



vojaški tehnični sistem

USS Fitzgerald, 17.6.2017



Toulouse, France, 21.9.2001

nuklearni tehnični sistem



Oppau, Germany, 21.9.1921



Puerto Rico, USA, 23.10.2009

industrijski tehnični sistemi (na kopnem)



Three Mile Island, USA, 28.3.1979



Flixborough, UK, 1.6.1976

(na morju)

vesoljski tehnični sistem



Bhopal, India, 3.12.1984



Deepwater Horizon, USA, 23.4.2010

Buncefield, UK, 5.12.2005



Seveso, Italy, 9.7.1976



Challenger shuttle, USA, 28.1.1986

Znanost  
na cesti

11. oktober 2017 ob 19h

# Industrijske nesreče - kako jih razumeti?

Izr. prof. Marko Gerbec, Institut „Jožef Stefan“  
Moderatorka: Mojca Delač, RTV Slo

# Vsebina

- Industrijske/večje nesreče z nevarnimi snovmi
  - neslavni primeri
  - značilnosti
  - terminologija
- Varno delovanje industrijskih objektov - kako?
- Kje smo po 40 letih?
- Kako naprej?

# Kaj so industrijske nesreče?

- Del teme sistemske varnosti:
  - Gre za varnost določenih tehničnih sistemov (industrijskih procesov/obratov)
  - Nevarnosti (snovi, energije) so del njih
  - Gre za problem upravljanja sistemov
  - Terminologija (sopomenke):
    - industrijske nesreče, okoljske nesreče - zaščita in reševanje
    - večje nesreče (z nevarnimi snovmi) – okolje
    - procesna varnost - uveljavljen pojem na zahodu
    - organizacijske nesreče - družboslovje

# Ozadje: neslavni zgodovinski primeri

## Zgodnje 20. stoletje:

- La Satanaya, Belgija, 1916 (strelivo)
- Halifax, Nova Škotska, 1917 (strelivo)
- Trdnjava Smederevo, Jugoslavija, Januar 1941 (strelivo)
- Oppau, Nemčija, 1921 (amonijev nitrat)

## Pozno 20. stoletje:

- Flixborough, UK, 1974
- Bhopal, Indija, 1984
- Piper Alpha, severno morje, 1988
- Seveso, Italija, 1976
- Mexico City, Mehika, 1984
- ...
- Černobil, Three Mile Island, Shuttles Challenger, Columbia, ...

## Nedavni primeri:

- Baia Mare, Romunija, 2000 (razlitje strupenih odpadkov)
- Mont Blanc tunnel fire, 2001 (goreč tovornjak v tunelu)
- Toulouse, Francija, 2001 (eksplozija v proizvodnji amonijevega nitrata)
- Ghislenghien, Belgija, 2004 (požar na magistralnem plinovodu za zemeljski plin)
- Harbin, Kitajska, November 2005 (izpust benzena v reko)
- Buncefield, UK, 11.12.2005 (prepolnitev rezervorja za bencin, požar, eksplozija)
- Gerdec, Albanija, Marec 2008 (požar & eksplozija pri razgradnji streliva)
- Macondo - Deepwater horizon ploščad, ZDA, 20.4.2010 (izbruh, požar, eksplozija, onesnaženje)
- Ajka, Madžarska, 4.10.2010 (izpust alkanega blata iz proizvodnje aluminija)
- Tianjin, Kitajska, 17.8.2015 (požar/eksplozije karbida/acetilena v pristanišču)
- BAST Ludwigshafen, Nemčija, 17.10.2016 (izpust iz cevovoda, požar, 4 mrtvi)

# Ozadje: neslavni zgodovinski primeri

## Zgodnje 20. stoletje:

- La Satanaya, Belgija, 1916 (strelivo)
- Halifax, Nova Škotska, 1917 (strelivo)
- Trdnjava Smederevo, Jugoslavija, Januar 1941 (strelivo)
- Oppau, Nemčija, 1921 (amonijev nitrat)

## Pozno 20. stoletje:

- Flixborough, UK, 1974
- Bhopal, Indija, 1984
- Piper Alpha, severno morje, 1988
- Seveso, Italija, 1976
- Mexico City, Mehika, 1984
- ...
- Černobil, Three Mile Island, Shuttles Challenger, Columbia, ...

... ter na žalost še veliko več nesreč!

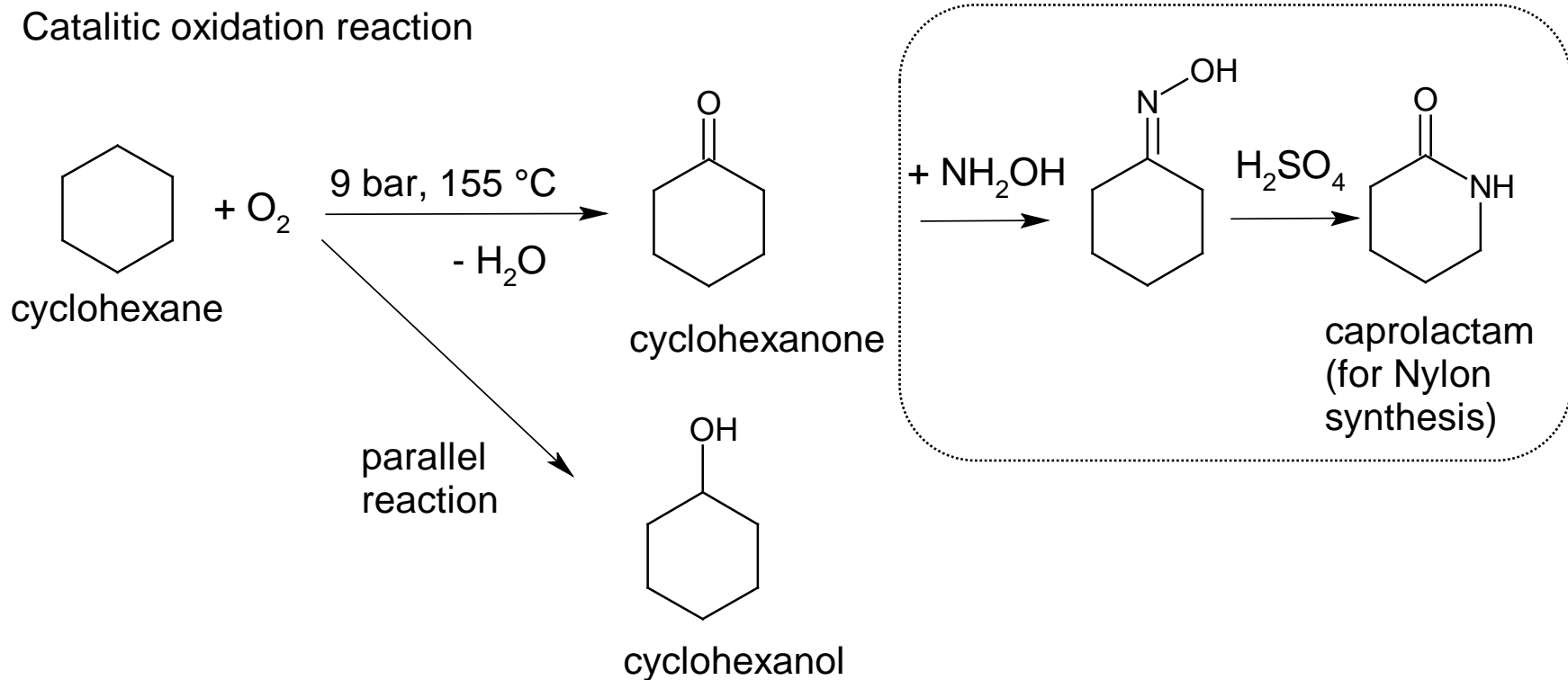
## Nedavni primeri:

- Baia Mare, Romunija, 2000 (razlitje strupenih odpadkov)
- Mont Blanc tunnel fire, 2001 (goreč tovornjak v tunelu)
- Toulouse, Francija, 2001 (eksplozija v proizvodnji amonijevega nitrata)
- Ghislenghien, Belgija, 2004 (požar na magistralnem plinovodu za zemeljski plin)
- Harbin, Kitajska, November 2005 (izpust benzena v reko)
- Buncefield, UK, 11.12.2005 (prepolnitev rezervorja za bencin, požar, eksplozija)
- Gerdec, Albanija, Marec 2008 (požar & eksplozija pri razgradnji streliva)
- Macondo - Deepwater horizon ploščad, ZDA, 20.4.2010 (izbruh, požar, eksplozija, onesnaženje)
- Ajka, Madžarska, 4.10.2010 (izpust alkanega blata iz proizvodnje aluminija)
- Tianjin, Kitajska, 17.8.2015 (požar/eksplozije karbida/acetilena v pristanišču)
- BAST Ludwigshafen, Nemčija, 17.10.2016 (izpust iz cevovoda, požar, 4 mrtvi)

# Flixborough, UK, 1.6.1974

Obrat:	Katalitska oksidacija cikloheksana do cikloheksanona/cikloheksanola (pri 9 bar, 155 °C) v proizvodnji nylona
Snov:	40 ton cikloheksana (izpust)
Izid:	Eksplozija oblaka hlapov, požari
Posledice:	53 mrtvih, 36 ranjenih, ogromna škoda
Neposredni vzrok:	Popustitev premostitvene cevi premera 500 mm med reaktorji
Pravi vzroki:	Slabo upravljanje s procesnimi spremembami, konflikt varnosti in proizvodnje, razporeditev/lokacija obrata

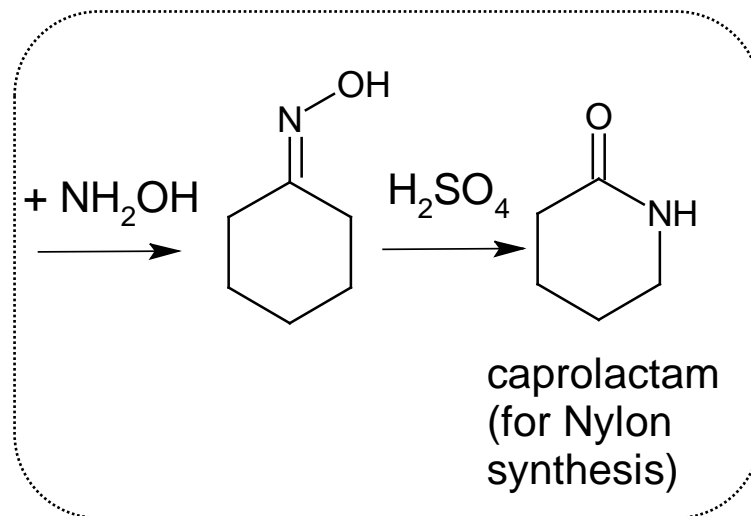
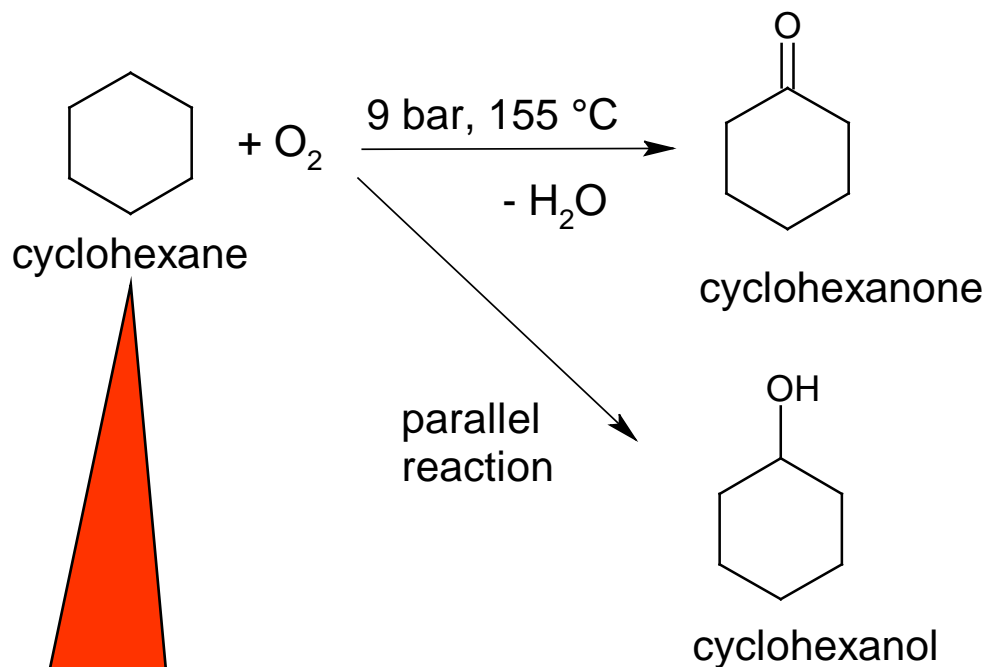
# Proizvodni proces





# Proizvodni proces

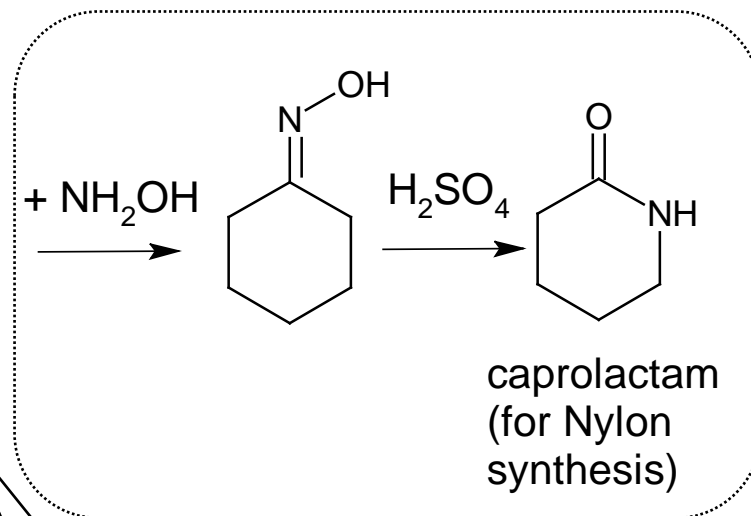
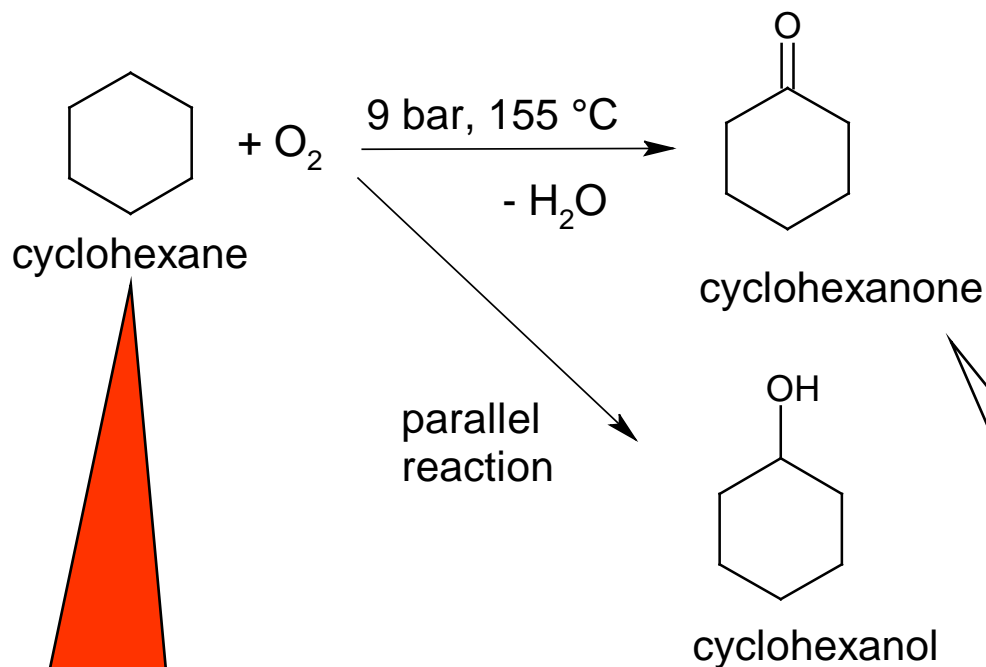
Catalytic oxidation reaction



Vrelišče pri 80 °C !

