

Praktisk bruk og erfaringer med bruk av retningslinjer for QRA

Sevesokonferansen 23.september 2026

Jorunn Cecilie Johannessen - TÜV Rheinland Safetec



- **Safetec – et heleid datterselskap av TÜV Rheinland**
- TÜV Rheinland
 - Uavhengig teknisk kontrollorgan, inspeksjons- og sertifiseringsselskap
 - Rådgivningstjenester innen sikkerhet, risikostyring, regelverksetterlevelse og teknologikvalifisering.
 - ~ 25 000 ansatte, 500 lokasjoner / 50 land
- Safetec
 - Inngår i TÜV Rheinlands rådgivingsvirksomhet
 - Dekker et bredt spekter av tjenester innen risiko- og sikkerhetsstyring, miljø, arbeidsmiljø, HF, optimalisering, mv.
 - For alle energibransjer, samferdsel, maritim industri, landbasert virksomhet og offentlig sektor.

Endringer i forskrift om håndtering av farlig stoff – fra 01.01.2027

§ 14. Risikovurdering og risikoreducerende tiltak

Eier eller bruker av utstyr og anlegg som benyttes ved håndtering av farlig stoff og virksomheter som håndterer farlig stoff skal sørge for at risikoen er redusert til et nivå som med rimelighet kan oppnås. Sikkerhetshensyn skal være integrert i alle virksomhetens faser, herunder prosjektering, etablering, drift og avvikling.

Virksomheten skal kartlegge farer og problemer med hensyn på håndtering av farlig stoff og på denne bakgrunn vurdere risiko. Vurderingen skal inkludere interne og eksterne forhold samt uønskede tilsiktede handlinger. Vurderingen skal gjennomgås regelmessig og om nødvendig oppdateres, og i tillegg alltid oppdateres ved endringer som påvirker risikoen ved anlegget.

På bakgrunn av vurderingen skal det utarbeides planer og gjennomføres tiltak for å redusere risikoen til et akseptabelt nivå.

§ 14 nytt fjerde ledd skal lyde:

Virksomheter som omfattes av forskrift 3. juni 2016 nr. 569 om tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer (storulykkeforskriften) skal i tillegg beregne og presentere virksomhetens risiko på omgivelsene i form av risikokonturer. Dersom virksomhetens risikokonturer er overlappende med risikokonturer fra andre storulykkevirksomheter, skal det utarbeides felles risikokonturer.

§ 14 nytt femte ledd skal lyde:

Virksomheter som er pliktig til å utarbeide risikokonturer, skal på forespørsel legge disse frem for kommunen.

Bakgrunn for kravet

- Sevesodirektivet artikkel 13 – Land Use Planning
 - Ta hensyn til storulykkerisiko i arealplanleggingen

Article 13

Land-use planning

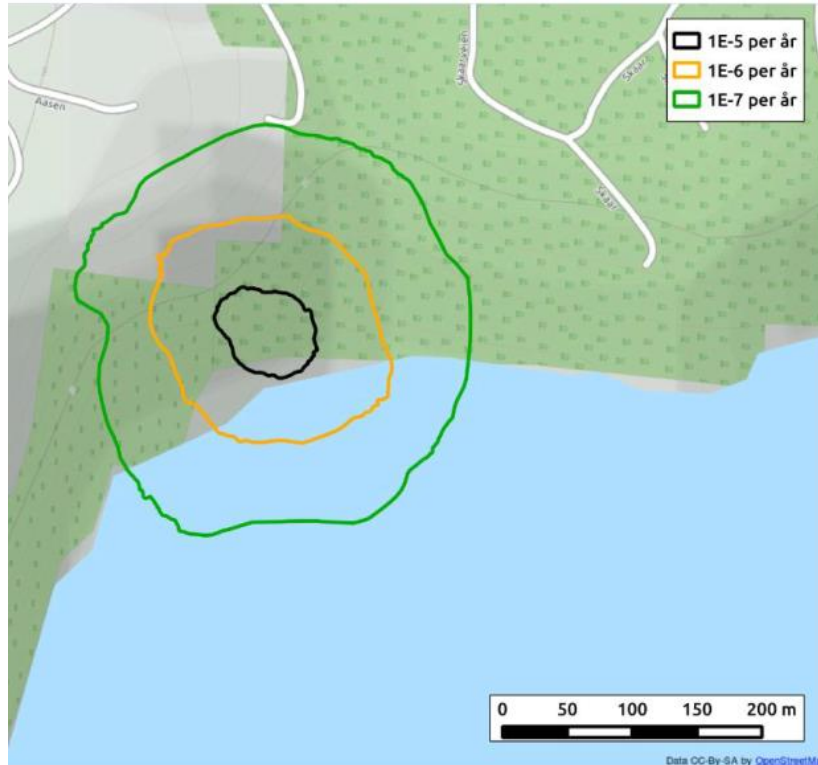
1. Member States shall ensure that the objectives of preventing major accidents and limiting the consequences of such accidents for human health and the environment are taken into account in their land-use policies or other relevant policies. '

Forskrift om farlig stoff § 16

§ 16. Arealmessige begrensninger

Det skal opprettes arealmessige begrensninger rundt utstyr og anlegg der dette er nødvendig etter § 14 for å sikre omgivelsene på en tilfredsstillende måte.

Presentere virksomhetens risiko på omgivelsene i form av risikokonturer



Risikokonturene viser geografisk fordeling av individuell risiko.

Dvs. hvor sannsynlig det er at en hendelse er i stand til å forårsake død på et gitt sted, uavhengig av om det faktisk befinner seg personer på det aktuelle stedet.



