dio opisuje metodu analize opasnosti i navodi konkretne primjere njezine primjene. Treći se dio sastoji od niza dodataka koji sadrže dodatne informacije koje će lokalnim zajednicama pomoći pri utvrđivanju i procjeni opasnosti.

Agenda 21 s Konferencije UN-a o okolišu i razvoju poziva na nastavak provedbe i stalnu podršku APELL-u. UNEP IE/PAC se nada kako će državnim vlastima, lokalnim zajednicama i industriji širom svijeta, koji pretvaraju APELL u praksu, ove upute biti koristan izvor stalne pomoći.

SADR • AJ

Zahvale

Sadržaj

1.	UVOD	7
1.1.	Predmet priručnika	7
1.2.	Neke definicije	8
1.3.	Bavljenje rizicima	10
1.4.	Koristi od utvrđivanja i procjene opasnosti	13
1.5.	Kako se koristiti priručnikom	15
2.	METODA ANALIZE RIZIKA S PRIMJERIMA	17
2.1.	Analiza i organizacija	17
2.2.	Temelj i podloga za analize	18
2.3.	Postupak	23
2.3.1.	Temelj	23
2.3.2.	Popis	23
2.3.3.	Utvrđivanje	23
2.3.4.	Procjena	24
2.3.5.	Razvrstavanje	24
2.3.6.	Rangiranje	24
2.3.7.	Prikaz rezultata analize	25
3.	DODACI	48
3.1.	Prirodne katastrofe	49
3.2.	Požari	51
3.2.1.	Požar – rizični objekti i ugroženi objekti	52
3.2.2.	Ėimbenici koji povećavaju razinu rizika	53
3.2.3.	Ėimbenici koji smanjuju razinu rizika	53
3.2.4.	Primjeri požara ozbiljnih razmjera	55
3.3.	Eksplozije	57
3.3.1.	Definicije	57
3.3.2.	Opasnosti	58
3.3.2.1.	Eksplozije izazvane fizičkim procesima	58
3.3.2.2.	Eksplozije izazvane kemijskim reakcijama	58
3.3.3.	Posljedice	61
3.3.4.	Primjeri eksplozija ozbiljnih razmjera	62
3.3.5.	Metode analize rizika	62
3.4.	Istjecanje kemikalija	65
3.4.1.	Kemijski akcidenti	65
3.4.2.	Koliko su kemikalije opasne?	65
3.4.3.	Opasnosti	67
3.4.4.	Primjeri akcidenata izazvanih istjecanjem kemikalija	69
3.5.	Kombinirani akcidenti	74
3.6.	Odabrani primjeri akcidenata u različitim zemljama, 1970. – 1989.	76
3.7.	Ostale metode analize rizika	78

3.7.1.	Metode pregleda	78
3.7.1.1.	Nadzorni popisi (usporedna analiza)	78
3.7.1.2.	“Gruba” analiza	79
3.7.1.3.	Analiza “Što ako?”	79
3.7.2.	Detaljnije metode	79
3.7.2.1.	Relativno rangiranje (Dow–Mondov indeks)	79
3.7.2.2.	Analiza rizika i pouzdanosti (HazOp)	80
3.7.3.	Analiza sposobnosti	80
3.7.3.1.	Analiza ljudske pouzdanosti	80
3.7.3.2.	Analiza kvarova, uèinaka i posljedica	80
3.7.4.	Metode temeljene na naèelu dijagrama	80
3.7.4.1.	Analiza na naèelu obrnutoga dijagrama s pogreškama	81
3.7.4.2.	Analiza na naèelu dijagramskog prikaza dogaðaja	81
3.7.4.3.	Analiza uzroka i posljedice	81
3.7.4.4.	Analiza uèinaka	81
3.8.	Literatura i druge korisne informacije	84

Popis ilustracija

Ilustracija 2.1	26
Ilustracija 2.2	27
Ilustracija 2.3	29
Ilustracija 2.4	30
Ilustracija 2.5	31
Ilustracija 2.6	33
Ilustracija 2.7	34
Ilustracija 2.8	36
Ilustracija 2.9	37
Ilustracija 2.10	38
Ilustracija 2.11	41
Ilustracija 2.12	42
Ilustracija 2.13	44
Ilustracija 2.14	45
Ilustracija 2.15	46
Dijagram 3.3.1.	64
Tablica 3.4.1.	72
Tablica 3.4.2. Primjeri kemikalija i sigurnih graniènih vrijednosti	73

1. UVOD

1.1. Predmet priručnika

Ovaj je priručnik dio UNEP-ova programa "Svijest i pripravnost na neželjene događaje na lokalnoj razini" (kratica APELL).

APELL se bavi tehnološkim i industrijskim akcidentima.

Program je osmišljen radi promicanja lokalnog djelovanja i suradnje u smislu razvoja svijesti lokalne zajednice u pogledu opasnosti kao potencijalne prijetnje ljudima, imovini i okolišu te radi poboljšanja pripravnosti na intervencije.

U priručniku pod nazivom APELL naći ćete opis deset koraka koji čine proces planiranja lokalne pripravnosti na neželjene događaje.

Ovaj priručnik obrađuje 2. korak procesa APELL:

"Procjena rizika i opasnosti koji mogu izazvati neželjene događaje u zajednici".

Dan je način utvrđivanja, način procjene i rangiranja rizičnih objekata u odnosu na moguću tehnološku i industrijsku akcidente u lokalnoj zajednici te metode provedbe tih aktivnosti.

Cilj je predstaviti moguću načinu utvrđivanja, načinu procjene i rangiranja rizičnih objekata metodom "grube analize" te potaknuti jačanje svijesti o riziku i okolišu što prati razvoj zajednice.

U skladu s tim, ovdje se razmatraju akcidenti poput velikih požara, eksplozija, istjecanja tvari otrovnih ili štetnih za okoliš te prirodnih katastrofa koje bi mogle izazvati industrijski akcident, poput odronjavanja zemljišta ili poplave.

Predmet ovog priručnika nisu rizici vezani uz dugoročne klimatske uvjete niti uz različita istjecanja opasnih tvari iz "uobičajenoga toka" industrijske proizvodnje (poznatoga i kao "uobičajene radne emisije").

Nuklearni akcidenti i akcidenti isključivo vojne prirode također nisu predmet ovog priručnika.

Iako se priručnik bavi industrijskim akcidentima i akcidentima koje izazivaju djelatnosti vezane uz industriju, iznesena metoda može se koristiti i za druge vrste akcidenata.

Priručnik nije zamišljen kao izvor primjera za svaku moguću vrstu akcidenta.

Ne navode se detaljne informacije o različitim tvarima i mogućim rizicima i učincima koje one mogu izazvati. Takve informacije mogu se dobiti iz računalnih baza podataka, drugih priručnika (vidi literaturu), itd.

Ovaj je priručnik zapravo "alat" s kojim se može započeti rad na analizi mogućih opasnosti kako bi se sagledale najozbiljnije prijetnje ljudima, imovini i okolišu u određenom području te tako poboljšale mjere sigurnosti, raspodijelila sredstva itd.

Priručnik pruža osnove za analizu opasnosti. Na raspolaganju su različiti "alati", pogodni za specifične lokalne uvjete. Mogu se zamijeniti ili dopuniti boljima kada oni budu na raspolaganju, kao rezultat budućih proučavanja ili intenzivnijega poznavanja analize rizika unutar lokalne zajednice.

U dodatku 3.7. prikazane su neke druge metode analize rizika kojima se koristi industrija i druga tijela. One nisu obuhvaćene predmetom ovoga priručnika. Ipak, mogle bi se pokazati zanimljivima ako se traži detaljnija analiza.

Priručnik je namijenjen zaposlenima u industriji, vatrogasnoj službi i službi spašavanja, zaštiti okoliša, medicinskim ustanovama i drugima koji posjeduju tek ograničeno iskustvo procjene rizika.

"Stručna je ovoga procesa koordinacijska skupina, sastavljena od predstavnika lokalnih vlasti, čelnika zajednice, rukovoditelja u industriji i drugih zainteresiranih osoba."
(Priručnik APELL, Uvod)

Ovaj je priručnik zamišljen kao pomoć ljudima u pogledu odgovora na sljedeća pitanja:

- Gdje su rizični objekti i opasnosti u našoj zajednici?
- Kako određujemo opasnost?
- Kako procjenjujemo opasnost i rizične zone za razliku od ugroženih objekata?
- Kako rangiramo rizične objekte?
- Kako možemo prikazati rezultate analize koji bi poslužili kao temelj sljedećih koraka u procesu APELL?

Daljnji koraci procesa APELL obuhvaćaju uključivanje rezultata analize rizika u sveukupni proces planiranja intervencija. Planiranje intervencija obuhvaća: razvoj odgovarajućih sustava upozoravanja; osobnu sigurnost (razrađena zaštita ili evakuacija); razradu protupostupnog i drugoga interventnog djelovanja; upoznatost s učincima kemikalija na zdravlje; sigurni nadzor i čišćenje ispuštenoga ili izlivenog materijala. (Potankosti o planiranju intervencija možete naći u knjizi "Hazardous Materials Emergency Planning Guide" koji je izradila Američka nacionalna interventna ekipa – vidi dodatak 3.8.).

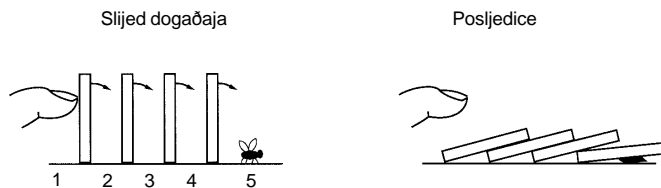
1.2. Neke definicije

Ovo poglavlje objašnjava neke stručne pojmove korištene u priručniku, a koji su važni na području utvrđivanja i procjene opasnosti.

Akcident – nenamjerni i neočekivani događaj do kojega dolazi iznenada i koji uzrokuje štetu za ljude, imovinu ili okoliš.



Slijed događaja u akcidentu – niz međuovisnih događaja koji dovode do akcidenta.



Posljedice – rezultati akcidenta, izraženi količinski i kvalitativno.

Dimenzionirana procjena štete – procjena razmjera štete koju je moguće očekivati zbog opasnosti u određenoj vrsti akcidenta. Najgora se mogućnost često smatra toliko nevjerojatnom da se kao temelj procjene opasnosti i odlučivanja o mjerama sigurnosti odabire vjerojatniji događaj manjih razmjera. Na primjer, veliki su skladišni spremnici tako konstruirani da je vrlo nevjerojatno kako će u slučaju akcidenta iz njega izaći sav njegov sadržaj. Vjerojatnije je kako će doći do istjecanja iz cijevi ili oduška, pa se stoga taj događaj odabire kao dimenzionirana procjena štete za potrebe klasifikacije rizičnoga objekta, pripreme planova intervencija itd.

Katastrofa – ovdje se uzima s lokalnoga stajališta, označava nekoliko smrtnih slučajeva i desetke teško ozlijeđenih preživjelih, oštećenje imovine u vrijednosti od nekoliko milijuna američkih dolara ili dugoročnu štetu u okolišu.

Vanjski događaji – npr. munja, krajnje neuobičajeni vremenski uvjeti, potres, poplava, odronjavanje zemljišta.

Kvalitetna primjena – označava pridržavanje svih zakona i propisa, kao i primjena normi, metoda i postupaka koji su se godinama pokazali najboljima.

Opasnost – prijetnja koja bi mogla izazvati akcident (naziva se još i izvorom rizika).

Nezgoda – posljedica niza povezanih događaja koji su mogli dovesti do akcidenta da nisu bili zaustavljeni ("za dlaku").

Početni događaj – prvi korak u lancu događaja koji vodi akcidentu.

Učinak domina – posljedica koja je neizbježna, ali neizravno, rezultat drugog događaja ili okolnosti.

Kvar – otklon od očekivanoga rada sustava.

Poremećaj – otklon od očekivanoga ponašanja radnoga sustava. Poremećaj može biti prouzročen nedovoljnim poznavanjem rada sustava, stresom, lošom konstrukcijom sustava, pogrešnim tumačenjem informacije ili nemarom.

Vjerojatnost – očekivani razmjer događaja (akcidenata) u određenom vremenskom razdoblju.

Rizik – ovdje označava vjerojatnost da će u određenom razdoblju doći do akcidenta, a s njime i do posljedica za ljude, imovinu i okoliš.

Analiza rizika – sustavno utvrđivanje i procjena rizičnih objekata i opasnosti.



Upravljanje rizikom – obuhvaća cjelokupan rad vezan uz rizik, tj. administraciju, osiguranje, popise, ocjenjivanje situacije, inspekciju itd.

Rizični objekt – industrijski objekt, skladište, rani kolodvor itd., u okviru kojih se nalazi izvor opasnosti ili rizika. (Napomena: unutar jednoga rizičnog objekta može postojati više različitih izvora rizika.)

Izvor rizika – vidi: Opasnost.

Rizična zona – područje koje okružuje rizični objekt, a koje bi moglo biti pogođeno akcidentom.

Istraiivanje sigurnosti – detaljno proučavanje i analiza rizika nekog sustava. Proučavaju se različiti slijedovi događaja kako bi se prikazali učinci rada na smanjivanju razmjera rizika poduzimanjem različitih preventivnih mjera.

Sigurnosna zona – procijenjena udaljenost potrebna između rizičnog objekta i obli-
njih ugroženih objekata.

Ugroeni objekt – ljudi, predmeti u okolišu ili imovina kojima prijeti akcident zbog bli-
zine rizičnog objekta.

Najgori slučaj – mogući događaj koji rezultira najgorim posljedicama. Tri su vrste “najgoreg slučaja”:

1. posljedice su tako ograničene da je rizik nevažan, bez obzira na vjerojatnost događaja;
2. posljedice su tako ozbiljne da vjerojatnost događaja mora biti vrlo niska da bi se razmjer rizika mogao smatrati tolerantnim. U krajnjim slučajevima, nedostatak djelotvornih mjera sigurnosti čini rizik netolerantnim.
3. najgore moguće posljedice su važne jer je vjerojatnost toliko niska da je rizik zanemariv. Ipak, kada se donosi ovakva prosudba treba razmotriti učinke sabotaje i terorizma. To može značiti da je odabrana vrsta pod brojem 2.

1.3. Bavljenje rizicima

S povijesnoga gledišta, ljudi su se uvijek bavili upravljanjem rizicima. Ako se vratimo u prošlost, možemo naći navod Pindara, grčkoga pjesnika (518.–442. p.n.e.), koji je jednako primjenljiv i danas:

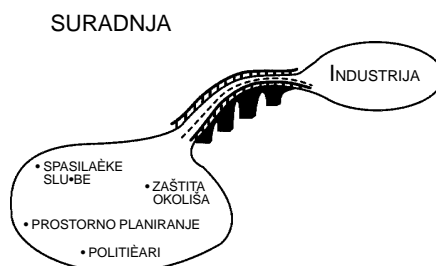
“Sljepi su misli koje bacamo u budućnost. Protiv svih izgleda, dogodit će se nebrojene stvari”

Ne postoji nulti rizik. Ništa ne može biti 100% sigurno – bez obzira na to mislimo li na pakiranje, opremu, postupke, vozila ili uređaje. Uz to, terorizam ili sabotaja mogu dovesti do neočekivanoga akcidenta, poput rušenja brane, višestrukih požara ili istovremenih eksplozija. Društvo postaje još osjetljivije. Metode pokušaja i pogreške više nisu one kojima možemo gospodariti budućim oblikom društva.

Upravna tijela nadležna za zaštitu okoliša, zdravstvo i urbanizam trebali bi znati više o opasnostima u određenom području i okolnostima koje bi mogle dovesti do katastrofe.

Industrija mora poznavati svoje proizvode i opasnosti u vezi s njima koje bi mogle dovesti do akcidenata i slobodno priopćavati odgovarajuće informacije vatrogasnim i spasilačkim službama, javnosti i ostalima.

Na mnogim mjestima i zajednica i industrija svjesni su potrebe predviđanja i sprečavanja akcidenata. Na žalost, oni prečesto rade neovisni jedni o drugima! Često bi se njihovi pojedinačni napori mogli ojačati suradnjom.