# Proizvodni proces

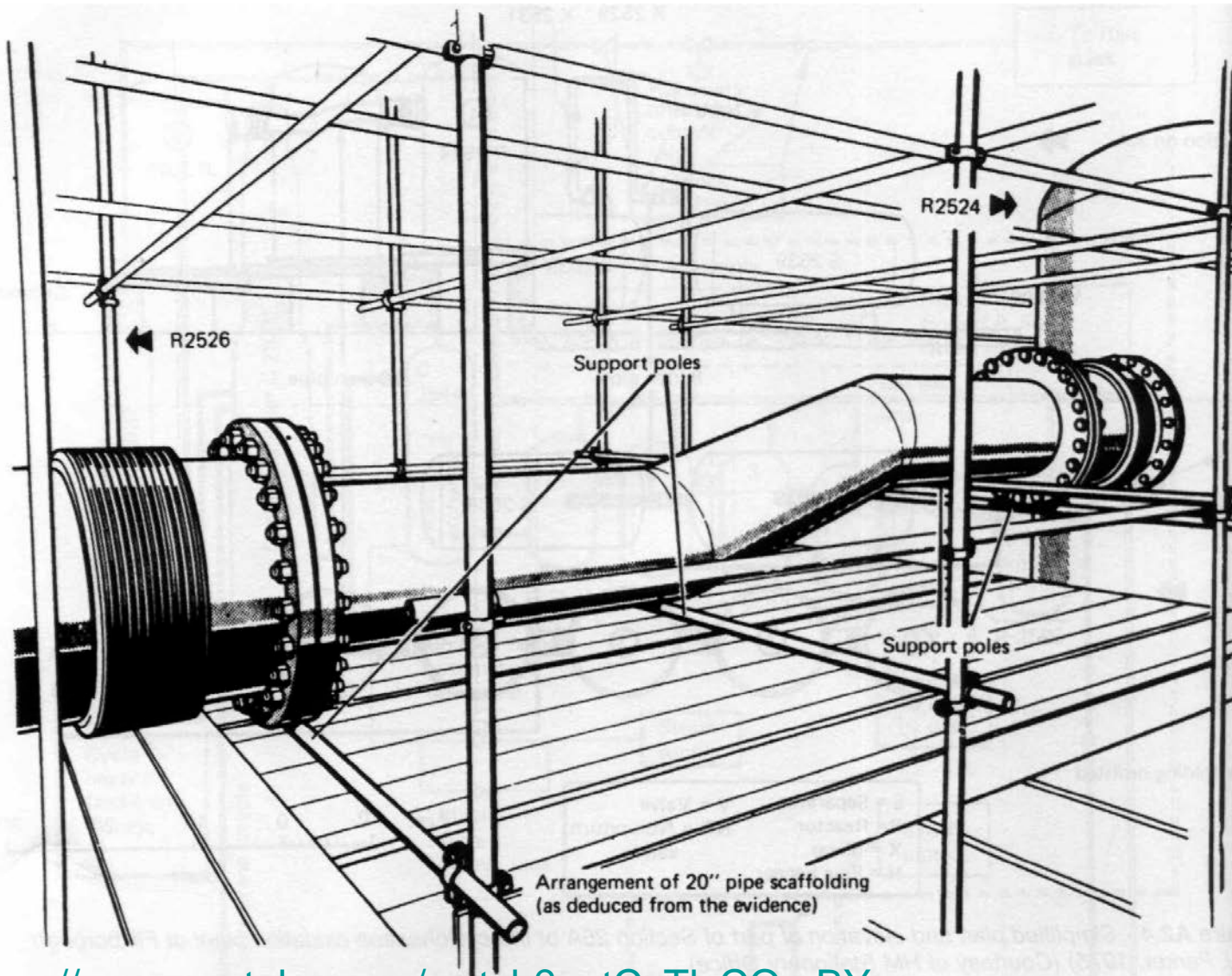
Catalytic oxidation reaction



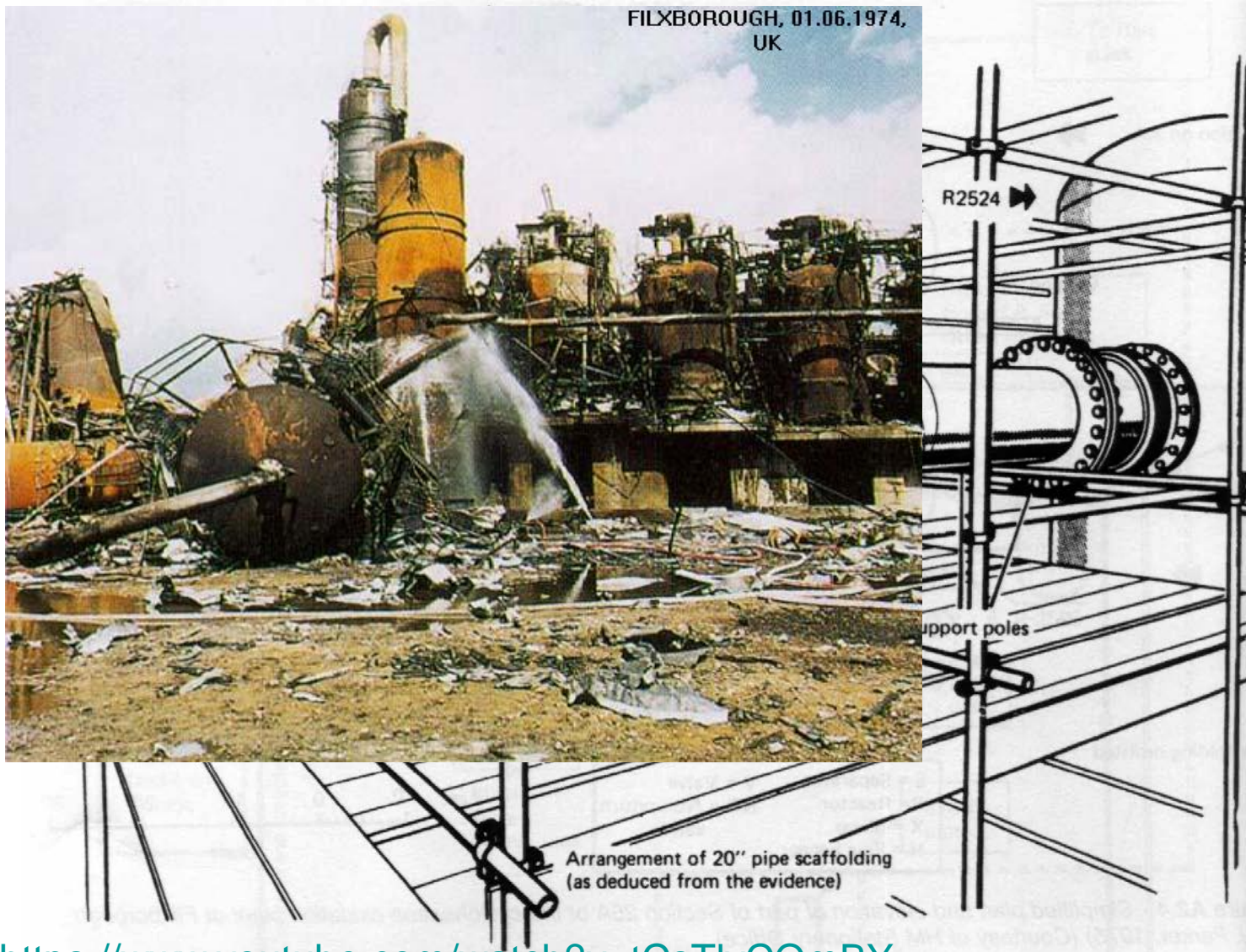
Vrelišče pri 80 °C !

Vrelišče pri 155 °C

# Flixborough - posledice

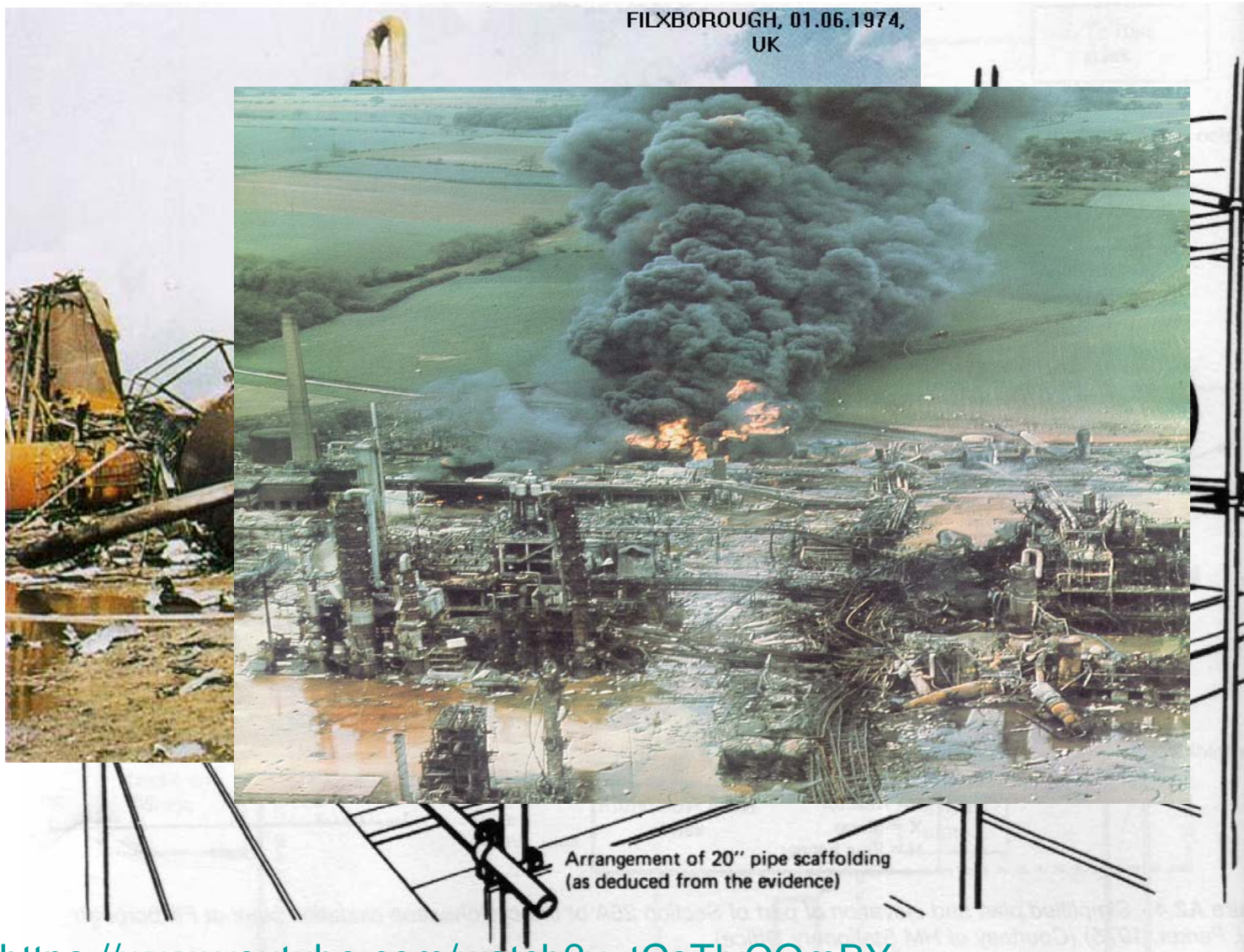


# Flixborough - posledice



<https://www.youtube.com/watch?v=tCsTlvCQmBY>

# Flixborough - posledice



<https://www.youtube.com/watch?v=tCsTlvCQmBY>

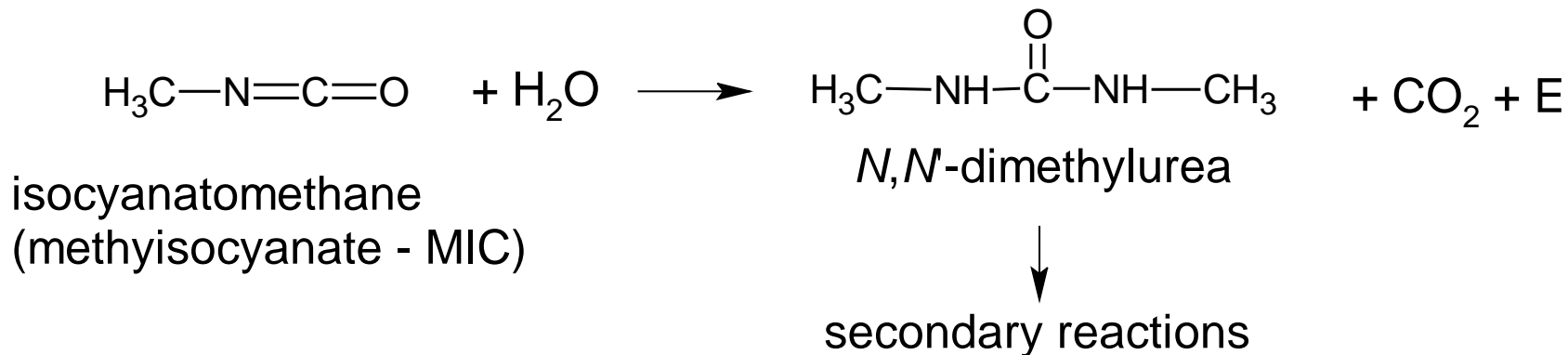
# Flixborough - posledice



# Bhopal, Indija, 3.12.1984

Obrat:	Union Carbide – obrat za proizvodnjo intermediata MIC v proizvodnji pesticidov
Snov:	Metil izocianat ( $\text{CH}_3\text{-NCO}$ ) – MIC
Izid:	Izpust 30 ton zelo strupenega plina
Posledice:	>2000 (>10.000) mrtvih, 30,000 invalidov, ...
Neposredni vzrok:	Vdor vode v skladiščni rezervoar MIC (eksotermna reakcija, izguba nadzora) zaradi pranja cevovoda ali sabotáže?
Pravi vzroki:	Velika zaloga MIC, neustrezna procedura pranja z vodo (izolacija opreme), odpoved bakle in alkalnega pralnika plinov, lokacija obrata, neustrezne informacije javnosti, brez načrtov ukrepanja ob nesreči

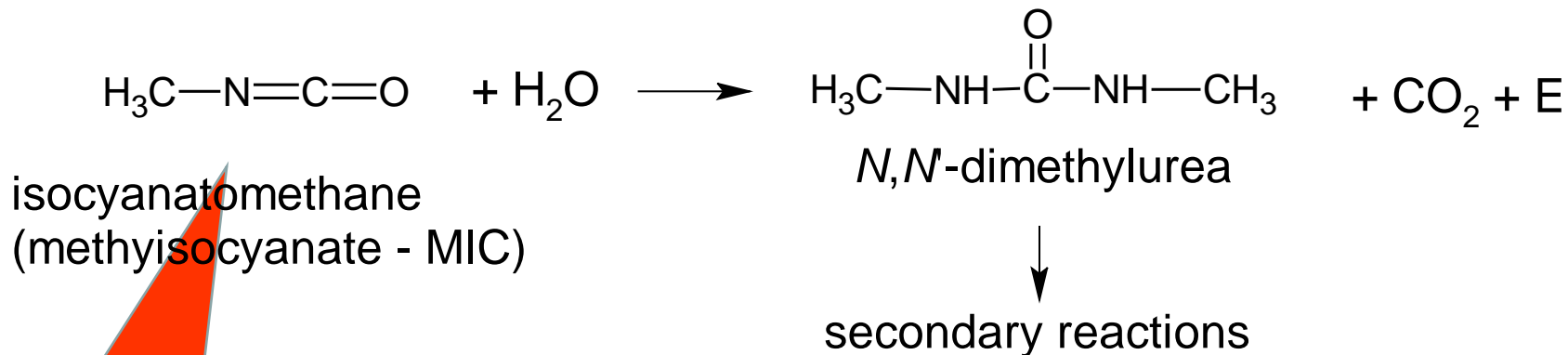
# Reaktivnost metilizocianata



Uporaba za organske sinteze, npr., pesticide na osnovi karbamatov



# Reaktivnost metilizocianata



Vrelišče pri 38 °C

Uporaba za organske sinteze, npr., pesticide na osnovi karbamatov

# Bhopal, Indija, 3.12.1984

Industrijska nesreča z najtežjimi posledicami



več na: <http://www.bhopal.com/>, [http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal\\_Disaster](http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal_Disaster)

# Bhopal, Indija, 3.12.1984

Industrijska nesreča z najtežjimi posledicami

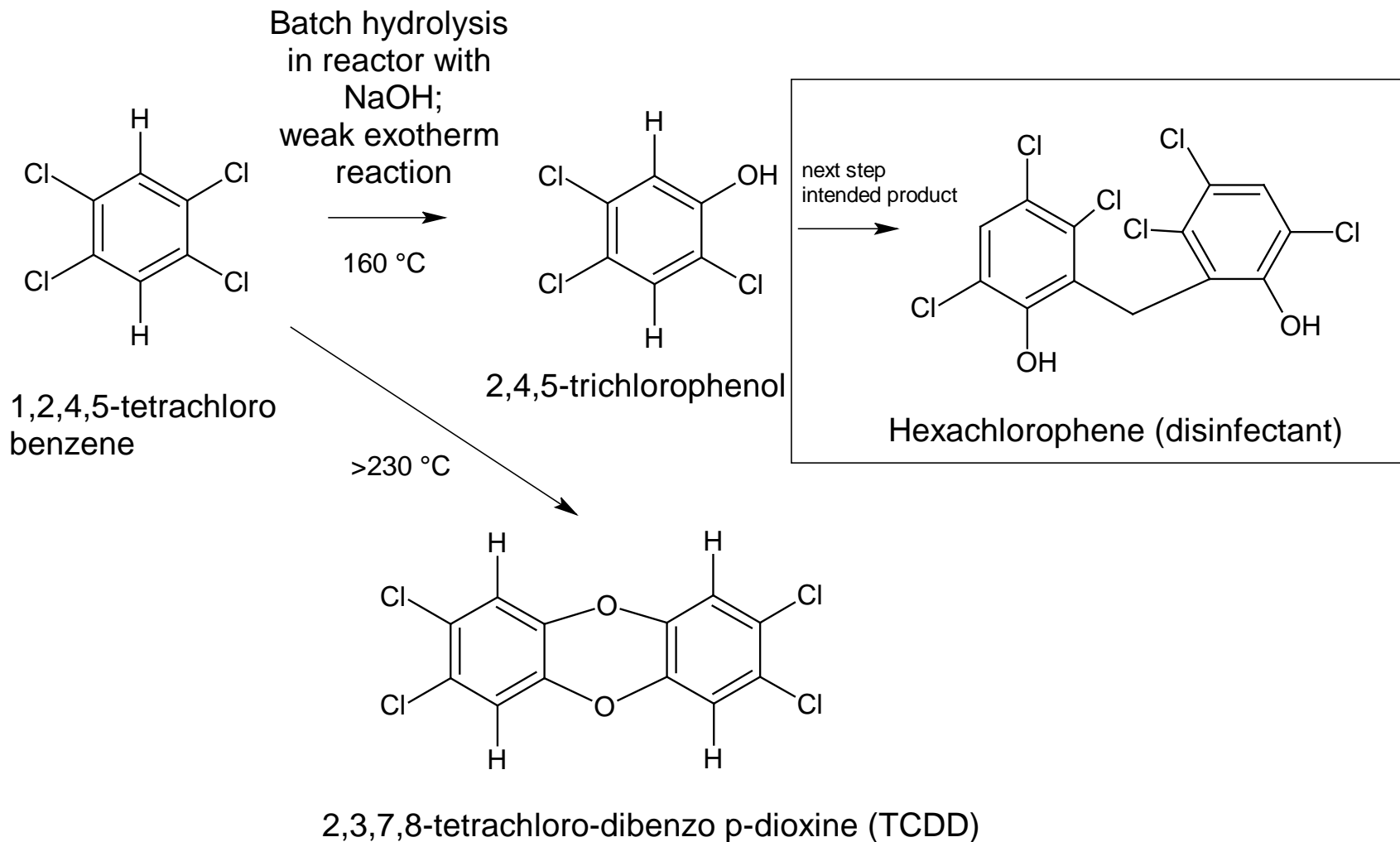


več na: <http://www.bhopal.com/>, [http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal\\_Disaster](http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal_Disaster)