Hvordan fremkommer konturene:

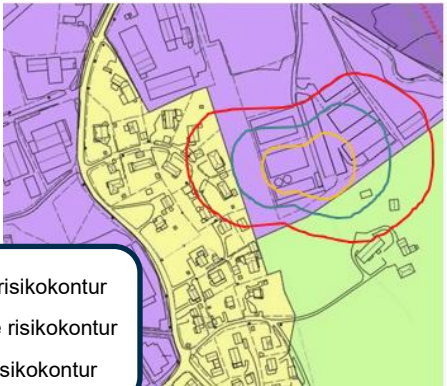
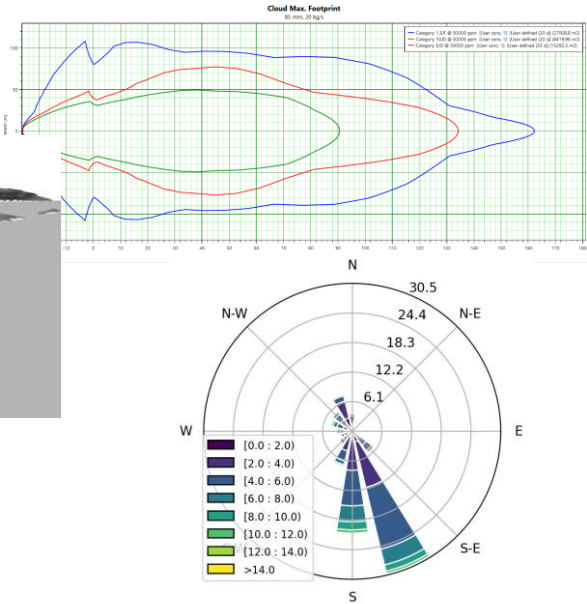
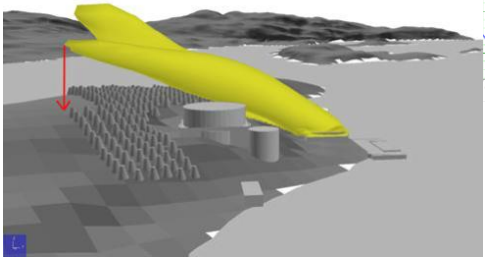
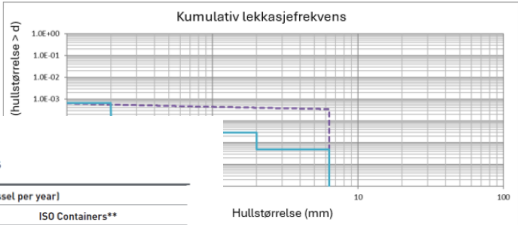
- **Identifiser hendelser**
 - Lekkasje fra tanker, rør og utstyr, lasteoperasjoner osv.
 - Hvilke hendelser kan føre til brann, eksplosjon eller giftig eksponering
 - **Frekvensberegning**
 - Hvor ofte forventes en lekkasje å skje?
 - Hvor ofte forventes den å antenne?
 - **Konsekvensvurdering (utstrekning til gitte fatalitetskriterier)**
 - Hvor langt sprer gasskyen seg?
 - Hvor langt når varmestråling fra brann?
 - Hvor stort område kan eksponeres for eksplosjonstrykk?
 - Kombinerer konsekvens/fareavstand for scenarioene med tilhørende frekvens.
 - Summerer bidrag fra alle scenarioer
- ➡ Risikokonturer

Item FR 1.1.3 Pressure Vessels

ITEM FAILURE RATES		
Type of release	Failure rate (per vessel year)	Notes
Catastrophic	6×10^{-6}	Upper failures
Catastrophic	4×10^{-6}	
Catastrophic	2×10^{-6}	
50 mm diameter hole	5×10^{-6}	
25 mm diameter hole	5×10^{-6}	
13 mm diameter hole	1×10^{-5}	
6 mm diameter hole	4×10^{-5}	

Table 2.3: Summary of Pressure Vessel Release Frequencies

Failure Mode	Release Frequency (per vessel per year)		
	Storage Vessels*	Small Cylinders	ISO Containers**
1 to 3 mm Hole	1.3×10^{-4}	N/A	N/A
3 to 10 mm Hole	6.9×10^{-4}	1.0×10^{-3}	3.0×10^{-4}
10 to 50 mm Hole	3.7×10^{-4}	N/A	1.2×10^{-4}
50 to 150 mm Hole	1.0×10^{-4}	N/A	N/A
Catastrophic Failure	9.5×10^{-7}	1.0×10^{-4}	4.0×10^{-4} , no pressure relief 3.0×10^{-4} , with pressure relief



