



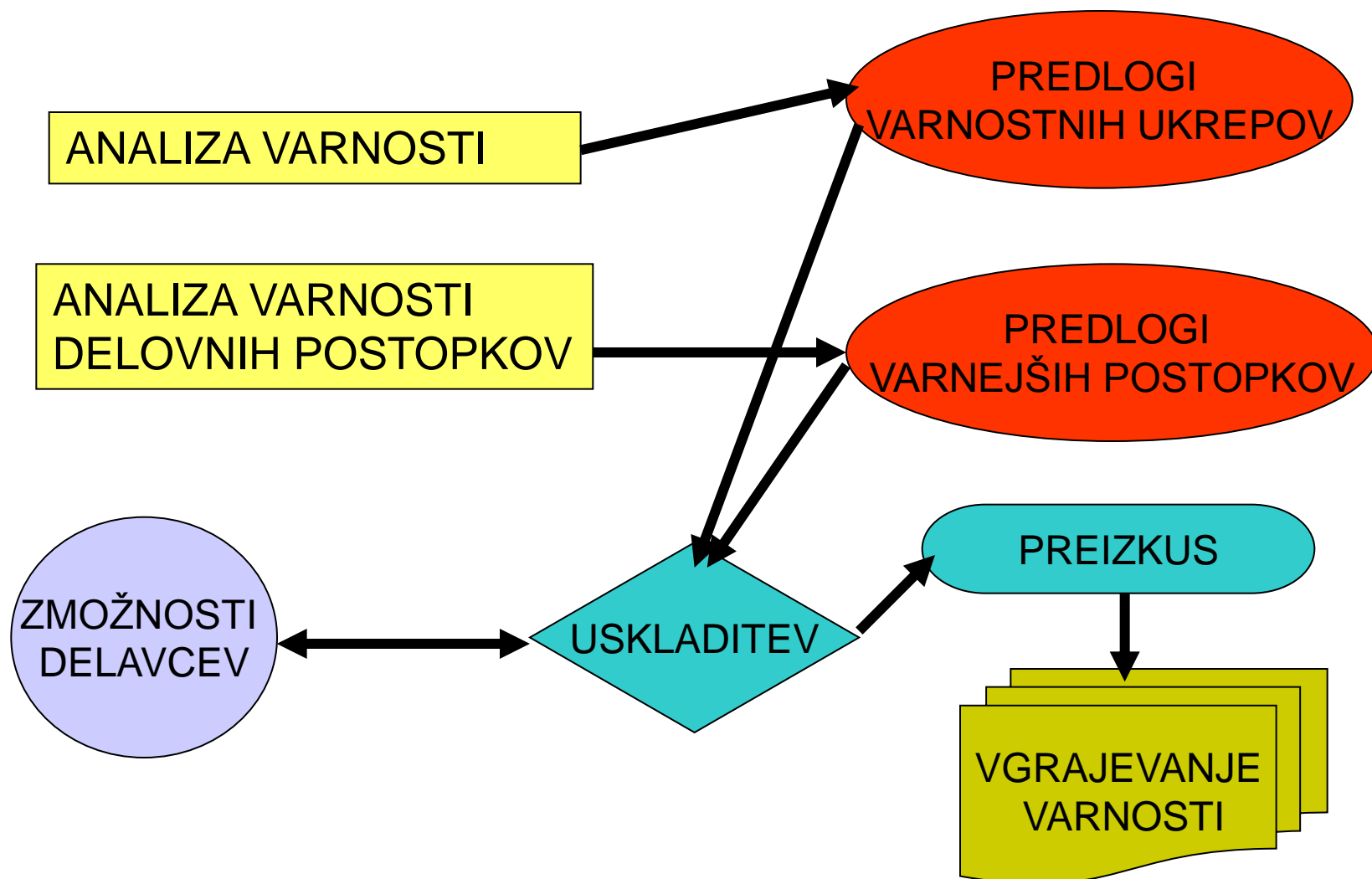
# Osnove varstva pri delu in požarne varnosti

**Varnost in merila varnosti**

# Nosilci nalog varnosti in zdravja

- Odgovorna oseba za zdravo in varno delo:  
**DIREKTOR (predsednik uprave)**
- Nosilci strokovnih opravil v zvezi z varnostjo in zdravjem: **pooblaščen delavec** – varnostni inženir oziroma delavec z opravljenim strokovnim izpitom.
- Uporaba načel varnega in neškodljivega dela:  
**vsi delavci.**


