



Norsk olje&gass

PROSESSIKKERHET



Håndbok

Desember 2013

Copyright © 2013

Norsk olje og gass

Utformet i samråd med Mintra Trainingportal as

Introduksjon

3 - 13

1. Potensielle lekkasjepunkter

15 - 19

2. Vurdering av risikopotensialet

21 - 26

3. Barrierefilosofi og barrierer

28 - 33

4. Overlevering av informasjon

34 - 36

5. Hydrokarboner

37 - 42

6. Detektering og dimensjonering

43 - 46

7. Aktuelle myndighetskrav

47 - 50

8. Appendix

51 - 69

Bruksområdet

Det er arbeidsgiver som er ansvarlig for at arbeidstakerne har nødvendig kompetanse for å utføre sine arbeidsoppgaver forsvarlig. **Norsk olje og gass** har utviklet håndbok for prosessikkerhet.

Om storulykker

Det finnes flere definisjoner på hva som menes med en storulykke. Petroleumstilsynet definerer storulykke som en akutt hendelse som for eksempel et større utslipp, brann eller en eksplosjon som umiddelbart eller senere medfører flere alvorlige personskader og/eller tap av menneskeliv, alvorlig skade på miljøet og/eller tap av større økonomiske verdier. En storulykke er altså en ulykke med svært alvorlige konsekvenser. Flere ulykker på verdensbasis de siste årene har demonstrert dette tydelig, ikke minst Macondo-ulykken i 2010. Derfor er det viktig å arbeide målrettet for å unngå storulykker. For å vise hvor alvorlige konsekvenser en hydrokarbonlekkasje kan medføre brukes en lekkasje på 1 kg/s som eksempel.

Denne lekkasjestørrelsen har vært på norsk sokkel hvert eneste år de siste årene:

- Selv om lekkasjen ikke antenner, vil giftig gass fylle store delen av en typisk offshoremodul i løpet av sekunder.
- Dersom gassen antenner med én gang, vil det føre til en jetbrann. Flammelengden vil være lengre enn 12 meter dersom den ikke treffer utstyr eller vegger i modulen. Dersom flammen treffer prosessutstyr, kan brannen etter kort tid føre til lekkasje i dette utstyret, noe som kan resultere i en enda større brann.
- Dersom brannen antenner etter en stund (noen få minutter), kan gassen ha blandet seg med luft til en eksplosiv blanding. Da kan det bli en eksplosjon. Dersom denne ødelegger annet prosessutstyr, vil resultatet kunne være en etterfølgende større brann.

For å unngå antenning er det EX-sikkert utstyr i prosessområdet. Det er også automatisk utkobling av potensielle tennekilder ved gassdeteksjon. Dette reduserer sjansen for antenning. Hydrokarboner kan imidlertid **antennes av statisk elektrisitet, energien i selve bruddet eller som en følge av andre ting som en ikke har kontroll på.**

Den beste måten å sikre seg mot at lekkasjen skal føre til en storulykke, er derfor å unngå at lekkasjen skjer i det hele tatt.

Hvorfor er det viktig å unngå storulykker?

Den mest alvorlige ulykken så langt i Nordsjøen skjedde på innretningen Piper Alpha på britisk sokkel i 1988. I denne ulykken omkom 167 personer, det vil si mer enn 2/3 av de som var tilstede på plattformen.

Deler av hendelsesforløpet er vist i tabellen under.

Tidspunkt	Beskrivelse
12:00	Plattformen hadde to kondensateksporthumper, A og B. Om morgenen den 6. juli 1988 ble en sikkerhetsventil (PSV # 504) på pumpe A fjernet for rutinemessig vedlikehold, og erstattet med en blindflens. På arbeidstillatelsen ble det av «on duty engineer» påført at pumpe A var tatt ut for vedlikehold, og at den derfor ikke måtte startes. Det var også planlagt en overhaling av pumpen men dette arbeidet var ennå ikke startet.
18:00	Dagskiftet ble avsluttet, og nattskiftet overtok. I og med at en av de påtroppende var opptatt, ble det under vaktskiftet ikke informert om tilstanden til pumpe A. Arbeidstillatelsen der det sto påført at pumpen ikke måtte startes ble lagt i kontrollrommet. Denne tillatelsen forsvant og ble ikke funnet av operatøren på nattskiftet. I kontrollrommet var det imidlertid også en annen arbeidstillatelse som gjaldt pumpe A, i og med at det var planlagt en generell overhaling som ennå ikke hadde startet.
19:00	Som mange andre plattformer, hadde Piper Alpha automatisk brannvann (deluge), drevet av både dieselpumper og elektriske pumper (sistnevnte ble slått ut av de første eksplosjonene). De dieseldrevne pumpene var konstruert slik at de skulle starte automatisk ved branndeteksjon. Pumpene var imidlertid satt i manuell modus på kvelden den 6. juli på grunn av at det var dykkere i vannet, som i teorien kunne blitt sugd inn i sjøvannsinntaket dersom brannpumpene hadde startet.
21:45	Kondensatpumpe B stoppet plutselig og kunne ikke startes igjen. Arbeiderne hadde da kun noen få minutter på seg til å få i gang igjen en av pumpene. Hvis ikke ville strømforsyningen svikte. De tilgjengelige arbeidstillatelsene i kontrollrommet ble undersøkt for å se om pumpe A (som var tatt ut for vedlikehold) kunne startes i stedet.
21:52	Arbeidstillatelsen for overhaling av pumpe A ble funnet, men ikke den andre tillatelsen (for bytte av PSV) som sa at pumpen ikke under noen omstendigheter måtte startes. PSVen var plassert i et annet område enn pumpen, og siden tillatelsene ble oppbevart i ulike bokser avhengig av lokasjon, var ingen av de involverte på nattskiftet klar over at det var gjort inngrep på det hydrokarbonførende utstyret. Basert på arbeidstillatelsen om den generelle overhalingen, antok personellet at det ville være trygt å starte pumpe A. Den manglende ventilen, midlertidig erstattet med en blindflens, ble ikke lagt merke til av noen, i og med at denne befant seg flere meter over bakkenivå, skjult av annet utstyr.

Hvorfor er det viktig å unngå storulykker?