Akseptkriterier



dsb
Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

TEMA

13

**SIKKERHETEN RUNDT ANLEGG
SOM HÅNDTERER BRANNFARLIGE,
REAKSJONSFARLIGE, TRYKKSATTE OG
EKSPLOSJONSFARLIGE STOFFER**

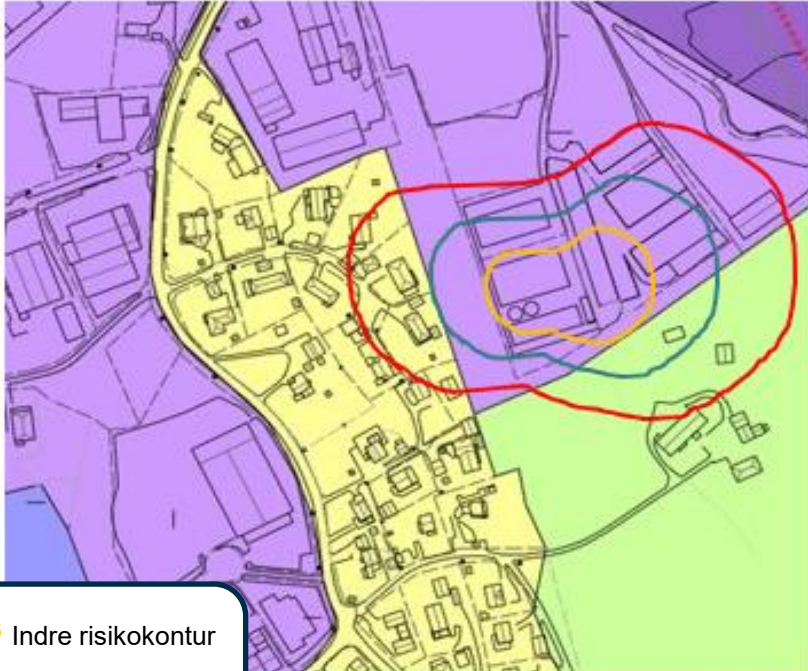
Kriterier for akseptabel risiko

Hensynssone	Hensynssonene for Farlig stoff-anlegg går ut:	Bestemmelser for hensynssonene (objekter og aktiviteter akseptert i sonen)
Indre sone	Til risikokontur 10^{-5}	Dette er i utgangspunktet virksomhetens eget område. I tillegg kan for eksempel LNF-område inngå i indre sone. Kun kortvarig forbipassering for tredjeperson (turveier etc.).
Midtre sone	Til risikokontur 10^{-6}	Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet kan også ligge her. I denne sonen skal det ikke være overnatting eller boliger. Spredt boligbebyggelse kan aksepteres i enkelte tilfeller.
Ytre sone	Til risikokontur 10^{-7}	Områder regulert for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen kan inngå i ytre sone, herunder butikker og mindre overnattingssteder.
Utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	Skoler, barnehager, sykehjem, sykehus og lignende institusjoner, kjøpesenter, hoteller eller store publikumsarenaer må plasseres utenfor ytre sone.

Hensynssoner i arealplaner

Fra risikokontur

til hensynssone



Ivareta arealmessige begrensninger

For å sikre at risiko for omgivelsene vil være akseptabel også fremover, må risikokonturene fastsettes som **hensynssoner** i arealplanen (etter plan- og bygningsloven).

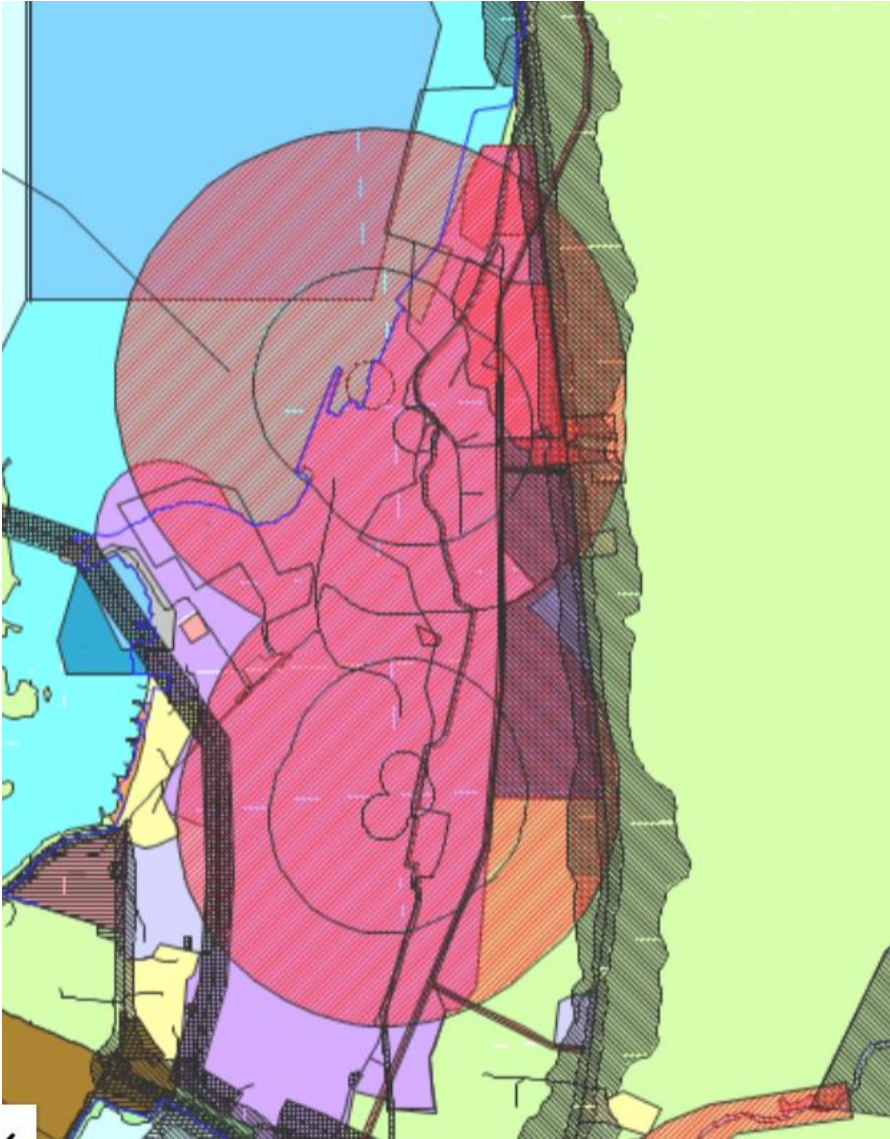
Erfaringer med bruk av retningslinjen

Hva retningslinjene gir:



- Felles rammeverk
 - Forutsigbarhet for virksomhet, myndighet og konsulent.
- Likhet
 - Akseptkriterier
 - Tålegrenser (fatalitetskriterier)
 - Følge felles prinsipper.
- Viser til databaser for lekkasjefrekvenser og tennsannsynlighetsmodeller som skal anvendes
- Gir føringer for konsekvensmodellering

Hva retningslinjene gir:



- Ensartet presentasjon av tredjepartsrisiko
- Gjør risikoen geografisk synlig (risikokonturer)
- Kan enkelt kobles til hensynssoner og arealbruk