# Kako doseči varnejši način dela





# Ključni elementi analize varnosti

- Varnost je abstrakten pojem, ki ga ni mogoče direktno izmeriti.
- Merila – kazalniki – indikatorji.
- Analiza mora vsebovati postopke za zmanjševanje ali odpravljanje nevarnosti



# Varnost - tveganje

- Varnost je obratno sorazmerna tveganju.
- Manjše je tveganje večja je varnost.
- Zato lahko govorimo o oceni tveganja ali oceni varnosti.

# Tveganja se izraža :

- z dolgoročnimi učinki na zdravstveno stanje zaradi enkratne izpostavljenosti, ki takoj po izpostavljenosti ne povzroča resnih težav,
- z učinki na zdravje zaradi stalne izpostavljenosti škodljivostim po dolgem obdobju,
- z učinki na zdravje zaradi akutne ali kronične izpostavljenosti kemikalijam v različnih snoveh iz okolja (okužena pitna voda, okuženo okolje, okužena hrana in druge snovi).



# Pogled na tveganje

- tveganje posameznika
- tveganje skupine
- tveganje za spremenljivo populacijo

# Posledice nezgodnih dogodkov

- ekonomske izgube,
- človeške izgube,
- škoda v okolju.







# Merila

- Tveganje je produkt obsežnosti škode in pogostnosti škodljivega dogodka.
- Obseg škode običajno merimo z ekonomskim merilom, v izbrani valuti izražena možna ali že nastala škoda.
- Pogostnost merimo z verjetnostjo nastanka škodljivega dogodka



# Monetarno merilo

- Najpogosteje ga uporabljajo zavarovalnice.
- “Cost – benefit” analiza, ki primerja dobiček z vloženi sredstvi pri nekem ukrepu.
- Economic Index – ekonomski indeks meri ekonomske izgube ob nezgodi



# Pogostnost

- Delo je običajno ponavljanje enega ali več elementov nekega postopka, ki ima lahko ugodne izide – opravljeno delo, ali neugodni izid (nezgoda, zaustavitev, poškodba stroja, slab izdelek itd.)
- Pogostnost nekega izida je razmerje med številom izidov in številom vseh poskusov.



# Še o pogostnosti

- Težko je meriti pogostnost izida glede na število poskusov.
- Zato pogosteje merimo število izidov na število opravljenih ur, na leto, na proizvodnjo uro, na število zaposlenih, na število prebivalcev.



# Mera tveganja

- enostavna mera tveganja – vsebuje eno samo informacijo
- sestavljena mera tveganja – vsebuje veliko informacij o porazdelitvi tveganja



# Vrste mer tveganja

- **indeksi tveganja**
- individualne mere tveganja
- družbene mere tveganja

# Indeksi tveganja

- Indeks tveganja je posamezna vrednost ali tabela števil
- Indeks je v odvisni povezavi (korelaciji) z velikostjo tveganja

## LOČIMO:

- Indekse z merskimi enotami – fizikalne količine
- Indekse brez enot – razmerje med različnimi tveganji



# Slabosti indeksov

1. ni absolutnega kriterija za sprejemanje ali zavračanje tveganja
2. indeksom manjka sklepanje in ne povezujejo istih informacij tako kot individualne ali družbene mere tveganja.



# Delež smrtnih nezgod

- Tveganje za zaposlene merimo z **deležem smrtnih nezgod** (Fatal Accident Rate) – **FAR**.
- To je število smrtnih nezgod na 100 milijonov delovnih ur ( kar približno pomeni 1000 delovnih dob).