Tidspunkt	Beskrivelse
21:55	Kondensatpumpe A ble startet. Dette førte til at den midlertidige påsatte blindflensen ble blåst av. Kort tid etter oppstart kunne personellet høre en gasslekkasje, og seks gassdetektorer ble aktivert. Men før noen rakk å reagere ble hydrokarbonene antent. En eksplosjon førte til en ny lekkasje i et annet kondensatrør og en større etterfølgende brann. Den initielle lekkasjen har i etterkant av ulykken blitt anslått til ca. 2 kg/s med et totalt utslipp på ca. 70 kg.
22:04	Kontrollrommet ble evakuert uten at mønstringsalarm ble gitt. Personellet ombord prøvde å nå livbåtene, men dette var ikke mulig på grunn av brannen. I stedet valgte mange å mønstre i boligkvarteret, og avvente beskjed om hvordan de skulle forholde seg. Vind, brann og røyk gjorde det umulig å lande med helikopter, og ingen flere instruksjoner ble gitt. Etter en stund begynte røyk å trenge inn i boligkvarteret. To personer ikledde seg røykdykkerutstyr og prøvde å nå kontrollpanelet for brannpumpene under dekk for å aktivere brannvannet, men disse ble aldri sett igjen. Hydrokarbonene ville kanskje ha brent ut av seg selv, hvis det ikke var for at to av naboplattformene (Tartan og Claymore) fortsatte å pumpe hydrokarboner inn i den felles rørledningen. At de ikke stengte ned produksjonen hadde sammenheng med at lederne på disse plattformene ikke hadde tillatelse til å stenge ned uten tillatelse fra land, samt at de ikke hadde var klar over situasjonen på Piper Alpha.
22:20	Brannen spredte seg til det ene stigerøret (mot Tartan), noe som resulterte i en gasslekkasje med en rate tilsvarende 1/3 av Storbritannias samlede gassforbruk til husholdningsformål. Dette resulterte i en stor brann, 150 meter i diameter, som omsluttet hele Piper Alpha.
22:30	Beredskapsriggen Tharos, som befant seg like ved Piper Alpha, prøvde å slukke brannen med vannkanoner. Effekten av dette var imidlertid begrenset.
22:50	Brannen spredte seg til det andre stigerøret, og millioner av liter med gass ble sluppet ut. Flammene sto mer enn 90 meter opp i luften. Det var først etter dette at Claymore stoppet å pumpe olje inn i rørledningen.
23:20	Stigerøret mot Claymore ga etter.
23:50	Den delen av plattformen som boligkvarteret sto på gled ut i havet.
12:45 neste dag	Hele plattformen var borte i havet.

Det er utarbeidet en video som viser hvor alvorlige konsekvenser en gasslekkasje kan føre til. Videoen viser simuleringer av både en uantent lekkasje, en antent lekkasje som fører til en jetbrann og en antent lekkasje som fører til en eksplosjon.

Videoen ligger fritt tilgjengelig på internett på følgende adresse:

www.norskoljeoggass.no/no/Hydrokarbonlekkasjer/Delprosjekter/Film-om-hydrokarbonlekkasje/

Filmen viser en gasslekkasje på 1 kg/s.

Hva er de viktigste årsakene til hydrokarbonlekkasjer?

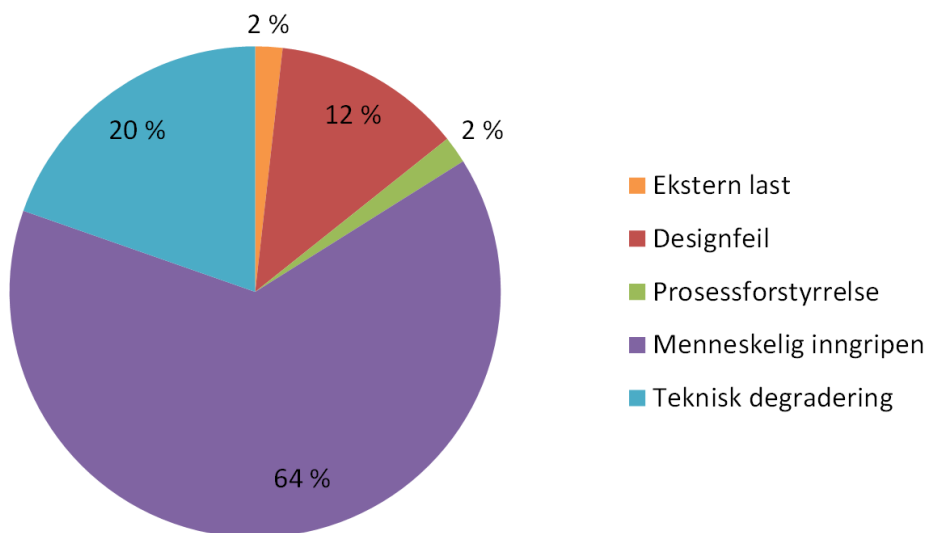
I perioden 2008–2011 var det 56 hydrokarbonlekkasjer over 0,1 kg/s på norsk sokkel. En analyse av disse lekkasjene viser at:

De fleste hydrokarbonlekkasjer over 0,1 kg/s skjer i normal drift, ikke under revisjonsstans.

De fleste hydrokarbonlekkasjer skjer i forbindelse med menneskelig inngripen på prosessutstyr. Det vil si menneskelige feil under klargjøring/ isolering, arbeid på hydrokarbonførende utstyr, og feil som gjøres ved tilbakestilling etter at arbeidet er gjort.

Tekniske feil på utstyr står for en vesentlig lavere andel av lekkasjene enn menneskelig inngripen.

I figuren under er lekkasjene over 0,1 kg/s på norsk sokkel i 2008–2011 inndelt i fem kategorier.



Hva er de viktigste årsakene til hydrokarbonlekkasjer?

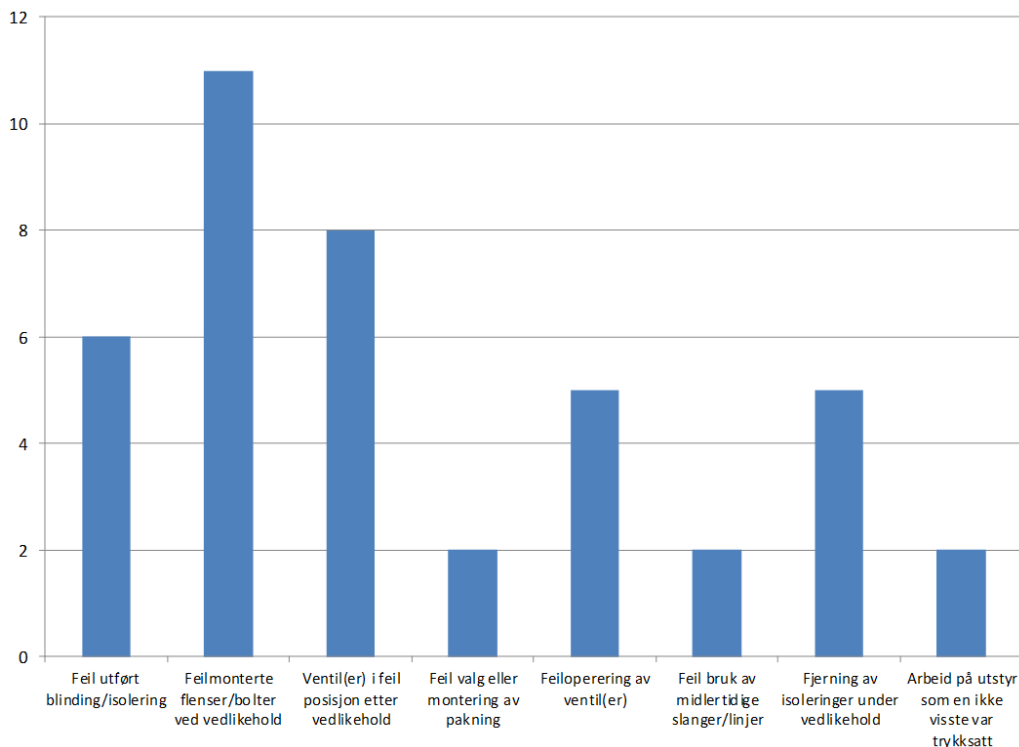
Legg merke til at omtrent 2/3 av lekkasjene har å gjøre med menneskelig inngripen i forbindelse med arbeid på prosessutstyret. Teknisk degradering av utstyret skyldes ca. 20 prosent av lekkasjene, altså en betydelig lavere andel.