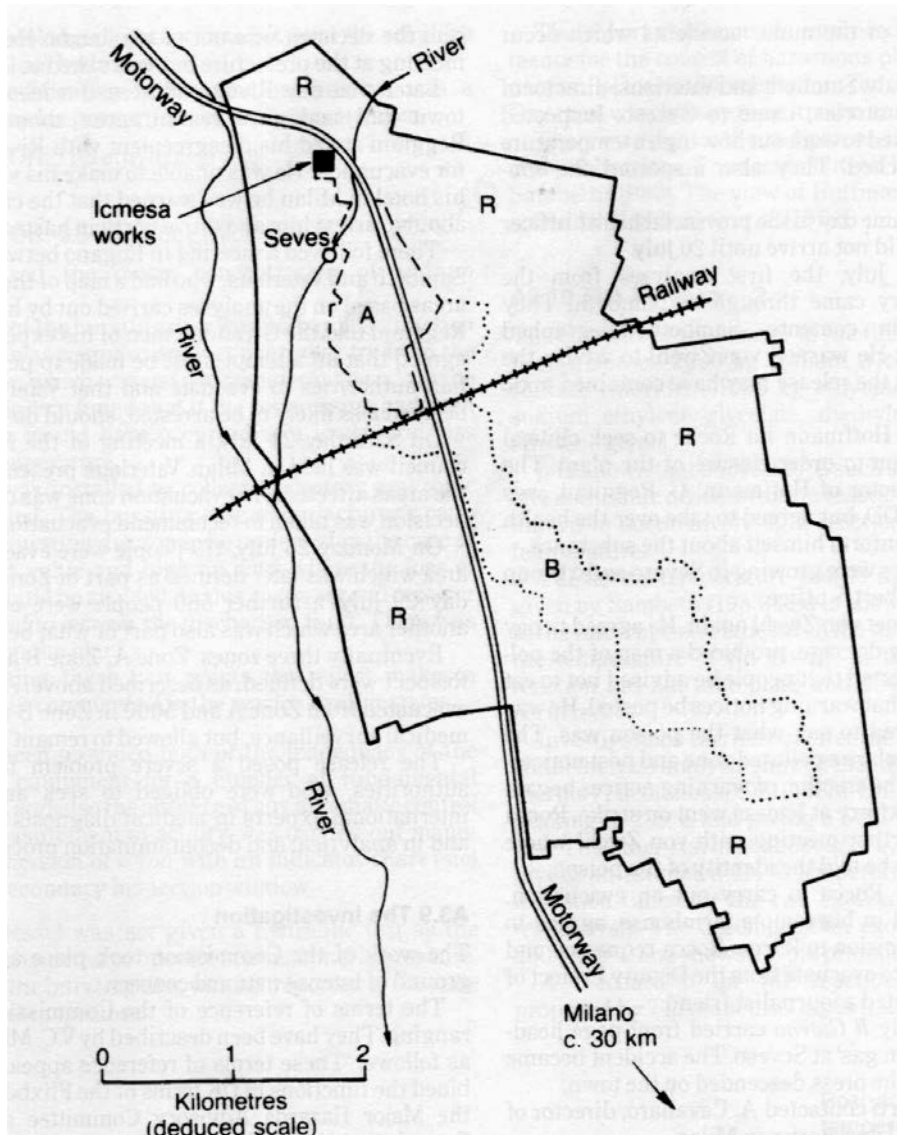
# Seveso, Italija, 9.7.1976

Obrat:	ICMESA, proizvodnja TCP za proizvodnjo herbicidov; šaržna alkalna hidroliza tetraklor benzena v reaktorju
Snov:	TCDD (2, 3, 7, 8-tetraclorodibenzo-p-dioxin)
Izid:	Odprtje varnostne razpočne membrane, izpust 0,5 do 3 kg TCDD iz reaktorja na prosto
Posledice:	Poginule živali, akutne klor-akne na ljudeh, brez smrtnih žrtev, <u>preventivni splavi</u> , <b><u>obsežna kontaminacija</u></b>
Neposredni vzroki:	<b>Neznana eksotermna reakcija v šaržnem procesu - po koncu delovne izmene</b>
Pravi vzroki:	Paralelna reakcija (TCP proti TCDD), niso sledili delovnim navodilom, izredno strupene snovi, odsotnost informacij/načrta ukrepanja ob nesreči

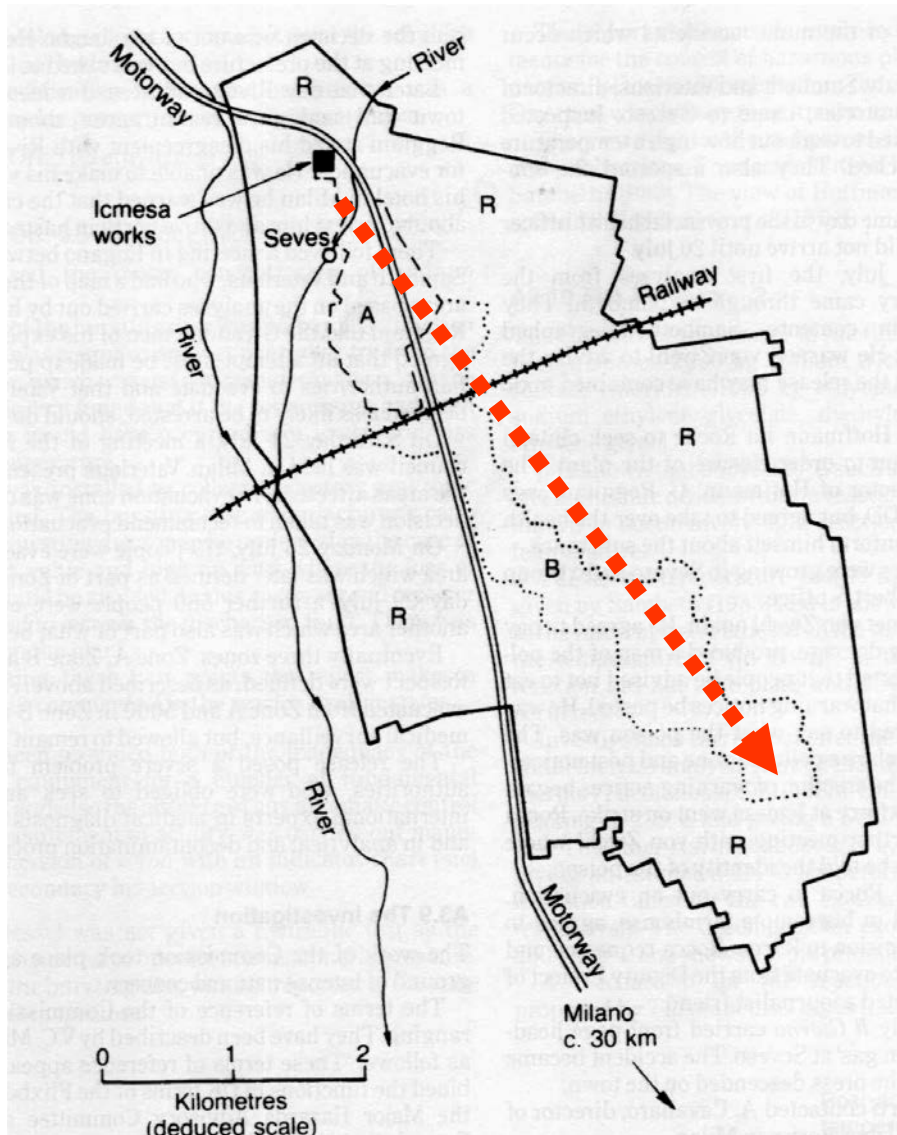
# Proizvodni proces



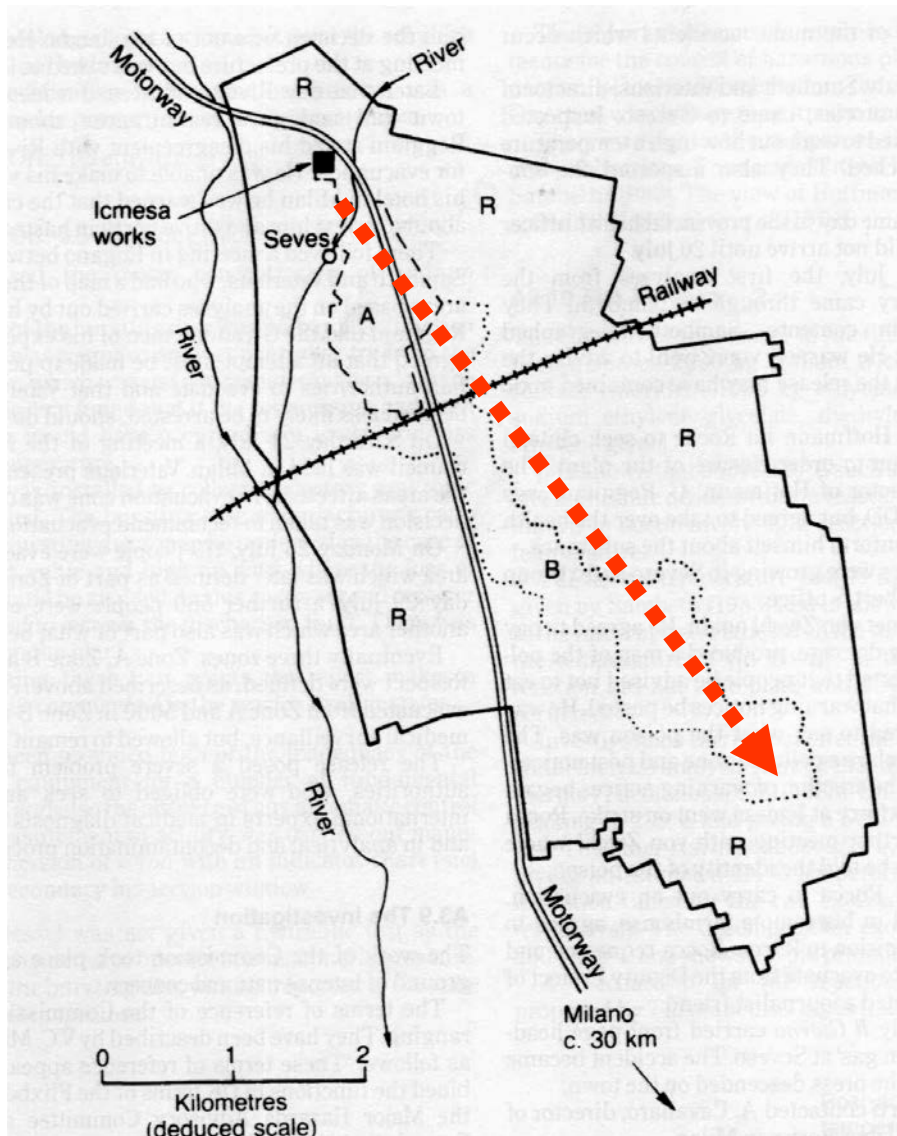
# Načrt območja Seveso



# Načrt območja Seveso



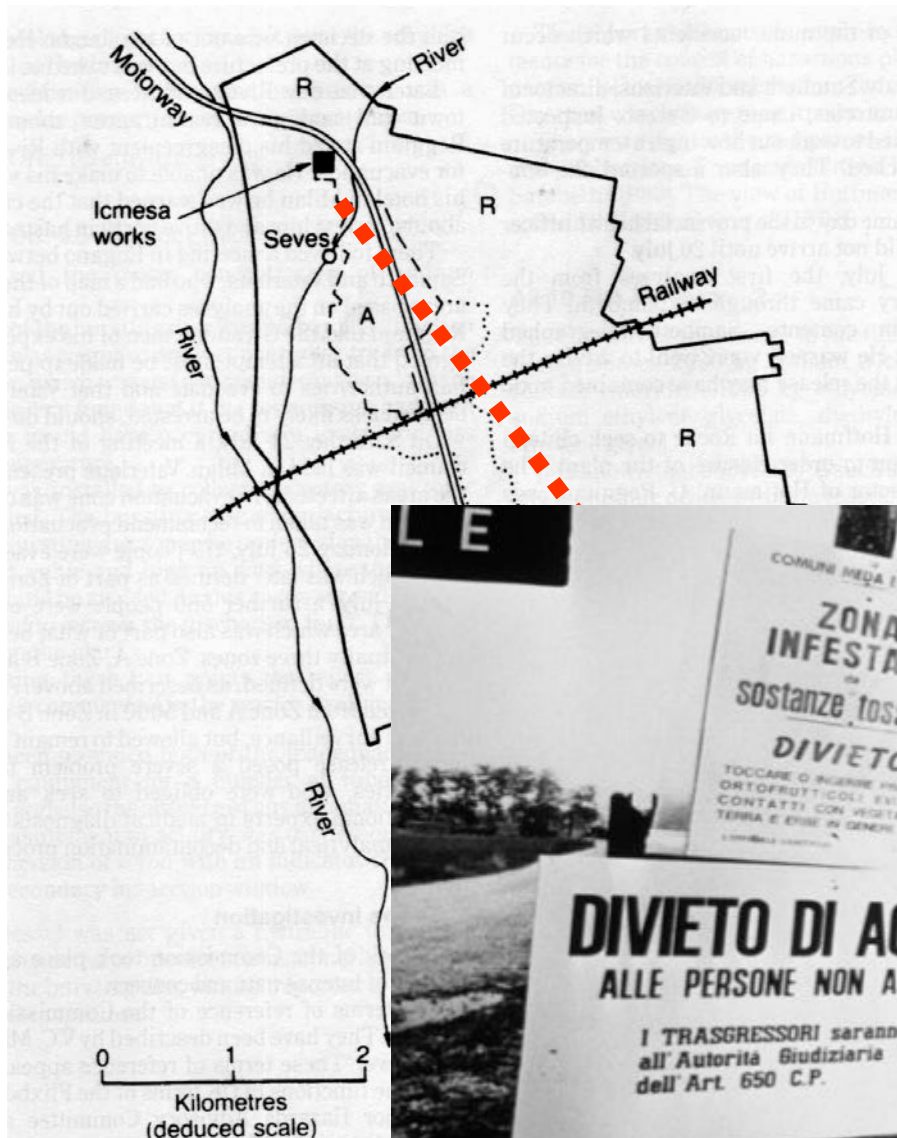
# Načrt območja Seveso



Izredne razmere  
so razglasili čez  
5 dni!



# Načrt območja Seveso



Izredne razmere  
so razglasili čez  
5 dni!



Ali „potrebujemo“ nevarne snovi da pride do nesreče s težkimi posledicami?

# Ali „potrebujemo“ nevarne snovi da pride do nesreče s težkimi posledicami?



Wikipedia: On March 24, 1999, 39 people died when a Belgian [transport truck carrying flour and margarine caught fire in the tunnel](#). After several miles, the driver realized something was wrong as cars coming in the opposite direction flashed their headlights at him; a glance in his mirrors showed white smoke coming out from under his cab. This was not yet a dire emergency; there had been 16 other truck fires in the tunnel over the previous 35 years, always extinguished on the spot by the drivers.

Ali „potrebujem  
nesreče

Grenfell Tower, London, UK,  
24.6.2017, ~ 80 mrtvih

pride do  
ni?



Nesreča v tunelu Mont Bl

Wikipedia: On March 24, 1999, 39 people were killed and 100 injured when a truck carrying margarine caught fire in the tunnel. After the fire, cars coming in the opposite direction found themselves in a white smoke coming out from under the truck. There were other truck fires in the tunnel over the years, but none as deadly as this one.