Jakten på det riktige tallet

$P_{ign} = \min(1.0, 0.55 \dot{m}^{0.87}, 0.267 \dot{m}^{0.52})$
 $P_{forsinket} = \min(1 - P_{(tidlig)}, 0.0126 V^{0.58}, 0.018 V^{0.35})$
 $4\% < H_2 < 74\%$
 $P_{temning} = 1.0$
 $P_r = -12.8 + 2.56 \ln(D)$
 $D = t q^{4/3}$
 $P_r = -36.38 + 2.56 \ln(t q^{4/3})$
 $D(x) = 1 - \frac{1}{1 + RV} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$
 $RV = \frac{t_{maks}}{t_{opp}}$
 $\dot{m}$
 RV
 $V^{0.58}$
 $\sum_{i=1}^N A_i$
 $\frac{1}{1 + RV}$
 $0.0126 V^{0.58}$
 $0.018 V^{0.35}$
 A_i
 $\ln(D)$
 $t q^{4/3}$
 $T_{overhetet} \approx 0.89 T_{kritisk}$
 $40 \text{ kPa} = 0.4 \text{ bar(g)}$
 $\sum_{i=1}^N A_i$
 D
 V
 $T_{kritisk}$
 $P_r = -12.8 + 2.56 \ln(D)$
 $P_{temning} = 1.0$
 $P_{forsinket} = \min(1 - P_{(tidlig)}, 0.0126 V^{0.58}, 0.018 V^{0.35})$

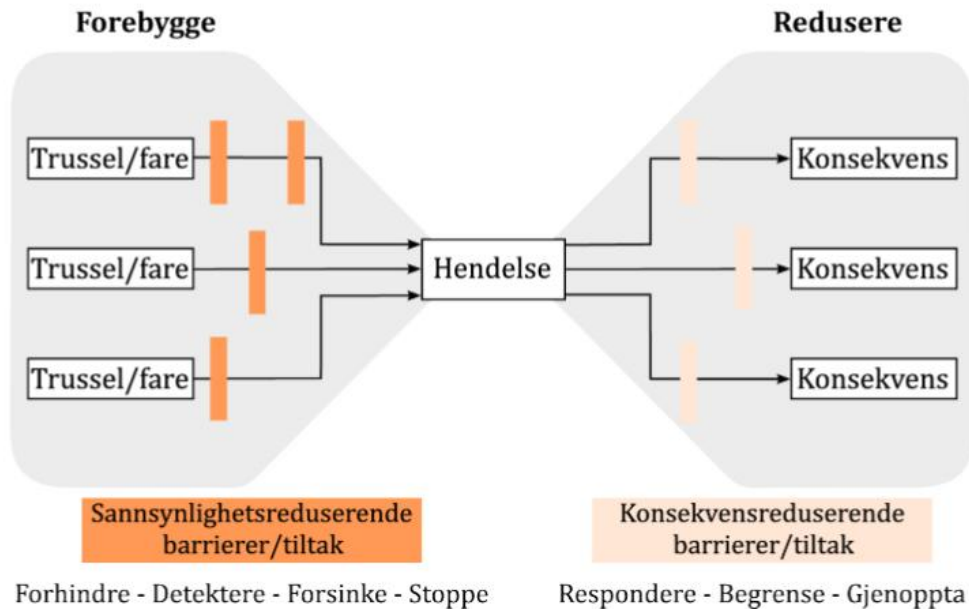
- Mange valgmuligheter
- Utfordrende å oppnå hensikten:
 - *redusere tilfeldige variasjoner som følge av datagrunnlag og metode*
- Ambisjon om å dekke «alle mulige hendelser»
- Legger opp til omfattende og detaljerte analyser
 - Teoretisk tilnærming, fokus på det regnetekniske

Effekt av barrierer

Fra retningslinjen:

En av risikoanalysens viktigste formål er å identifisere effektive barrierer, både forebyggende og beredskapsmessige.

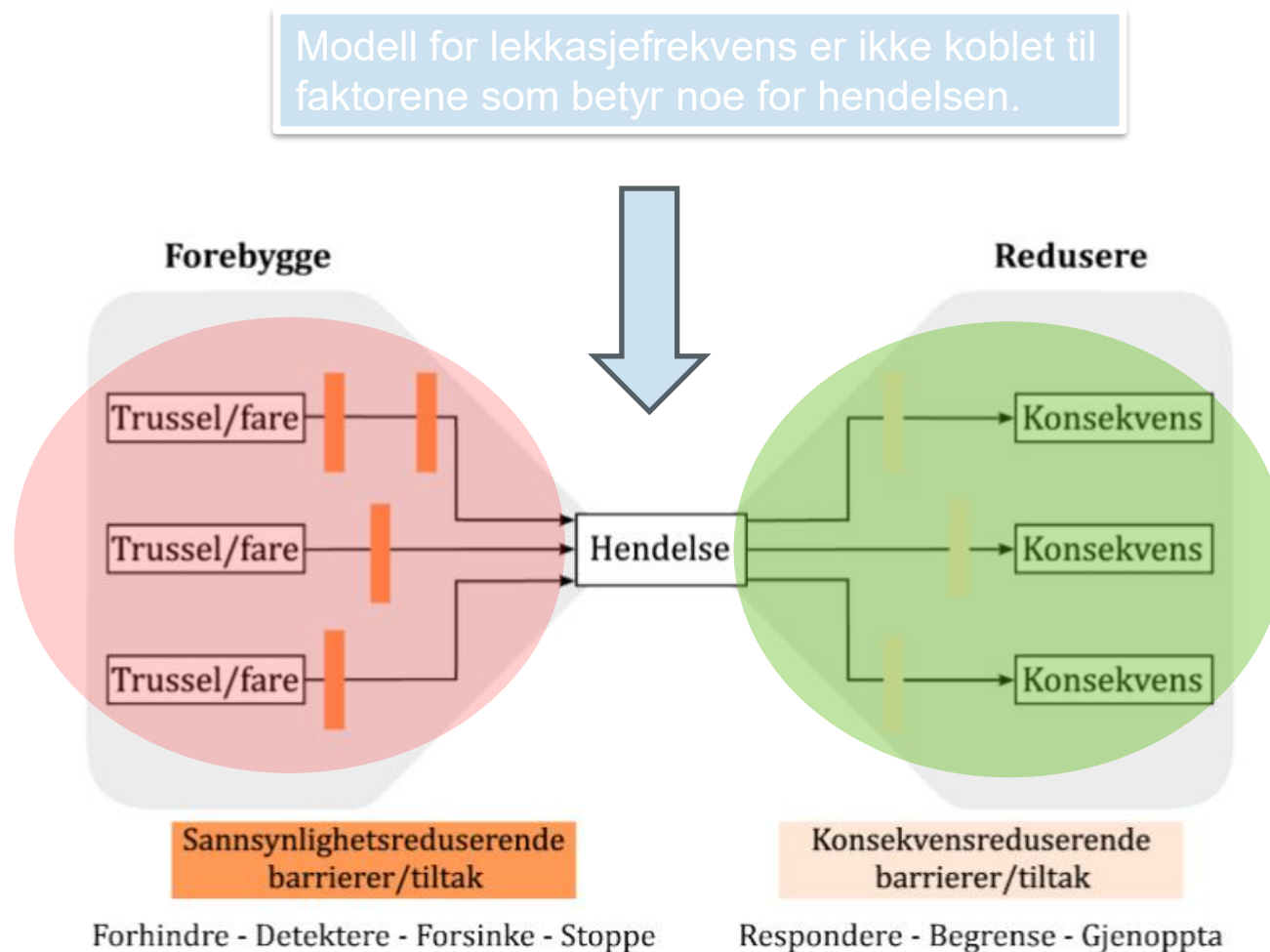
For å få til dette på en hensiktsmessig måte er det viktig at alle typer av utløsende og medvirkende hendelser er tilstrekkelig identifisert.