Eksempler på hendelser i hver av kategoriene:

- Menneskelig inngripen (36 hendelser):
For eksempel flenser som blir trukket til feil moment, ventiler som blir satt i feil posisjon, fjerning av isoleringer mens vedlikeholdet pågår og valg av feil pakningstype.
- Teknisk degradering (11 hendelser):
For eksempel utmatting, korrosjon og erosjon.
- Designfeil (7 hendelser):
For eksempel feil utførelse av supportløsning og utilstrekkelig vibrasjonsdemping.
- Prosessforstyrrelse (1 hendelse):
For eksempel for høyt trykk i kondensattank slik at gass blir ført på avveie via væskelås.
- Ekstern last (1 hendelse):
For eksempel fallende last som treffer prosessutstyr eller truck som kjører på prosessutstyr.

Figuren på neste side viser fordelingen av hydrokarbonlekkasjene som har skjedd i forbindelse med menneskelig inngripen, det vil si den største (mørkeblå) kategorien i forrige figur. Viktige utløsende årsaker har vært feilmonterte flenser/bolter (feil moment), ventiler i feil posisjon etter vedlikehold, feil utført blinding/isolering og feiloperering av ventiler. Dette betyr at det å følge rutinene/styringssystemet samt å sikre at disse er i henhold til beste praksis blir veldig viktig.

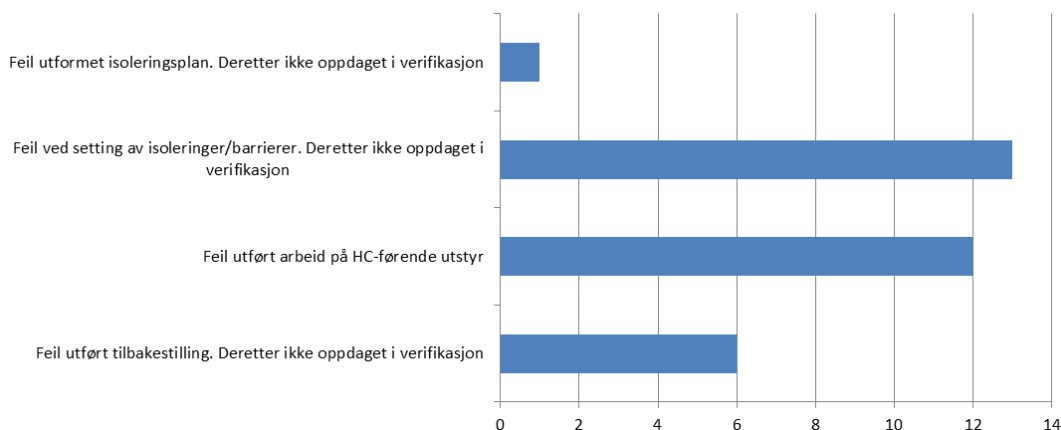
Hva er de viktigste årsakene til hydrokarbonlekkasjer?



Arbeid på hydrokarbonførende utstyr innebærer mye mer enn kun å «skru» på utstyret: Jobben må planlegges, barrierer/isoleringer må settes, selve jobben må gjennomføres og barrierene/ isoleringene må tilbakestilles. I alle disse fasene kan det skje feil som fører til en hydrokarbonlekkasje, enten der og da eller når utstyret settes i drift igjen.

Hva er de viktigste årsakene til hydrokarbonlekkasjer?

Figuren under viser hvilke faser feilene som har ført til hydrokarbonlekkasjer i 2008–2011 har skjedd (selv lekkasjen skjer normalt senere, ifm. oppstart). Merk at i de fleste tilfellene i figuren har det skjedd mer enn én feil i og med at det er krav til verifikasjon i alle disse fasene. Både utførelse og verifikasjon må feile for at det skal bli en hydrokarbonlekkasje.



Legg merke til at ca. 2/3 av feilene som har ført til hydrokarbonlekkasjer har skjedd under planlegging av jobben, setting av barrierer/isoleringer og under tilbakestilling, det vil si før og etter selve «jobben» gjennomføres.

Verifikasjon av kritiske oppgaver

Alle mennesker gjør feil en gang iblant, selv om kompetanse, erfaring, opplæring, konsentrasjon etc. er på topp. Kanskje er det ekstra lett å gjøre feil på rutineoppdrag, dvs. arbeidsoppgaver som gjennomføres om og om igjen, fordi man blir vant til at det går bra.

For å unngå feil er det derfor ikke nok å prøve å skjerpe seg:

Rutinene må være utformet slik at alvorlige konsekvenser unngås selv om enkeltpersoner gjør feil en gang i blant. En måte dette kan gjøres i praksis er å ha **sjekklist**er for å redusere sjansen for feil, og at flere personer **sjekker de samme tingene uavhengig av hverandre** for å oppdage feil før de ender opp med store konsekvenser.

Et eksempel på sjekklist er ventil- og blindingslist. Et eksempel på uavhengig kontroll er at en annen kompetent person verifiserer at isoleringsplanen er riktig, at isoleringene/barrierene er implementert riktig og at alt er tilbakestillt riktig før oppstart av prosessanlegget.

I flyindustrien er de nevnte arbeidsmåtene en selvfølge:

Det er alltid to piloter på rutefly, og pilotene bruker alltid sjekklist før take off, også når det er travelt. Finnes det piloter som sløyfer sjekklistene fordi flyet er forsinket? Neppe.