Kako bismo polučili najveću korist i djelotvornost, nužno je surađivati dogovarajući se o tome koje prijetnje su prisutne i kakve bi trebale biti odgovarajuće interventne mjere. Potres ne poštuje političke ni administrativne granice; bodljikava čiča oko kemijskoga postrojenja ne može zadržati oblak toksičnoga plina.

Sredstva, uključujući i obučeno osoblje, valja organizirati i koristiti tamo gdje će njihov učinak biti najveći.

Suradnja na lokalnoj razini vrlo je bitna i trebala bi voditi usuglašenom, djelotvornom gospodarski opravdanom upravljanju rizikom, koje će utjecati i na postojeće opasnosti i na budući oblik društva.

Sustavan rad na utvrđivanju, procjeni i rangiranju različitih rizičnih objekata uveći će opasnosti uočljivijima te stoga pomoći u prosuđivanju (kako pokazuju koraci 3–10 procesa APELL) o najdjelotvornijim preventivnim mjerama itd. za potrebe zaštite ljudi, imovine i okoliša prema njihovoj osjetljivosti.

Dva su aspekta pojma “rizik”:

- vjerojatnost pojave akcidenta unutar određenog vremenskog razdoblja;
- posljedice za ljude, imovinu i okoliš.

Analiza opasnosti pokušaj je odmjeravanja posljedica akcidenta s vjerojatnošću njegove pojave. Vjerojatnost i posljedice rijetko se mogu izračunati matematičkom preciznošću. Ipak, često ih se može dovoljno točno procijeniti da bi se osmislile praktične mjere obračunavanja s rizikom.

Vjerojatnost pojave štete zbog akcidenta smanjena je ako se opasnost spozna i shvate uzroci i mogući učinci događaja. Proučavanje posljedica kombiniranih učinaka također je vrlo važno (npr. požari koji rezultiraju otrovnim plinovima, eksplozije koje izazivaju istjecanje otrovnih tvari itd.).

Razvoj društva ima posljedicu smještaj tvornica i stambenih područja u blizini jednih drugima. Istovremeno se pojačava intenzitet prijevoza zapaljivih, eksplozivnih i za okoliš opasnih kemikalija. Zahtjevi za većom djelotvornošću i većim kapacitetom često vode uporabi složenije opreme i opasnijih procesa u industriji. Tako se podrazumijeva kako potreba za djelotvornim postupanjem s rizicima raste zajedno s razvojem industrije i društva općenito.

Osobe odgovorne za donošenje odluka u industriji u kojoj su prisutni najveći rizici od akcidenata velikih razmjera moraju shvatiti potrebu za djelotvornijim razrađivanjem s tim rizicima. Za to postoji nekoliko razloga. Na primjer:

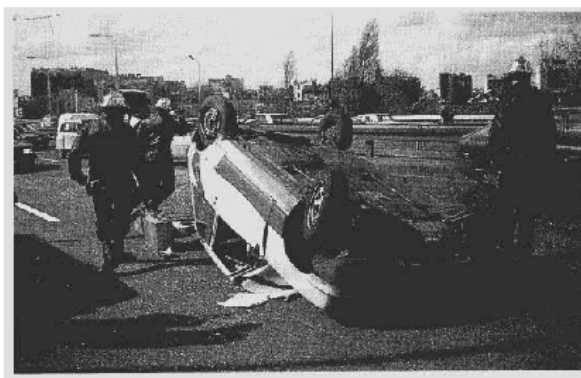
- zdravlje i sigurnost zaposlenih i stanovništva koje obitava u blizini tvornice;
- izbjegavanje štete na imovini i u okolišu;
- potreba industrije za dobrim odnosima s vlastima i svekolikom javnošću, ako se želi razvijati u pozitivnom smislu;
- potreba za neometanom proizvodnjom, kako bi se održao pouzdani promet i dobri odnosi s potrošačima;
- troškovi štete za vlastitu tvornicu, kao i za druge obližnje tvornice, što bi moglo ugroziti opstanak tvrtke.

Akcident može utjecati i na stav javnosti prema industriji. Pritisak javnoga mnijenja može tvrtku primorati na zatvaranje. Nije dovoljno da se tvrtka osloni na isplatu premija kao jedini način saniranja opasnosti!

U industriji je stoga potrebno upravljanje ovim opasnostima usmjereno na sprečavanje akcidenata, uz uključivanje lokalnih vlasti. Ovaj bi priručnik trebao obuhvatiti i praktična i administrativna pitanja, kao i upravljačke postupke.

Napori na sprečavanju akcidenata traže potpunu predanost i znatna sredstva osobito u "visokorizičnim" granama industrije. Manje tvrtke, dobavljači itd., možda će morati tražiti pomoć većih tvrtki. Bez obzira na sve, accidente nikada nije moguće u cijelosti ukloniti, koliki god bili napori na njihovu sprečavanju. Kvalitetno obučena i opremljena spasilačka služba, na licu mjesta i izvan mjesta događaja, uvijek će biti nužna.

U radu s analizom rizika, kao i s priopćavanjem rezultata analize, moramo shvatiti kako su ljudi vrlo zabrinuti zbog različitih prijetnji životu, zdravlju, imovini i okolišu. Ovakva zabrinutost rijetko je objektivno utemeljena povezanim rizicima. Što se tiče vjerojatnosti i posljedica, neki od najozbiljnijih izvora rizika su putovanje automobilom, pušenje i konzumiranje alkohola. Ali unatoč tome oni ne izazivaju preveliku zabrinutost. To se može



Automobilska nesreća na Boulevard Peripherique, Pariz, travanj 1989.
Snimio: Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière.

može zahvaliti činjenici što pojedinac može pojmiti važnost tih rizika i što se susreće s njima u svakodnevnom životu. Uz to, način prosudbe određenoga rizika često je pod utjecajem prilike koju je pojedinac imao da se ne izloži dotičnom riziku.

Ipak, ključno je da ljudi budu svjesni opasnosti kojoj su izloženi. Oni moraju znati koje su to opasnosti i gdje se mogu ozlijediti i kakva je zaista situacija, ako će znati kako se zaštititi. Novinski naslovi usredotočuju se na senzacionalističke aspekte priče, posvećujući manje prostora objektivnim opisima akcidenta.

U podsvijesti većine ljudi postoji pogrešno optimistično stajalište "nesreća se ne može dogoditi meni". To je osobito razvidno u odnosu na nesreće u prometu. Statistički podaci su šokantni. U posljednjih 30 godina na Zapadu je poginulo 5,5 milijuna ljudi (uključujući Japan), 230 milijuna je ozlijeđeno, a četvrtina od toga teško. Zašto se na svakodnevne prometne nesreće ne gleda s jednakim zanimanjem kao i na (na primjer) kemijske akcidente? To se može djelomično objasniti činjenicom da smo navikli slušati o nesrećama u prometu i što bismo vlastito izlaganje tom riziku.

Rizici kojima se ljudi slobodnom voljom izlažu, u aktivnostima kao što su alpinizam, skijanje, jedrenje, vožnja automobilom i biciklom, višestruko su veći od rizika vezanoga uz nuklearni akcident, istjecanje velike količine kemijske tvari, pojava i sl. (Što se tiče pojedinca, posljedice bilo kojega od ovih rizika mogu biti katastrofalne). Potonju vrstu akcidenta s većom zabrinutošću gleda većina ljudi, iako se zabrinutost često temelji na vrlo općenitom poznavanju vjerojatnosti, uzroka i posljedica tih akcidenta. Stoga je vrlo važno steći točniji uvid u stvarne opasnosti.

Pri razmatranju rizika od opasnosti i rangiranju rizičnih objekata nužno je praviti usporedbe, znajući kako se analiza rizika bavi neizvjesnostima. Najveća je poteškoća procjena i usporedba vrlo malih vjerojatnosti. Statistika može biti korisna pri rangiranju rizičnih objekata, ali je za rangiranje najvažnije kolektivno iskustvo koordinacijske skupine.

Problem sa statistikom je taj što ona pokazuje što se dogodilo, a ne i kada će se dogoditi sljedeći akcident. Uvjeti se uvelike razlikuju od slučaja do slučaja. Procjena vjerojatnosti, po definiciji, nije isto što i izvrsta prognoza.

Statistikom se može koristiti pri usporedbi, pri prikazu trendova i procjena uèinaka preventivnih mjera. Statistika mora raspolagati najnovijim podacima i biti dosljedna. Važno je da svaka zemlja i lokalna vlast vode vlastitu statistiku, kako bi bili u stanju pratiti i razumjeti razvoj događaja.

Pri izvođenju zaključaka iz usporedbi valja razmatrati i vjerojatnost i posljedice. Uobičajeno je usredotočiti se na rizike koji uzrokuju najveće posljedice. Međutim, pri pokušajima sustavnoga smanjivanja razmjera rizika može biti potrebno biti oprezni, ali s ozbiljnim posljedicama, naspram onoga koji je vjerojatniji ali manje štetan.

1.4. Koristi od utvrđivanja i procjene opasnosti

Pri procjenjivanju opasnosti, dijalog i suradnja među različitim vlastima u zajednici, zajedno s industrijom, vrlo su važni za iznalaženje mogućnosti njihova smanjenja i raspodjele zaduženja i sredstava.

Analizu bi trebalo dopuniti različitim preventivnim mjerama. Te se mjere, kao i djelotvoran sustav intervencija na neželjene događaje, uvijek biti potrebni, jer društvo ne može postojati bez rizika. Znanje i iskustvo koje zajednice stječu analizom treba uzeti u obzir pri radu na sljedećim područjima:

- planiranju intervencija;
- odabiru puteva za prijevoz opasnih roba;
- sustavu informiranja i upozoravanja;
- civilnoj zaštiti;
- prostornom planiranju;
- zaštiti okoliša itd.

Priručnik sadrži nekoliko primjera akcidenata prouzročenih planskim odlukama koje su upitne sa stajališta rizika. Na primjer, stambena su područja izgrađena ili proširena u blizini industrijskih pogona, zračnih luka itd. Lokacijske dozvole izdane su kućama ili tvornicama na kliznim terenima ili plavnim područjima. Nove su bolnice smještene uz opasne industrije. Nove su kuće izgrađene u blizini velikih petrokemijskih skladišta itd.

Mogućnosti postizanja višega stupnja svjesnosti rizika usporedno s razvojem društva poboljšane su sve jačom suradnjom planskih i izvršnih tijela na lokalnoj razini.

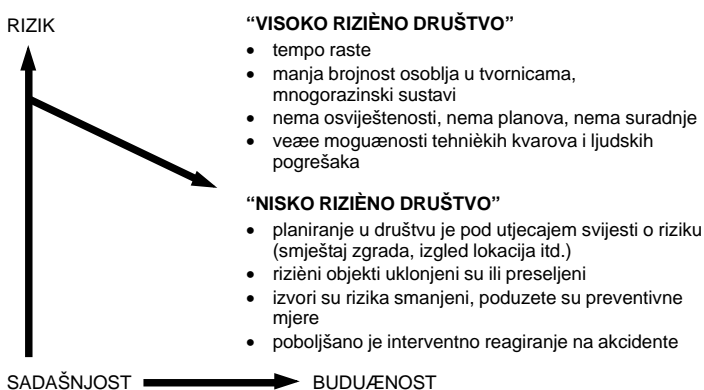
Suradnja je potrebna ne samo unutar zajednice (tu je uključena i industrija), nego i među zajednicama kako bi svaka mogla stvoriti vlastitu usuglašenu predodžbu o riziku i tako poboljšati svijest o riziku kako bi razradila ili izmijenila svoje planove intervencija, itd. Nekoliko zajednica može imati zajednički rizični objekt, a učinci akcidenta do kojega bi na njemu moglo doći mogu doprijeti i preko granica.

Zajednica bi trebala prosuditi koje se opasnosti mogu smanjiti, odnosno koji se rizični objekti mogu učiniti sigurnijima premještanjem ljudi ili industrije na drugu lokaciju, te odlučiti može li se to provesti u kratkom ili dugom roku. Stoga je poželjno graditi rizične objekte na što sigurnijoj lokaciji. Kada je to učinjeno, uz njega se ne bi smjela graditi bolnica, škola ili stambeno područje.

Pri razmatranju opasnosti u društvu, također je mudro razmotriti i očekivane buduće promjene u industriji i tehnologiji.

“Napredak” i “budućnost” često se smatraju samo produktom prošlih događaja. Prognoziranje drugih mogućih scenarija i njihovo planiranje jednako su tako važni u djelotvornom upravljanju rizikom. Sve prognoze brzo zastarijevaju te ih treba redovno revidirati kako bi bile svrhovite.

Iskustvo, informacije i rezultati dobiveni utvrđivanjem i procjenom opasnosti mogu utjecati na buduću oblik društva.



1.5. Kako se koristiti priručnikom

Korak 1. u APELL-U:

“Utvrđite sudionike u intervenciji i odredite njihove uloge, sredstva i interese.”

Korak 2. u APELL-u:

“Procijenite rizike i opasnosti koji mogu izazvati neželjene događaje u zajednici.”

U nastavku se nalazi pregled drugog koraka procesa APELL i upute za korištenje ovog priručnika.

UTVRĐIVANJE, PROCJENA I RANGIRANJE RIZIKA: FAZE

GDJE su rizični objekti i opasnosti?

(Primjeri, vidi poglavlje 2., ilustraciju 2.2)

Rizične objekte i opasnosti možete naći:

- u industriji
- na terminalima
- među zalihama
- na prometnicama
- na javnim objektima (npr. školama i bolnicama), itd.

Ovdje su odgovorni subjekti lokalne vlasti i industrija. Njihovo međudjelovanje i zajedničko viđenje rizičnih objekata i opasnosti vrlo su važni.

DEFINIRAJTE opasnosti. (Primjeri u poglavlju 2., ilustracije 2.1–2.4 i dodaci 3.1–3.6.)

Ilustracija 2.1

ZAJEDNICA

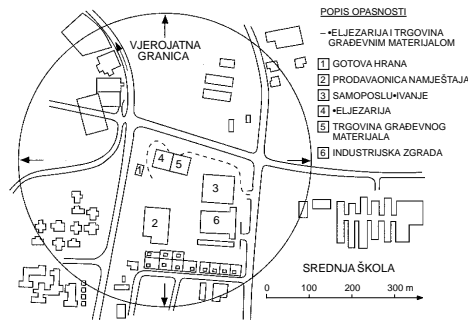
OBJEKT/PODRUČJE

• = život B = brzina
O = okoliš V = vjerojatnost
I = imovina P = prioritet

① Objekt	② Radnja	③ Opasnost (količina)	④ Vrsta rizika	⑤ Ugroženi objekt	⑥ Posljedice	7-10 Ozbiljnost				⑪ V	⑫ P	⑬ Primjedbe
						•	O	I	B			

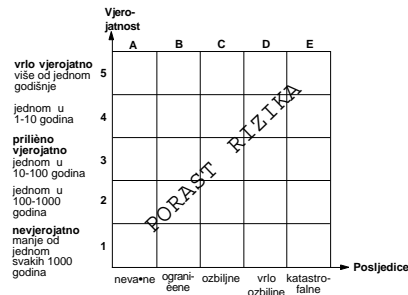
Vrste mogućih opasnosti moraju se definirati. To može biti toksičnost, zapaljivost, reaktivnost, eksplozivnost, prirodna opasnost ili kombinacija nekoliko opasnosti. Također je važno znati količine proizvoda. (Vidi i informacije u popisu literature, npr. “Guide to hazardous industrial activities”, Nizozemska, 1988.) INDUSTRIJA bi trebala poznavati svoje proizvode i javnosti otvoreno davati informacije o njima.

PROCIJENITE opasnosti i rizične zone (u krugu rizičnih zona i izvan njih) u odnosu na ugrožene objekte. Tu će trebati informacije pohranjene u računalnim programima ili iz priručnika (vidi upute na literaturu). (Primjeri, vidi poglavlje 2., ilustracije 2.1–2.5 i primjere u ilustracijama 2.9–2.15 i dodacima 3.1–3.5.)