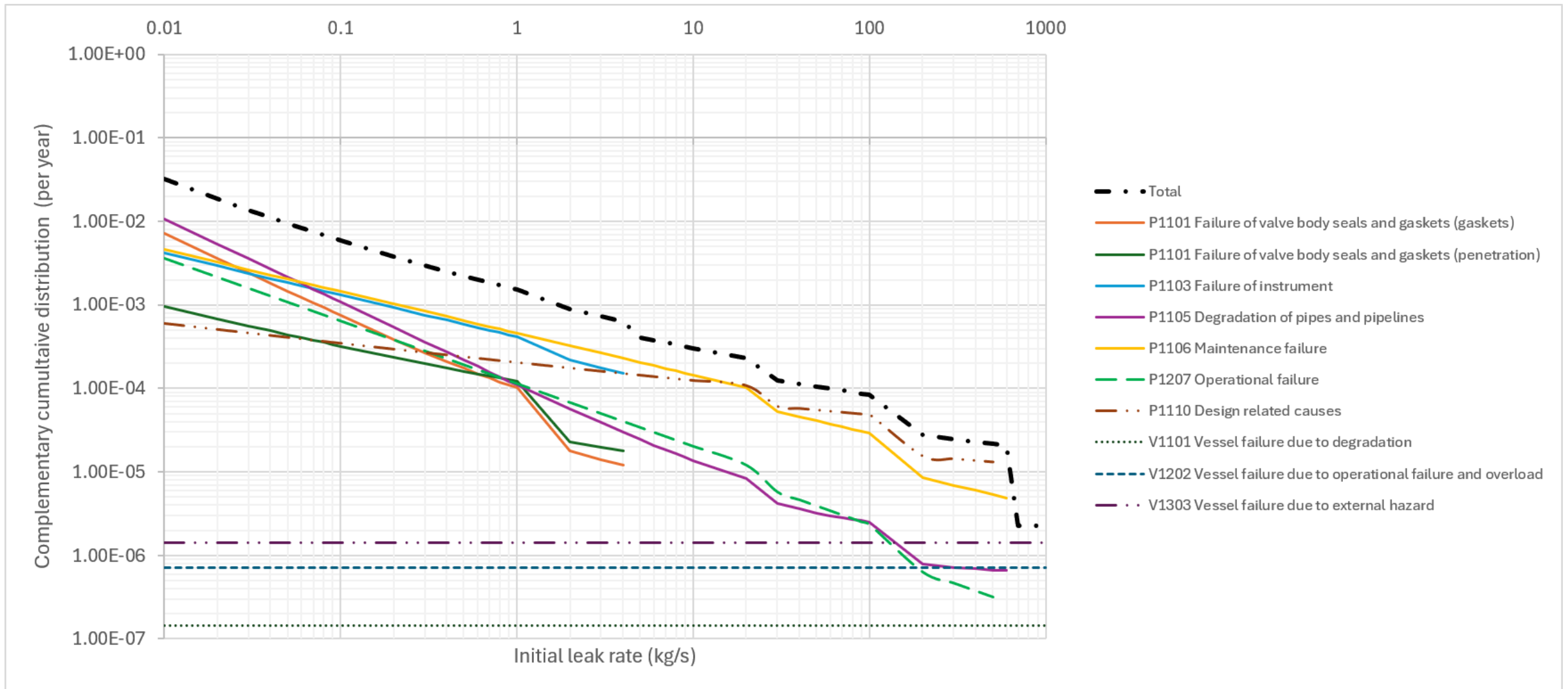
- Svært lave akseptkriterier – værste fallshendelser som analyseres.
 - Lekkasje fra tank (store volum) uten mulighet til nedstegning er ofte risikodriverne.
- Metoden og prinsippene påvirker resultatene i stor grad:
 - Antennelse utenfor gjedet med sannsynlighet = 1