Årsaken er åpenbar: En feil kan føre til flystyrt, og veldig mange omkomne. Storulykkespotensialet er lett å se. Men alle som jobber i olje- og gassindustrien er nødt til å erkjenne at **noen arbeidsoppgaver er like kritiske som i flyindustrien**: Hvis du glemmer å tilbakestille én ventil eller å trekke boltene på én flens til riktig moment, og dette ikke blir oppdaget, kan konsekvensene bli et nytt Piper Alpha. Det er en realitet alle som jobber med et prosessanlegg er nødt til å ta inn over seg.

Verifikasjon av kritiske oppgaver

Det er krav til verifikasjon ved arbeid på HC-førende utstyr.

Eksempel:

Utføre: En person utarbeider isoleringsplan.

Verifisere: En annen kompetent person verifiserer denne.

Utføre: En person setter isoleringene/barrierene.

Verifisere: En annen kompetent person verifiserer at alle isoleringene er satt riktig.

Utføre: En person tilbakestiller isoleringene/barrierene.

Verifisere: En annen kompetent person verifiserer tilbakestillingen.

En gjennomgang av granskningsrapporter tyder på at en rekke hydrokarbonlekkasjer de siste årene har hatt sammenheng med at verifikasjon av at barrierene er satt riktig og tilbakestilt riktig ikke har blitt gjennomført.

Det kan kanskje synes unødvendig at to personer skal kontrollere at alle ventilene/ barrierene står i riktig posisjon. Det er det ikke! Konsekvensene av en feil her kan bli like alvorlig som en flyulykke, og kan derfor ikke hoppes over av noen, selv ikke de mest erfarne.

I perioden 2008–2011 har det vært 20 tilfeller på norsk sokkel der ovennevnte verifikasjon har feilet, og der dette har medført en HC-lekkasje over 0,1 kg/s. I 2/3 av disse tilfellene har ikke verifikasjonen blitt gjennomført i det hele tatt. Konsekvensene av hydrokarbonlekkasjer kan, som tidligere nevnt, være enorme. Derfor er det meget viktig at alle verifikasjonsaktiviteter blir gjennomført slik de er beskrevet i selskapenes prosedyrer.

1.1 Store akutte lekkasjer

Utsiktet utslipp med en massestrøm over 0,1 kg/s.

Myndighetskrav til registrering

Umiddelbare tiltak (tekniske system og menneskelige inngrep):

- Varsle
- Vurdere
- Begrense

Videre tiltak:

- Registrere
- Analysere/granske
- Planlegge
- Oppdatere dokumentasjon og rapportere



1 Potensielle lekkasjepunkter

1.1 Store akutte lekkasjer

Sammenheng mellom direkte og bakenforliggende hendelser:

- Arbeidsledelse
- Planlegging
- Arbeidsutførelse
- Prosedyrer
- Utstysfeil



1.2 Potensielle lekkasjepunkter / årsaker

Linjer og rør, lekkasjer forårsaket av:

- Korrosjon, erosjon, vibrasjon
- Overtrykk / trykkklasse
- Hydrat eller væskeslag
- Temperatursvingninger

Flenser, lekkasjer forårsaket av:

- Feil tiltrekking
- Feil pakning
- Feil bolter
- Dårlig rengjøring ved sammenstilling
- Skader på tetningsmateriale og tetningsflater



1.2 Potensielle lekkasjepunkter / årsaker

Ventiler, lekkasjer forårsaket av:

- Ikke planlagt start av utstyr
- Åpning av ventiler eller blender
- Operering utenfor designområdet
- Svikt på en planlagt mekanisk isolasjon (f.eks. utilstrekkelig sikring av ventil)

Åpne drainer, lekkasjer forårsaket av:

- Tørre væskelåser
- Overtrykk
- Feil bruk

Instrument koblinger/prøvetakstasjoner, lekkasjer forårsaket av:

- Feilkoblinger
- Fitting, feil montering
- Glemt å sette inn plugg/cap
- Temperatursvingninger, vibrasjoner

Dokumentasjon, lekkasjer forårsaket av:

- Feil, eller manglende DFO (ref NORSOK)



1.3 Små diffuse lekkasjer

Lekkasjer med massestrøm under 0,1 kg/s

Umiddelbare tiltak (hvis kritisk):

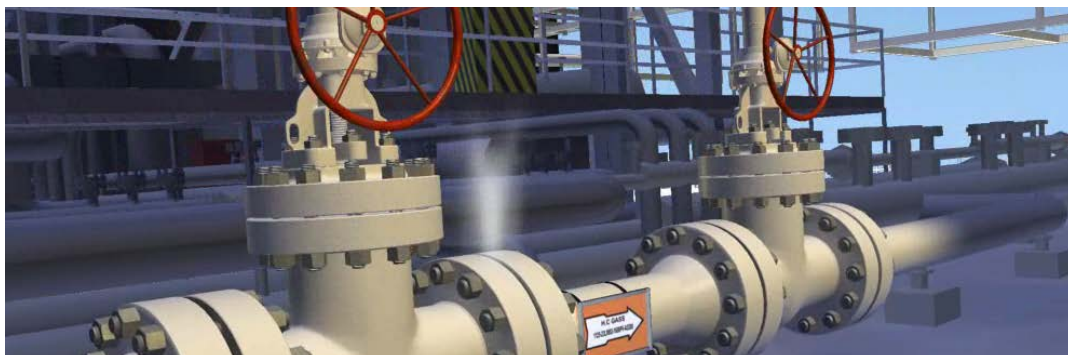
- Varsle
- Vurdere
- Begrens eller fjern lekkasje

Videre tiltak (ved fortsatt lekkasje):

- Merke lekkasjepunkt
- Registrere
- Hyppig observasjon av lekkasje
- Planlegg utbedring
-

Mulige årsaker:

- Gamle/harde/slitte pakninger
- Skjev tiltrekking/løse pakkbokser
- Temperatursvingninger
- Feil på utstyr
- Feil ved montering
- Trykkstøt



1 Potensielle lekkasjepunkter

Notater

2.1 Identifisere uønskede hendelser

Definisjon av **uønsket hendelse**:

- En hendelse eller tilstand som kan medføre skade på mennesker, miljø og materiell eller annen form for økonomisk tap.

Eksempler:

- Tidligere hendelser og nesten-ulykker ved egen installasjon.
- Mulige/ sannsynlige hendelser (f.eks. kjent fra andre installasjoner).
- Hendelser som sannsynligvis ikke kommer til å inntreffe, men som kan ha stor konsekvens hvis de inntreffer.



TIPS:

Bruk gjerne «første avvik fra normaltilstand» som uønsket hendelse.