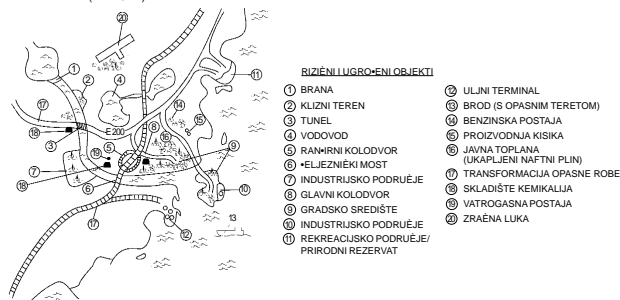
Međudjelovanje INDUSTRIJE i ZAJEDNICE ovdje je također vrlo važno. U kasnijoj fazi korisno bi bilo konzultirati stručnjake i računalne kodove (programe).

RANGIRAJTE rizične objekte. (Primjeri, vidi matricu rizika u ilustraciji 2.6 i primjedbe.)



Koordinacijska bi skupina trebala rangirati rizične objekte radi raspodjele sredstava i prilagodbe i/ili izrade planova spašavanja, taktike itd. Rezultati se mogu prikazati pomoću karte kako je prikazano ilustracijom 2.8.

KARTA RIZIKA (PRIMJER)



PRIOPÆITE rezultate analize i rangiranja, u okviru industrije i u zajednici.

Primjeri vrijednosti za k:

3. DODACI

U dodacima 3.1.–3.6. naæi æete informacije kojima æete dopuniti svoj rad na analizi rizika.

U dodatku 3.1. nalaze se informacije o prirodnim silama koje industrija i zajednica moraju uzeti u obzir u svojim preventivnim i spasilaèkim aktivnostima.

Dodatak 3.2. dat æe vam neke upute o opasnostima od poãara.

U dodatku 3.3. naæi æete neka objašnjenja eksplozija kao rezultata fizièkih procesa i rezultata kemijskih reakcija.

Koliko su opasne kemikalije? U dodatku 3.4. naæi æete neka objašnjenja o tome gdje i na koji naèin kemikalije mogu biti opasne.

Mnogi smrtni sluèajevi bivaju izazvani kombinacijom dogaðaja. Dodatak 3.5. dat æe vam kratki prikaz ovih problema, kao i neke primjere.

U dodatku 3.6. nalaze se odabrani primjeri akcidenata u pojedinim zemljama. Vrlo je važno prikupljati informacije iz vlastite zajednice o “za dlaku” izbjegnutim akcidentima i onima koji su se dogodili.

U dodatku 3.7. naæi æete primjere metoda analize rizika koji se koriste u industriji i drugdje.

U dodatku 3.8. popis je literatura i druge korisne upute.

3.1. Prirodne katastrofe

U globalnom smislu, najčešće su vrste prirodnih katastrofa poplave, potresi, cikloni i suša. Vulkanske erupcije, orkani i odroni zemljišta događaju se rjeđe.

Procjenjuje se kako prirodne katastrofe prosječno odnose 25000 života i uzrokuju štetu u vrijednosti većoj od 3000 milijuna USD godišnje. Velike su zemljopisne varijacije među rizicima kojima su izloženi pojedinci. Oko 95% prirodnih katastrofa javlja se u zemljama u razvoju. U industrijaliziranim zemljama prirodne katastrofe rijetko uzrokuju mnogo smrtnih slučajeva.

Čimbenici koji utječu na rizik jesu:

- gustoća naseljenosti
- strukture građevina
- trajanje događaja
- stupanj njegove iznenadnosti i neočekivanosti
- učestalost pojave takvih događaja i broj nezgoda koje mu prethode.

Primjeri opasnosti vezani uz prirodne katastrofe jesu brane, trusna područja, riječne obale i planinska područja.

Razmjeri u kojima ljudi mogu smanjiti učinke prirodne katastrofe ovise o njihovoj informiranosti o vjerojatnosti katastrofe i šteti koja bi mogla biti izazvana. Ljudsko viđenje rizika igra u tome važnu ulogu. Na primjer, određena područja uz rijeke u Švedskoj podložna su odronima. Neka stambena područja smatraju se nestabilnima i kuće bi mogle završiti u rijeci ako bi došlo do odronjavanja. Čelja da se ostane stanovati na istom mjestu na kojem ste proveli cijeli život, jača je od sagledanoga rizika. Ljudi koji žive u novozgrađenim područjima zabrinutiji su zbog dnevnih opasnosti koje se kriju u prometu, zločinu i onečišćenju, nego zbog relativno maloga rizika od odronjavanja. To znači kako političari i odgovorne osobe u tijelima lokalne vlasti moraju pokazati svijest o riziku za okoliš u početnoj fazi procesa planiranja. Na primjer, odron ispod kemijskoga postrojenja mogao bi imati katastrofalne posljedice.



Spasilačke službe traže preživjele nakon potresa u Leninakanu, Armenija, 1988. Snimio: Stig Dahler, Švedski državni odbor službi spašavanja.

Svake tri godine zabilježi se oko milijun mikro seizmičkih podrhtavanja tla širom svijeta. Oko 100,000 takvih podrhtavanja osjete i ljudi, a njih 10 do 20 prouzroči štetu.

Primjeri potresa:

Godina	Mjesto	Smrtnih slučajeva
1906.	San Francisco, SAD	452
1927.	Nanshan, Kina	200 000
1963.	Skopje, Jugoslavija	1 000
1976.	Tangshan, Kina	243 000
1989.	San Francisco, SAD	63

Jedan od razloga zašto u potresima gine tako velik broj ljudi je zidanje višekratnica opekama bez potpornja. Urušavanje zgrada glavni je uzrok smrti i ozljeda u potresima. Godine 1989. u San Franciscu je potres izazvao velike požare i urušavanje nekoliko višekratnih dionica ceste. Potres u području s kemijskom industrijom i postrojenjima UNP-a mogao bi imati katastrofalne posljedice za ljude, imovinu i okoliš.

Podrhtavanje tla može pokrenuti i **odrone**. Odroni u područjima s opasnom industrijom, skladištima itd. mogli bi također završiti katastrofalno.

Pokatkad uz potres dolaze i divovski **plimni valovi**. Oni se nazivaju "tsu-nami" i mogu doseći visinu od 50 metara i brzinu i do 700 km/h u dubokoj vodi. Tsu-namiji su nakon erupcije Krakatoa 1883. dosegli visinu od 40 metara i potopili 36.000 ljudi.

U orkanima i uraganima u posljednje vrijeme u SAD-u rijetko strada više od nekoliko stotina ljudi. Uragan je 1982. prouzročio 155 smrtnih slučajeva i štetu na imovini u vrijednosti od gotovo 23.000 milijuna USD. Isti je uragan na Karibima usmratio gotovo 10.000 ljudi. Godine 1970. uragan na Indijskom oceanu izazvao je katastrofu u Bangladešu, a poginulih je bilo 300.000, uz materijalnu štetu preveliku da bi se uopće i procijenila. Uragan je 1988. pobio oko stotinu ljudi i ostavio 10% stanovništva Nikaragve bez krova nad glavom. Otprilike istovremeno orkan je na Filipinima ubio 3000–4000 ljudi i ostavio bez krova nad glavom više od 110.000 osoba.

Poplave nisu rijetka pojava jednako u industrijaliziranim zemljama kao i u zemljama u razvoju. Pa ipak, takvi događaji često imaju teške posljedice u zemljama u razvoju. Poplava je u Kini 1938. odnijela čitav jedan grad i milijun života.

Ovisno o lokalnim uvjetima, industrija i ostali subjekti pri planiranju korištenja zemljišta, konstrukciji postrojenja, procesima, upravljanju, planovima intervencija moraju razmotriti sljedeće prirodne sile:

- potres
- odron
- poplava
- vjetar (orkani, uragani)
- valovi (tsu-namiji)
- jak mraz, jaka suša, jako sunce.

Učinci prirodne katastrofe mogu se smanjiti ranim sustavima upozoravanja, sigurnijim metodama gradnje, pouzdanim prometnim sustavima i planovima intervencija.

3.2. Po•ari

Vatra je proces kemijske oksidacije u kojem se oslobađa energija, uglavnom u obliku topline. Nastajanje dima i toksičnih plinova važan je čimbenik rizika u požaru. Dodatni su rizici izazvani kombiniranim učincima poput eksplozija ili istjecanja kontaminirane vode pri gašenju požara.

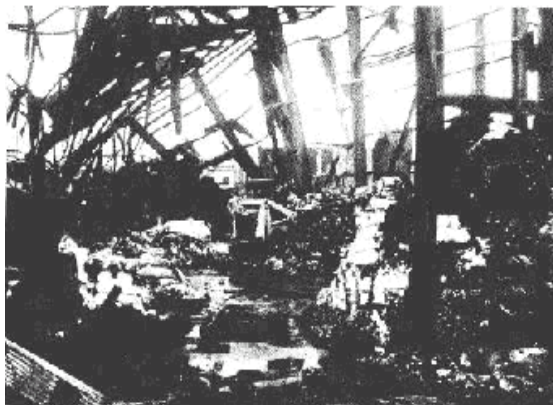
Brzina širenja požara uvelike se razlikuje ovisno o zapaljivosti materijala i udjelu energije, agregatnom stanju (tekućina, plin, krutina) i dostupnosti kisika.

Opasnost od požara nastaje nakupljanjem tvari koje mogu planuti ako se zagrijavaju ili dođu u dodir s drugim tvarima. Neke jako oksidirajuće tvari ili samozapaljive tvari također predstavljaju opasnost od požara.

Vatrogasci su neprestano izloženi dimu koji sadrži mnoštvo štetnih plinova. Kada su u dimu prisutne mnogobrojne različite kemikalije, one međusobnim djelovanjem mogu proizvesti dim koji je opasniji od pojedinačnih dijelova (sinergija).

Uglikov monoksid obično je najopasniji plin koji nastaje u požaru. Cijanovodik je izuzetno toksičan plin koji nastaje pri izgaranju materijala koji sadrži vodik. Kemijske su analize pokazale kako su u dimu sintetičkih proizvoda poput poliuretana, melamina i najlona prisutne različite količine cijanovodika. Omjer cijanovodika raste s temperaturom koju vatra razvija. Proizvodi koji sadrže fluor na visokim temperaturama oslobađaju fluorovodik. Mnogi spojevi fluora izuzetno su otrovni, čak i u niskim koncentracijama. Proizvodi koji sadrže sumpor, npr. guma, pri zagrijavanju oslobađaju sumporov dioksid. Valja voditi računa o požarima u kojima gore pesticidi ili herbicidi. Oni često sadrže arsen i krom. Neki oslobađaju i plinove slične nervnom plinu.

Plinovi koji nastaju u požarima u kojima izgaraju velike količine opasnih tvari mogu se raširiti na velike udaljenosti. Stoga je ključno provesti pažljivu analizu ove vrste opasnosti. Također je važno postojanje instrumenata za otkrivanje štetnih tvari koje najčešće nastaju u požarima.



Posljedice požara u tvornici, Melbourne, 1985.
Snimio: F. BALKAU

3.2.1. Požar – rizični objekti i ugroženi objekti:

Javne građevine –

npr. diskoteka
robna kuća
restoran
sportski objekt
kino
kazalište
hotel
hostel
škole

Bolnice i druge ustanove za njegu

Industrijska postrojenja

npr. pilana
rafinerija/skladište nafte
kemijski pogon
tvornica plastike, gume i boja
strojni pogon
čeličana
proizvodna jedinica za celulozu
tvornica/skladište eksploziva
postrojenje u kojem se rukuje ukapljenim naftnim plinom
tvornica papira, papirnica, rezervoarski prostor itd.

Nuklearne elektrane

Pristaništa

npr. naftni terminali
brodovi sa zapaljivim teretom
skladišta s velikim prometom raznih roba

Ranirni kolodvori – vagoni sa zapaljivim teretom

Objekti koji rabe zemni plin

Podzemni objekti

npr. rudnici
podzemna željeznica
vojna skladišta

Uporaba ukapljenog naftnog plina (UNP) i zemnoga plina raste. Oni se prenose cjevovodima ili prevoze kamionima, brodovima ili željeznicom. Uvijek postoji rizik istjecanja plina koji može rezultirati eksplozijom ili požarom.

Sudar s cisternom nafte može imati katastrofalne posljedice u izgrađenom području.

Velike količine zapaljivih kemikalija zbrinjavaju se na ranirnim kolodvorima. Oni su često smješteni u središtu grada, što znači da bi akcident mogao imati ozbiljne posljedice.

Velike količine kerozina zbrinjavaju se u zračnim lukama.

Tereti dvaju kamiona koji se sudare mogu međusobno doći u dodir što može dovesti do vrlo opasne situacije.



Po•ar u skladištu UNP-a

3.2.2. •imbenici koji pove•avaju razinu rizika:

- poja•ana uporaba zapaljivih kemikalija i opasnih industrijskih procesa
- munja
- elektri•ni kvarovi
- nemar i ravnodušnost pri postupanju s opasnim kemikalijama
- neprikladno ozna•eni ili neozna•eni spremnici opasnih kemikalija
- piromani, ovisnici o drogi i alkoholi•ari •ije je ponašanje opasno i nepredvidivo
- sabota•a
- velika slo•ena postrojenja s nepoznatim sadr•ajem, što vatrogascima dodatno ote•ava rad.

3.2.3. •imbenici koji smanjuju razinu rizika:

- automatski sustavi gašenja po•ara postaju sve pouzdaniji i djelotvorniji
- automatski protupo•arni alarmi postaju pouzdaniji i djelotvorniji, a protupo•arni alarmi sada se ugrađuju i u ku•ama
- dimni odušci postaju pouzdaniji i djelotvorniji – obi•ni sustavi prozra•ivanja mogu proširiti štetni dim u zgradi
- sigurnije građevne metode
- smještaj vatrogasnih postaja u blizini rizi•nih objekata

- preventivno planiranje i redovne vježbe
- brza vatrogasna kola s djelotvornom opremom
- kvalitetan pristup vatrogasnim kolima
- strogi propisi za električne uređaje u javnim zgradama
- kvalitetna obuka i informiranje osoblja u spasilačkim službama
- smanjenje pušenja
- informiranje svekolike javnosti putem televizije, radija i novina
- informiranje u školama i tvrtkama

razina rizika raste

- velike/visoke zgrade
- složenost
- zapaljivi materijal
- zapaljivi električni uređaji
- sabotaža, terorizam

prijetnja

- vatra
- dim
- izlazi za nuždu
- broj katova u zgradi
- konstrukcija zgrade
- građevni materijal
- stupanj vatrootpornosti zgrade
- funkcioniranje
- broj ljudi u zgradi
- ljudi s poteškoćama/bolesnici u zgradi
- sustavi gašenja
- protupožarni alarm
- sposobnost spasilačke službe za spašavanje života i imovine

može se spriječiti na sljedeći način

razdvojenost u odjeljke, štrcaljke
 manje jedinice, dobar pregled
 razvoj proizvoda, informiranje i
 obrazovanje o proizvodu
 pregledi, tehnička poboljšanja
 sprečavanje požara radi smanjivanja
 posljedica

čimbenici koje valja uzeti u obzir

jačina, brzina širenja vatre
 gustoća, toksičnost
 broj, pristup
 evakuacija zgrade – osobito ako je pod
 zemljom
 jačina, hermetičnost, vatrootpornost
 zapaljivost, toksičnost u požaru
 trajanje evakuacije
 rizik od požara, stupanj vatrootpornosti,
 preventivne mjere
 mogućnost evakuacije
 mogućnost evakuacije
 spašavanje života i imovine
 mogućnost evakuacije, spašavanja
 života i imovine
 brzina reagiranja, brojnost osoblja i
 oprema

Postoje primjeri požara velikih razmjera iz Drugog svjetskog rata koji su se razvili u vatrene oluje. Ovakvi jaki požari troše velike količine kisika. Vatra može uvući ljude i životinje u plamen.

Sabotaže i podmetanje požara mogu dovesti do velikih požara i eksplozija.

S razvojem industrije i društva porasla je potreba za metodama procjene različitih rizika. Da bi se donekle precizno procijenila vjerojatnost i posljedice požara, potrebni su

sloveni izrađeni. Ne postoji općenita metoda procjene rizika od požara za sve zgrade i za sve radnje. Dostupno je nekoliko metoda. Neke od njih mogu se iskoristiti kako bi se prikazali učinci različitih preventivnih mjera na razinu rizika. Proučavanje rizika od požara osobito je važno za industrijska zemljišta, skladišta, bolnice, škole, hotele i javne građevine.