Effekt av barrierer

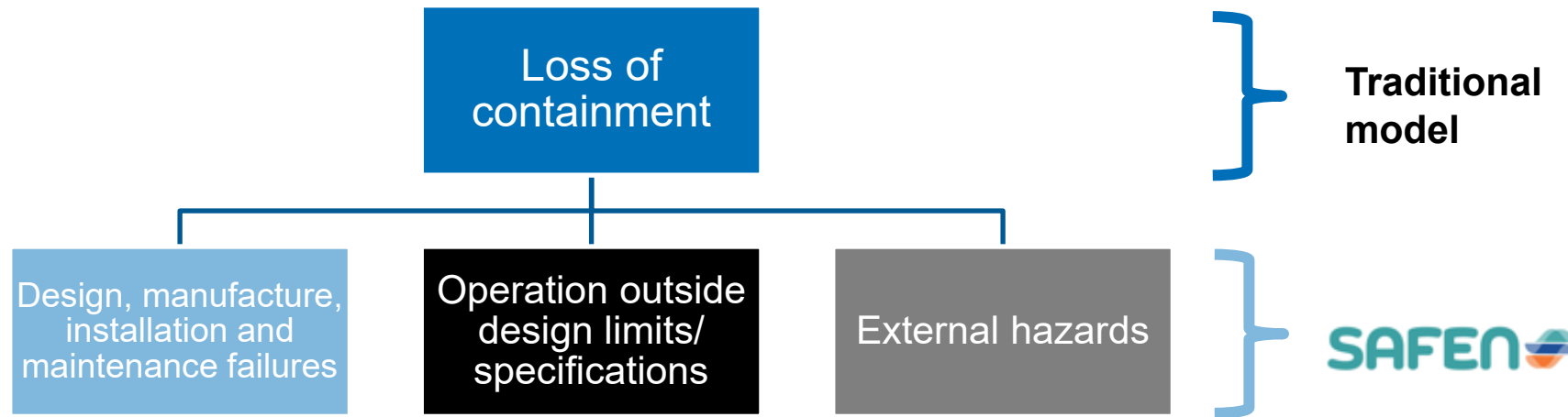
- Gjennom fareidentifikasjonen (HAZID) avdekkes uønskede hendelser med forebyggende og konsekvensreduserende tiltak, både tekniske og organisatoriske.
 - Vurderingen av lekkasjefrekvenser og tennsannsynlighet gjøres likevel uavhengig av (forebyggende) tiltak som skal implementeres.
 - Konsekvensene er imidlertid mer styrt av anleggsdesign
 - inndeling i segmenter/fysiske barrierer/ oppsamlingsbasseng osv, (kan kreve 3D modeller for å dokumentere effekt).
- Vanskelig å synliggjøre effekt av barrierer i analysen.
- Samtidig er QRAen «den» risikoanalysen
 - viet størst oppmerksomhet, bl.a. gjennom samtykkebehandlingen.

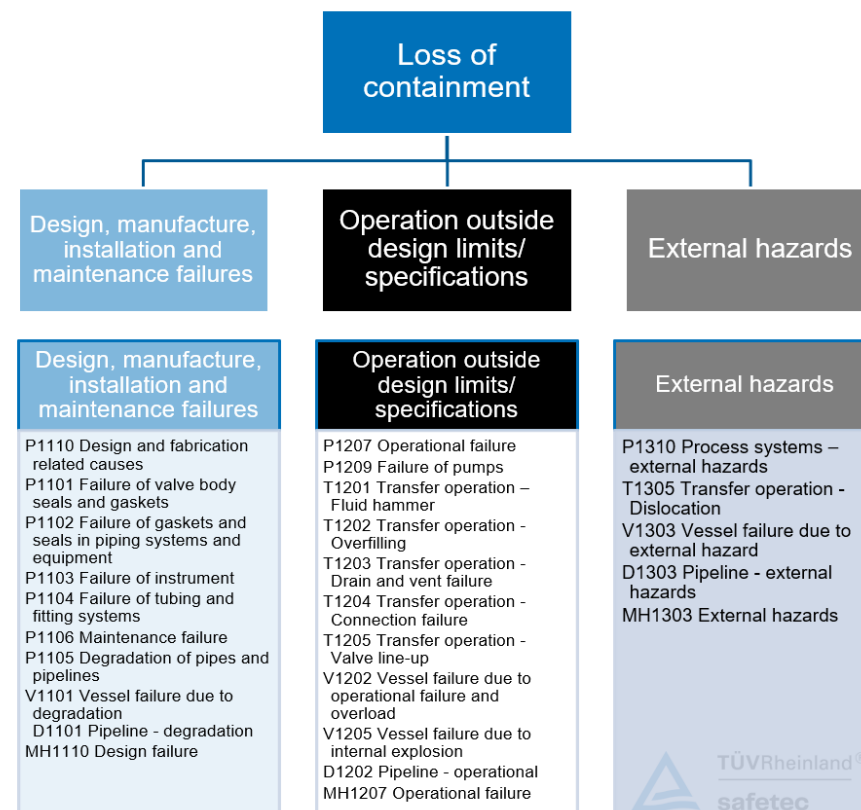
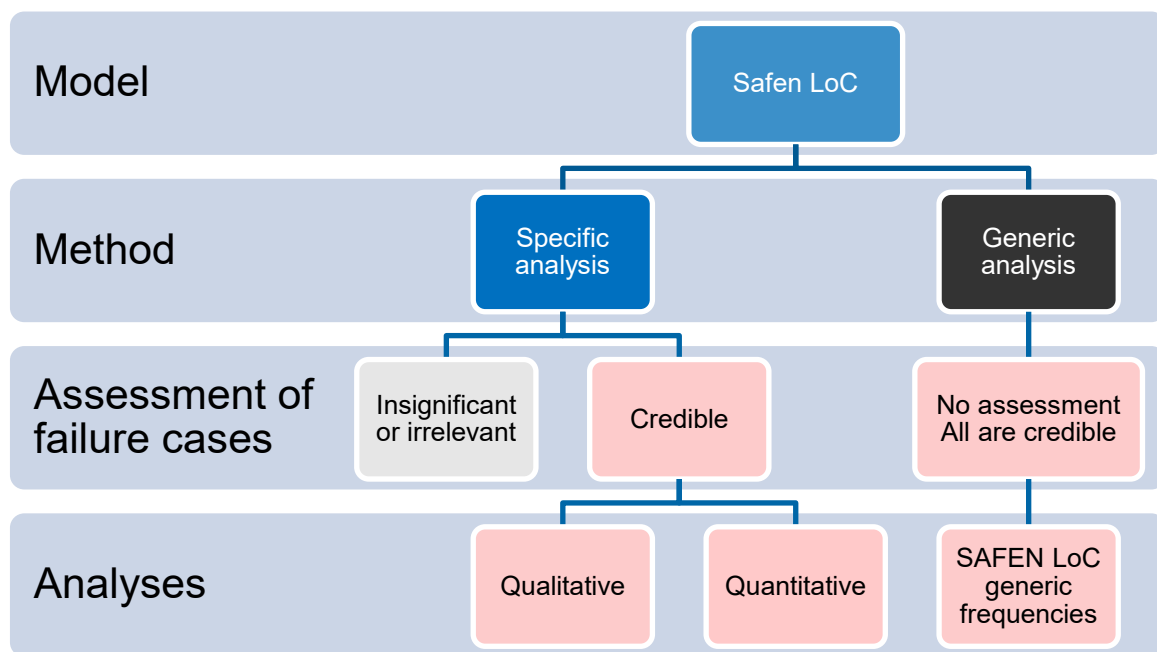