2.2 Forutsetninger for vurdering av risiko

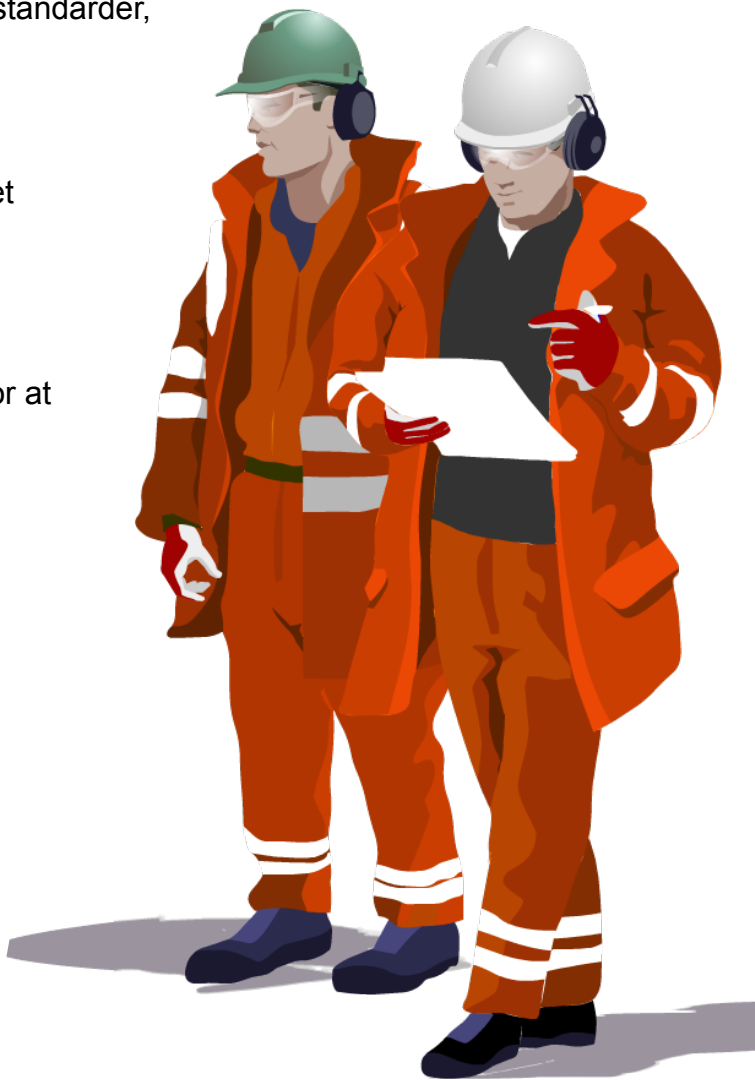
- Kriterier, for konsekvens og sannsynlighet, som legges til grunn for beslutninger om akseptabel risiko.
- Tallfestet eller beskrevet med ord.
- Basert på forskrifter, standarder, erfaringer.

Konsekvens:

Mulig følge av en uønsket hendelse

Sannsynlighet:

Hvor stor sjanse det er for at hendelsen skal inntreffe.



2.3 Risikoanalyse – Sikker Jobb Analyse

- Identifisere tiltak for å redusere risiko til et nivå som er vurdert akseptabelt.
- Analysene fremmer sikker adferd. Den skaper oversikt hos den enkelte på hvilke områder man må ha skjerpet fokus. Risikoanalyse befatter seg oftest med vurdering av den iboende sikkerheten i anlegg/område/prosess.
- Sikker Jobb Analyse (SJA) befatter seg oftest med vurdering av sikker adferd ved gjennomføring av arbeidsoppgaver.
- I analysene vurderes konsekvens som om hendelsen har skjedd og sannsynlighet før hendelsen har skjedd. Analysene vil derfor være etterpåklokskap sett i forkant.

Typiske feil:

Risikoanalyse ikke tilpasset arbeidssituasjonen

Gjenbruk av gammel SJA

SJA basert på utilstrekkelig/feil informasjon

Dårlig erfaringsoverføring

2.3 Risikoanalyse – Sikker Jobb Analyse

Risikomatrise for uønskede hendelser (hver hendelse vurderes for seg).

Sannsynlighet \ Konsekvens			
	LAV Lite realistisk, men tenkbar, hendelsen har forekommet i bransjen	MIDDELS Mulig, kan skje av og til, hendelsen har forekommet på installasjonen	HØY Sannsynlig, kan skje flere ganger i løpet av et år
LAV Ingen personskade, liten/ubetydelig forurensning, liten/ubetydelig skade på utstyr eller materiell, ubetydelig utsatt produksjon, ubetydelig gass-/oljelekkasje, lokal/ neglisjerbar svekkelse av innretningens sikkerhetsmessige integritet			
MIDDELS Fravær skade eller mindre personskade, mindre forurensning, mindre skade på utstyr eller materiell, mindre mengde utsatt produksjon, mindre gass-/oljelekkasje, svekkelse av deler av innretningens sikkerhetsmessige integritet			
HØY Død, alvorlig personskade eller sykdom, betydelig forurensning, betydelig skade på utstyr eller materiell, betydelig utsatt produksjon, gass-/oljelekkasje, svekkelse av hele eller store deler av innretningens sikkerhetsmessige integritet			

2.4 Arbeidsprosess for risikoanalyse

Risikoanalyse

- Beskrivelse av analyseobjektet
- Forberede analysen
- Gjennomføre analysen
 - Hva kan skje, liste uønskede hendelser
 - Vurdere konsekvens og sannsynlighet
 - Beskrive tiltak
 - Beskrive risiko

En risikoanalyse gjennomføres ofte i form av et møte. En risikoanalyse blir aldri bedre enn det deltakerne i analysen kan bidra til.

En identifisering av uønskede hendelser kan skje i form av en idédugnad.



2.5 Arbeidsprosess for Sikker Jobb Analyse

Sikker Jobb Analyse

- Identifisere behov for SJA
- Forberede analysen
- Gjennomføre analysen
 - Hva kan skje, liste uønskede hendelser
 - Vurdere konsekvens og sannsynlighet
 - Beskrive tiltak
 - Beskrive restrisiko

En sikker jobb analyse gjennomføres i form av et møte.