U Europi najčešće korištenu metodu procjene rizika od požara razvio je u Švicarskoj 1960-ih M. Gretener. Namijenjena je industrijskim postrojenjima, ali se može primijeniti i na robne kuće, hotele, izložbena središta, stambene blokove i bolnice.

Gretenerova metoda pri procjeni rizika od požara uzima u obzir arhitekturu, konstrukciju i sadržaje zgrade. Razmatraju se zapaljivost, stupanj vatrootpornosti, nastajanje dima i korozivni učinci dima. (Uz ograničene količine kisika, požar u naftnom pogonu, pogonu s plastikom ili gumom može stvoriti velike količine dima iako je jačina požara niska. Požari također mogu stvoriti korozivne ili toksične plinove.)

Oko 1980. godine u SAD-u je razrađena nova metoda analize rizika koja označava novi pristup ovom problemu. Pokušava se u obzir uzeti učinak ponašanja ljudi i automatske opreme. Razmatraju se različite kategorije ljudi – na primjer, stari, bolesni i ljudi s poteškoćama. Metoda se temelji na usporedbi zaštitnih mjera i rizika kojima su izložene različite skupine ljudi. Zaštitne mjere obuhvaćaju ljudske reakcije na situaciju i mogućnost bijega, kao i fizičke značajke zgrade.

3.2.4. Primjeri požara ozbiljnih razmjera:

Požar u skladištu Sherwin-Williams

Dana 27. svibnja 1987. oko 40 litara (procjena) zapaljive tekućine slučajno je proliveno u distributivnom središtu boja za automobile u Daytonu, Ohio, SAD.

Iskre iz električnoga viljuškara zapalile su prolivenu tekućinu, a požar koji je tako nastao uništio je cijelo skladište i progutao je 5 milijuna litara zapaljivih tekućina. Skladište je bilo smješteno u području iz kojeg se dobivala voda za piće. Vatrogasci su se odlučili za kontrolirano izgaranje jer na raspolaganju nije bilo odgovarajućih vodenih naprava. Požar je trajao šest dana, ali zahvaljujući pravovaljanoj odluci vatrogasaca izbjegnuto je veliko onečišćenje podzemne vode.

Požar u skladištu Sandoz

Noću 31. listopada 1986. izbio je požar u skladištu u vlasništvu Sandoza, u mjestu Schweitzerhalleu kod Basela u Švicarskoj.

Požar se brzo širio. Metalne bačve su eksplodirale i letjeći zrakom oštetile obližnje zgrade u kojima je bilo uskladišteno oko 1000 tona visokozapaljivih tekućina. Kako bi se izbjegla katastrofa, šef vatrogasaca odlučio je ugasiti požar vodom. Voda iskorištena za gašenje požara kontaminirala se i otekla u rijeku Rajnu (iz koje se crpila voda za gašenje). Ova je kontaminirana voda sadržavala pesticide i druge toksične kemikalije koje su ubile ribu i druge oblike života u rijeci. Dotok vode za piće dalje nizvodno morao je biti zatvoren.

Tvornica kemikalija, Tours

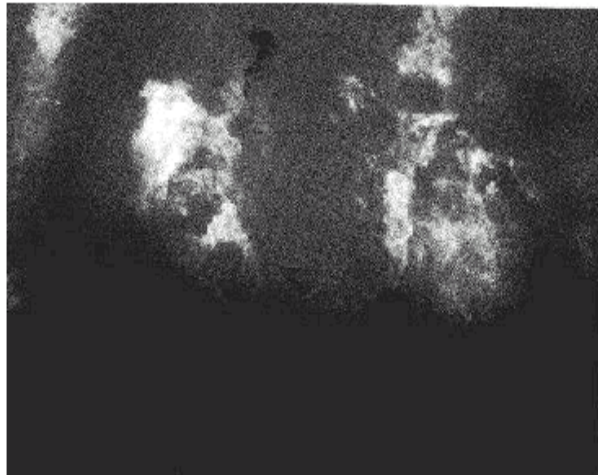
U lipnju 1988. izbio je požar u tvornici kemikalija kod Toursa, Francuska.

Vatra se vrlo brzo širila jer su zapaljivi proizvodi bili složeni blizu jedni drugima. Oko 600 tona kemikalija je uništeno i raspršeno u atmosferu i u rijeku koja teče uz tvornicu. Gusti



crni oblak odlebdio je prema gradu Tóru. Voda za piæe za oko 12000 ljudi morala je nekoliko dana biti zatvorena.

Mnogo je primjera poara u javnim zgradama, poput hotela i diskoteka, koji su odnijeli mnoštvo ivota. Poari, zajedno s nesreæama u prometu, najêešæi su dogaðaji u kojima moraju djelovati sluþbe za spašavanje.



Poar izazvan kemijskim procesima, Pemex, Meksiko



3.3. Eksplozije

3.3.1. Definicije

Riječ eksplozija koristi se za sve procese u kojima je prisutno naglo strujanje materijala (koji se obično sastoji od vrućih plinova) iz jedne točke.

Dvije su glavne vrste eksplozija, ovisno o tome koliko je naglo strujanje:

Eksplozije izazvane fizičkim procesima

- naglo oslobađanje pohranjene energije u obliku tlak x obujam,
- vanjska energija naglo se dodaje krutoj ili tekućoj tvari pretvarajući je u plin,
- energija se naglo dodaje plinu što povećava njegov tlak.

Primjeri eksplozija izazvanih fizičkim procesima: eksplozije posuda pod tlakom, eksplozije pare.

Eksplozije izazvane kemijskim reakcijama

Takve eksplozije izazvane su kada iz reakcija iz kojih se oslobađa toplina nastaje energija za strujanje materijala. Tri su načina odvijanja ovoga procesa. U svakom od njih odgovarajuće tvari moraju biti prisutne u pravim omjerima i dobro izmiješane.

– Toplinska eksplozija

Reaktivna smjesa čitavo vrijeme ima podjednaku temperaturu. Kroz čitavu smjesu energija se istovremeno oslobađa. Primjer: brzi nekontrolirani kemijski procesi.

– Naglo sagorijevanje

Do oslobađanja energije dolazi u tankom sloju s visokom temperaturom, dok ostatak obujma ima istu temperaturu kao i okolina. Sljedeći sloj koji će reagirati zagrijava se provođenjem topline kroz čitavu smjesu. Brzina je sagorijevanja mala – mm/s za krutine i tekućine, m/s za plinove. Brzina sagorijevanja ovisi o tlaku (raste s pojačanjem tlaka). Sagorijevanje počinje lokaliziranim toplinskim udarom.

– Detonacija

Do oslobađanja energije dolazi u tankom sloju s visokom temperaturom, dok ostatak obujma ima istu temperaturu kao i okolina. Sljedeći sloj koji će reagirati pogođen je udarnim valom i zagrijava se toplinom kompresije u plinovima ili toplinom deformacije u krutinama. Brzina detonacije ovisi o kretanju udarnoga vala kroz reaktante i zato je ona velika – km/s za sve materijale. Brzina detonacije ne ovisi o okolnom tlaku. Detonacija započinje lokaliziranim udarom.

U određenim okolnostima sagorijevanje se može pretvoriti u detonaciju (npr. kada je riječ o velikim količinama, šupljikavim krutinama ili preprekama koje stvaraju turbulencije na plamenoj fronti, kada je riječ o plinu).



Po•ar izazvan eksplozijom na palubi tankera s naftom, Genova, 1991.

3.3.2. Opasnosti

3.3.2.1. Eksplozije izazvane fizičkim procesima

Posude pod tlakom i oprema za obradu komprimiranih plinova prikrivene su bombe. Greške u materijalu, korozija ili udarac drugoga predmeta može uzrokovati pukotine na stijenci posude, nakon čega slijedi eksplozija. Snaga eksplozije određuje se prema pohranjenoj energiji – $P \times V / (k-1)$, gdje je P tlak (Pa), V obujam (m^3), a k je c_p/c_v za plin.

Eksplozije posuda pod tlakom uzrokuju štetu zbog vala tlaka i letućih odlomljenih dijelova.

Tekućine na temperaturi višoj od 100 °C mogu izazvati eksplozije pare. Ako se voda (ili bilo koja druga tekućina istoga ili nižeg vrelišta) probije do vruće tekućine, eksplozijom će nastati para. Nastala para ima puno veći obujam od početne vode (nekoliko tisuća puta!). Snaga eksplozije određena je temperaturom vruće tekućine i njezinog toplinskog kapaciteta kao i obujmom tekućine koja vrije.

Eksplozije pare uzrokuju štetu zbog vala tlaka, kao i po•ar i opekline nastale istjecanjem vruće tekućine.

Eksplozije izazvane vanjskom energijom (obično električnom) mogu se dogoditi u krutini, tekućini ili plinu. Ako je dovedeno dovoljno energije, ona će uzrokovati veliko povećanje tlaka krutine koja se već nalazi u plinovitom stanju. Kada dođe do kratkoga spoja u velikom transformatoru koji se rashlađuje uljem ili plinom uvijek postoji rizik od ove vrste eksplozije.

Šteta je uzrokovana valom tlaka i letućim odlomljenim dijelovima.

3.3.2.2. Eksplozije izazvane kemijskim reakcijama

Bilo kojom vrstom egzotermne (kojom se proizvodi toplina) kemijske reakcije moguće je izazvati eksploziju.

Egzotermni procesi u industriji

Kada se egzotermni procesi koriste u kemijskoj industriji, uvijek je prisutan rizik od eksplozije. Dovoljna je pogreška u regulaciji količina u procesu ili u rashladnom sustavu.

Najlakši način prepoznavanja opreme potrebne u egzotermnim procesima jest taj da ona uključuje neku vrstu rashladnoga sustava, obično hlađenje vodom, što služi zadržavanju određene temperature.

Snaga eksplozije određena je ukupnom količinom oslobođene energije, što ovisi o količini reakcije. Štetu uglavnom uzrokuje val tlaka i leteći odlomljeni dijelovi.

Služajne smjese zraka i goriva

Eksplzivne smjese nastaju u sljedećim situacijama:

1. zapaljivi plinovi miješaju se sa zrakom
2. zapaljive tekućine s niskim vrelištem isparavaju u zraku
3. zapaljive tekućine na visokim temperaturama istječu u zrak
4. zapaljive tekućine pod visokim tlakom izbacuju se u zrak
5. zapaljive krutine u praškastom obliku vrtložno se kreću zrakom

1–3 daju plinovite smjese, 4 i 5 aerosole.

Smjese su eksplozivne samo unutar određenoga intervala omjera gorivo/zrak, ovisno o tvari o kojoj je riječ.

Udio energije u smjesi najveći je kada je kisika u zraku upravo onoliko koliko treba za potpuno sagorijevanje goriva. To se obično naziva stehiometrijskom koncentracijom i nalazi se približno na pola puta između graničnih vrijednosti eksplozivne smjese. Stehiometrijska koncentracija za zapaljive aerosole je oko 100 g/m^3 , s time da je donja granica oko $1/3$ te vrijednosti.

Deflagracija smjese goriva i zraka u zatvorenom prostoru proizvodi tlak od oko 7 bara. (1 bar = 1,033 atmosfera pri stehiometrijskoj koncentraciji i atmosferskom tlaku). Detonacija u sličnim uvjetima proizvodi oko 20 bara.

Naglo sagorijevanje (deflagracija) smjese goriva i zraka ne proizvodi tako jak tlak (sve dok oblak goriva sa zrakom nije jako velik). Pa ipak, detonacija na otvorenom proizvodi jednaki tlak kao i u zatvorenom prostoru.

Šteta biva izazvana učincima topline i tlaka, ali ju mogu izazvati i leteći odlomljeni dijelovi (npr. staklo razbijenih prozora).

Prikrivene opasnosti, istim redom kao i pet gore navedenih vrsta smjesa:

1. Komprimirani ili kondenzirani zapaljivi plinovi (npr. UNP, zemni plin, acetilen, vodik, amonijak, etilen).
2. Zapaljive tekućine s vrelištima ispod $100 \text{ }^\circ\text{C}$ u spremnicima i opremi za obradu (npr. eter, alkohol, aceton, benzin).
3. Zapaljive tekućine u procesima u kojima se temperatura nalazi na vrelištu ili iznad vrelišta tekućine uz atmosferski tlak.

4. Zapaljive tekućine u procesima pod visokim tlakom.

5. Sve fino razdjeljive zapaljive krutine koje u uobičajenim radnjama mogu biti zahvaćene u zraku (utovar/istovar, regulacija količine) – npr. brašno, šećer, škrob, aluminijski prah.

Najveći je rizik od velikih količina praha, kao u silosima, mlinovima, rudnicima i sl.

Opasnosti od gornjih stavaka 1–4 nastaju zbog: nepovratnoga oslobađanja goriva izazvanoga kvarovima; korozijom; udarcima drugih predmeta u opremu; ili ljudskom pogreškom.

Tvari koje razgradnjom oslobađaju energiju

Postoji niz kemijskih spojeva koji se, po dodavanju početne energije (toplinom, trenjem ili udarcem) mogu eksplozivno razgraditi. Mnoge od njih svrstavaju se u eksplozive – ali ne sve! Potrebna je posebna dozvola da bi se proizvele ili dobile tvari koje se smatraju eksplozivima. Ipak, mnoge često korištene tvari mogu izazvati eksplozije a nisu određene kao eksplozivi. Ovdje su uključeni: peroksidi (vodikov peroksid i organski peroksidi); aluminijeve soli s oksidnom skupinom poput nitrata, klorata, perklorata, kromata, dikromata itd.; kompleksi metala oblika metal–amin–nitrat (ili klorat, perklorat, kromat, dikromat itd.). Od nabrojanih, u najvećem se količinama koriste vodikov peroksid, amonijev nitrat i amonijev perklorat.

Eksplozija izaziva štetu djelovanjem topline, a često se javljaju i učinci tlaka i porazi.

Smjesa oksidansa i zapaljivog materijala

Eksplozija može nastati kada se kruti ili tekući oksidans pomiješa s gorivom. Najveća se energija oslobađa ako je riječ o stehiometrijskoj smjesi. Lako je postići udio energije od 5–10 MJ/kg, tj. onoliko koliko imaju i konvencionalni eksplozivi!

Česti kruti oksidansi su peroksidi, nitrati, klorati, perklorati, kromati i dikromati.

Česti tekući oksidansi su perklorna kiselina, dušična kiselina, vodikov peroksid, tetranitrometan.

Gorivo može biti manje–više svaka zapaljiva organska tvar, metal, legura, sumpor ili sumporov spoj.

Najčešća je opasnost kombinacija tekućega oksidansa i krutoga zapaljivog materijala, ili obrnuto, koji se zbrinjavaju ili skladište blizu drugome.

Opasnost vodi k eksploziji ako dođe do nepovratnog oslobađanja energije i dodira dvaju materijala. Do toga bi moglo doći zbog neispravnosti opreme, korozije, udara nekim predmetom u opremu ili ljudske pogreške.

Šteta od ovakve vrste eksplozije ista je kao i ona izazvana konvencionalnim eksplozivima.

3.3.3. Posljedice

U eksplozijama dolazi do ozljeda ljudi zbog uèinka tlaka, topline i leteæih odlomljenih dijelova.

Dijelovi tijela najosjetljiviji na tlak jesu bubnjiæi, pluæa i trbuha/utroba. Bubnjiæ se ošteæuje pod prekomjernim tlakom od 35 kPa. Pluæa se ošteæuju na oko 70 kPa, a 300 kPa ugroæava i samivot. Ozbiljnost ozljeda pluæa i trbuha/utrobe takoæer ovisi o trajanju izloenosti i stopi porasta tlaka.

Ako je tlak dovoljno jak i dugotrajan, moe oboriti èovjeka. Teške ozljede (npr. puknuæe lubanje) dešavaju se kod gustoæe impulsa od oko $380 \text{ Pa} \times \text{s}$ (380 Ns/m^2).

Ozljede leteæim staklom takoæer su èeste. Dijelovi stakla teæine izmeðu 0,2 i 2 g probijaju koæu ako lete brzinom od 65–80 m/s, a trbušnu stijenku brzinom od 70–155 m/s.