# Primer (Velika Britanija)

- za zaposlene v kemijski industriji je indeks FAR = 4
- Ostale nezgode 20 delavcev
- Bolezni 370 delavcev
- Posledice kajenja 40 delavcev

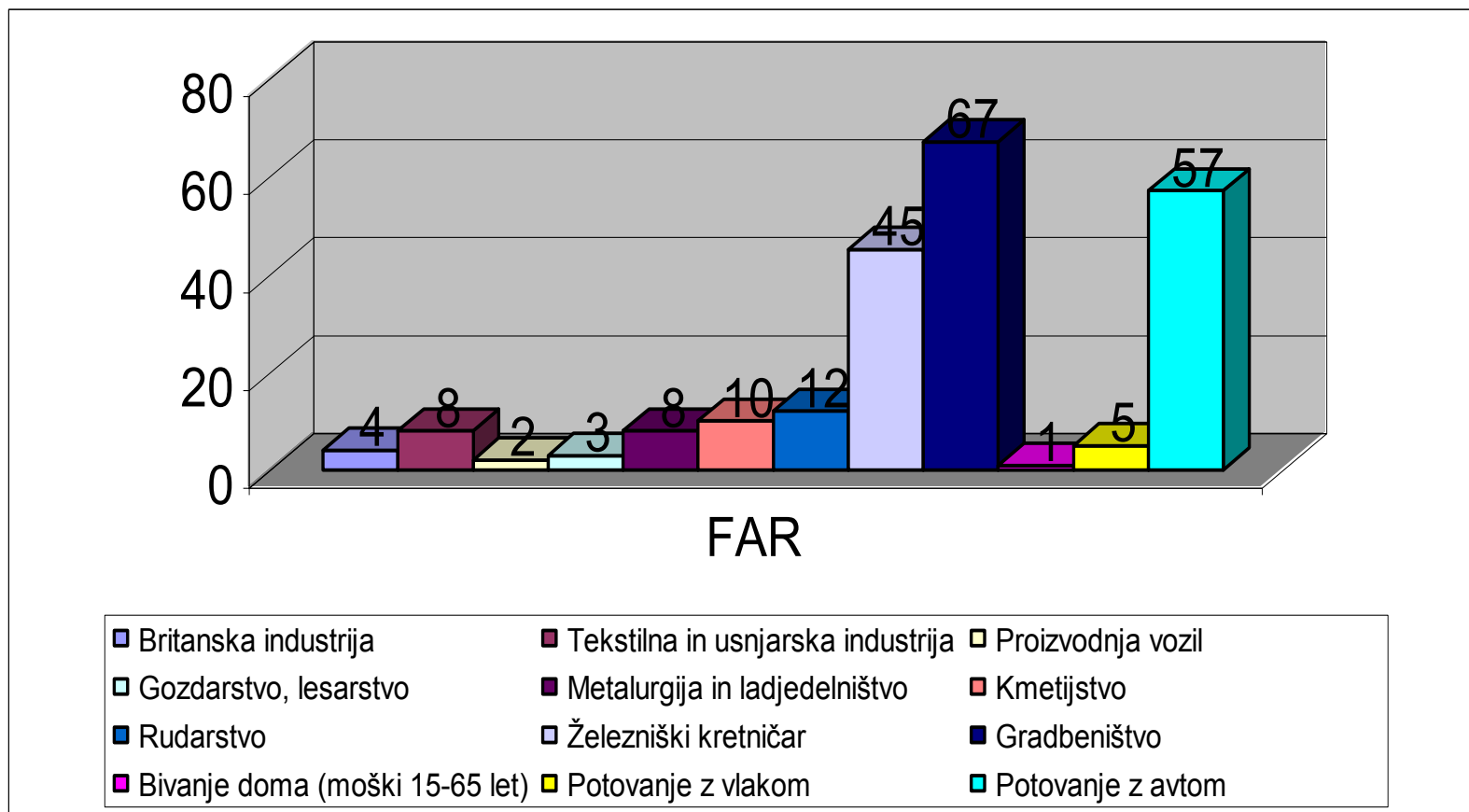
# FAR po vzroku

- običajno delovno tveganja
- (padci, zdrsi, itd)
- FAR = 2
- tveganje zaradi kemičnih vplivov
- (ogenj, izpust strupov ali razlitje korozivnih snovi)
- FAR = 2
- Pet tipičnih kemijskih nevarnosti
- FAR = 0.4 za vsako.

# Primerjava FAR in stopnje nevarnosti

- FAR = 0.4
- Vsak nezgodni dogodek → smrtna žrtev
- 0.4 s.ž. v  $10^8$  del.urah = 1 s.ž. v  $2.5 \times 10^8$  d.urah
- Izmenjsko delo: 30 000 let
- =  $3 \times 10^{-5}$  nezgodnih dogodkov na leto.
- Delo v eni izmeni: 120 000 let
- =  $8 \times 10^{-6}$  nezgodnih dogodkov na leto.
  