Police report at least 80 people died, but not all the names have been released. This graphic shows the missing and dead we have names for. They include people visiting friends and family in the block. Figures are accurate as of 13 October and will be updated as details emerge.

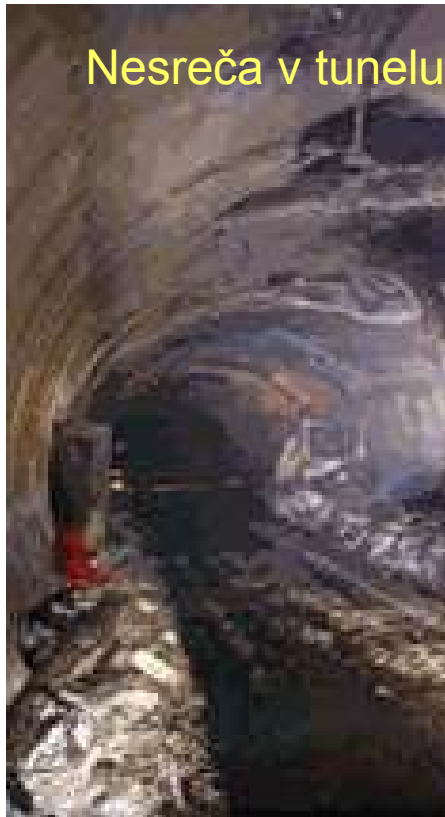


ing flour and  
g was wrong as  
mirrors showed  
re had been 16  
spot by the

Ali „potrebujemo  
nesreče

Grenfell Tower, London, UK,

Wikipedia



Nesreča v tunelu

Wikipedia: On March 24, 1995, a fire broke out in a tunnel in the Netherlands, with cars coming in the opposite direction. Thick white smoke coming out from the other truck fires in the tunnel caused the drivers.

70 primorske novice

Naslovnica    Novice ▾    Mnenja    Plus ▾    Zanimivo ▾

2017 / 09 / 07 / OGLJIKOV DIOKSID V VINSKI KLETI JE BIL USODEN ZA OČETA IN SINA



Oče in sin nista umrla nasilne smrti, ampak naj bi življenje izgubila zaradi zastrupitve z ogljikovim dioksidom, ki sta ga vdihovala v kleti.  
Foto: Leo Caharija

## Ogljikov dioksid v vinski kleti je bil usoden za očeta in sina

petek, 8. september 2017, 06:06

Včeraj dopoldne se je v Vrhopolju pri Vipavi zgodila družinska tragedija. Zaradi zastrupitve z ogljikovim dioksidom sta v vinski kleti umrla oče in sin, mamo pa so odpeljali v bolnišnico na nadaljnje zdravljenje. Njene krike, ko je v kleti odkrila negibna družinska člana, je slišala sosedka in takoj poklicala reševalce.

VRHPOLJE > Naselje Vrhopolje na Vipavskem je bilo včeraj od 9.30 naprej ovito v žalost. Tedaj se je namreč v strnjem delu vasi v bližini ...

Ali je Slovenija varna dežela?

# Ali je Slovenija varna deželca?

## Znane nesreče in incidenti:

- Skupina KIK d.d. (Kamnik), 1852 – 2006 (proizvodnja črnega smodnika in ind. razstreliv): 73 nesreč z 35 mrtvimi in 40 ranjenimi.
- Nafta Lendava d.o.o. (Lendava), Color d.d. (Medvode), Helios d.d. (Domžale), okoli 1980 (umetne smole): več fizikalnih eksplozij šaržnih reaktorjev z enim mrtvim in drugo škodo.
- Acroni d.o.o. (Jesenice), 2001 (jeklarna): delovna nesreča s tremi mrtvimi zaradi zastrupitve s CO.
- Dejavnost UNP in tehničnih plinov, 1990 do sedaj: več incidentov z izpusti tekočega kisika, UNP, brez težjih posledic.
- Teol d.d. (Ljubljana), 26.1.2005 (pralna sredstva): manjši izpust NOx, brez posledic, poročanje medijev.
- Pinus TKI d.d. (Rače), 2.7.2005 (proizvodnja pesticidov: mrtev delavec zaradi eksplozije).
- Fenolit d.d. (Borovnica), 21.8.2006 (umetne smole): delovna nesreča v povezavi z izpustom fenola, en mrtev in en ranjen vzdrževalec.
- Petrol d.d. (Rače), 2015 (skladiščenje naftnih derivatov): mrtev pogodbeni vzdrževalec (eksplozija in padec z višine).
- Dve nesreči v 2017

# Terminologija


Kaj pomenijo pojmi ki se uporabljajo?

- Nesreča
- Nezgoda
- Katastrofa
- Dogodek (izredni)



# Terminologija

## nesreča -e ž (é)

SSKJ 

1. *stanje, ki povzroča duševne bolečine*: družino je doletela nesreča; kriv je njene nesreče; zavedati se svoje nesreče; ne znajo si pomagati iz nesreče; spraviti koga v nesrečo; ekspr. zabredli so globoko v nesrečo / ekspr.: nakopal si je (na glavo) veliko nesrečo; ti si nam prinesel nesrečo / Prešernovi Sonetje nesreče

2. *dogodek, pri katerem je človek poškodovan ali mrtev*: nesreča se je zgodila danes zjutraj; povzročiti, preprečiti nesrečo; zaradi neprevidnosti je prišlo do nesreče; kraj nesreče; posledice, vzroki nesreče / avtomobilska, letalska, prometna nesreča; nesreča pri delu / publ. nesreča je zahtevala smrtno žrtev

// *dogodek, ki človeka zelo prizadene, navadno materialno*: zadela jih je nesreča, pogoreli so; ekspr. nesreče so ga kar naprej teple; da ne bi bilo nesreč, naj stranke ne pustijo goreti plina brez nadzorstva; zaradi nesreče, ki ga je doletela, je začel piti / elementarne nesreče

3. *dogodek, ki povzroča človeku zadrego, neprijeten občutek; nezgoda*: na proslavi se mu je pripetila nesreča, spotaknil se je in skoraj padel / kot vzklik sreča v nesreči

4. ekspr. *človek, ki pogosto naredi kaj neprimernega*: ta nesreča se je spet napila / kot nagovor nesreča nesrečna, kaj si storil

5. v prislovni rabi *izraža*


a) v zvezi po nesreči *da se dejanje zgodi brez določenega namena*: po nesreči je dregnil v luč; po nesreči prevrniti, razbiti posodo / to se je zgodilo po nesreči

b) v zvezi na nesrečo *obžalovanje, sočustvovanje*: na nesrečo je premlad, razburljive narave; na nesrečo ga imajo za neumnega

• ekspr. nesreča je hotela, da je izgubil stavo *zgodilo se je*; ekspr. nesreča ga spremlja vse življenje *vse življenje je nesrečen*; ekspr. ne izzivaj nesreče *ne ravnaj predrzno, nepremišljeno*; ekspr. biti komu v nesrečo *povzročati mu neprijetnosti, težave*; drži se kot kup nesreče *obupano, žalostno*; ekspr. nesreča človeka izmodri; prijatelja spoznaš v nesreči; šalj. sreča v igri, nesreča v ljubezni; preg. nesreča nikoli ne počiva *vedno se lahko pripeti kaj slabega*; preg. nesreča ne pride nikoli sama *slabi, neprijetni dogodki se pogosto vrstijo drug za drugim*


# Terminologija

## nesreča -e ž (é)

SSKJ 

1. stanje, ki povzroča duševno bolečino; družina je doletela nesreča; kriv je nene nesreče; zavedati se svoje

## nezgoda -e ž (ô)

SSKJ 

1. dogodek, pri katerem je človek poškodovan: nezgoda se je pripetila zgodaj zjutraj; povzročiti nezgodo; nezgoda pri delu; vzroki nezgode; pomoč pri nezgodi; odškodnina za nezgodo / obratna, prometna nezgoda


♦ jur. dogodek, pri katerem je človek poškodovan ali mrtev

2. dogodek, ki človeka zelo prizadene, navadno materialno; nesreča: doletela ga je huda nezgoda, pogorela mu je hiša / ekspr. nezgode življenja so ga teple / elementarne, vremenske nezgode

3. ekspr. **dogodek, ki povzroča človeku zadrego, neprijeten občutek:** pripetila se mu je nezgoda, da mu je odletel gumb na hlačah; smejala se je njegovi nezgodi; rad je opisoval svojo nezgodo / komikove nezgode

• knjiž. pripovedovati svoje zgođe in nezgode s potovanja vesele in neprijetne doživljaje


## nezgoda -e ž (ô) ~ pri delu; požari in druge ~e nesreče

Pravopis 

## nezgôda -e ž

Celotno geslo Etimološki 

nezgôda, f. der Unglücksfall, der Unfall, Cig., Jan., nk.; das Unglück, Guts., Cig., Jan., nk.


Pleteršnik 

## nezgoda

- geselski sestavek


Črnvrški 

## gôrska nezgoda -e -e ž

Planinstvo 


# Terminologija

**nesreča** -e ž (é)


SSKJ 

1. *stanje, ki povzroča duševno bolečino; družina je doletela nesreča; kriv je nene nesreče; zavedati se svoje*

**nezgoda** -e ž (ô)

SSKJ 

**katastrófa** -e ž (ô)

SSKJ 

1. **dogodek v naravi, ki povzroči veliko razdejanje, uničenje:** katastrofa je uničila deželo; ugotavljati škodo po katastrofi; potresna, vodna katastrofa; posledice katastrofe; vedenje živali med katastrofo / publ. atomska katastrofa *razdejanje, uničenje, ki bi ga povzročila uporaba atomskih bomb; vesoljske katastrofe dogodki, ki povzročijo velike spremembe v vesolju*

// naravna katastrofa

2. nav. ekspr. **zelo hud, neprijeten dogodek z usodnimi posledicami, nesreča:** katastrofe so ga utrdile; doživljati same katastrofe; vojna in druge katastrofe / kakšen popravni izpit še ni taka katastrofa / publ. aprilski katastrofa *kapitulacija stare Jugoslavije ob fašističnem napadu*


3. nav. ekspr. **uničenje, propad:** katastrofa se bliža, prihaja; izdajalci so pehali državo v katastrofo; podjetje je pred katastrofo; naselitev krupa v teh vodah je povzročila ribjo katastrofo; katastrofa družine / napovedovati politično, socialno katastrofo *prevrat*

// ekspr. *prenehanje življenja, smrt:* zdravnik se boji, da bo nastopila katastrofa; zdravnika so preprečila katastrofo

♦ geol. *dogodek v naravi, ki povzroči velike spremembe na zemeljski površini ali v vesolju; lit. razplet s tragičnim koncem*


- **geselski sestavek**

**gôrska nezgoda** -e -e ž

Planinstvo 

# Terminologija

**nesreča** -e ž (é)

SSKJ 

1. stanje, ki povzroča duševno bolečino; družina je doletela nesreča; kriv je nipeo nesrečo; zavedati se svoje


**nezgoda** -e ž (ô)

SSKJ 

**katastrófa** -e ž (ô)

SSKJ 

**dogódek** -dka m (ô) *kar se zgodi*: dogodki so se vrstili z veliko naglico; težko je slediti vsem dogodkom;


SSKJ 

razpravljati o aktualnih dogodkih **neprijeten, zanimiv** dogodek; to so bili usodni dogodki za našo deželo; živo se spominja dogodka iz šole **dogodki na bojiščih** / izid te knjige je bil velik literarni dogodek; komentar o športnih dogodkih dneva; v tem kraju so se odigravali pomembni zgodovinski dogodki / *ekspr.*: sestanek obeh državnih voditeljev je zgodovinski dogodek *ima velik, trajen pomen*; srečanje atletskih prvakov je bilo dogodek leta *najpomembnejši dogodek*

- *ekspr.* v družini pričakujejo vesel dogodek *rojstvo otroka*; zanima nas, kakšen bo razvoj dogodkov po odstopu vlade *kaj se bo zgodilo*; *publ.* v teku dogodkov se bo pokazalo, kdo ima prav *sčasoma, polagoma*
- ♦ *zgod.* septembrski dogodki *protinemske demonstracije v Ljubljani septembra 1908, ob katerih je vojaštvo streljalo na demonstrante* // *ekspr.*, v povedni rati **posebno, nenavadno doživetje**: to je bil zanj dogodek; njegov nastop je bil vselej dogodek za orkester in za občinstvo / *svatba je bila na vasi dogodek*

Tudi: izredni dogodek

**dogódek** -dka m (ô) zanimiv ~; *publ.* v teku ~ov se pokazati *sčasoma, polagoma*; *poud.*: čestitati za veseli


Pravopis 

~ [rojstvo otroka]; ~ leta [najpomembnejši dogodek]; Njegov nastop je bil vselej ~ [posebno doživetje]

**dogôdek** – glej *dogājati se, goditi se*

Celotno geslo Etimološki 

**gorska nezgoda** -e -e z

Planinstvo 

# Vzroki in nauki zgodbe

**Vse lahko pripišemo odsotnemu ali slabemu sistemu upravljanja z varnostjo obratov:**

- **Odpoved/napaka osebja obrata:**
  - slabe/kršene delovne procedure,
  - nespoštovanje dovoljenj za delo, ...
- **Slabo načrtovanje delovnih procesov**
  - neustrezni začasni ukrepi,
  - brez varnostne analize, ...
- **Kršitev procedur za varnost procesov**
  - nadaljevanje proizvodnje navzlic varnostnim težavam,
  - slabo izvajanje varnostnih priporočil/ukrepov
- **Podobne nesreče se ponavljajo!**

Zaključek: potrebujemo sistemski pristop

# Vzroki in nauki zgodbe

**Vse lahko pripišemo odsotnemu ali slabemu sistemu upravljanja z varnostjo obratov:**

- **Odpoved/napaka osebja obrata:**
  - slabe/kršene delovne procedure,
  - nespoštovanje dovoljenj za delo, ...
- **Slabo načrtovanje delovnih procesov:**
  - neustrezni začasni ukrepi,
  - brez varnostne analize, ...
- **Kršitev procedur za varnost procesov**
  - nadaljevanje proizvodnje navzlic varnostnim težavam,
  - slabo izvajanje varnostnih priporočil/ukrepov
- **Podobne nesreče se ponavljajo!**

Pogosta napaka:  
„Označiti človeško napako za vzrok nesreče je tako, kot trditi da je bil padec posledica težnosti!“  
(Trevor Kletz)

Zaključek: potrebujemo sistemski pristop

# O vzrokih

- Naravni pojavi/nesreče
  - potresi, poplave, veter, strele, plazovi, cunami, ...
- Namerna dejanja
  - napadi, terorizem

# O vzrokih

- Naravni pojavi/nesreče
  - potresi, poplave, veter, strele, plazovi,

Post Nation

## Explosions possible after ‘pops’ heard at storm-crippled Texas chemical plant, officials say

By Alex Horton, Amy B Wang and Lindsey Bever August 31

CROSBY, Tex. — Hours after noisy “chemical reactions” and fires broke out at a storm-battered chemical plant — sending numerous sheriff’s deputies to the hospital, and spreading smoke and alarm across the area — the facility’s operators warned that explosions were possible, even as authorities scrambled to reassure the public that no “concerning” levels of hazardous chemicals had been detected in the air.

Arkema, the French chemicals group that runs the plant, said the Harris County Emergency Operations Center notified company officials early Thursday of two explosions and black smoke coming from the facility, which is about 25 miles northeast of Houston. The plant already had been under about six feet of water from the rains unleashed by Harvey, prompting officials the day before to establish a 1.5-mile evacuation zone.

Officials later downplayed the severity of what happened at the plant, which makes organic peroxides for use in items such as counter tops and pipes. Those materials are currently being stored inside nine separate, 18-wheeler box vans at the facility, weighing 36,000 pounds each.

[https://www.washingtonpost.com/news/post-nation/wp/2017/08/30/texas-town-under-emergency-evacuation-as-flooded-chemical-plant-nears-explosion/?utm\\_term=.31a27ecee35f](https://www.washingtonpost.com/news/post-nation/wp/2017/08/30/texas-town-under-emergency-evacuation-as-flooded-chemical-plant-nears-explosion/?utm_term=.31a27ecee35f)



# O vzrokih

- Naravni pojavi/nesreče
  - potresi, poplave, veter, strele, plazovi,

Post Nation

## Explosions possible after ‘pops’ heard at storm-crippled Texas chemical plant, officials say

By Alex Horton, Amy B Wang and Lindsey Bever August 31

CROSBY, Tex. — Hours after noisy “chemical reactions” and fires broke out at a storm-battered chemical plant — sending numerous sheriff’s deputies to the hospital, and spreading smoke and alarm across the area — the facility’s operators warned that explosions were possible, even as authorities scrambled to reassure the public that no “concerning” levels of hazardous chemicals had been detected in the air.

Arkema, the French chemicals group that runs the plant, said the Harris County Emergency Operations Center notified company officials early Thursday of two explosions and black smoke coming from the facility, which is about 25 miles northeast of Houston. The plant already had been under about six feet of water from the rains unleashed by Harvey, prompting officials the day before to establish a 1.5-mile evacuation zone.