Eksplozije izazvane kemijskim reakcijama takoæer uzrokuju ozljede zbog **nastaloga toplinskoga zraèenja**. Otprilike polovica osloboðene energije javlja se u obliku topline.

Opekline ruku i lica uzrokovane su sljedeæim kolièinama energije:

opekline I. stupnja	50–80 kJ/m ²
opekline II. stupnja	120–200 kJ/m ²
opekline III. stupnja	200–350 kJ/m ²

(Niæa vrijednost oznaèava kratku, intenzivnu izloenost – otprilike 1 s – a viša dulju izloenost – oko 10 s)

Zbog velikih površina, zgrade mogu podnijeti izloenost samo relativno malom tlaku ako ele ostati neošteæene. Prozori se ošteæuju na èak 1 kPa. Do ogranièenoga ošteæenja prozora, vrata i vanjskih površina dolazi ako tlak prelazi 5 kPa, a gustoæa je impulsa veæa od $100 \text{ Pa} \times \text{s}$. Ozbiljne štete dogaðaju se na 40 kPa i $400 \text{ Pa} \times \text{s}$ (npr., samo èetvrtina zgrade ostaje stajati).

Iz toga razloga eksplozija do koje dolazi u zatvorenom prostoru gotovo uvijek završava velikom štetom. Zapamtite da ljudi mnogo bolje podnose tlak nego što ga podnose zgrade!

Pri nastajanju topline postoji rizik od zapaljenja lako zapaljivih materijala, poput papira, zastora itd. Do toga dolazi ako je energetska razina 200–350 kJ/m², što oznaèava razinu na kojoj nastaju opekline III. stupnja.

Komunikacijski objekti i opskrba strujom, vodom itd. osobito su privlaène mete sabotaa.

U doba rata uvelike raste vjerojatnost pojave eksplozija. Veæina oruæja svojim djelovanjem uzrokuje velike štete, meðu njih se ubraja i izbacivanje šrapnela koji moe probiti èelik na udaljenosti od nekoliko stotina metara.

Eksplozije posuda pod tlakom i eksplozije goriva u smjesi sa zrakom bile bi èeste u sluæajevima napada na industrijsko podruèje.

Nakon napada i dalje bi rizik od eksplozija bio velik, na primjer zbog odgoðenoga djelovanja ili neeksplozivnih bombi. Demontiranje bombi valja povjeriti osposobljenim struènjacima.

3.3.4. Primjeri eksplozija ozbiljnih razmjera

Eksplozija bombe na željezničkoj postaji u Bologni, Italija, prouzročila je rušenje krova, od čega je poginulo 85 ljudi. To je najgora eksplozija u moderno vrijeme, iako je bilo i mnogo drugih akcidenata izazvanih eksplozivima. Evo nekih drugih primjera:

Longview, Texas, SAD, 1971.

U veljači 1971. slomila se etilenska plinska cijev pod tlakom u postrojenju kod Longviewa u Texasu, oblak pare naišao je na izvor zapaljenja i eksplodirao. Eksplozija je polomila niz drugih cijevi i prouzročila ispuštanje više tisuća kilograma etilena. Nastali veliki oblak pare zapalio se i silovito eksplodirao. Četiri osobe su poginule, a 60 ih je podvrgnuto bolničkoj obradi.

Bantry Bay, Irska, 1979.

8. lipnja 1979. došlo je do manje eksplozije u naftnom terminalu u zaljevu Bantry. Tanker s naftom istakao je naftu. Kasnije je došlo do velike eksplozije popraćene vatrenom loptom. Projektili nastali iz eksplozije putovali su i do šest milja. Sva 42 člana posade su poginula zajedno s 8 drugih osoba, uglavnom radnika na terminalu.

Henderson, SAD, 1988.

Eksplozija izazvana požarom opustošila je tvornicu raketnoga goriva u Hendersonu kod Las Vegasa, SAD. U tvornici su se rabili amonijak, amonijev perklorat i klorovodična kiselina.

Uz dva smrtna slučaja, oko 350 radnika i stanovnika Hendersona bilo je ozlijeđeno. Glavne su ozljede bile rasjekotine i ogrebotine, od letjelice stakla i odlomljenih komada, te modrice i iščašenja od obaranja udarnih valova.

Eksplozija je oštetila više od polovice zgrada u Hendersonu, nakon čega su trgovine, uredi i škole morali biti zatvoreni. Šteta je početno procijenjena na više od 70 milijuna USD, od čega 23 milijuna USD nije bilo osigurano.

3.3.5. Metode analize rizika

Nužno je znati količinu oslobođene energije i udaljenost od promatranoga objekta. Nije su navedene približne vrijednosti područja opasnosti za najčešće vrste eksplozija. Razmatraju se samo učinci tlaka i pretpostavlja se kako do eksplozije dolazi na otvorenom.

Za detaljniju procjenu potreban je računalni program koji uzima u obzir geometriju, veličinu promatranoga objekta, šrapnele, toplinske učinke itd.

Eksplozije posuda pod tlakom

Procjena oslobođene energije $E = P \times V / (k - 1)$

gdje je P tlak plina (Pa)
V obujam u kubnim metrima
k cp/cv za plin

Primjeri vrijednosti za k:

zrak	1,40
amonijak	1,32
argon	1,67
dušik	1,40
kisik	1,40
ugljičkov dioksid	1,31
vodik	1,41

Procijenite odgovarajuću količinu eksploziva u kg dijeljenjem E sa 5000000 (5×10^6). Zatim procijenite promjer područja opasnosti za ljude i zgrade (vidi dijagram 3.3.1.).

Eksplozije krutih ili tekućih tvari ili smjesa oksidansa i goriva

Prijeđite izravno na dijagram 3.3.1., s količinom promatrane tvari ili smjese u kg.

Dijagram se koristi za eksplozive s udjelom energije od 5 MJ/kg. Ako je stvaran energetski udio tvari poznat, pomnožite količinu u kg ÷imbenikom (stvarna energija /5).

Eksplozije goriva sa zrakom

Izrađunajte količinu eksploziva u kg koja odgovara eksplozivnom učinku smjese

$$\text{kg} = 0,02 \times M \times Q$$

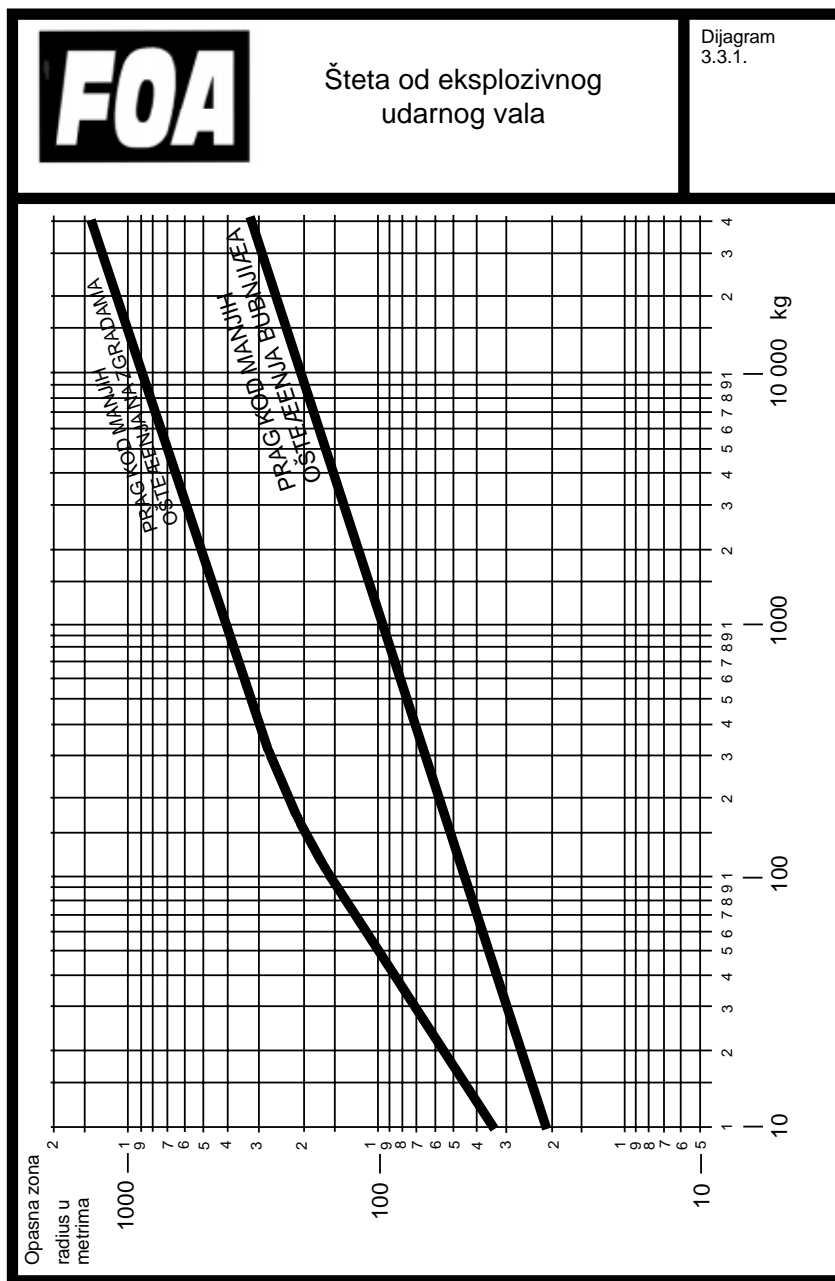
gdje je: M = kg zapaljive tvari ispuštene u zrak

Q = toplina iz procesa izgaranja tvari u MJ/kg (ako ovo nije poznato, koristite vrijednost 50 MJ/kg)

Procijenjeni iznos u kg za vodik, etilen, acetylen treba pomnožiti s dva.

Vidi dijagram 3.3.1. za procjenu promjera područja opasnosti za ljude i građevine.

Dijagram 3.3.1.



3.4. Istjecanje kemikalija

3.4. Istjecanje kemikalija

3.4.1. Kemijski akcidenti

Kemijski akcidenti nastaju zbog nekontroliranoga ispuštanja tvari koja je otrovna ili štetna za imovinu ili okoliš. Rizici ovise o svojstvima promatrane tvari, količinama i procesima koji se koriste, a i o osjetljivosti okoline i o interventnim mjerama poduzetima s ciljem smanjenja posljedica akcidenta.

3.4.2. Koliko su kemikalije opasne?

Kemijske su tvari ili elementi ili spojevi. Postoji između 100 i 200 različitih vrsta atoma (elemenata). Spojevi se sastoje od mnoštva elemenata, poput metana (ugljik i vodik), vode (kisik i vodik) i soli (natrij i klor). Pripravci se sastoje od smjesa kemijskih tvari, na primjer boja koja se sastoji od pigmenta, smole i otapala.

Tvar može biti opasna na mnogo načina. Može biti toksična, reaktivna, eksplozivna, zapaljiva, radioaktivna ili korozivna. Dva su važna aspekta: toksičnost i reaktivnost.

Toksičnost

Većina tvari koje mogu izazvati teške ozljede ljudi i životinja označene su slovom T ili znakom lubanje s prekrivenim kostima.

Nekoliko je načina uzimanja toksične tvari:

- udisanje kontaminiranoga zraka
- upijanje preko kože
- gutanje kroz usta

Neke tvari vode trovanju čitavoga tijela. Druge tvari pogađaju samo neke organe. Korozivni i nadražujućii plinovi poput klora, sumporovog dioksida i amonijaka, mogu teško oštetiti pluća. Razina na kojoj je neka tvar toksična uvelike varira ovisno o njezinim učincima. Dioksin, ili 2,3,7,8-tetraklordibenzoparadioksin (TCDD) visoko je toksična tvar koja proizvodi niz štetnih učinaka. Pokusi na zamorcima pokazali su kako je smrtonosna čak i u tako maloj dozi kao što je milijuntina grama po kilogramu težine tijela.

Ispuštanja kemikalija u okoliš mogu otrovati životinje izravno, ali mogu imati i neizravne učinke, na primjer u rijekama i jezerima kada biološka razgradnja kemikalija potroši kisik u vodi. Tako nastao veliki nedostatak kisika ubija mnoge vrste biljaka i riba. Teško razgradive tvari mogu prodrijeti u prehrambeni lanac, nakupljajući se u gornjem njegovom dijelu i uzrokujući velike štete čitavom ekosustavu.

Reaktivnost





Šteta može nastati zbog nekontrolirane reakcije reaktivne kemikalije s drugom kemikalijom. Pogreške sa sirovinama ili temperaturom i tlakom mogu izazvati puknuće reaktora što može dovesti do slučajnoga nastajanja visoko toksičnih tvari. Požar može pretvoriti relativno bezopasnu kemikaliju u nešto opasno što se zatim širi u okolinu kao rezultat samoga požara ili pokušaja njegova gašenja.

Tablica 3.4.1. prikazuje različite vrste opasnih kemikalija i njihova štetna svojstva.

Spremnici i ambalaža za opasne kemikalije moraju pri prijevozu, prodaji ili industrijskoj uporabi imati odgovarajuće oznake i informacije o opasnostima koju predstavljaju, kao i mjere opreza. Takve bi oznake trebale pružiti informacije o vrsti rizika, sastavu i značajkama. Uz to, treba navesti i moguće ozljede i pojedinosti o zapaljivosti i riziku od eksplozije, kao i preporučene preventivne mjere i interventne postupke. Kada se kemikalije prevoze u druge zemlje (npr. željeznicom, cestom ili zrakom), treba provesti posebne pripreme kako bi se takve informacije prenijele, npr. treba ih prevesti na druge jezike. Na primjer, opasne kemikalije ispuštaju se u poranima u skladištima zračenih luka.

Na mjestima na kojima se rabe opasne tvari mora postojati najnoviji popis koji obuhvaća upravo te kemikalije. Takav popis, zajedno s pisanim informacijama o opasnostima i mjerama opreza, važan je izvor podataka pri utvrđivanju izvora rizika. Nužne su i informacije o svojstvima tih kemikalija pri procjeni vjerojatnosti i posljedica akcidenta u analizi rizika.

U rubrici **sastav**, pisane informacije o opasnostima i mjerama opreza trebale bi sadržavati pojedinosti o tome koje su toksične tvari prisutne i u kojim omjerima. Fizikalna svojstva tvari ukazuju na to kako će se ona raspršiti u okoliš. U rubrici **fizikalna/kemijska svojstva** treba navesti sljedeće podatke o proizvodu:

<ul style="list-style-type: none"> • oblik krutina, prah, granulat, tekućina–viskozitet, boja itd. • vrelište • talište • gustoća • gustoća plina u odnosu na zrak 		<p>svojstva koja utječu na raspršenje</p>
<ul style="list-style-type: none"> • plamište • temperatura paljenja • raspon zapaljivosti 		<p>zapaljivost</p>
<ul style="list-style-type: none"> • tlak na 20 °C • brzina isparavanja u odnosu na eter • topivost u organskom otapalu 		<p>raspršivanje i zapaljivost</p>
<ul style="list-style-type: none"> • topivost u vodi na 20 °C • pH u koncentriranom stanju i u normalnoj otopini 		<p>korozivni učinak i učinci na okoliš</p>

U rubrici **biološka svojstva** navode se sljedeći podaci:

- smrtonosna doza za miša, štakora ili kunića, toksični učinci na biljke i životinje
 - mutageni i kancerogeni učinci, alergijske reakcije
 - način razgradnje tvari
 - kemijska/biološka potreba kisika
 - rizik od bioakumulacije
- toksičnost**
- učinci na okoliš**

U pojedinim slučajevima neke se stavke ispuštaju. Kada nešto za određeni proizvod nije bitno, to treba naglasiti. Tada je jasno da je nedostatak informacija rezultat nedovoljnog znanja ili pogreške proizvođača ili uvoznika.

Za veliki broj elemenata i spojeva izrađeni su tablični prikazi s kemijskim podacima. Oni sadrže informacije o fizikalnim, kemijskim i toksičnim svojstvima približno jednake onima kakve bi se trebale nalaziti u pisanoj informaciji o opasnostima i mjerama opreza.

Radioaktivne tvari osobito su opasna skupina. Određene radioaktivne tvari poput plutonija toliko su otrovne da njihova toksičnost može predstavljati veću opasnost od njihove radioaktivnosti.