- 10 nezgodnih dogodkov → 1 smrtna žrtev
- Verjetnost nezgode v enem letu je:  $3 \times 10^{-4}$

# Delež smrtnih nezgod v Veliki Britaniji



# Pogostnost smrtnih poškodb v VB

Dejavnost	Smrtnih poškodb / 100 milijonov ur dela
Tekstilna in obutvena ind.	0,15
Proizvodnja vozil	1,3
Kemična industrija	3,5
Povprečje industrije v Vel. Brit	4
Jeklarstvo	8
Poljedelstvo	10
Ribištvo	35
Premogovništvo	40
Kretničarji v žel. prom.	45
Gradbeništvo	67
Posadke letal	250
Poklicni boks	7000
Jockey-i	50000

# Pogostnost smrtnih poškodb v VB

Dejavnost	Smrtnih poškodb / 100 milijonov ur
Domača dela in gospodinjstvo	3
Vožnja z avtobusom	3
Vožnja z vlakom	5
Vožnja z osebnim avtom	57
Vožnja s kolesom	96
Vožnja z letalom	240
Vožnja z mopedom	260
Vožnja s scooterjem	310
Vožnja z motornim kolesom	660
Vožnja s kanujem	1000
Gorsko plezanje	4000



# Relativnost rezultatov

- Kaj je nevarnejše, vožnja z avtomobilom ali letalom?
- Če gledamo čas ko smo na vožnji v letalu ali v avtomobilu, bi bila vožnja z letalom nevarnejša.
- Če gledamo po prevoženem kilometru, letalo napravi približno 10-krat več km v eni uri.



# Uporaba podatkov

- Pri uporabi podatkov je potrebna previdnost in smiselne primerjave.
- Primerjali smo pogostnost dogodkov, ker je bila posledica povsod enaka.
- **Ne moremo primerjati pogostnosti dogodkov z različnimi posledicami!**

# Individualni indeks nevarnosti

- Individualni indeks nevarnosti - IHI (Individual Hazard Index) je FAR za posamezno nevarnost pomnožen s časom izpostavljenosti, ki je definirana kot dejanski čas izpostavljenosti tej nevarnosti.
- $IHI = FAR \times \text{čas izpostavljenosti}$
- IHI ocenjuje maksimalno tveganje.
- To pomeni da je to maksimalna vrednost indeksa FAR za osebo, ki je izpostavljena škodljivim učinkom v območju delovanja teh snovi ko se giblje v tem območju (npr. na zaščiteni poti ali zunaj stanovanjskega območja).

# Povprečna mera smrtnosti

- *Povprečna mera smrtnosti ROD - (Average Rate of Death) je definirani kot srednja vrednost (povprečna vrednost) števila smrtnih nezgod, ki jih lahko pričakujemo na enoto časa ob vseh mogočih nezgodnih dogodkih (incidentih).*
- Število je znano tudi kot število smrtnih nezgod. Povprečna mera smrtnosti je posamezno število, ki je srednja vrednost mere družbenega tveganja.

# ROD

ROD meri družbeno tveganje in ni ustrezna za mero posameznika na posameznem delu.

$$ROD = \sum_{i=1}^n f_i N_i$$

$f_i$  – frekvenca dogodka z izidom  $i$ -te vrste,  
 $N_i$  – število smrtnih žrtev pri izidu  $i$ -te vrste in  
 $n$  – število izidov.

# Pomembno!



- ROD meri družbeno tveganje in ni ustrezna za mero posameznika na posameznem delu.

# Ekvivalent indeks družbenega stroška - ESC (Equivalent Social Cost Indeks)

- Modifikacija povprečne mere smrtnosti, ki upošteva družbeno nenaklonjenost dogodkom z dolgotrajnimi posledicami.
- Število smrtnih žrtev je potencirano s potenco  $p$ , ki pomeni faktor nenaklonjenosti tveganju

# ESC

$$ESC = \sum_{i=1}^n f_i ( N_i )^p$$

- Ekvivalent indeks družbenega stroška - ESC (Equivalent Social Cost Indeks) je modifikacija povprečne mere smrtnosti, ki upošteva družbeno nenaklonjenost dogodkom z dolgotrajnimi posledicami.
- To pomeni, da je obtežen ali ponderirana ROD.
- Število smrtnih žrtev je potencirano s potenco  $p$ , ki pomeni faktor nenaklonjenosti tveganju in je z nekim predpisom države določen.
- (primer: jedrske elektrarne imajo  $p = 1.2$ , Nizozemska vlada je za kemično industrijo prepisala  $p = 2$ )