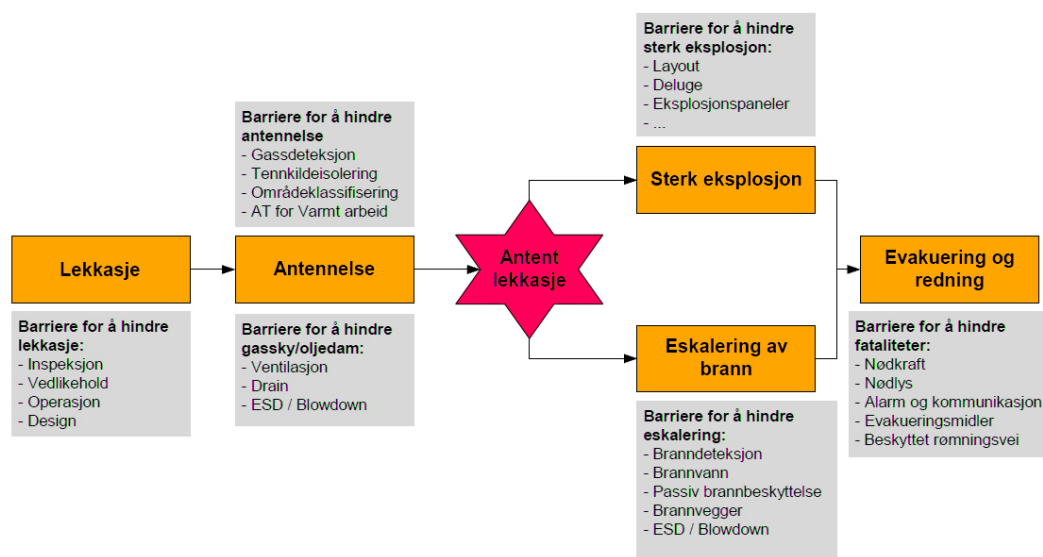
En sikkerjobb analyse blir aldri bedre enn det deltakerne i analysen kan bidra til.

Utført analyse fritar ikke den enkeltes ansvar for å foreta løpende sikkerhetsvurdering under arbeidets gang.

*Ref. **Norsk olje og gass'** Anbefalte retningslinje for felles modell for sikker jobb analyse (SJA), nr 090, app. E (standard SJA skjema).*

3.1 Fysiske barrierer

- Det henvises til Ptil's forskrifter om fysiske barrierer i Innretningsforskriften §§ 28–39.
- Tiltak som reduserer sannsynligheten for skade eller reduserer skadeomfanget.
- Barriere er også beskrevet som innretning eller tiltak som påvirker et ulykkesforløp i tilsiktet retning.
- Forskjell på barrierefunksjon og barriereelement.



3.1 Fysiske barrierer

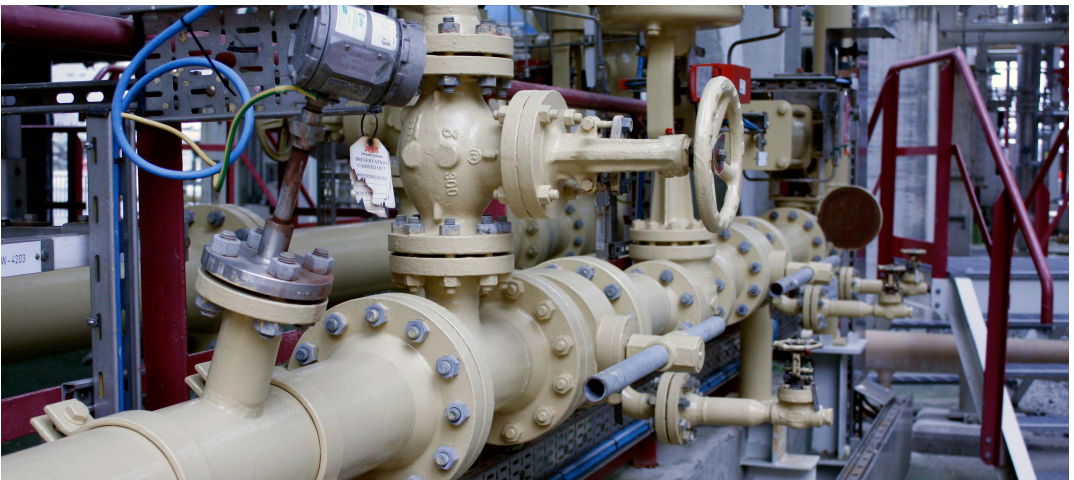
Om barrierer:

- En barriere skal være testet
- Ytelse av barrierer er avhenging av forskjellige kriterier slik som hvor stort trykk, høy temperatur eller vibrasjoner den er satt til å tåle.
- Plasseringen på plattformen/prosessen bestemmer ytelsen av barrieren.
- Frafall av barriereelementer
 - utilsiktet
 - tilsiktet

3.2 Barrierer for å hindre lekkasjer

Sikring av barrierer:

- Blindinger, hvor de forskjellige typer kan brukes, krav til pakninger, bolter og verktøy.
- Forskjellige typer mekanisk isolering
 - Blindflenser
 - Brilleflenser
 - Spader
 - Endeplugger
- Forskjellige typer generell isolering
 - ESD ventiler inkludert brønnventiler
 - PSD ventiler
 - Andre ventiler
 - Diverse plugger



3.3 Hvordan kan god prosessikkerhet oppnås?

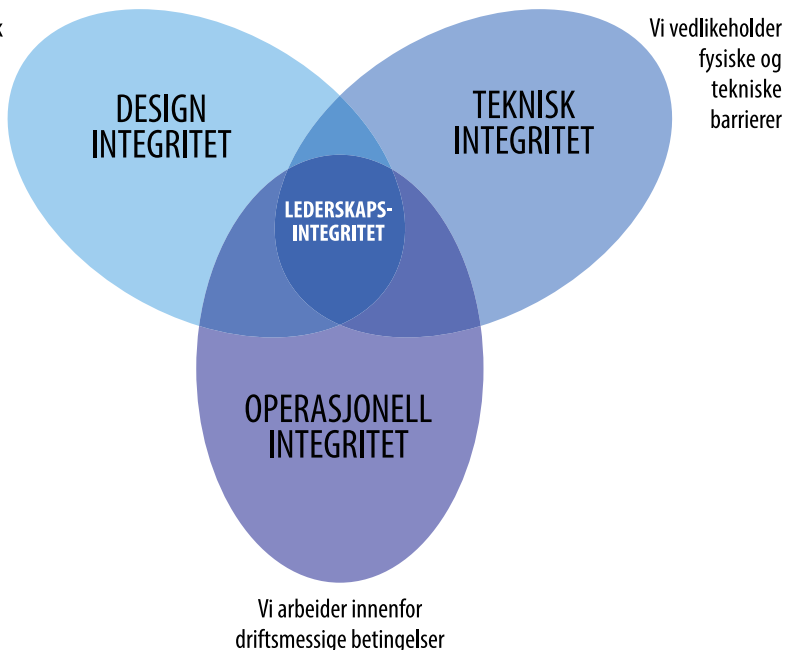
God prosessikkerhet oppnås ved at anlegget designes slik at mulighetene for feil reduseres, at sikkerhetskritisk utstyr blir vedlikeholdt og at arbeidet som foregår gjøres innenfor driftsmessige betingelser.