Informacije o različitim tvarima, njihovim svojstvima i rizicima mogu se naći u međunarodnom "Popisu opasnih tvari".

3.4.3. Opasnosti

Opasne robe uvijek mogu izazvati nesreću. Međutim, rizik koji one predstavljaju ovisi o vjerojatnosti njihova istjecanja i mogućim posljedicama. Najopasniji su razred plinovi kondenzirani pod tlakom poput UNP-a, klor, sumporovog dioksida i amonijaka. Rukuje li se velikom količinom tih plinova i akcident bi mogao imati katastrofalne posljedice.

U Seveso direktivi Vijeća Europe navedeno je oko 200 tvari. Za svaku tvar određena je granična vrijednost. Ako je ta sigurna granica prijeđena, obvezatno je pažljivo opisati objekt. Treba navesti pojedinosti o njegovom smještaju, okolini, izgledu i opremi kao i o prisutnim rizicima, metodama rada i sustavima za održavanje. Također, valja navesti broj zaposlenih i njihovu obučenosť na području sigurnosti te plan za slučaj katastrofe i metode informiranja okolnoga stanovništva.

Pri obradi kemikalija uvijek su prisutni rizici. U nekim slučajevima može se izmijeniti oblik ili sastav neke opasne kemikalije kako bi proces bio sigurniji.

Boljim poznavanjem rizika i odgovarajućim metodama postupanja s opasnim tvarima, opasnosti se mogu održati na prihvatljivoj razini. Unatoč svim rizicima, relativno je malo ozbiljnih akcidenta. Uz odgovarajuće spasilačke metode, šteta izazvana akcidentom može se svesti na najmanju mjeru.

Rizici postupanja s kemikalijama

Važan je element količina kemikalije s kojom se postupa. Tablica 3.4.2. daje primjere sigurnih graničnih vrijednosti niza kemikalija, kako su one i navedene u Seveso direktivi EU. Ako se te vrijednosti prijeđu, operater je dužan priskrbiti informacije o rizicima i

mjerama njihova suzbijanja. Naravno da do akcidenta može doći i onda kada se postupka s nekom kemikalijom i u količinama znatno ispod sigurne granice.

Tehnički čimbenici poput tlaka i temperature procesa također utječu na opasnost.

Plinovi kondenzirani hlađenjem manji su rizik od plinova kondenziranih tlakom. Tvari koje su inače tekuće mogu, ako ih se obrađuje pod visokim tlakom i visokom temperaturom, isteći i ispariti u velikim količinama.

Razina rizika raste također i u slučaju ako se zajedno obrađuju dvije kemikalije koje snažno reagiraju ili ako proces ima mnogo faza. Utovar i istovar materijala opasan je postupak. Oprema također utječe na rizik u bilo kojem procesu.

Da bi se s opasnim tvarima postupalo na siguran način, moraju postojati administrativne mjere koje će jamčiti najvišu moguću razinu sigurnosti, poput rutinskih radnji i redovnoga održavanja, odlaganja otpada, obuke i analize rizika sustava i postrojenja u cjelini.

Analiza opasnosti na nekoj lokaciji rijetko može obuhvatiti detaljni pregled opreme i metoda u industriji kemikalija. Sposobnost i sredstva za obavljanje takvog pregleda trebaju postojati u okviru tvrtke koja upravlja postrojenjem. S gledišta lokalne vlasti, najvažnije je utvrditi sljedeće:

- s kojim se opasnim tvarima postupka u količini koja bi mogla izazvati ozbiljni akcident
- kakva šteta bi mogla nastati i koliki bi bio opseg
- povećavaju li tehnički uvjeti opasnost (tlak, temperatura, vrsta procesa, zajedničko skladište)
- shvaćaju li se u tvrtki opasnosti i potreba za sigurnosnom opremom, sigurnosnim metodama, obukom, planovima za slučaj katastrofe, itd.
- zahtijevaju li opasnosti intervenciju tijela lokalne vlasti

Najveće opasnosti naizgled će se pojaviti u velikim kemijskim postrojenjima. Međutim, znanje o opasnostima i potreba za ispravnim reagiranjem na moguće opasnosti, utjecala je na to da je do sada bilo vrlo malo ozbiljnih akcidenata u takvim postrojenjima.

Učinci okoline na rizik

Na vjerojatnost pojave akcidenta utječu u određenoj mjeri i uvjeti oko kemijskog postrojenja.

Opasnosti i rizici vezani uz cestovni prijevoz kemikalija ovise o jačini prometa, ograničenjima brzine i uvjetima ceste. Tzv. "vanjski čimbenici" poput odrona, poplava, ekstremnih vremenskih uvjeta ili nestanka struje mogu dovesti do nekontroliranoga ispuštanja opasnih tvari iz kemijskoga postrojenja.

Čimbenici poput temperature, ekstremnih padalina i vjetrova mogu utjecati na količinu kemikalije koja je ispuštena i na njezino raspršenje, što pak ima utjecaja na posljedice.

Još jedan čimbenik koji utječe na posljedice akcidenta jest udaljenost do zgrade u kojoj se nalaze zaposleni, kao i udaljenost do kuća, bolnica, škola itd. Što se tiče okoliša, izvori vode, jezera, rijeke, poljoprivredna zemljišta i prirodni rezervati osobito su osjetljivi na ispuštanje kemikalija.

Sabotaža bi mogla dovesti do istjecanja opasnih kemikalija velikih razmjera iz spremnika u vrijeme kada su sigurnosni sustavi isključeni. To znači da bi moglo doći do

teoretskoga "najgoreg slučaja" – nešto na što planovi spašavanja obično ne računaju. Postupanje s kemikalijama na novim lokacijama moglo bi ugroziti veliki broj ljudi. Oštećene zgrade i privremeni smještaj nude slabiju zaštitu od plinova od uobičajene, relativno hermetički zaštićene zgrade. Interventne službe bit će pod velikim pritiskom, što će dovesti do poteškoća pri ograničavanju štete i zbrinjavanju ozlijeđenih.

3.4.4. Primjeri akidenata izazvanih istjecanjem kemikalija

U nje navedenim akcidentima istjecanje kemikalija izazvalo je trovanje. Oko 40 takvih akidenata koji su se dogodili u razdoblju od 1914. do 1979. navedeno je u knjizi F.R. Leesa, "Loss Prevention in the Process Industries", svezak 2. Mnogi od njih dogodili su se pri prijevozu opasnih roba. Uz to, u knjizi je opisano oko 130 akidenata izazvanih požarima ili eksplozijama.

Akidenti vezani uz naftne proizvode mogu imati teške posljedice na život, imovinu i okoliš.

Evo nekoliko primjera različitih vrsta akidenata:

Godina	Mjesto	Događaj	Poginulih	Ozlijeđenih
1959.	Kalifornija SAD	Eksplozija UNP-a i požar	23	
1968.	Pernis, Nizozemska	Eksplozija i izlivanje nafte	2	25
1976.	Seveso, Italija	Istjecanje dioksina	0	193
1977.	Umm Said, Katar	Požar (1 milja ²) i eksplozija	7	puno
1979.	Bantry Bay, Irska	Eksplozija tankera s naftom na terminalu	50	
1984.	San Juanico, Meksiko	Eksplozije i požar UNP-a	600	7000
1984.	Bhopal, Indija	Istjecanje metil izocijanata	> 2.500	> 10.000

Klor je ujedno prvi otrovni plin korišten u ratu i prvi tlakom kondenzirani plin koji se počeo koristiti u velikim količinama. U početku oprema, materijali, stručno znanje i postupci za tekući klor nisu bili dovoljno sigurni u odnosu na opasnosti koje je on predstavljao. Do 1950-ih godina statistikom dominiraju akcidenti vezani uz klor. Otada se taj broj smanjuje, a kako se istovremeno počelo rukovati i drugim opasnim tvarima u sve većim količinama, to dovodi do novih rizika i, nažalost, novih akidenata.

Prema statistici OECD-a, vjerojatnost pogibije u akcidentu vezanom uz opasne tvari koji uzrokuje najmanje pet smrtnih slučajeva podjednak je vjerojatnosti udara groma. Osim toga, učestalost akidenata polako opada.

Požari i eksplozije izazvane naftom danas su glavni uzrok ozbiljnih akcidenata. Niz akcidenata vezanih uz tankere, cisterne i naftovode rezultirao je ispuštanjem velikih količina nafte u okoliš. Akcidenti ove vrste, zajedno sa sve većom uporabom i prijevozom naftnih derivata širom svijeta, stvorili su svijest o rizicima vezanima uz naftu. Još dugo u budućnosti nafta će biti prevladavajuće gorivo i nužnost našeg industrijaliziranog društva.

Transport nafte i naftnih proizvoda s naftnih polja do potrošača zahtijeva različite vrste prijevoza, uključujući tankere, cjevovode, vlakove i kamione. Mnogo je primjera izlivanja nafte na točkama prelaska s jedne vrste prijevoznog sredstva na drugu vrstu.

Nema dva potpuno jednaka slučaja izlivanja nafte. Ponašanje nafte na vodi ili na tlu ovisi o vrsti derivata. Preventivno planiranje intervencija na lokalnoj razini najdjelotvornije je oruđe rješavanja problema koji nastaju izlivanjem nafte. Rizik od požara i eksplozije glavni je razlog za zabrinutost onih koji rukuju, skladište ili prevoze naftu ili naftne derivate te sudjeluju u akcijama čišćenja nafte.

Promet

Teretni promet ključna je djelatnost o kojoj ovise mnoge grane industrije. Zemljopisni i demografski uvjeti mogu promet učiniti veoma važnim. Prema OECD-u, oko 10 posto svih prevoženih tereta sastoji se od opasnih tvari. Sve veće količine opasnih roba prevoze se cestom, uz sve više i sve raznolikije vrste rizika za korisnike cesta, svekoliku javnost i okoliš. Ipak, akcidenti s opasnim robama mogu se dogoditi i na željezničkoj pruzi, na moru ili u zraku – to jest, manje–više bilo gdje i bilo kada.

Prijevoz opasnih roba u velikoj mjeri međunarodni, što zahtijeva suradnju, međunarodno dogovaranje propisa i razmjenu informacija i iskustava.

Akcidenti s prijevozom opasne robe dobivaju u posljednje vrijeme veliki publicitet. Sve je izraženija zabrinutost javnosti zbog takvih nesreća, osobito od nesreće na cesti 1978. godine u Los Alfaquesu u Španjolskoj, kada je 200 ljudi izgubilo živote zbog BLEVE-a (eksplozije zbog ekspanzije pare kipuće tekućine) propilena.

Stoga je bitno podrobno odrediti što je to akcident s opasnom robom. Vozilo s opasnom robom može biti dio akcidenta, a da njegov teret nije utjecao na razvoj događaja. Treba razlikovati ovu vrstu akcidenta i onoga u kojem opasna roba utječe na razvoj događaja. Da bi se neki događaj smatrao akcidentom s opasnom robom, dio tereta (makoliko on mali bio) mora istaeti.

Vjerojatnost pogibije u akcidentu s opasnom robom vrlo je mala. Posljedice akcidenta s opasnom robom mogu biti vrlo ozbiljne, stoga je važno zadržati vjerojatnost takvih događaja na niskom stupnju.

Rizici mogu varirati od tvari do tvari, ali i za određenu tvar pod različitim uvjetima. Akcidenti se mogu javljati u nekoliko različitih oblika. (Napomena: akcidenti s opasnom robom često se događaju pri utovaru ili istovaru.)

Evo nekoliko odabranih velikih cestovnih akcidenata s opasnom robom i materijalima:

Godina	Mjesto	Tvar	Poginulih	Ozlijeđenih
1970.	Ohio, SAD	UNP	6	
1973.	Saint Amand des Eaux, Francuska	propan	9	45
1976.	Houston, SAD	amonijak	6	178
1987.	Herborn, Njemačka	benzin	4	



*Prometna nesreća, područje Pariza
Snimio: François Cepas, D.S.C.R.*

Tablica 3.4.1. Opasne kemikalije–vrste, karakteristična svojstva, primjeri
(Izvor: Riskhantering 3, Kemikontorets förlag AB)

Vrsta	Mjerila	Primjeri
eksplozivni	razred eksploziva	etilenglikol dinitrat pikrinska kiselina trinitrotoluen
zapaljivi plin, komprimiran ili kondenziran	plinovi koji gore na zraku na +21 °C ili ispod	acetilen etilen oksid UNP
vrlo zapaljiva tekućina	tekućine s plamištem na +21 °C ili ispod	acetone benzin ugljikov disulfid
zapaljiva krutina	krutine koje lako planu i nastavljaju gorjeti	crveni fosfor
samozapaljiva tvar	tvari koje se na normalnoj temperaturi na zraku pale bez vanjskog izvora energije	Raney–nikal triklorsilan bijeli fosfor
tvar koja u dodiru s vodom oslobađa zapaljive plinove	tvari koje u dodiru s vodom ili vlažnim zrakom oslobađaju opasne količine zapaljivih plinova (1 litra plina po kilogramu na sat)	kalcijev karbid kalcij natrij
oksidacijska tvar ili reaktivna tvar	tvari koje reagiraju egzotermno u dodiru s drugom tvari (na primjer oslobađajući kisik) i stoga predstavljaju rizik od požara	natrijev nitrat vodikov peroksid
otrovni plin, komprimiran ili kondenziran	plinovi sa LC50<2000 mg/m ³ za štakore izlozene 4 sata	formaldehid vodikovsulfid klor sumporov dioksid
otrovna tekućina ili krutina	tvari sa LD50<400 mg/kg koeno za štakore ili kuniće, ili LD50<200 mg/kg oralno za štakore	kalcijev cijanid ugljikov disulfid toluen diizocijanat
korozivna tekućina ili krutina	tvari koje izazivaju oštećenja na koži po 4–satnom kontaktu	fenol hidrofluorna kiselina natrijev hidroksid dušična kiselina

Velike količine plinova niske toksičnosti poput freona, ugljikovog dioksida i dušika mogu biti i ozbiljan zdravstveni rizik u zatvorenim prostorima.

* Vidi: Službeni glasnik Europske zajednice br. L 257/15, 1983.

Tablica 3.4.2. Primjeri kemikalija i sigurnih graničnih vrijednosti

Iz Direktive Vijeća EZ-a od 24. lipnja 1982. (izmijenjena 19. ožujka 1987.) o opasnostima od akcidenata velikih razmjera koje predstavljaju određene industrijske djelatnosti (tzv. Seveso direktiva).

Tvar	Granična količina (u tonama)
zapaljivi plinovi	200
zapaljive tekućine, razred 1	50 000
akrilonitril	200
amonijak (bezvodni)	500
klor	25
sumporov dioksid	250
sumporov trioksid	75
natrijev nitrat (kao umjetno gnojivo)	5000
natrijev klorat	250
kiselina (tekućina)	2000

Istjecanja koja su samo mali postotak navedenih graničnih vrijednosti mogu izazvati ozbiljne akcidente. Posljedice ovise o svojstvima tvari i čimbenicima poput brzine ispuštanja, uvjeta raspršenja i osjetljivosti okoline.

3.5. Kombinirani akcidenti

U kombiniranom akcidentu jedan događaj vodi sljedećem, koji pak može izazvati veću štetu.

Nije moguće popisati sve zamislive kombinacije. Āak i intervencije na akcident mogu imati ozbiljne posljedice. Požar u postrojenju Sandoz u Švicarskoj (1986.) primjer je toga – voda kojom se gasila vatra kontaminirala je ětavu Rajnu. Morate se posluiti maštom kako biste pri analizi rizika, a i za situacije koje zahtijevaju intervencije na neeljeni događaj smislili moguće uinke domina. Poznavanje lokalnih uvjeta i izvješća o nezgodama nu•ni su za stvaranje popisa mjesta na kojima neke opasnosti mogu izazvati kombinirane akcidente.

U nastavku su navedeni pojedini primjeri kombiniranih akcidenata iz posljednjih nekoliko godina:

Hearne, Teksas, SAD, 1972.