Officials later downplayed the severity of what happened at the plant, which makes organic peroxides for use in items such as counter tops and pipes. Those materials are currently being stored inside nine separate, 18-wheeler box vans at the facility, weighing 36,000 pounds each.



ma plant. (Adrees Latif/Reuters)

[https://www.washingtonpost.com/news/post-nation/wp/2017/08/30/texas-town-under-emergency-evacuation-as-flooded-chemical-plant-nears-explosion/?utm\\_term=.31a27ecee35f](https://www.washingtonpost.com/news/post-nation/wp/2017/08/30/texas-town-under-emergency-evacuation-as-flooded-chemical-plant-nears-explosion/?utm_term=.31a27ecee35f)

# • Naravni pojavi/n – potresi, poplave

Post Nation

## Explosions possible after ‘pops’ storm-crippled Texas chemical officials say

By Alex Horton, Amy B Wang and Lindsey Bever August 31

CROSBY, Tex. — Hours after noisy “chemical reactions” and fires broke out at a plant — sending numerous sheriff’s deputies to the hospital, and spreading smoke — the facility’s operators warned that explosions were possible, even as authorities public that no “concerning” levels of hazardous chemicals had been detected in the

Arkema, the French chemicals group that runs the plant, said the Harris County E Center notified company officials early Thursday of two explosions and black smol which is about 25 miles northeast of Houston. The plant already had been under a the rains unleashed by Harvey, prompting officials the day before to establish a 1.5

Officials later downplayed the severity of what happened at the plant, which make in items such as counter tops and pipes. Those materials are currently being store wheeler box vans at the facility, weighing 36,000 pounds each.

[https://www.washingtonpost.com/news/post-nation/wp/2017/explosion/?utm\\_term=.31a27ecee35f](https://www.washingtonpost.com/news/post-nation/wp/2017/explosion/?utm_term=.31a27ecee35f)

DNEVNIK

PIANO

Slovenija Svet Posel Šport Kultura Magazin Kronika Lokalno Kulinarika Dom Zdravje Mnenja

Sabotaža

## Sabotaža v TEŠ: s kleščami nad električne vodnike

Mojca Marot

24. maj 2016 24. maj 2016 14:17

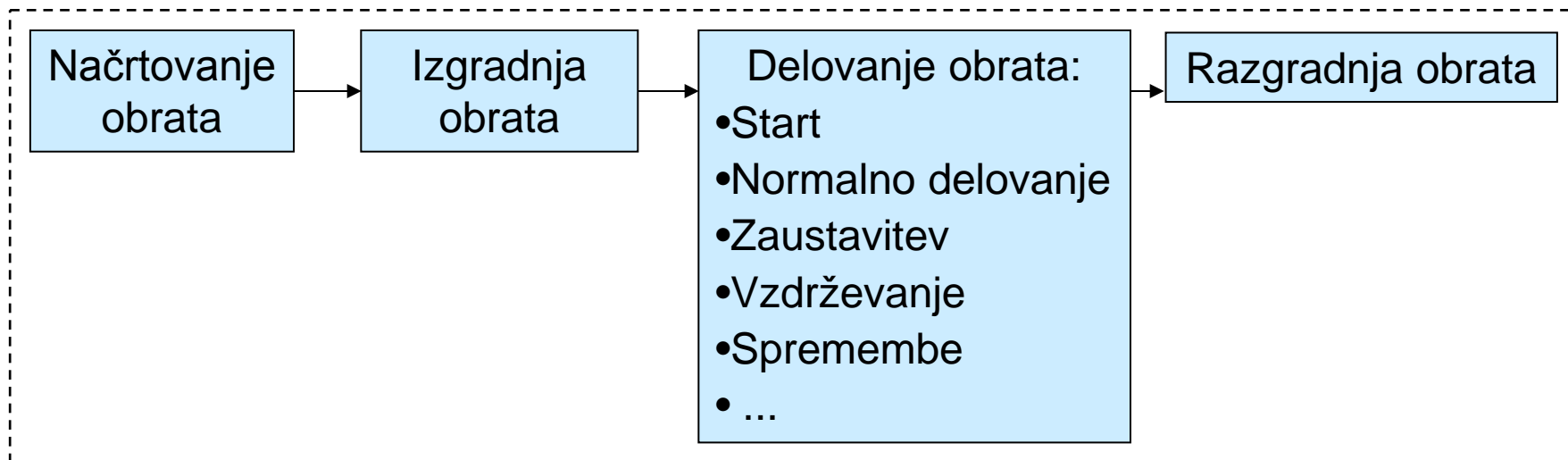
Celjski kriminalisti še vedno ugotavljajo, kdo je v nedeljo zvečer v šoštanjski termoelektrarni prerezal električne vodnike meritev za temperaturo in vibracije. Neuradno se je nekdo nad kable v strojnici spraval s kleščami, takrat pa naj bi bilo v TEŠ nekaj deset zaposlenih.



(Foto: Tomaž Skale)

Šesti blok termoelektrarne Šoštanj se je v nedeljo zvečer ustavil, ker je nekdo prerezal električne vodnike meritev za temperaturo in vibracije. Neuradno smo izvedeli, da naj bi nekdo kable najverjetneje preščipnil kar s kleščami, in to v spodnjih prostorih novega objekta, natančneje v strojnici, saj so le tam tovrstne merilne naprave. V TEŠ sumijo, da je to naredil nekdo od zaposlenih.

# Življenjski cikel obrata in nesreče



Varna zasnova nevarnega obrata?

Pomanjkanje znanja?

Neznana procesna tveganja? (ni še varnostne analize?)

Napaka/pomota pri izgradnji?

Napaka pri nadzoru?

Kompetentnost zaposlenih?

Nespoštovanje/kršitve delovnih postopkov?

Odpoved opreme?

Človeške omejitve?

Napaka pri vzdrževanju?

Nevarne spremembe?

Pravilen odziv na odstopanja/izredne dogodke?

Nevarne snovi niso bile varno odstranjene?

Spisek ni popoln!

# Kako zagotoviti varnost?

- Varnost obrata/procesa (**preventiva**)
  - Načrtovanje varnega procesa
  - Varno upravljanje procesa
  - Sistem upravljanja/obvladovanja varnosti
- Načrtovanje za primer nesreč (**odziv**)
  - Pripravi načrte na ravni obrata,
  - Pripravi načrte na ravni lokalne skupnosti (občine) ...
- Odmik od sosedov (**preventiva**)
  - Prostorsko načrtovanje (nove investicije)
  - Razvoj okoli obstoječih obratov
  - (vzpostavitev in vzdrževanje con omejene rabe prostora)

# Odziv

- Večje nesreče pritegnejo pozornost medijev → razburjenje → politične teme → vlada/parlament → nove/spremenjene zakonodaje → obveze za industrijo.
- Po Flixborough-u je Velika Britanija sprejela zakon COMAH (Control of Major Accident Hazards)
- EU je sprejela direktivo po nesreči v Seveso
  - 1982: 82/502/EEC („Seveso“)
    - trije amandmaji glede na kasnejše nesreče (npr., v Enschede, NL, ...)
  - 1996: 96/82/EC (Seveso II“)
    - 2003: amandma 2002/105/EC (po nesreči v Baia Mare, Romunija)
  - 2012: 2012/18/EU („Seveso III“)
    - bistvo: implementira UN GHS (EU: CLP) shemo klasifikacije nevarnih snovi, udeležbo javnosti, ipd.
    - implementacija v državah od junija 2015 (v Sloveniji od 2002/2016)
- Druge države: npr., ZDA:
  - OSHA – 29 CFR 1910.119 (1992) Process safety management of highly hazardous chemicals

# Kaj je večja nesreča?

(Direktiva 2012/18/EU, Člen 3.13)

Dogodek povezan z nevarno snovjo:

- Nastanek večjega izpusta, požara ali eksplozije
- Nenadzorovan dogodek iz dejavnosti
- Vodi do **resne nevarnosti** za zdravje ljudi in/ali okolja,
- Takojšnje ali zakasnjene,
- Znotraj ali izven obrata

# Kaj je večja nesreča?

(Direktiva 2012/18/EU, Člen 3.13)

Dogodek povezan z nevarno snovjo:

- Nastanek večjega izpusta, požara ali eksplozije
- Nenadzorovan dogodek iz dejavnosti
- Vodi do **resne nevarnosti** za zdravje ljudi in/ali okolja,
- Takojšnje ali zakasnjene,
- Znotraj ali izven obrata

mrtvi,  
ranjeni,  
negativni  
vplivi na  
zdravje

# Kaj je večja nesreča?

(Direktiva 2012/18/EU, Člen 3.13)

Dogodek povezan z nevarno snovjo:

- Nastanek večjega izpusta, požara ali eksplozije
- Nenadzorovan dogodek iz dejavnosti
- Vodi do **resne nevarnosti** za zdravje ljudi in/ali okolja,
- Takojšnje ali zakasnjene,
- Znotraj ali izven obrata

mrtvi,  
ranjeni,  
negativni  
vplivi na  
zdravje

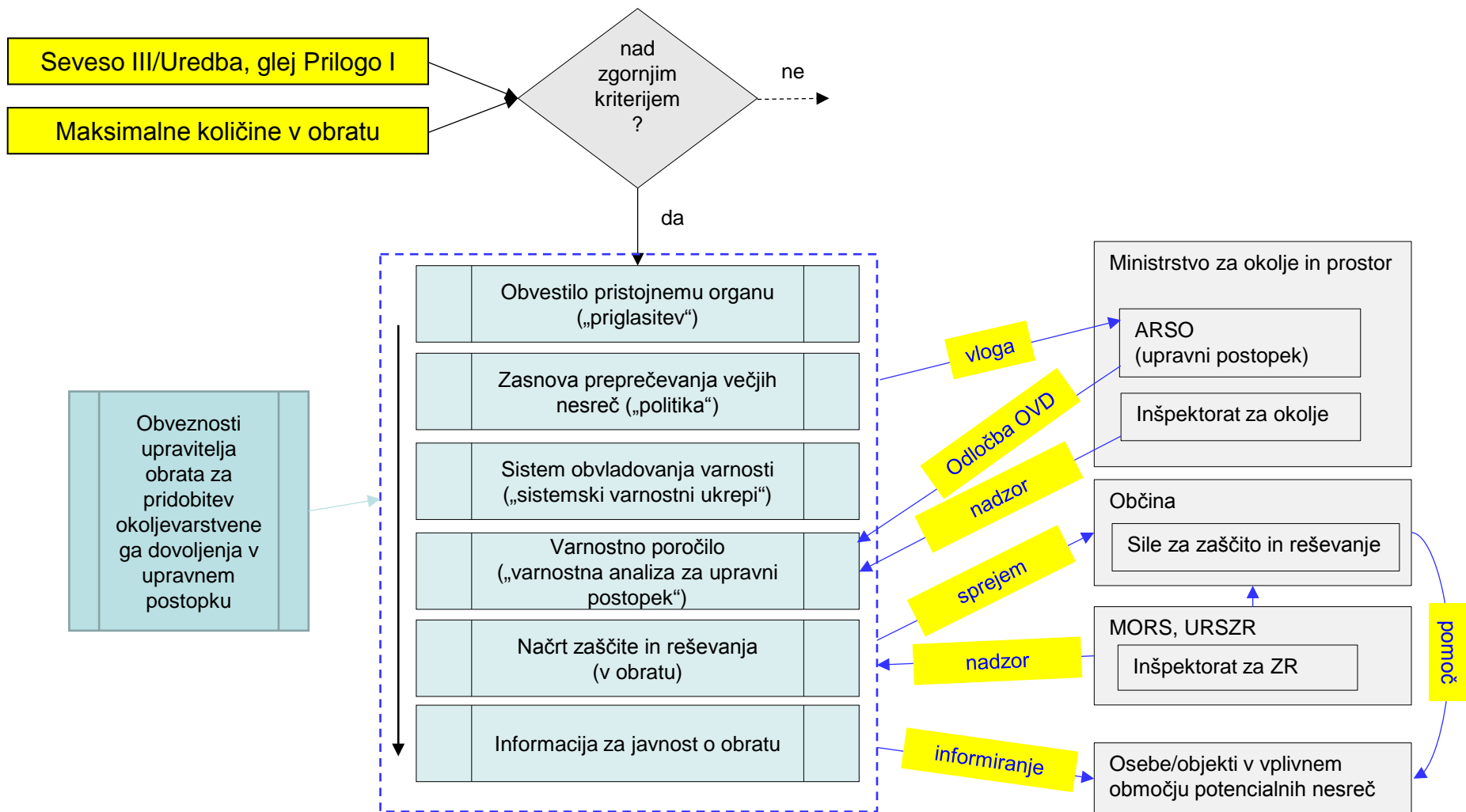
bistvena razlika napram nesrečam pri delu



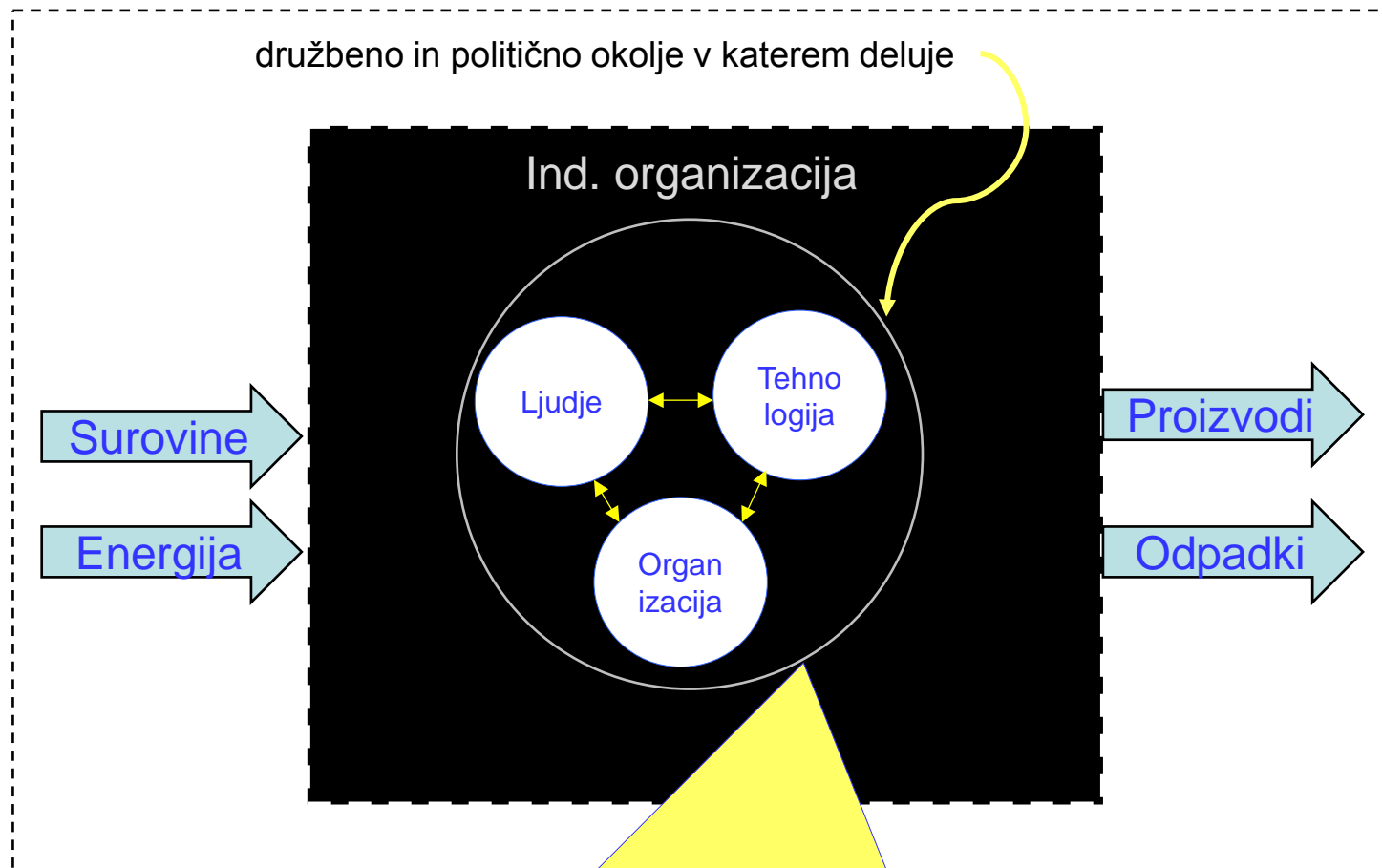
# Kriteriji večje nesreče?

- **Niso enolično definirani**, so pa podani kriteriji obveznega poročanja Evropski Komisiji (Direktiva/Uredba, priloga 5); izpolnjen vsaj eden od pogojev:
  1. količina v izpust vključene nevarne snovi je enaka ali večja od 5% količine za razvrstitev iz tretjega stolpca preglednice 1 ali preglednice 2 priloge 1 te uredbe,
  2. posledice za zdravje in premoženje ljudi:
    - smrt ene osebe,
    - najmanj šest oseb znotraj obrata poškodovanih in hospitaliziranih najmanj 24ur,
    - najmanj ena oseba zunaj obrata poškodovana in hospitalizirana najmanj 24 ur,
    - prebivališča zunaj obrata poškodovana in neuporabna,
    - evakuacija ali zadržanje oseb v notranjih prostorih za več kot dve uri, pri čemer je zmnožek števila oseb in števila ur evakuacije ali zadrževanja v notranjih prostorih enak ali večji od 500,
    - prekinjena oskrba s pitno vodo, elektriko, plinom ali telefonskimi storitvami za več kot dve uri, pri čemer je zmnožek števila tako prizadetih oseb in števila ur, kolikor traja prekinitev oskrbe, enak ali večji od 1000;
  3. posledice na okolju:
    - a) stalna ali dolgoročna škoda za kopenske habitate, ki obsega:
      - 0,5 ha ali več habitata, zaščitenega s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave;
      - 10 ha ali več širšega območja habitata, vključno s kmetijskimi zemljišči;
    - b) znatna ali dolgoročna škoda za habitate celinskih voda in morja, ki obsega:
      - 10 km ali več reke ali kanala;
      - 1 ha ali več jezera ali ribnika;
      - 2 ha ali več delte;
      - 2 ha ali več obale ali odprtega morja;
    - c) znatna škoda za vodonosnik ali podzemne vode v obsegu najmanj 1 ha.
  4. škoda na premoženju obrata v vrednosti najmanj 2 milijona eurov ali škoda na premoženju zunaj obrata v vrednosti najmanj 0,5 milijona eurov;
  5. čezmejne posledice, kadar večja nesreča v obratu povzroči škodljive posledice zunaj območja države obrata.