# Primer računanja

( Ugotovljena je ena smrtna žrtev na 10 let.

$$\text{ROD} = 0.1 \text{ smrti/leto}$$

Če je to kemijska industrija, je  $p=2$

$$\text{ESC} = 0.1$$

V primeru, ko gre samo za eno smrtno žrtev na neko obdobje, se indeksa ne razlikujeta.



# Primer računanja ESC

( Ugotovljeno je 100 smrtnih žrtev enkrat v 1000 letih

$$\text{ROD} = 0.1 \text{ smrti/leto}$$

Če je to kemijska industrija, je  $p=2$

$$\text{ESC} = 10$$

V primeru, ko gre samo za več smrtnih žrtev na neko obdobje, se indeksa razlikujeta. Indeks ESC raste hitreje kot indeks ROD



# Indeks ekonomskih izgub

- Indeks ekonomskih izgub je mera za ekonomske izgube ob smrtnih žrtvah.
- Ocena ekonomske izgube pomnožena z deležem smrtnih nezgod.

# Pretakanje klora - primer

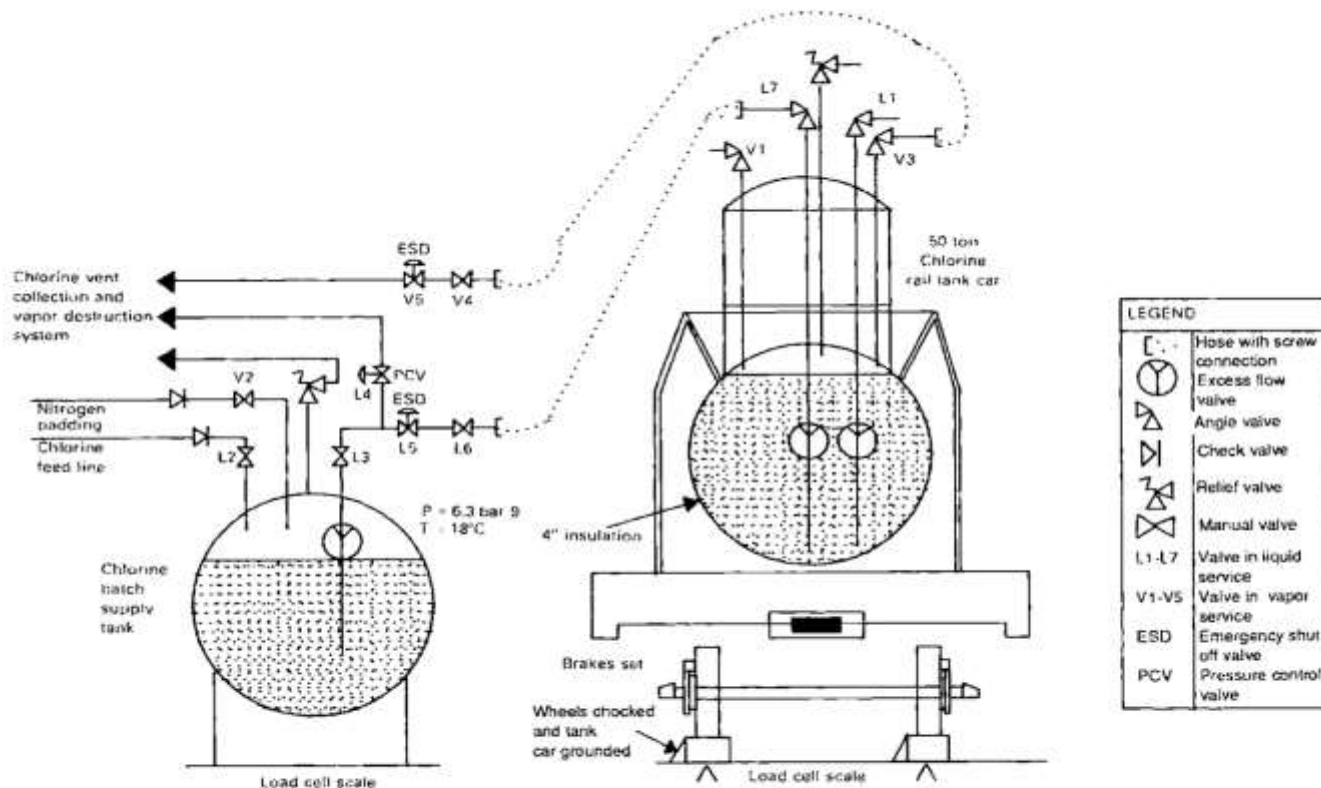


FIGURE B.2. Diagram of liquid chlorine rail tank car loading installation.