Hva er opphavet til lekkasjene?



- SAFEN (Safe Energy Carriers): industrisamarbeid (JIP) som skal styrke kunnskapsgrunnlaget for sikker håndtering av hydrogen, ammoniakk og CO₂/CCS.
- Utvikler forbedrede modeller for blant annet lekkasjefrekvenser og tennsannsynlighet, basert på data, hendelser og erfaringer fra industrien
 - **Selv om fokus er på nye energibærere er dette like relevant for alle anlegg med farlig stoff.**
- Frekvensmodellen viser hvilke forhold som forårsaker lekkasjer
- Synliggjør feilmekanismene og muliggjør risikoreduksjon (også på venstre side av bow tie)





- I arbeidet med fareidentifikasjon: – kan se effekt av tiltak basert på måten frekvensdatabasen er bygget opp.

SAFEN LoC generell modell – tank

Sviktårsaker

Degradering

- Tap av tankskallets fysiske integritett

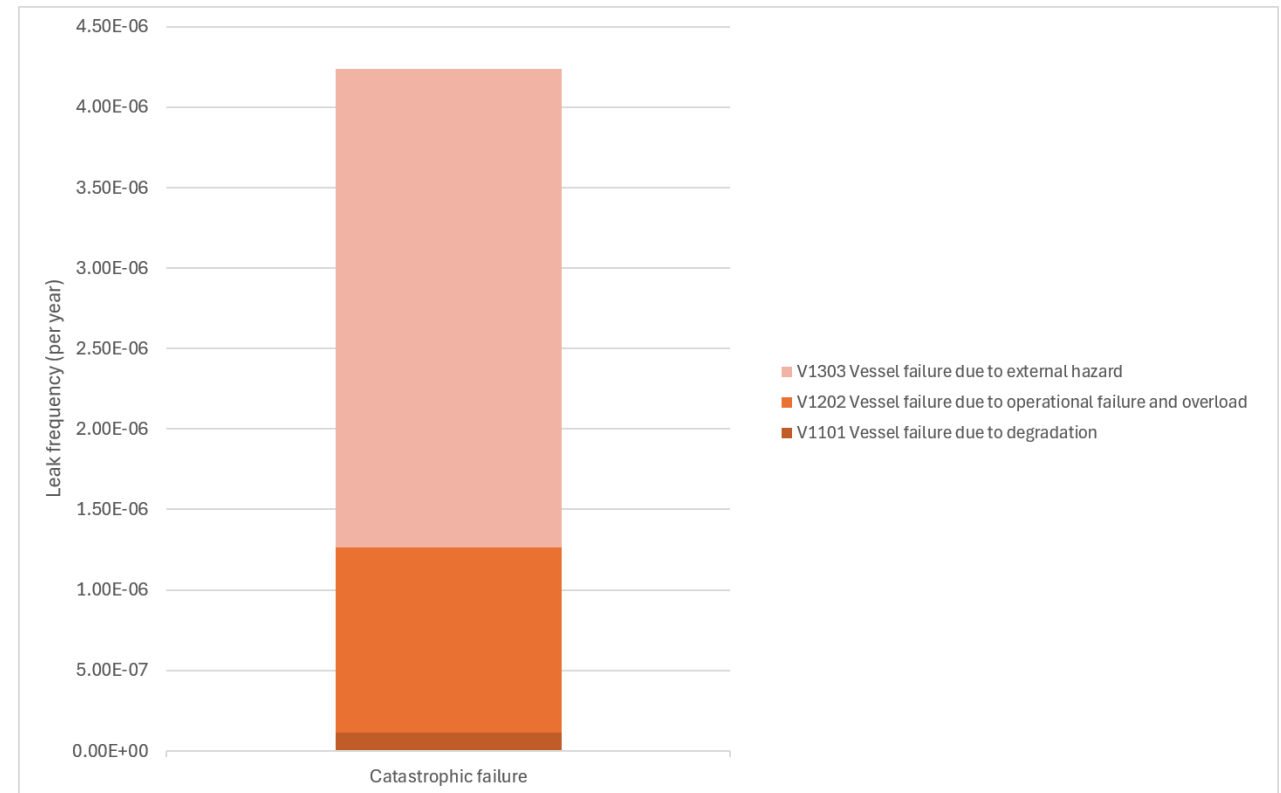
Operasjonelle forhold

- Drift utenfor designforutsetningene

Eksterne forhold

- Utilstrekkelige fysiske barrierer mot påkjørsel
- Utilstrekkelig kontroll med løfteoperasjoner
- Utilstrekkelige dimensjonering mot naturpåkjenninger/laster (skred, jordskjelv, flom, vind)
- Manglende kontroll med sikringsrelaterte hendelser (sabotasje, terror, mv.)