# Kaj pomeni biti „Seveso obrat“?

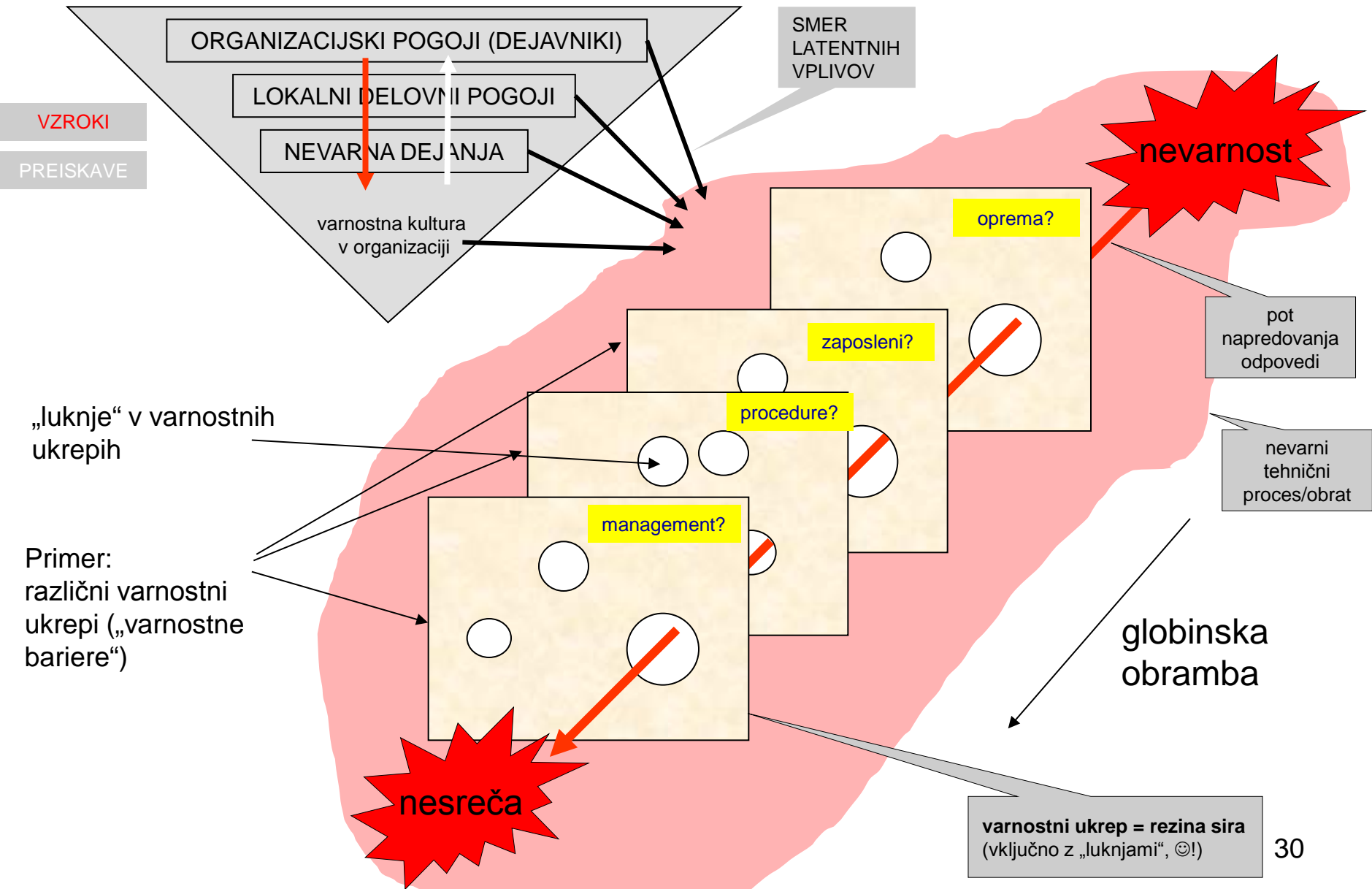


# Kaj počnejo v obratih?



Sistemi (varnega) vodenja organizacij – specifične industrijske smernice/priporočila, standardi, zakonodaja, dejanski odnos zaposlenih

# „Swiss cheese“ model nevarnosti, varnostnih ukrepov in nesreč (J. Reason, Managing the risks of organizational accidents, 1997)




# Kako dobro nam gre?

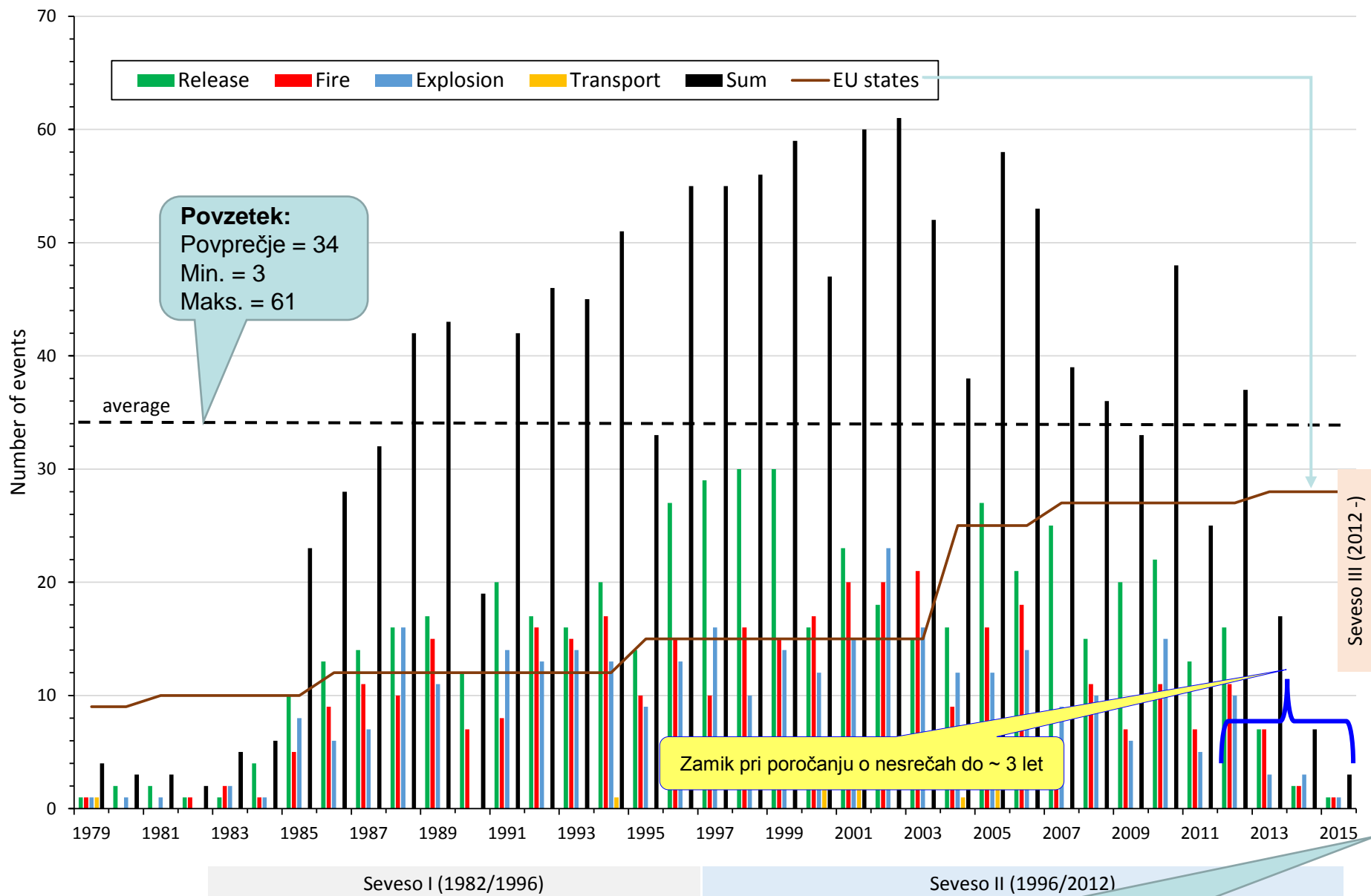
- Minilo je ~40 let od prvih „sodobnih“ opažanj večjih nesreč
- Cilj EU leta 1982: - 80 %
  - nekateri viri omenjajo – 20 % (2011÷2000; Boggs)
- Večje nesreče se še vedno dogajajo!
  - Tudi zelo podobne („enake“)!
- EK JRC MARS baza podatkov:
  - vsako leto se pripeti približno **30** večjih nesreč
  - časovni trend ni jasen (!)

# Kako dobro nam gre?

- Minilo je ~40 let od prvih „sodobnih“ opažanj večjih nesreč
- Cilj EU leta 1982: - 80 %
  - nekateri viri omenjajo – 20 % (2011÷2000; Boggs)
- Večje nesreče se še vedno dogajajo!
  - Tudi zelo podobne („enake“)!
- EK JRC MARS baza podatkov:
  - vsako leto se pripeti približno **30** večjih nesreč
  - časovni trend ni jasen (!)



Podatek iz 2005.  
Ali je danes kaj  
drugače?



Število manjših/večjih obratov s tveganje za okolje v celotni EU za posamezno leto ni na razpolago (!?).  
 Trenutno velja ocena da jih je med 10.000 in 11.000 (stanje konec leta 2016).

# Kakšen je časovni trend?

## Globalni trend?

- MARSH Report: The 100 Largest Losses 1974-2015, Large property damage losses in the hydrocarbon industry, 24th edition
  - Podaja njihovo porazdelitev po letih: vse, rafinerije, petrokemija, procesiranje plina, terminali & distribucija in črpanje
  - Izgube/škode v US \$ (2013)
  - Ni bilo „črnih labodov“ (le beli/sivi!)

<https://www.marsh.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/UK-en/100%20largest%20losses%201974%20to%202015-03-2016.pdf>