# Primeri nevarnosti

## Dogodek 1.

Manjši izpust tekočine (izpust skozi odprtino, ki ustreza 1/2" ali 12.7 mm)

Izpostavljenost traja 10 minut (ocena)

Razlogi za dogodek:

Izpust pri ventilu (7 ventilov s pripadajočimi prirobnicami L1 – L7)

Izpust na gumijasti cevi

Izpust zaradi napake na cevi za povezavo

## Dogodek 2.

Manjši izpust pare - plina (izpust skozi odprtino, ki ustreza 1/2" ali 12.7 mm)

Izpostavljenost traja 10 minut (ocena)

Razlogi za dogodek:

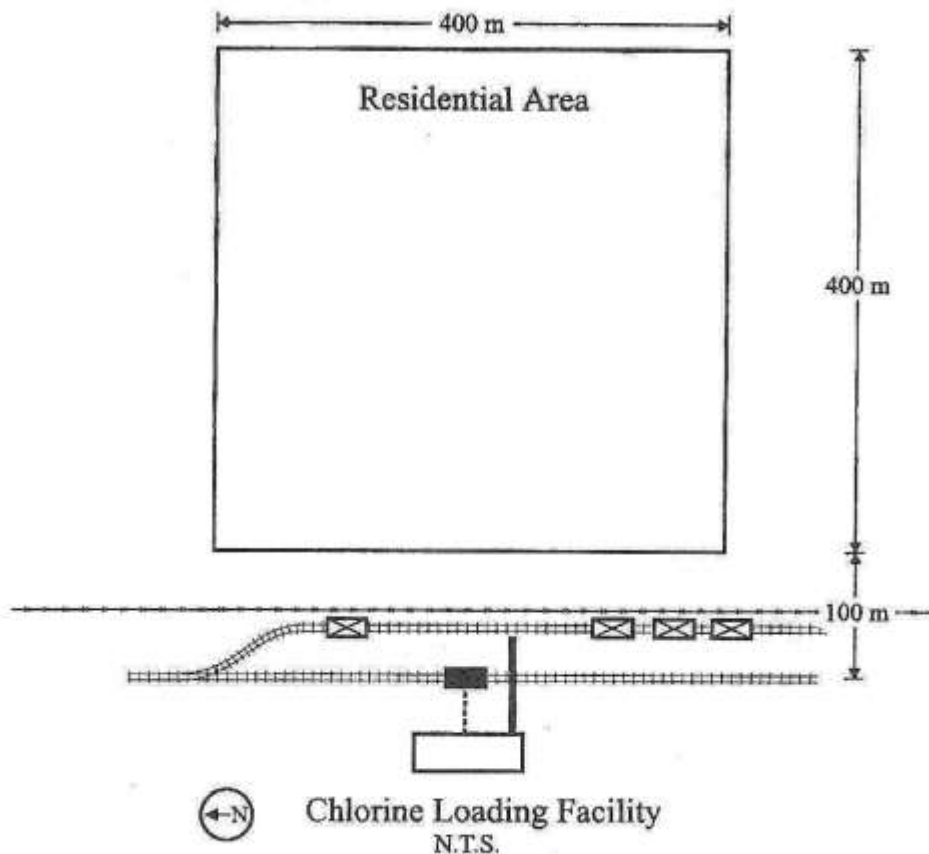
Izpust pri ventilu (5 ventilov s pripadajočimi prirobnicami V1 – V5)

Izpust na gumijasti cevi

Izpust zaradi napake na cevi za povezavo

Izpust skozi varnostni ventil

# Območje pretakanja



- Ker je v bližini prostora za pretakanje območje s stanovanjskimi objekti, obstaja realna ogroženost tega območja.
- 400 prebivalcev