Frekvens for katastrofalt tankbrudd



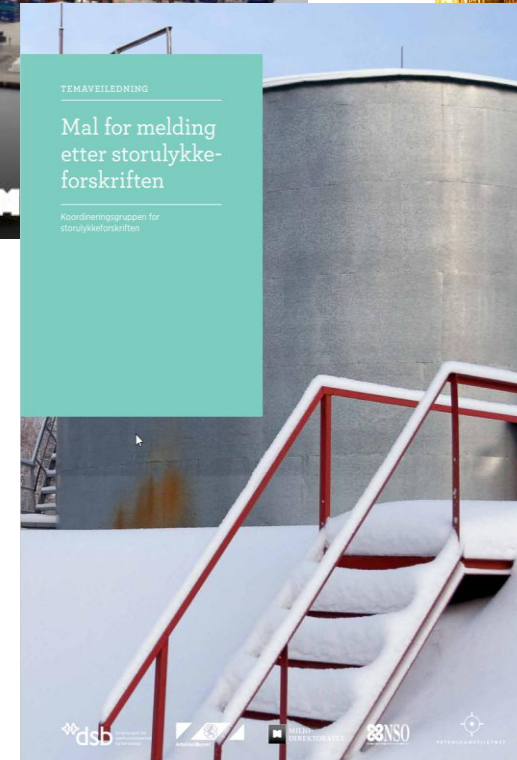
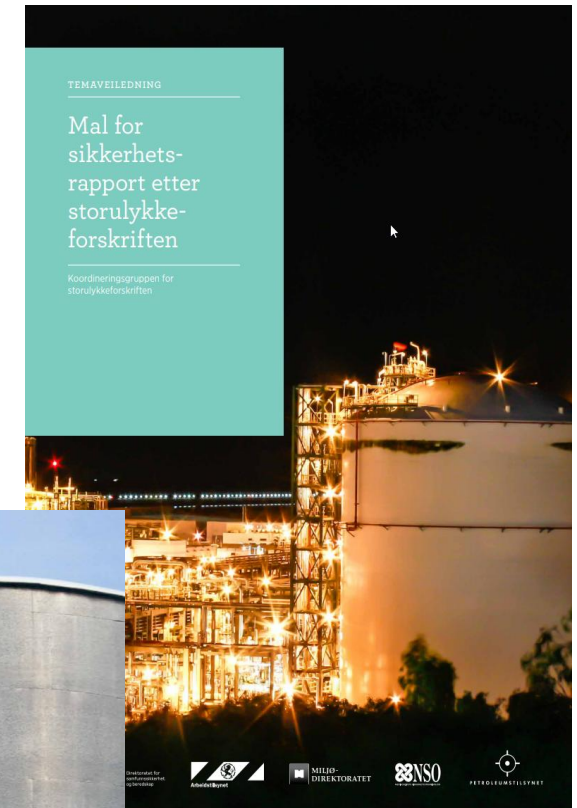
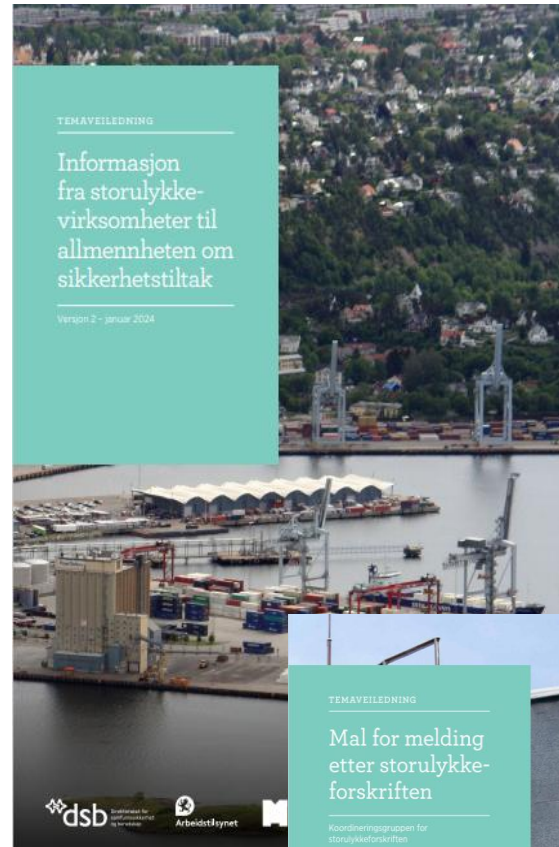
Modenhet i prosjekter

- QRA gjøres i hovedsak i forbindelse med samtykkeprosesser
 - Samtykke må innhentes før bygging kan påbegynnes.
- Behov for regulatoriske avklaringer før investeringsbeslutning og detaljprosjektering.
 - Også i forbindelse med søknader om støtte.
- Konflikt mellom forventninger til detaljeringsnivå i QRA og tilgjengelighet på riktig input til analysearbeidet.
 - Valg av teknologi/leverandør ikke nødvendigvis gjort før søknad og QRA må ferdigstilles.
- Tidligfase QRA med fokus på noen få enkelthendelser kan være en løsning.
 - Må være tilstrekkelig konservativ.
 - Detaljer som en ekstra ventil på «feil» sted, kan endre lekkasjefrekvensen med en faktor 10.



Bruk av resultatene

- QRA gjøres ofte i prosjektfasen
 - ikke nødvendigvis deltakelse fra drift
- Resultatene er for arealplanlegging (sum av alle hendelser).
 - Verdier som brukes for risikoberegning ikke like egnet til å beskrive storulykkescenarioene.
- Men dataene finnes og kan/bør brukes i større grad
 - Kommunisere risiko (§ 12 - Informasjon til allmenheten)
 - Utarbeide beredskapsplan (§ 11 Beredskapsplaner)
 - Beskrive storulykkescenarioene (§ 6 Melding eller § 9 Sikkerhetsrapport)





Takk for oppmerksomheten



post@safetec.tuv.com



+47 73 90 05 00



Trondheim - Oslo - Bergen - Stavanger - Haugesund – Tønsberg - Stockholm



safetec.no - tuv.com



TÜVRheinland®
safetec