FIGURE 2: DISTRIBUTION OF 100 LARGEST LOSSES BY YEAR

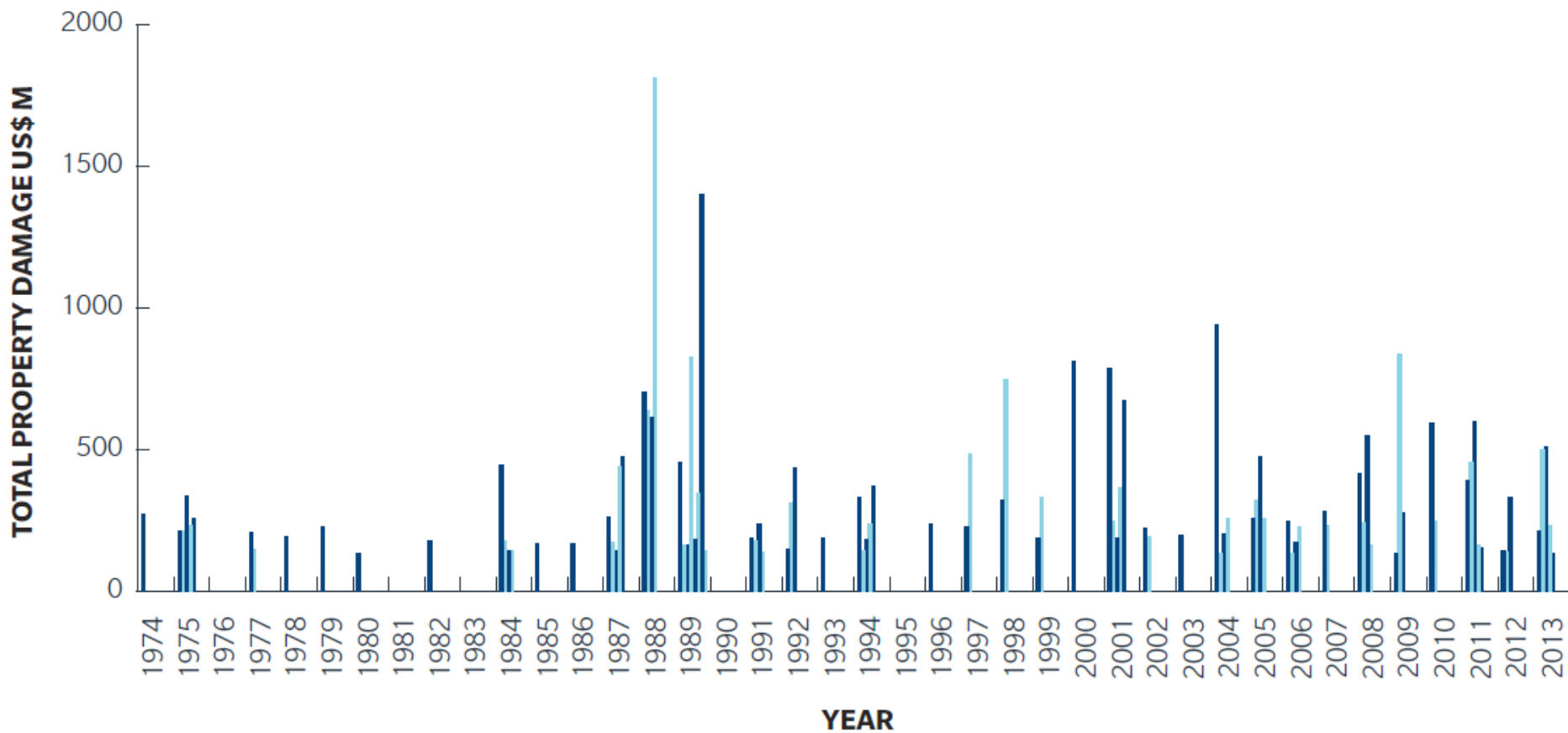


FIGURE 2: DISTRIBUTION OF 100 LARGEST LOSSES BY YEAR

FIGURE 3: REFINERY PROPERTY DAMAGE BY YEAR

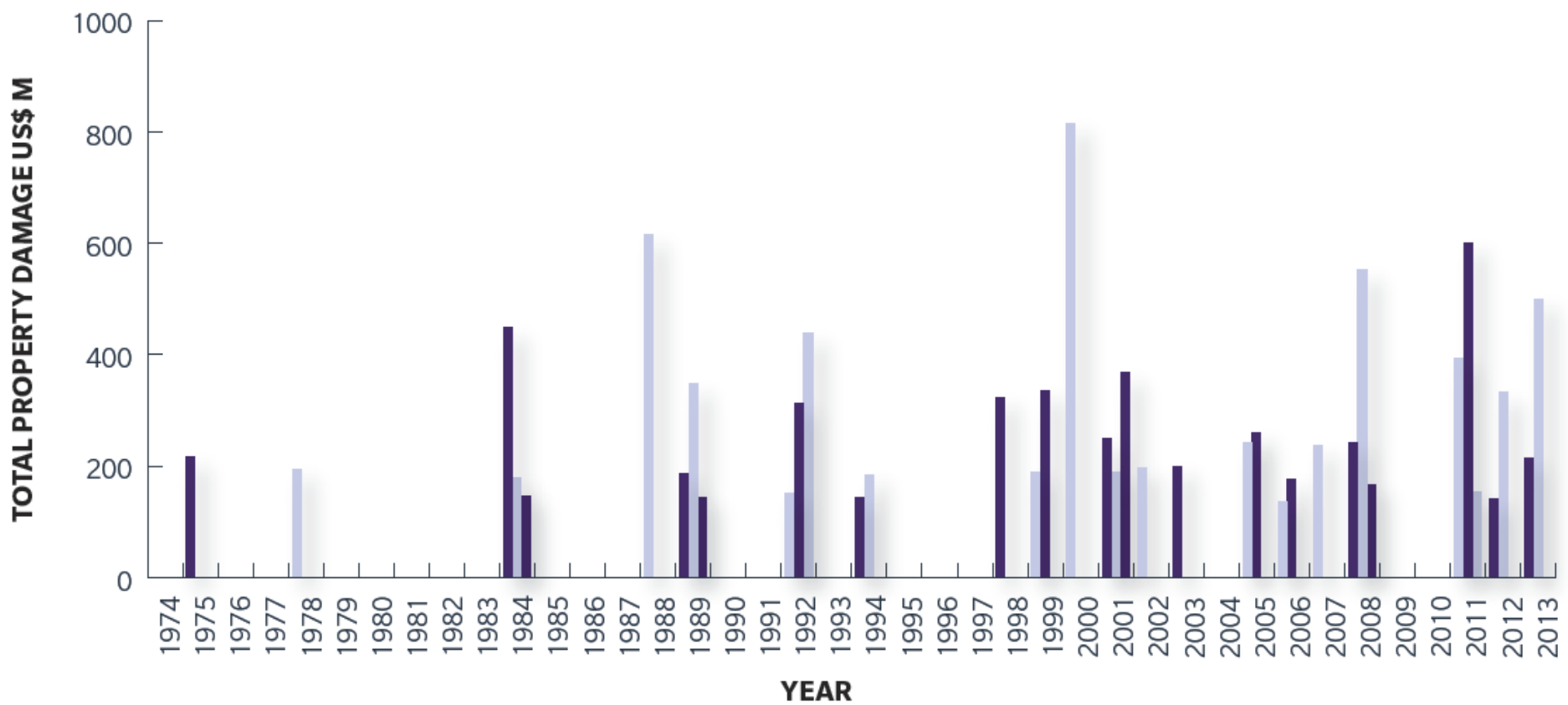


FIGURE 2: DISTRIBUTION OF 100 LARGEST LOSSES BY YEAR

FIGURE 3: REFINERY PROPERTY DAMAGE BY YEAR

FIGURE 4: PETROCHEMICAL PROPERTY DAMAGE BY YEAR

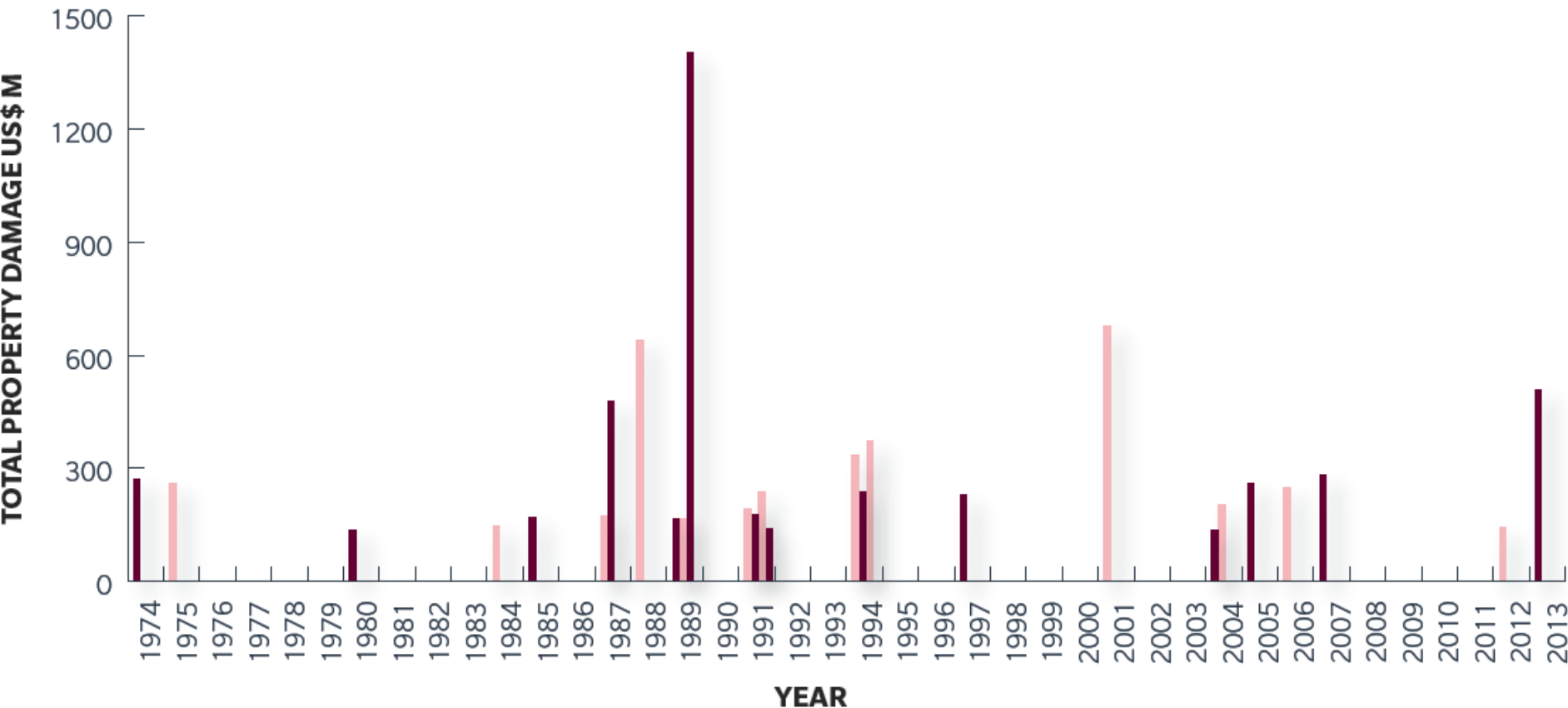


FIGURE 2: DISTRIBUTION OF 100 LARGEST LOSSES BY YEAR

---

FIGURE 3: REFINERY PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

FIGURE 4: PETROCHEMICAL PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

FIGURE 5: GAS PROCESSING PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

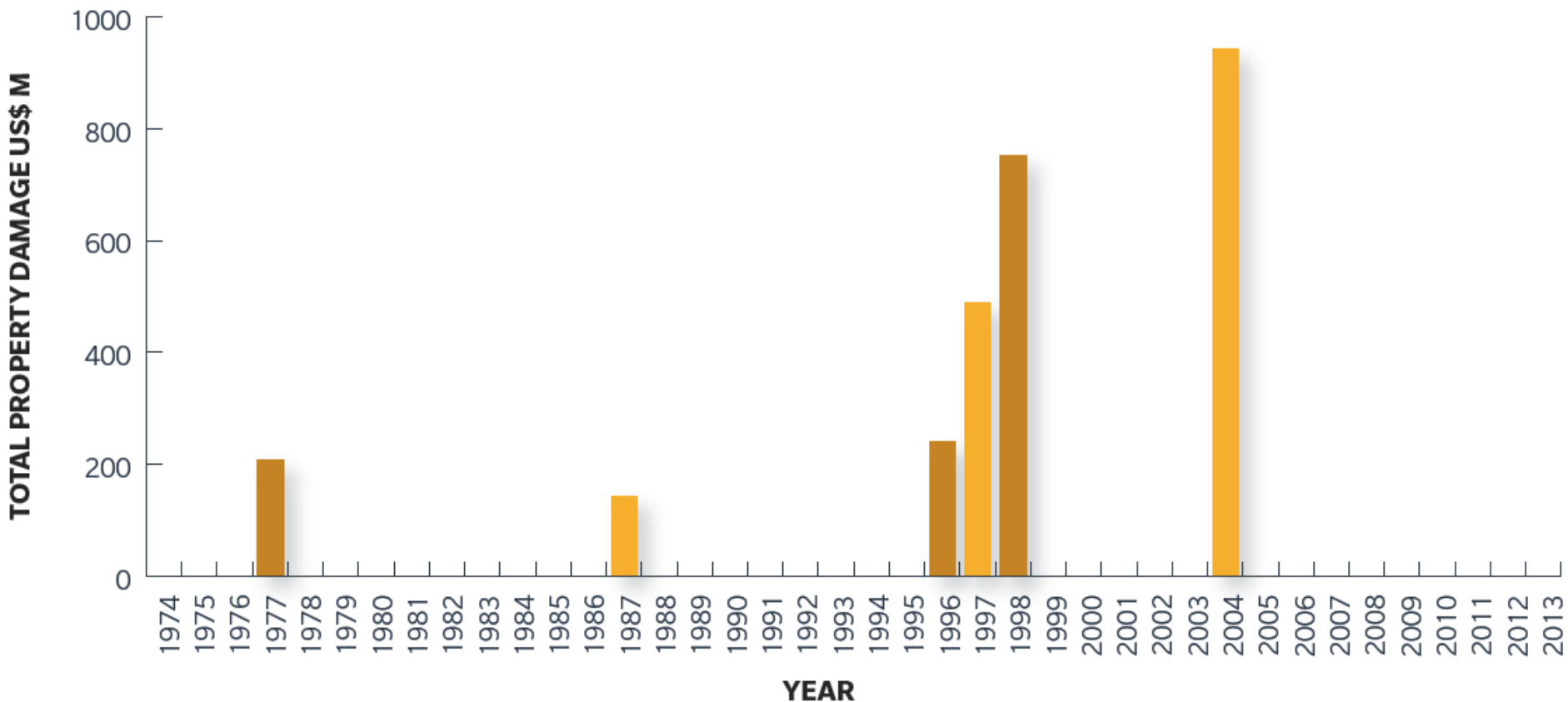


FIGURE 2: DISTRIBUTION OF 100 LARGEST LOSSES BY YEAR

---

FIGURE 3: REFINERY PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

FIGURE 4: PETROCHEMICAL PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

FIGURE 5: GAS PROCESSING PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

FIGURE 6: TERMINALS AND DISTRIBUTION PROPERTY DAMAGE BY YEAR

---

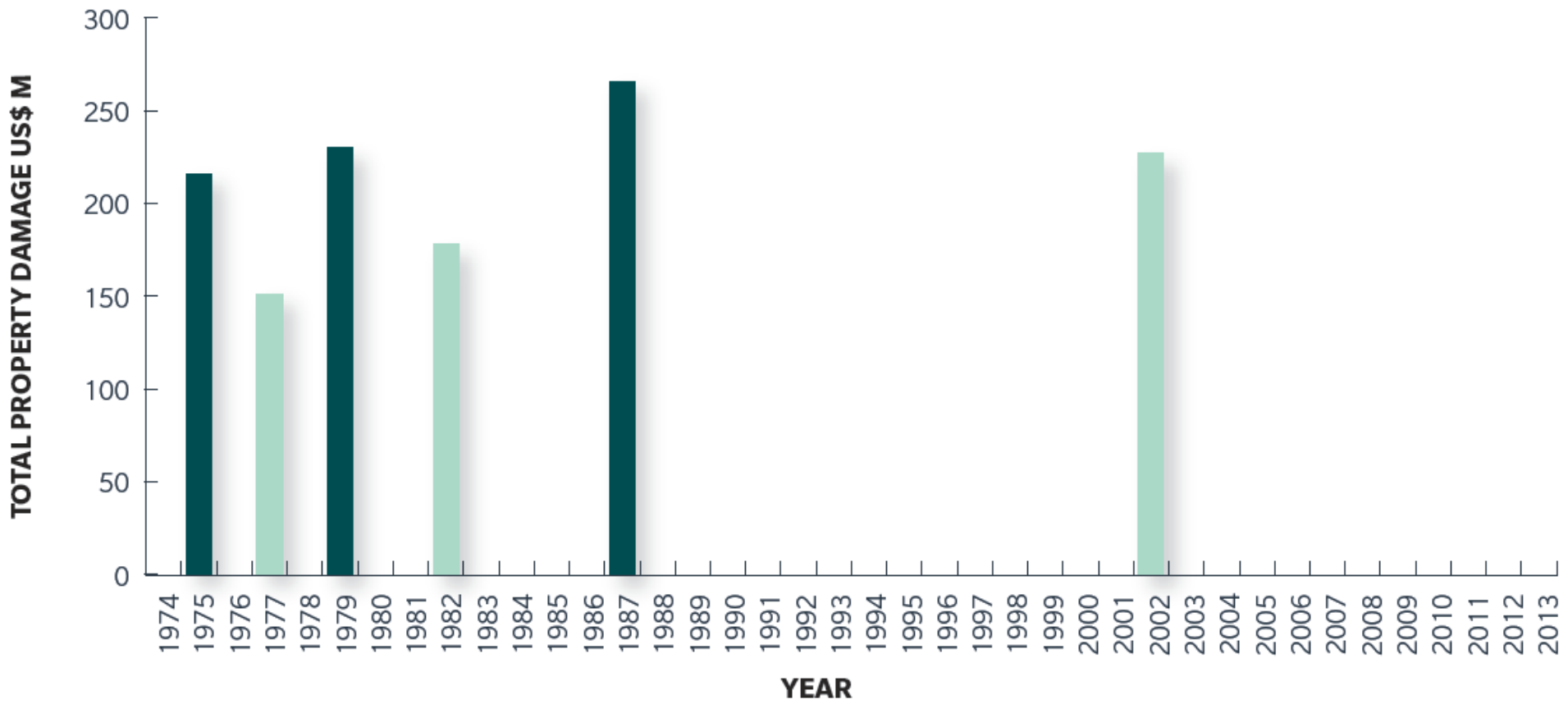


FIGURE 2: DISTRIBUTION OF 100 LARGEST LOSSES BY YEAR

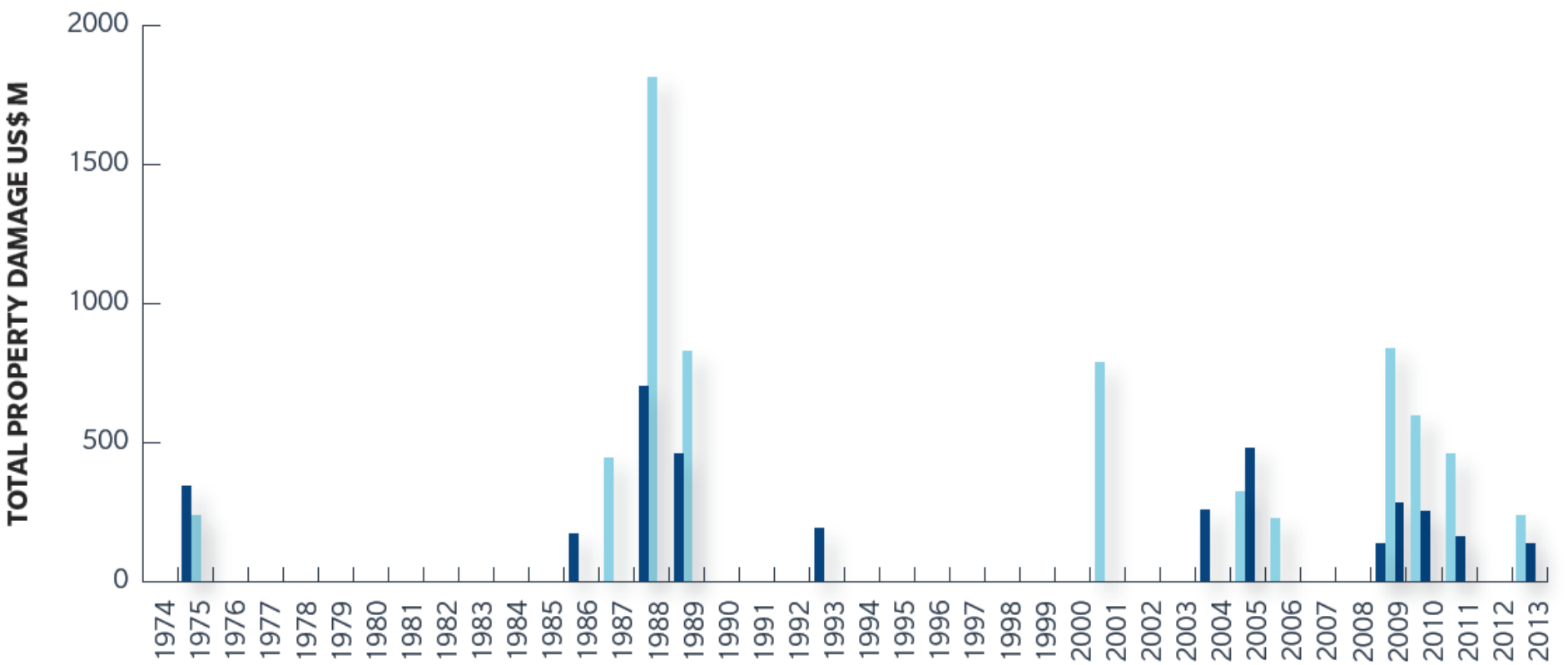
FIGURE 3: REFINERY PROPERTY DAMAGE BY YEAR