14. svibnja 1972. sirova nafta prsnula je iz cijevi u zrak pa je ětav okoliš bio poprskan naftom. Nafta je tekla niz potok ispod eljezniĉke pruge i autoceste i zapalila se iz nepoznatih razloga. Eksplozija i požar koji su uslijedili usmrtili su jednog ěovjeka, a druge dvije osobe bile su ozbiljno opeēene. Na površini nafte, niz potok i po eljezniĉkoj pruzi, cesti i pojilištu gorio je stotinjak metara visok i šezdesetak metara dug jak plamen koji je spalio ětavu podruēje.

Beek, Nizozemska, 1975.

Rano ujutro 7. studenoga 1975. trajale su pripreme za puštanje u rad 2. pogona za kreiranje u okviru postrojenja s kapacitetom od 100.000 tona etilena godišnje.

Izlazak pare uoēen je u blizini uređaja za uklanjanje propana. Ubrzo se oblak zapalio i sna•no eksplodirao. Eksplozija je usmrtila 14 osoba i ozlijedila njih 104 u tvornici i troje izvan nje. Prouzroēila je ogromnu štetu i izazvala niz požara. Također je zbog eksplozije izbio požar u sustavu cijevi te je izgorjelo šest cisterni nosivosti od 1.500 do 6.000 kubiēnih metara.

Baton Rouge, Louisiana, SAD, 1976.

10. prosinca 1976. oko 100 tona klora isteklo je iz spremnika kemijske tvornice u Baton Rougeu. Postrojenje je bilo zatvoreno radi odravanja. Tijekom ponovnog puštanja u rad došlo je do eksplozije. Silina eksplozije bila je dovoljna da išēupa spremnik s klorom iz njegova ležišta. Spremnik je pao i probio se, što je prouzroēilo istjecanje klora. Eksplozija je pripisana prisutnosti zemnog plina u sustavu proēišavanja inertnog plina. Istjecanje je potrajalo oko 6 sati. Plin je odnešen vjetrom na otprilike 1 km udaljenosti. Lokalno stanovništvo je evakuirano i nije bilo •rtava.

Westwego, Louisiana, SAD, 1977.

U prosincu 1977. u silosu velikog dizala za •ito došlo je do niza eksplozija u Westwegou u Luizijani. Radilo se o 45 silosa s kukuruzom, pšenicom i sojom. Poginulo je 35 osoba. Većina ih se nalazila u uredskoj zgradi zgnjeēenoj 80–metarskim betonskim tornjem koji se srušio na nju. Vrijednost silosa tada je procijenjena na 100 milijuna USD.

Eksplorzija restorana, Stockholm, Švedska, 1981.

Silovita eksplozija teško je oštetila zgradu u središtu Stockholma u kojoj se nalazio restoran. Srećom, nitko nije ozljeđen jer je restoran tada bio prazan kao i ulica. Požar je izbio na četvrtom katu i proširio se na druge dijelove zgrade. Probijene plinske cijevi povećale su rizik od širenja vatre.

Jaka kiša, Italija, srpanj 1987.

Najmanje 25 ljudi poginulo je u Italiji zbog odrona i poplave nastale nakon proloma oblaka. U istom su mjesecu 2 osobe poginule zakopane u blatu u kampu u selu Le Grand-Bornand u francuskim Alpama.

Akcident s opasnom robom, Boras, Švedska, 1987.

•eljeznički tanker s koncentriranom solnom kiselinom počeo je propuštati u tvornici kemikalija. Veliki bijeli oblak raširio se preko trgovačkog središta i stambenih područja. Oko tisuću ljudi moralo se zatvoriti u trgovačko središte. Isteklo je 6–8 kubičnih metara kiseline. To je u navedenoj tvornici bio četvrti akcident. Nakon svakog akcidenta uslijedile su kritike upućene lokalnim vlastima koje su dopustile gradnju tvornice 1979. godine.

Rušenje borbenog zrakoplova, Zapadna Njemačka, 1988.

Zapadnonjemačkom borbenom zrakoplovu nedostajalo je samo nekoliko sekundi od rušenja na nuklearnu elektranu.

Poplava, Zapadna Njemačka, 1988.

Poplava je prouzročila otjecanje štetnog otpada u okoliš, čime je kontaminirana podzemna voda u okolnom području.

3.6. Odabrani primjeri akcidenata u pojedinim zemljama, 1970.-1989.

Izvori: Statistika OECD-a, Švicarska tvrtka za reosiguranje.

Godina	Mjesto	Uzrok	Proizvod	Poginulih(p) /ozlijeđenih(o) /evakuiranih(e)
1970.	Osaka, Japan	eksplozija	plin	92 p
1973.	Fort Wayne, SAD	•eljeznički akcident	vinil klorid	0 p 0 o 4.500 e
	Market Tree, SAD	"	UNP	0 p 0 o 2.500 e
	Greensburg, SAD	"	klor	0 p 0 o 2.500 e
1974.	Flixborough, Ujed. kraljevstvo	eksplozija	cikloheksan	23p 104o 3.000e
	Decatur, SAD	•elj. akcident	izobutan	7p 152 –
1975.	Beek, Nizozemska	eksplozija	etilen	14p 107o –
	Heimstetten, Njemačka	skladište	dušik	0p 0o 10.000e
1976.	Houston, SAD	eksplozija silosa	•itarice	7p 0o 10.000e
	Lapua, Finska	eksplozija	eksplozivi	43p – –
	Seveso, Italija	istjecanje	dioksin	0p 193o 730e
1978.	Los Alfaques, Španjolska	cestovna nesreća	propilen	216p 200o –
1979.	Bremen, Njemačka	eksplozija mlina	brašno	14p 27o
	Mississauga, Kanada	•elj. akcident	klor/butan	0p 0o 200.000e
1980.	Mandir Asad, Indija	ind. akcident	eksplozivi	50p – –
	Barking, SAD	industrijski po•ar	cijanid/natrij	0p 12o
1981.	Tocaoa, Venezuela	eksplozija	nafta	145p 1.000 o
1984.	Sao Paulo, Brazil	eksplozija cjevovoda	benzin	508p – –
	Bhopal, Indija	istjecanje	MIC	>2.500p 10.000o >300.000e

	San Juanico, Meksiko	eksplozija BLEVE	UNP	600p 7.000o
1986.	Chernobyl, Ukrajina	nuklearni akcident		izravno 31p 500o >112.000e
	Basel, Švicarska	po•ar u skladištu		teška šteta u okolišu Rajne
1987.	Harbin, NR Kina	eksplozija u tvornici lana		49p
	Djakarta, Indonezija	po•ar u tvornici tkanina		30p
	Pampa, SAD	eksplozija u kemijskom postrojenju		31p velika šteta
	London, UK	po•ar u podzemnoj •eljeznici		30p
1988.	Paris, Francuska	sudar vlakova na •eljezničkoj postaji		59p
	Sjeverno more	platforma Piper– Alpha		166p
1989.	Ufa, SSSR	eksplozija plina isteklog iz cijevi zbog iskrenja dvaju vlakova		645p
	Pasadena, SAD	eksplozija oblaka plina u petrokemijskom postrojenju		23p – –
	Aljaska, SAD	EXXON Valdez izgubio oko 40 milijuna litara sirove nafte		trošak najmanje 2 bilijuna USD

3.7. Ostale metode analize rizika

U ovom ćete dodatku naći sažete informacije o pojedinim metodama analize rizika kojima se koriste industrija i drugi subjekti. Radi detaljnijeg proučavanja mogućih problema i izrade detaljne analize opasnosti, potrebno je saznati nešto više o tim metodama.

U nastavku je opisan niz metoda za utvrđivanje i procjenu opasnosti. Prve metode daju prikaz procjene opasnosti i dobre su za analizu rizika lokacije. Nakon toga slijede sustavnije metode, primjenjive za detaljnu analizu visokorizičnih postrojenja u industriji. Stoga je zaposlenima u tijelima lokalne vlasti korisno poznavati ove metode. Informacije koje industrija nudi o rizicima vezanim uz tehničke sustave mogu se ponajviše temelje na jednoj ili na više ovih naprednih metoda.

Potreba za pouzdanost u industrijskim procesima znači da je oprema često vrlo složena. Metoda analize rizika temeljem razumijevanja međupovezanosti između različitih sustava i načina na koje složen tok događaja, s velikom mogućnošću ljudske pogreške, može dovesti do ozbiljnoga akcidenta. Rezultati takve detaljne analize mogu se koristiti u sljedećim slučajevima:

- pri odlučivanju o smještaju opasnih radnji
- pri odlučivanju o ulaganju u opremu za sprečavanje akcidenta ili ograničavanje njihovih posljedica
- pri konstruiranju procesne opreme i nadzornih sustava
- pri dimenzioniranju sigurnosnih sustava poput sigurnosnih odušaka, štrcaljki, odjelnih zidova itd.
- pri uspostavi postupaka rada i održavanja
- pri pripremi dokumenata o sigurnosti postrojenja

Metode analize vrlo su slične što se tiče utvrđivanja i karakterizacije izvora rizika, uključivali oni požare i eksplozije ili istjecanje kemikalija. Pomoću tih metoda može se procijeniti i vjerojatnost. Međutim, pri razmatranju posljedica moramo se poslužiti drugim metodama (vidi poglavlje "Analiza posljedica" u nastavku).

3.7.1. Metode pregleda

3.7.1.1. Nadzorni popisi (usporedna analiza)

U usporednoj analizi najčešće se rabe nadzorni popisi kako bi se utvrdile poznate opasnosti i provjerilo pridržavanje utvrđenih normi.

Veliki složeni sustavi zahtijevaju detaljne nadzore popise prilagođene vrsti promatranoga procesa. Takvi nadzorni popisi često obuhvaćaju posebne zahtjeve za tehničko uređenje opreme i odgovarajuće radne postupke.

Rezultat analize je popis zabilješki o tome je li udovoljeno nizu specifikacija.

Postoji više općenitih nadzornih popisa za uvid u rizike u sustavu kao cjelini. Oni sadrže pitanja o značajkama kemikalije, opasnim procesima, učincima vanjskih čimbenika

poput strujnih i vodovodnih kvarova, zajedno sa stanjem interventne opreme itd. Takav nadzorni popis često se koristi i u sljedećim dvjema metodama.

3.7.1.2. "Gruba" analiza

Gruba analiza ili "uvodna analiza rizika" koristi se za utvrđivanje izvora rizika bez zalaženja u tehničke pojedinosti. Često je cilj stvaranje općenite slike o tome koji sustavi označuju ozbiljan rizik. Potom se za one visokorizične sustave može koristiti neka detaljnija metoda. Gruba analiza koristi se u ranoj fazi planiranja novog industrijskog projekta.

Rezultat je grube analize popis izvora rizika i vrlo približna procjena vjerojatnosti pojave akcidenta, zajedno s procjenom posljedica.

Analiza zahtijeva informacije o značajkama kemikalija koje se obrađuju, količinama, vrsti opreme i postupcima koji se koriste itd., a i o pojedinostima o smještaju i okolini lokacije.

Ova je metoda dobra za analizu rizika u zajednici.

3.7.1.3. Analiza "Što ako?"

Ova metoda služi za utvrđivanje izvora rizika odgovaranjem na pitanje kakav bi bio učinak niza neočekivanih događaja te utvrđivanja onih rizika koji bi mogli imati ozbiljne posljedice. Ova se metoda često koristi u industriji kako bi se sagledali rizici vezani uz izmjene opreme i radnih postupaka.

Rezultat je ove analize tablica mogućih akcidenata i njihovih posljedica, kao i prijedloga o mjerama smanjenja rizika ako se to smatra potrebnim.

Analiza "Što ako?" zahtijeva bolje poznavanje procesa i radnih postupaka u postrojenju nego što to traži gruba analiza. Stoga se ona često provodi putem razgovora s osobama odgovornima za rad i održavanje postrojenja. Mogući problemi i pogreške navode se u upitniku. Kao temelj za analizu potreban je odgovarajući tehnički opis postrojenja (uključujući planove i dijagrame procesa/instrumenata, prema potrebi).

Ova je metoda logična i daje vrijedne informacije, ne zahtijevajući puno rada, sve dok postoji dobar opisni temelj i ciljevi su jasno određeni. Dobra je kao detaljniji nastavak grube analize na posebno opasnim postrojenjima. Kao takva može biti korisno sredstvo za analizu rizika u zajednici.

3.7.2. Detaljnije metode

3.7.2.1. Relativno rangiranje (Dow–Mondov indeks)

Indeksne metode koriste se za utvrđivanje izvora rizika i razvrstavanje različitih dijelova postrojenja za obradu kemikalija prema riziku od požara i eksplozije. Detaljne metode koriste se za razradu različitih čimbenika rizika i koristi od informacija što se obrađuje, o opremi, nadzornim i sigurnosnim sustavima itd. Ovi brojevi čimbenici tada se koriste za izradu indeksa rizika od požara i eksplozija kao i "ukupnog" rizika. Ove se prosudbe temelje na usporedbi s podacima iz prethodnih akcidenata. Kategorija rizika pokazuje treba li razmatrati preventivne mjere. Razradom indeksa za različite dijelove postrojenja može se doći do objektivne usporedbe rizika.

Ova je metoda zahtjevnija od do sada opisanih metoda jer je potreban stanovit napor da bi se usvojile metode analize. Dow i Mond razradili su računalni program za ovu metodu.

3.7.2.2. Analiza rizika i pouzdanosti (HazOp)

Ovo je metoda detaljnija i više analitična u odnosu na one spomenute ranije. Koristi se za utvrđivanje čimbenika rizika i mogućih radnih problema, kao i za razradu slijeda akcidenta ili prekida proizvodnje. Ova analiza vodi temeljnom shvaćanju važnosti određenih kritičnih sastavnica i učinaka ljudskih pogrešaka u radu i održavanju, kao i izradi popisa opasnosti i stavki koje bi mogle dovesti do prekida proizvodnje. Za analizu je potrebno detaljno tehničko predznanje. Rad se temelji na dijagramima sustava procesa i instrumenata, a za usmjeravanje pozornosti na moguće otklone od normalnih uvjeta koristi se niz ključnih riječi.

Analiza rizika i pouzdanosti koristi se u okvirima industrije. Opravdana je samo kao dio lokalne analize vrlo složenih sustava u kojima bi akcident prouzročio ozbiljne posljedice. Takvu detaljnu analizu zahtijevaju samo neki lokalni objekti.

3.7.3. Analiza sposobnosti

Pogreške u sustavu obično se javljaju kao rezultat pogrešaka operatera sustavom ili kvara dijelova. Postoje dvije slične metode analize: u jednoj je naglasak na posljedica ljudskih pogrešaka, a u drugoj metodi na tehničkim kvarovima. Obje metode primjenjive su za ograničenu analizu određenih sustava ili zadataka. One nisu bitne u uvođenim fazama analize rizika u zajednici.

3.7.3.1. Analiza ljudske pouzdanosti

Ova metoda koristi se za jedan specifičan aspekt rada odnosno održavanja. Reakcije operatera strojem na različite situacije dokumentiraju se logičkim slijedom. U naknadnoj raspravi razmatraju se učinci onih reakcija do kojih je došlo prekasno ili do kojih nije ni došlo. Bilježe se pogreške koje su mogle imati ozbiljne posljedice.

Za ovu je analizu potrebno detaljno poznavati sustav te shvaćati postupke i proces odlučivanja. Iskustvo pokazuje kako je pogrešno tumačenje opasnih situacija i neodgovarajuće reagiranje na njih, često uzrok akcidenata. Stoga je važno utvrditi je li oprema tako postavljena i postupci tako uređeni da se gdje je god to moguće izbjegne ljudska pogreška, a moguće posljedice ograniče. Učinke ljudskih pogrešaka valja razmotriti na mnogo drugih područja – trenutačno najveće zanimanje iskazuje kemijska industrija.

3.7.3.2. Analiza kvarova, učinaka i posljedica

Ova metoda vodi tablici sastavnica, njezinih funkcija, njezinih mogućih kvarova i posljedica tih kvarova. Metoda se usredotočuje na sastavnice, ali se može iskoristiti i za predviđanje učinaka ljudske pogreške. Rad se temelji na popisu sastavnica, opisu sustava i njegove funkcije (P&I dijagram), kao i iskustvima s kvarovima. Ova je metoda sustavna i prikladna za uporabu u mnogim tehničkim sustavima. Ova metoda ne može dati mnogo informacija ako je sustav tako složen da neki kvar može izazvati akcident samo ako dođe i do niza drugih pogrešaka ili kvarova. U tim slučajevima nužno je koristiti se 'razgranatim' dijagramom.