# Hitrost iztekanja

nezgoda	opis	Hitrost iztekanja (kg/s)
1	Izliv tekočine	3.0
2	Izliv pare	0.29

# Pogostnost odpovedi

Izliv pri ventilu	$1 \times 10^{-5}$
Izliv iz gumijaste cevi	$5 \times 10^{-4}$
Udarec na cev	$1 \times 10^{-5}$
Izliv skozi varnostni ventil ob normalnem delovanju	$1 \times 10^{-4}$

# Pogostnost zaradi smeri in oddaljenosti

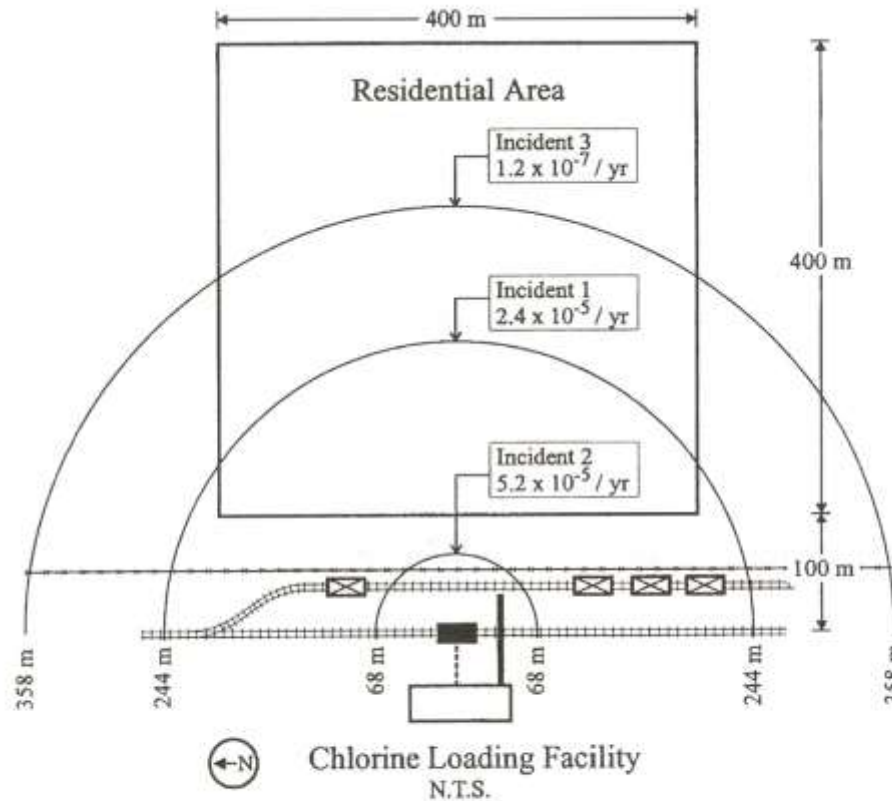


FIGURE 8.6. Individual risk contours around chlorine loading facility.



# Izračun ROD

$i$	$f$	$N_i$
1	$73 \times 10^{-5}$	6
2	$73 \times 10^{-5}$	17
3	$73 \times 10^{-5}$	6
4	$38 \times 10^{-7}$	21
5	$38 \times 10^{-7}$	39
6	$38 \times 10^{-7}$	21

$$ROD = \sum_{i=1}^6 f_i N_i = 2.1 \times 10^{-3}$$

# Izračun ESC

$$ESC = \sum_{i=1}^6 f_i (N_i)^{1.2} = 3.5 \times 10^{-3}$$

$$ESC = \sum_{i=1}^6 f_i (N_i)^2 = 2.7 \times 10^{-2}$$

# Povprečje individualnega tveganja

$$IR_{AV} = \frac{ROD}{P_r} = \frac{2.1 \times 10^{-3}}{240} = 8.8 \times 10^{-6}$$

$$IR_{AV} = \frac{2.1 \times 10^{-3}}{400} = 5.2 \times 10^{-6}$$

# FAR

$$FAR = IR_{AV} (1.4 \times 10^4) \text{ nezgod} / 10^8 \text{ ur izpostavljenosti} = (8.8 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{leto}}) (1.4 \times 10^4) =$$

$$= 0.10 \text{ nezgod} / 10^8 \text{ ur izpostavljenosti}$$