“Trekløveret” som skal sikre at vi ivaretar integriteten til anlegget er således sammensatt av design, vedlikehold og drift.

Disse holdes sammen av ledelsen. Dette er vist i figuren under.

Anleggsintegritet

Vi designer og bygger slik at risiko er lavest mulig.
(As Low As Reasonably
Practicable, ALARP)



3.4 Designintegritet og teknisk integritet

- En offshoreinnretning har innebygd en rekke sikkerhetssystemer. For eksempel nødavstengning, system for trykkavlastning, interlock-systemer, brannvegger og brannvannssystemer.
- Det stilles ofte strengere krav til vedlikehold og testing av sikkerhets-kritiske systemer enn til andre systemer.
- Det er viktig å være klar over hvilke systemer som er sikkerhetskritiske.
- Sikkerhetskritiske systemer må ikke settes ut av funksjon med mindre dette er planlagt som en del av jobben og det er gjennomført en risiko-vurdering. Eksempel: Inhibitering av detektorer.
- Anlegget må til enhver tid driftes i henhold til forhåndsdefinerte tingelser (operasjonskonvolutt).

3.5 Operasjonell integritet

- Mennesker fungerer i noen tilfeller som sikkerhetskritiske barrierer. Eksempel: En person som verifiserer en isoleringsplan. Det er viktig at en i slike situasjoner er bevisst på rollen en har.
- Eksempler på forhold som påvirker operasjonell integritet:
 - Arbeidstillatelsessystemet er utformet slik at muligheten for menneskelige feil reduseres.
 - Opplæring/kompetanse bidrar til å unngå feil og å oppdage feil før de får alvorlige konsekvenser.
 - Rutiner og prosedyrer samt oppdaterte tegninger og dokumenter hjelper oss å gjennomføre arbeidsoppgavene på riktig måte.

Designintegritet, teknisk integritet og operasjonell integritet henger tett sammen, og utfordringer oppstår gjerne i grensesnittet mellom utstyr og mennesker. Brukervennlig design kan i mange tilfeller bidra til å unngå feil i driftsfasen. Eksempler: Et kontrollrom som designes slik at det er lett å få oversikt over de mest kritiske alarmene, og interlocksystemer som sikrer at ventiler opereres i riktig rekkefølge.

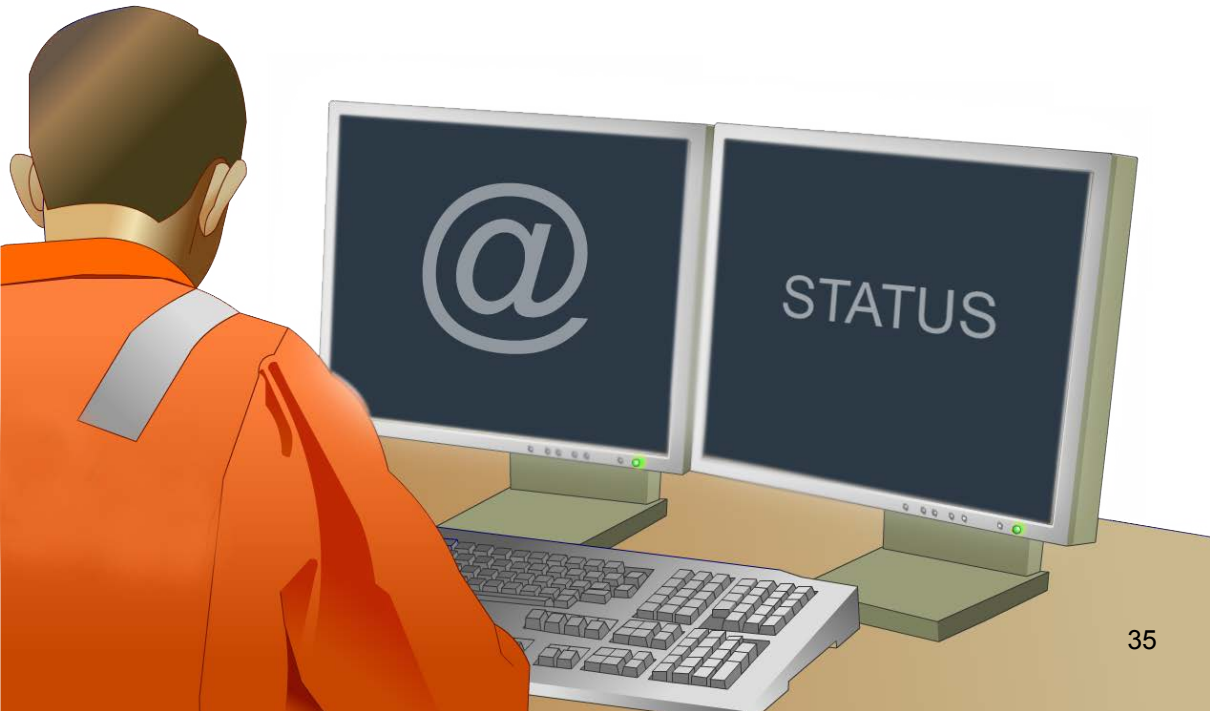
4.1 Ved skiftbytte – ha fokus på:

- Status på arbeidstillatelser, isolasjonssertifikat, SJA'er og ventil- og blindestatus.
- Prosessproblemer/unormalheter som har skjedd på ditt skift.
- Logg hvor både av- og påtroppende på skiftet signerer.
- Status på pågående og utførte arbeidsoperasjoner.
- Sikre at overleveringen er forstått.



4.2 Ved mannskapsbytte – ha fokus på:

- Opprettholdelse av kontinuitet gjennom etablerte rutiner.
- Status på eget ansvarsområde i henhold til etablerte rutiner.
- Arbeider som pågår, hvem som utfører arbeidene, status og hvilke arbeider som skal startes de nærmeste dagene.
- Status på arbeidstillatelser og SJA'er. Ventil og blindestatus.
- Prosessproblemer/ unormalheter som har skjedd på din offshore-periode.