3.7.4. Metode temeljene na načelu dijagrama

Ove se metode temelje na razgranatim dijagramima koji sustavno prikazuju niz međusobnih događaja. Potrebni su detaljni opisi procesa i opreme. Ove metode zahtijevaju mnogo vremena, a rezultate je teško protumačiti. One su stoga ograničene na određeni

dio sustava (iznimka je analiza rizika u nuklearnoj elektrani). Postoje računalni programi koji podržavaju izradu i tumačenje ovakvih dijagrama.

3.7.4.1. Analiza na naèelu obrnutoga dijagrama s pogreškama

Ova se metoda koristi za utvrđivanje kombinacije pogrešaka i mehaničkih kvarova koji mogu dovesti do određenih vrsta oštećenja. "Krajnji događaj" početna je točka analize. Vjerojatnost pojave krajnjeg događaja može se uvidjeti iz uvjeta koji uzrokuju njegovu pojavu, a koji su prikazani u razini ispod. Ti događaji su opet prouzročeni događajima iz donje razine. Pratite uvjete silazno kako biste stigli do početnoga "donjeg" događaja. Ovom metodom dolazi se do obrnutoga razgranatog dijagrama i tablice koja navodi kombinaciju temeljnih događaja nužnih i dovoljnih za pojavu krajnjeg događaja.

3.7.4.2. Analiza na naèelu dijagramskog prikaza događaja

Ova se metoda koristi za utvrđivanje i procjenu početnih događaja koji mogu dovesti do štete, ilustrirajući povezanost među različitim fazama akcidenta. Početni događaji mogu biti kvarovi u dijelovima sustava, ljudska pogreška ili vanjski čimbenici poput odrona ili groma.

Analiza počinje danim događajem i nastavlja razmatranjem njegovih posljedica i uvjeta koji se moraju prevladavati da bi se događaj nastavio. (Analiza na naèelu obrnutoga dijagrama kreće se u suprotnom smjeru, započinjući danim krajnjim događajem i tražeći mu uzroke.)

3.7.4.3. Analiza uzroka i posljedice

Ovo je spoj dviju gore opisanih metoda. Počinjete središnjim događajem i tražite koje bi učinke mogao izazvati, zatim se vraćate kako biste razmotrili što bi bilo potrebno da prouzroči središnji događaj. Grafički prikaz sliči drvetu s korijenjem koje predstavlja moguće početne događaje. Korijenje se sastaje i tvori deblo koje predstavlja središnji događaj. Deblo se grana na niz mogućih završnih događaja, a pojedini od njih mogu biti nepoželjni.

3.7.4.4. Analiza učinaka

Gore opisane metode pokušaji su utvrđivanja izvora rizika. One ilustriraju način na koji različiti čimbenici utječu na vjerojatnost akcidenta konstruirajući početni događaj ili vodeći proces prema opasnom zaključku. Analiza posljedica razmatra štetu koju bi akcident mogao prouzročiti.

Analiza posljedica procesa s opasnim kemikalijama trebala bi pokazati:

- koliko bi veliko moglo biti istjecanje kao rezultat određenih vrsta oštećenja na određenom sustavu
- kako bi se trebala raspršiti tvar
- što bi moglo biti oštećeno u području na koje utječe istjecanje
- šteta koja se može očekivati po život, imovinu i okoliš

Većina slučajeva istjecanja uključuje samo manji dio ukupne količine kemikalije kojom se rukuje. Do njih dolazi zbog probušeni crpki, na sjecištima cijevi itd. Lomovi cijevi mogu rezultirati obilnijim istjecanjem. Pri prijevozu opasnih kemikalija cjevovodima obično se cjevovodi dijele u niz dionica, ugrađuju se mjerači tlaka i automatski blokadni

ventili što ograničava obujam mogućeg istjecanja. Rijetko dolazi do velikog istjecanja kemikalija, čak i u prometnim nesrećama.

Fizikalna svojstva kemikalije, zajedno s njezinom temperaturom i tlakom, utječu na veličinu istjecanja. Kondenzirani plinovi uskladišteni pod tlakom mogu izazvati nagla obilna istjecanja. Miješanjem sa zrakom kemikalija može dobiti energiju, čime se ubrzava isparavanje. Istjecanje ispod površine tekućine veće je nego ono iznad površine. Visoki tlak i temperatura mogu izazvati tako silovito istjecanje tekućine s visokim vrelištem da se ona fino razdvaja i u velikoj mjeri vrije ili isparava.

Raspršenje ispuštene kemikalije ovisi o obliku tvari (plin, tekućina, krutina, prah) i uvjetima na lokaciji na kojoj je došlo do istjecanja. Plinovi, maglice i prah raspršit će se vjetrom. Difuzija i turbulencije smanjit će koncentracije raspršene kemikalije.

Taloženje na zgradama, raslinju ili tlu također će smanjiti koncentraciju u zraku. Krute čestice i plinovi topivi u vodi, iz zraka se izdvajaju kišom ili vodenim sprejom (raspršenim mlazom).

Razvijeni su računalni programi namijenjeni predviđanju raspršenja, temeljem modela koji u obzir uzimaju svojstva kemikalije, meteorološke uvjete i okolinu. Ispuštanje u blizini tla uz slabi vjetar i temperaturnu inverziju rezultira najvišim koncentracijama u zraku. Reaktivne tvari ponekad se nošene zrakom razgrađuju što utječe na njihovo širenje.

Ispuštene kemikalije na tlu pod utjecajem su geološkog sastava tla i njegove sklonosti prema određenim kemikalijama. Tekućine prolaze kroz pijesak, brzo dopirući do vodene plohe. S glinom je proces puno sporiji. Slojevi kiselih tala skloni su vezanju iona lantanata metala. Humusni slojevi mogu vezati organske tvari poput nafte.

Na jezera i rijeke izravno utječe istjecanje ili su izloženi neizravnoj kontaminaciji putem istjecanja otpadne vode tlom ili pak podzemnom vodom. Raspršenje u vodi ovisi o tome pluta li tvar, tone li ili se otapa. Tvar može i nestati iz vodnog sustava otapanjem, isparavanjem ili razgradnjom. Mnoge tvari poput metalnih soli i visokokloriranih ugljikovodika stabilne su i netopive. One mogu izazvati ozbiljne dugoročne probleme nakupljanjem u hranidbenom lancu.

Otrovni plinovi poput klora, sumporovog dioksida, amonijaka i vinil klorida prenose se u velikim količinama kao komprimirani plinovi. Do velikoga istjecanja ponajviše dolazi u ovom obliku, koji se širi veoma brzo i izlaže biljke i životinje smrtonosnim dozama otrova. Ipak, akcidenti u Sevesu i Bhopalu, a i po ar u Baselu dokazuju kako u nesretnim okolnostima može doći do nastajanja drugih otrovnih tvari koje mogu dovesti do ozbiljnih akcidenata.

Na tržištu su prisutni neki računalni programi korisni za procjenu rizika, npr. CAMEO iz SAD-a, IRIS, SEA BELL iz Nizozemske, RISKAT iz Ujedinjenoga Kraljevstva i RISK iz Švedske. Ovdje navodimo neke pojedinosti o programu CAMEO (*Computer-Aided Management of Emergency Operations* = Računalno upravljanje intervencijama), jer se taj program redovno prikazuje na radionicama/seminarima o APELL-u, a Agencija zaštite okoliša SAD-a izrađuje inačicu za druge zemlje uključene u UNEP-ov program APELL.

CAMEO je računalni program koji pomaže lokalnim planerima u upravljanju informacijama o kemikalijama u zajednici i provođenju analize opasnosti. CAMEO se služi metodologijom opisanom u "Tehničkim uputama za analizu opasnosti" ("Technical Guidance for Hazard Analysis", 1987, US EPA, FEMA i DOR). Ova metodologija sastoji se iz tri dijela: Analiza opasnosti; Analiza osjetljivosti (koja utvrđuje ugroženo zemljopisno područje); i Analiza rizika (procjena vjerojatnosti akcidenta i ozbiljnosti njegovih posljedica). Ova se metoda može brzo primijeniti na sve poznate opasnosti u zajednici – pomoću pouzdanih pretpostavki o najgorem slučaju o pohranjenoj količini, toksičnosti,

vremenskim uvjetima, topografiji terena i atmosferskoj stabilnosti – kako bi se utvrdilo koje opasnosti predstavljaju najveći rizik za zajednicu. Planeri tada prikupljaju detaljnije informacije o rizičnom objektu i rabe realističnije pretpostavke za razradu scenarija koji se mogu koristiti u planiranju, provedbi plana i obuci interventnoga osoblja. "Tehničke upute" uključuju tablice i grafove, tako da ih planeri mogu koristiti i bez računalnoga okruženja.

CAMEO obuhvaća opširnu bazu podataka za više od 3.000 kemikalija. On omogućuje planerima pohranu informacija o objektima i prometnim putanjama kao i o pojedinačnim opasnostima (uključujući karte objekta i zajednice) te ocrtavanje osjetljivih zona kojima su određeni ugroženi objekti oko svake opasnosti. Potprogram u programu CAMEO omogućuje planerima modeliranje i razradu detaljnih scenarija, uzimajući u obzir lokalne vremenske uvjete, uvjete skladištenja kemikalija i različite scenarije ispuštanja.

3.8. Literatura* i druge korisne informacije

American Institute of Chemical Engineers.
Guidelines for hazard evaluation procedures.
USA, 1985.

Kontakt: Director's Office Centre for Chemical Process Safety of AIChE,
345 East 47 Street New York, NY 10017 USA.

Chemical Industries Association.
Guidelines for chemical sites on off-site aspects of emergency procedures.
London, U.K., 1984.

*Council of the European Communities.
Directive of 24 June 1982 on the major accident hazards of certain industrial
activities.
Publication N O L 230/1 ("Seveso Directive")
Brussels, 1982.

Ellis A.F.
Assessment and control of major hazard risks in Britain, Europe and developing
countries.
Australia, 1988.
CHEMECA 88, Sydney

Fire Frank L.
The common sense approach to hazardous materials.
SAD, 1986.
Fire Engineering, 875 3rd Avenue, New York, NY 10022.

Fire Service Directorate of the Ministry of Home Affairs of The Netherlands.
Guide to hazardous industrial activities, with enclosures. (Research by the TNO).
Netherlands, 1988.

Gow H.B.F. i Kay R.W.
Emergency Planning for Industrial Hazards.
U.K., 1988.
Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking,
Essex IG11 8JU.

Kletz Trevor.
What went wrong? Case histories of process plant disasters.
SAD, 1985.
Houston Gulf Publishing.

Lees F.P.
Loss control in the process industry, Vols 1 and 2.
U.K., 1980.
Butterworth, London.

Marshall V.C.
Major chemical hazards.
U.K., 1987.
Ellis Horwood, Chichester.

* OECD
Statistical analysis of major accidents involving hazardous substances in OECD countries.
Pariz, ožujak 1988.

* OECD
Environment Monograph No. 25: A Survey of Information Systems in OECD Member Countries Covering Accidents Involving Hazardous Substances.
Pariz, svibanj 1989.

*Swiss Reinsurance Company, Switzerland
SIGMA, Natural catastrophes and major losses 1970–1985.

* United Nations Environment Programme (UNEP)
"Industry and Environment Review"
UN Bookshop/Sales Unit, Palais des Nations, CH 1211 Geneva 10, Švicarska.
– Ovdje æete naæi još neke korisne upute.

US National Response Team (NRT)
Hazardous Materials Emergency Planning Guide &
US EPA, FEMA, DOT
Technical Guidance for Hazards Analysis

Objekt publikacije: Washington DC, SAD, 1987. – kontakt preko hotlinea za knjigu III. (1–800) 535 0202. Upute o programu CAMEO slati na adresu: US EPA, CAMEO Program, 401 M.St. SW, Washington DC 20460, USA.

UNEP – OV CENTAR PROGRAMSKIH DJELATNOSTI INDUSTRIJE I OKOLIŠA

UNEP/IE-PAC kratko

Centar programskih djelatnosti industrije i okoliša (Industry and Environment Programme Activity Centre (IE-PAC) (ranije Industry and Environment Office – IEO) je 1975. godine utemeljio UNEP s ciljem spajanja industrije i državnih vlasti u smjeru okolišu prihvatljivog industrijskog razvoja. Ured je smješten u Parizu. Ciljevi su mu: (1) poticati ugradnju mjerila zaštite okoliša u razvojne planove u industriji; (2) poticati primjenu procedura i načela zaštite okoliša; (3) promicati uporabu sigurnih i "čistih" tehnologija; (4) stimulirati razmjenu informacija i iskustava širom svijeta. Kako bi se navedeni ciljevi ostvarili, IE/PAC omogućuje pristup praktičnim informacijama i razvija suradničko djelovanje na licu mjesta i razmjenu iskustava, uz redovno praćenje i procjenu stanja. Kako bi se potakao prijenos informacija te znanja i iskustava, IE/PAC je razvio tri komplementarna resursa: – tehničke preglede i smjernice; pregled "Industry and Environment"; – uslugu odgovaranja na upite. U skladu sa svojom politikom tehničke suradnje, IE/PAC omogućuje prijenos tehnologija i primjenu praktičnih mjera zaštite okoliša: – jačanjem svijesti i promicanjem međudjelovanja; – obukom; – dijagnostičkim studijama.

Neka izdanja UNEP-IE/PAC

Pregled "*Industry and Environment*" (tromjesečnik), ISSN 0378-9993. Obrađuju se teme: postupanje s opasnim otpadom, tehnološki akcidenti (2 broja), nezavisno ocjenjivanje okoliša, specifični problemi u industriji, novosti iz područja zaštite okoliša.

Guidelines for Assessing Industrial Environmental Impact and Environmental Criteria for the Siting of Industry ISBN 92 1015 X, str. 122, 1980.

Environmental Aspects of Nickel Production – a technical review part I. Sulphide pyrometallurgy and nickel refining ISBN 92 807 1133 4, str. 127, 1988.

The Impact of Water-based Drilling Mud Discharges on the Environment – an overview ISBN 92 807 1080, str. 50, 1985.

Environmental Aspects of Alumina Production – an overview ISBN 92 807 1088 5, str. 42, 1985.

Guidelines for the Environmental Management of Alumina Production ISBN 92 807 1091 5, str. 22, 1984.

Environmental Management Practices in Oil Refineries and Terminals – an overview ISBN 92 807 1108 3, str. 103, 1988.

Environmental Aspects of the Metal Finishing Industry: A Technical Guide (1. serija Tehničkih izvješća), ISBN 92 807 12160, str. 91, 1989.

Environmental Auditing (2. serija Tehničkih izvješća), ISBN 92 807 12535, str. 125, 1990.

Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes (7. serija Tehničkih izvješća), ISBN 92 807 1303 5, str. 127, 1991.

Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials (3. serija Tehničkih izvješća) ISBN 92 807 12831, str. 80, 1990.

Directory of Information Sources on Air and Water Pollution – INFOTERRA/IEO, ISBN 92 807 12330, str. 387, 1989.

APELL – Svijest i pripravnost na neželjene događaje na lokalnoj razini. Proces odgovora na tehnološke akcidente. 2001.

*Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske,
prilagodilo je ovaj priručnik, uz suglasnost UNEP-a, hrvatskom govornom području.*

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i sveučilišna knjižnica, Zagreb

UDK 614.8.02

UTVRĐIVANJE i procjena opasnosti u
lokalnoj zajednici / <za tisak pripremile
Valburga Kanazir, Anamarija Matak ;
prevela Irena Brnada>. – Zagreb :
Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog
uređenja, 2001

Prijevod djela: Hazard identification and
evaluation a local community.

ISBN 953-6793-09-1

1. Kanazir, Valburga 2. Matak, Anamarija

410308014

Izdavač
Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja

Prevela
Irena Brnada

Stručna recenzija
Boris Eavrak

Za tisak pripremile
*Valburga Kanazir
Anamarija Matak*

Lektura
Ruša Beljan

Grafička urednica
Tamara Eubretoviæ

DTP i tisak
Znanje d.d.

Naklada
700 komada