FIGURE 4: PETROCHEMICAL PROPERTY DAMAGE BY YEAR

FIGURE 5: GAS PROCESSING PROPERTY DAMAGE BY YEAR

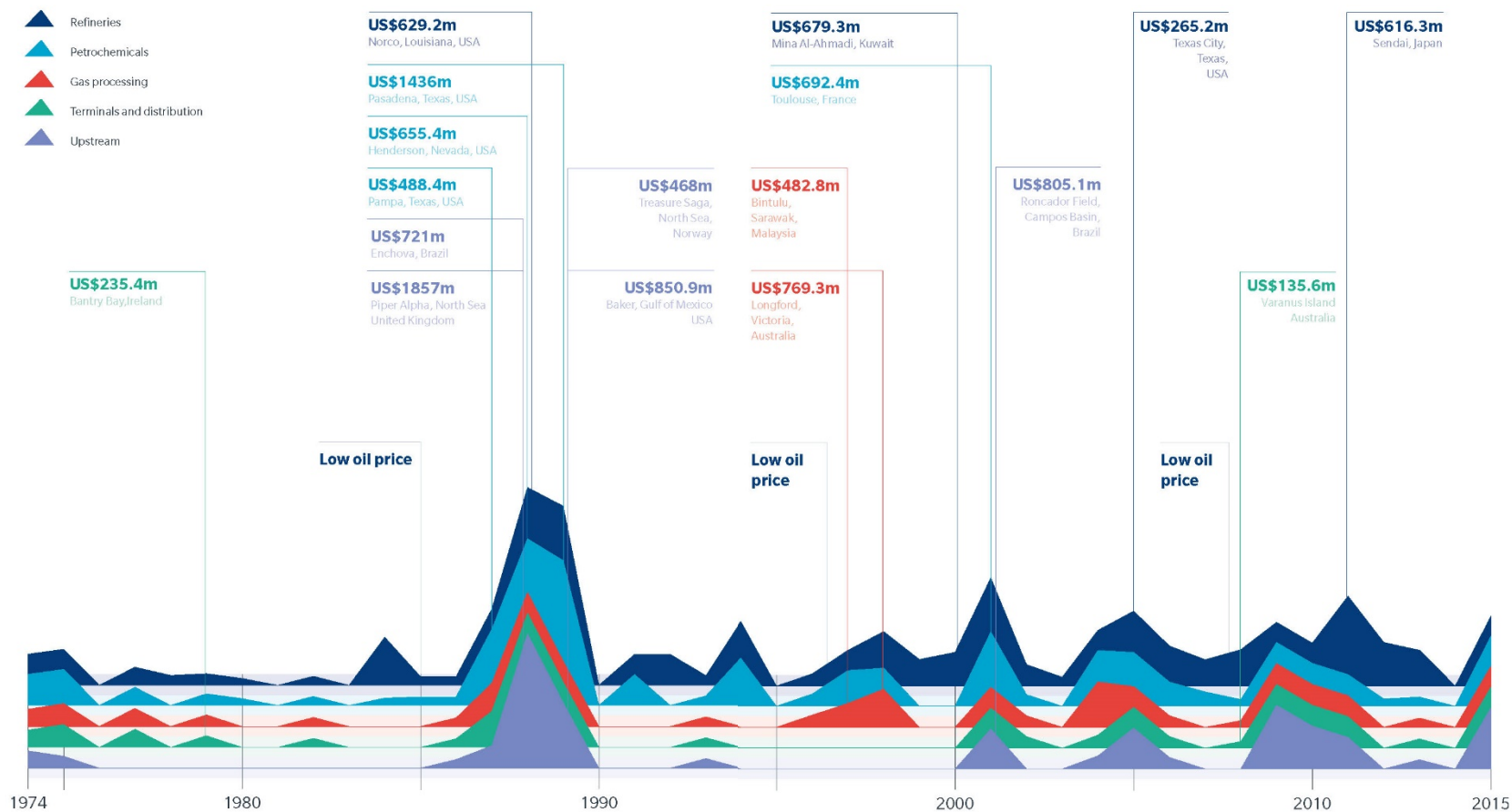
FIGURE 6: TERMINALS AND DISTRIBUTION PROPERTY DAMAGE BY YEAR

FIGURE 7: UPSTREAM PROPERTY DAMAGE BY YEAR



# Kaj vpliva na varnostne ukrepe?

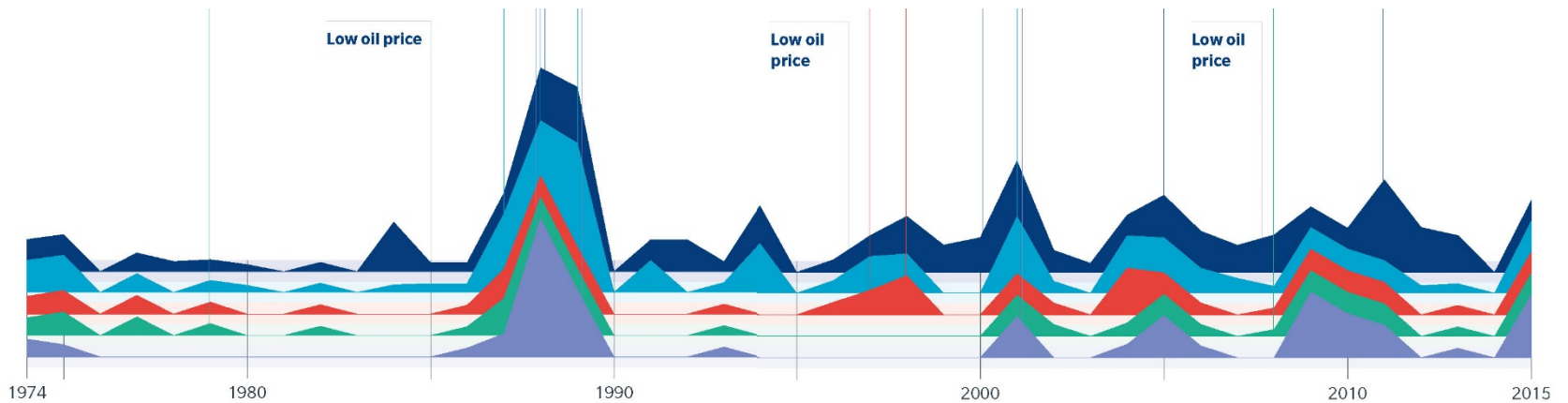
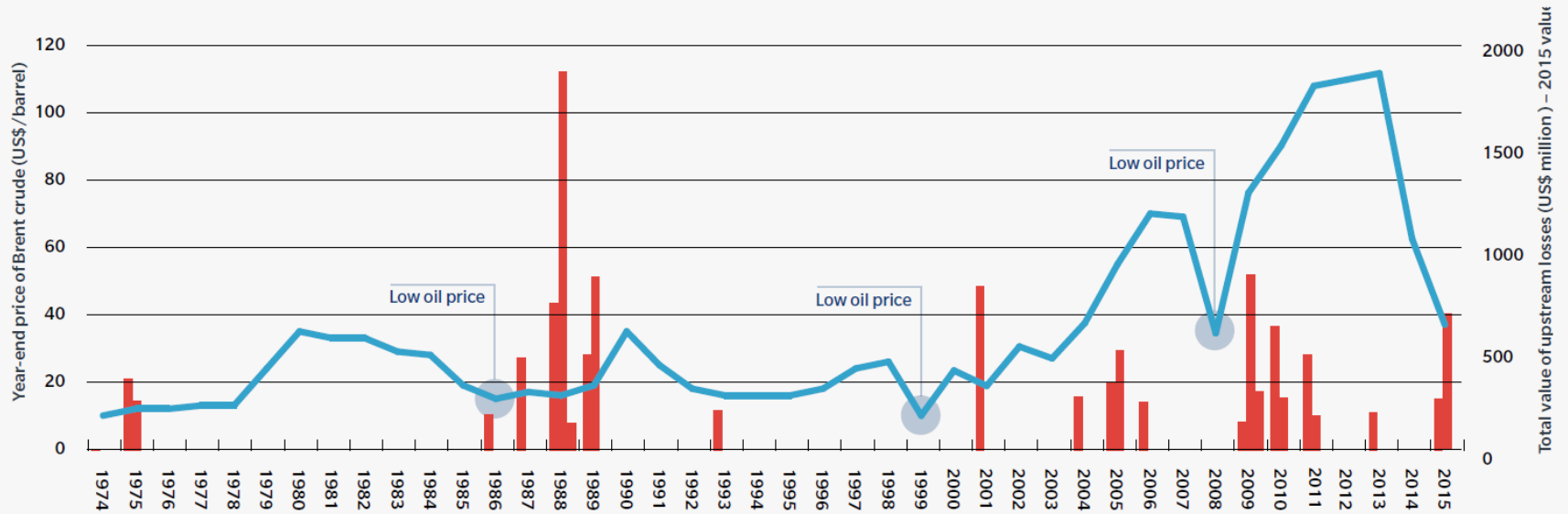
FIGURE 8 PROPERTY DAMAGE VALUE OF 100 LARGEST LOSSES BY SECTOR  
Source: Marsh Research



# Kaj vpliva na varnostne ukrepe?

FIGURE 1 CRUDE OIL PRICE VERSUS UPSTREAM LOSSES BY YEAR – 1974-2015

Source: Marsh Research

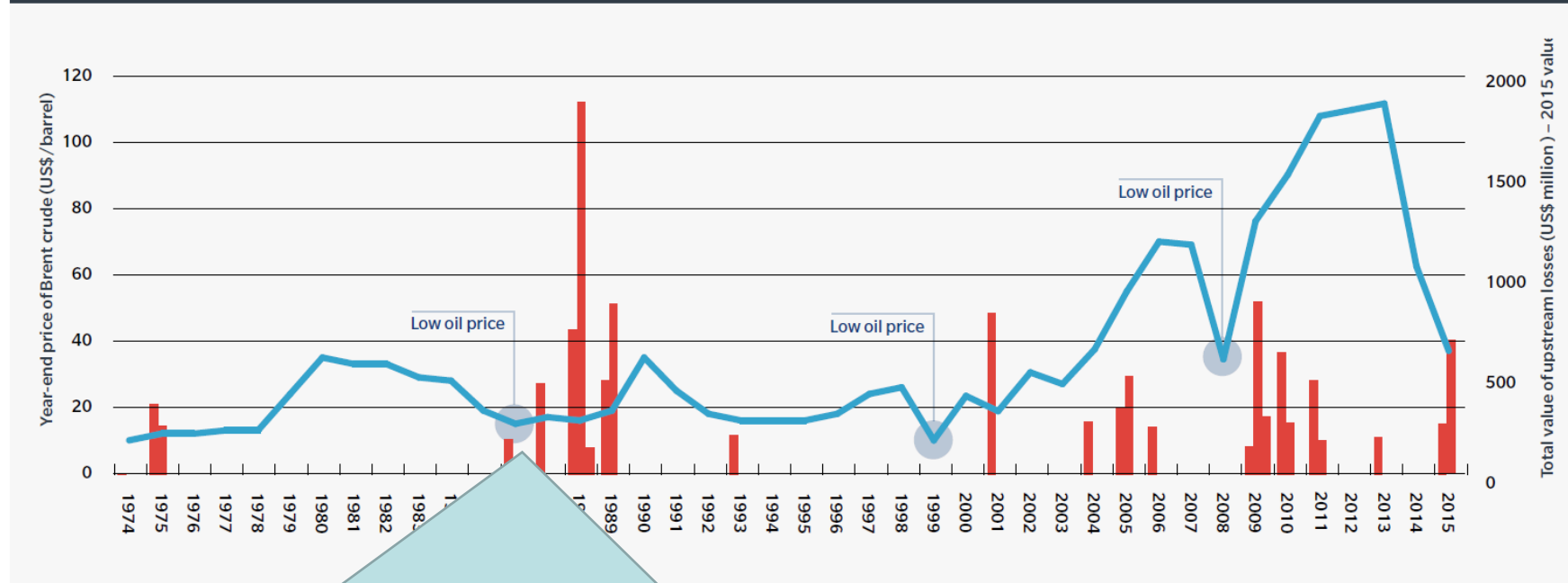




# Kaj vpliva na varnostne ukrepe?

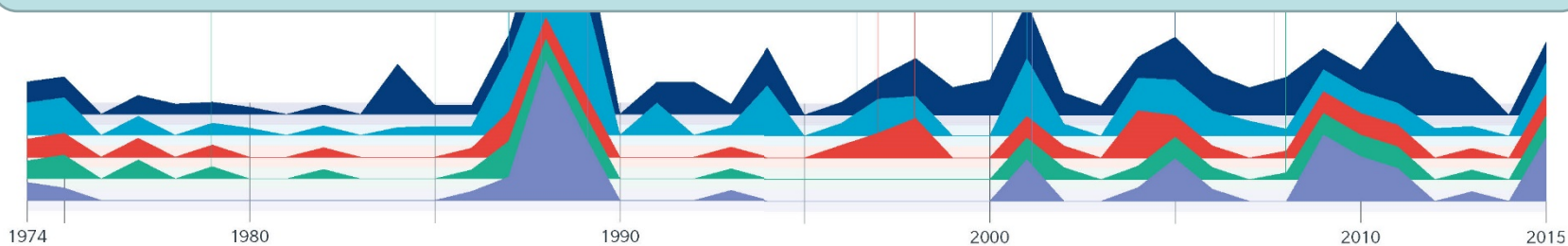
FIGURE 1 CRUDE OIL PRICE VERSUS UPSTREAM LOSSES BY YEAR – 1974-2015

Source: Marsh Research



Marshovo razmišljanje:

Nizka cena nafte → Nižji dobički → Manj sredstev za varnost → Zmanjšanje stroškov za investicije & pregledovanje in vzdrževanje na osnovi tveganj, manj zaposlenih + stalne nevarnosti → **povečane izgube (škode).**



# Zaključki – kam naprej?

- Procesna varnost zasluži da je samostojen vidik vodenja organizacije
  - ne zamenjati s klasičnim onesnaževanjem
- Ni znakov pomembnejšega zmanjšanja tveganja s časom (če sploh je?)
  - zagotoviti podatke o doseganju ciljev
  - potreben nov pristop (=prepričanje)

# Zaključki – kam naprej?

- Učinkovito učenje iz starih napak?
- Ali so varnostni ukrepi učinkoviti?
  - zakaj Varnostna poročila „**obležijo**“ v predalih?
  - ali družba učinkovito nadzira obrate?
- Posledice nesreč segajo bistveno dlje od štetja mrtvih in uničenega premoženja
  - stečaji
  - izgubljena proizvodnja (prekinitev poslovanja)
  - izguba ugleda (trg, investitorji)
  - kazni
  - ...

# Kaj pravi EK?



Poljanšek, K., Marín Ferrer, M., De Groeve, T., Clark, I., Faivre, N., Peter, D., Quevauviller, P., K., Boersma, K.E., Krausmann, E., Murray, V., Papadopoulos, G.A., Salamon, P., Simmons, D.C., Wilkinson, E., Casajus Valles, A., Doherty, B., Galliano, D., 2017.

## **Science for disaster risk management 2017: knowing better and losing less.**

Executive Summary. EUR 28034 EN, Publications

Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-69673-2, doi:10.2760/451402, JRC102482.

<http://drmkc.jrc.ec.europa.eu/knowledge/Challenges-Sharing>

and the risk of raising too many false alarms. Improvements in forecasting will be driven by the interaction and partnerships forged between different fields; for instance with droughts, cooperation between meteorological and hydrological services is necessary, while for epidemics, multidisciplinary working and information-sharing between health and other sectors such as animal health is fundamental to preventing their spread. Sensitive surveillance systems therefore form the backbone of risk management strategies. One of the global targets of the Sendai framework is to: 'Substantially increase the availability of and access to multi-hazard early warning systems and disaster risk information and assessments to people by 2030', which will help to reduce this uncertainty.

## Section IV Technological risk: chemical accidents, nuclear accidents, Natech

The last years set a record in the number of natural disasters accompanied by major damage to industrial facilities. These events demonstrated the potential for natural hazards, such as earthquakes, floods, storms, etc., to trigger fires, explosions and toxic or radioactive releases at installations that use or store hazardous substances. These so-called Natech accidents are a recurring but often overlooked feature in many natural-disaster situations. In addition, chemical and nuclear activities are an increasingly important source of risk due to more industrialization and urbanization.

Unfortunately, disaster risk reduction frameworks have not commonly addressed technological risks. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction recognizes the importance of technological hazards and promotes an all-hazards approach to disaster risk reduction. This includes hazardous situations arising from man-made activities due to human error, mechanical failure, and natural hazards.

*The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction recognizes the importance of technological hazards and promotes an all-hazards approach to disaster risk reduction.*

Chemical accidents continue to occur relatively frequently in industrialized and developing countries alike, which raises questions as to the adequacy of current risk-reduction efforts. The causes underlying chemical accidents in current times are largely assumed to be systemic. Most chemical accidents today are caused by violations of well-known principles for chemicals risk management which has led to insufficient control measures.

From the forensic analysis of chemical-accident reports a number of underlying causes have emerged, one or several of which can affect a chemical installation to create conditions conducive to disaster. These causes include:

- A lack of visibility due to a lack of published statistics on accident frequency and a reporting bias towards high-consequence accidents which are a mere fraction of the many smaller chemical accidents occurring each week.

- The challenge to manage across boundaries where chemical and mechanical engineers commonly assigned to chemicals risk management have little training in human or organizational factors.
- A failure to learn lessons from past accidents and near misses.
- Economic pressure and a trend towards optimization which can undermine risk management when decisions are made without due consideration of their impacts on safety risks.
- Failure to apply risk-management knowledge by both individuals and organizations due to a lack of awareness and education, or inattention to inherent safety.
- Insufficient risk communication and disconnection from risk management due to the globalization of hazardous industries, which places a distance between corporate leaders and the sites they manage.
- Outsourcing of critical expertise or distribution of limited expertise over many sites, making it less accessible when needed.
- Governments commonly do not proactively engage in managing chemical-accident risks until after a serious accident, and accident management is focused on emergency preparedness and response rather than prevention.
- Complacency in government and industry due to the wrong perception that chemical accidents are no longer a threat, thereby causing a decrease in resources for enforce-

K?

Poljanšek, K., Marín Ferrer, M., De Groeve, T., Clark, I., Faivre, N., Peter, D., Quevauviller, P., K., Boersma, K.E., Krausmann, E., Murray, V., Papadopoulos, G.A., Salamon, P., Simmons, D.C., Wilkinson, E., Casajus Valles, A., Doherty, B., Galliano, D., 2017.

**Science for disaster risk management 2017: knowing better and losing less.** Executive Summary. EUR 28034 EN, Publications

Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-69673-2, doi:10.2760/451402, JRC102482.

<http://drmkc.jrc.ec.europa.eu/knowledge/Challenges-Sharing>