4 Overlevering av informasjon

Notater

5.1 Tilstander for petroleumsprodukter

Gasser

- LNG, LPG, Naturgass



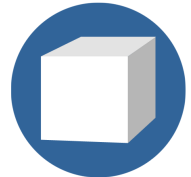
Væsker

- Metanol og andre løsemidler, kondensat, diesel, smøreoljer, baseoljer, hydraulikkoljer



Faste stoffer

- Plast, voks, asfaltener



Mellomformer

- Gasser oppløst i væsker
- Gasser og væsker adsorbert i faste stoffer
- Faste stoffer oppløst i væsker



Ved temperaturendring:

← Temperatur →

— Fast — Væske — Gass —

5.2 Egenskaper

- Alle brennbare stoffer har et kokepunkt, et flammepunkt og en tenntemperatur.
- Stoffer med lavt kokepunkt avgir mye gasser, mens stoffer med høyt kokepunkt avgir lite gasser.
- Dersom kokepunktet ligger under temperaturen i anlegget (gasser), vil et lukket anlegg ha et gasstrykk over atmosfæretrykket.
- Dersom kokepunktet ligger over temperaturen i anlegget (væsker/faststoff), vil et lukket anlegg ha et gasstrykk omtrent lik atmosfæretrykket.



- Eksposering for lave konsentrasjoner av gasser kan gi mange typer helseskader, som kreft, hjerneskaner eller organskader.
- Eksposering for høye konsentrasjoner av gasser kan meget raskt gi narkotiske effekter, samt også mangel på oksygen.

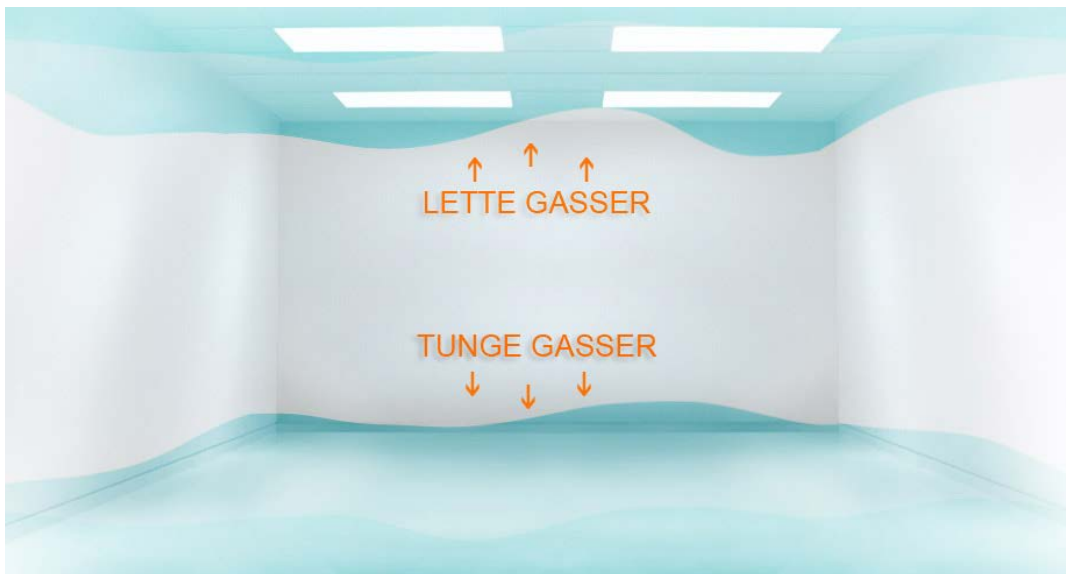
5.2 Egenskaper

- Oppløste gasser i væske vil kunne gi et gasstrykk over atmosfæretrykket.
- Økt temperatur vil øke trykket.
- Lekkasjestørrelsen vil være avhengig av trykket.

Propan	Maks. trykk, 20°C:	12,5 bar(g)
Butan	Maks. trykk, 20°C:	2,8 bar(g)
Væsker	Maks. trykk, 20°C:	< 0 bar(g)

5.3 Spredningsmønstre

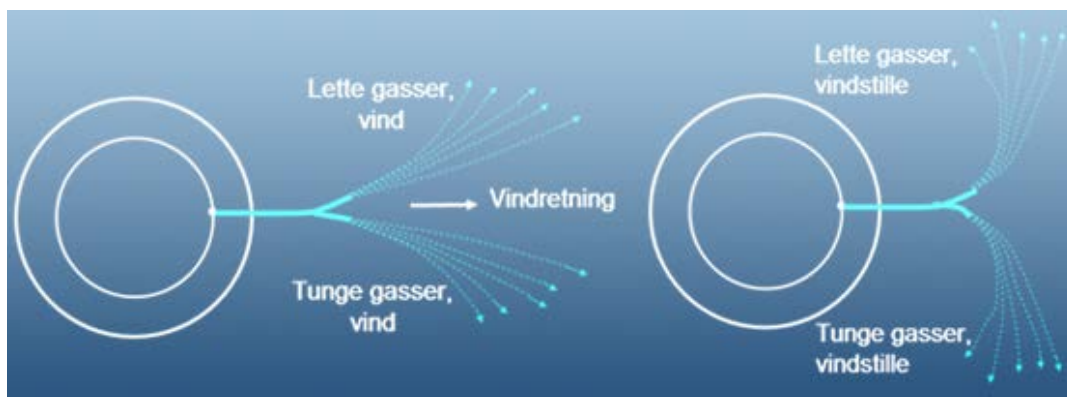
- De aller fleste hydrokarbongasser er tyngre eller like tunge som luft.
- Tunge gasser og aerosoler (fine dråper/støv) synker og legger seg på lavpunkt.
- Aerosoler av væsker eller faste stoffer vil oppføre seg som gasser fra væsker.
- Svært tunge gasser eller aerosoler vil i noen grad synke selv i vind dersom de er konsentrerte.
- Av hydrokarbongassene er bare metan lettere enn luft.
- Lette gasser stiger og legger seg på toppunkt.
- Helsefarlige gasser er i hovedsak tyngre enn luft.



5.3 Spredningsmønstre

Spredning påvirkes av:

- Trykk
- Temperatur
- Egenvekt/sammensetning
- Vind
- Fysiske restriksjoner
- Ventilasjon
- Isolasjon



5.4 Håndtering av hydrokarboner og kjemikalier

- Hydrokarboner er i seg selv farlig å puste inn. Disse kan i tillegg inneholde giftige stoffer slik som for eksempel benzen, H_2S og kvikksølv. Disse detekteres ikke av vanlige gasstester. Måling krever spesielle måleinstrumenter.
- Ved gassalarm (automatisk deteksjon) vil normalt konsentrasjonen av hydrokarboner være så høy at det er farlig å gå inn i området uten bruk av friskluftsutstyr. Filtermaske vil ikke gi sikker beskyttelse.
- Det kan være høye nivåer av enkelte farlige stoffer selv om måleapparater viser null i konsentrasjon.
- All bruk av kjemikalier skal være risikovurdert. Kontroller risikovurdering og sikkerhetsdatablad før håndtering av kjemikalier.
- Dersom noe går galt i forbindelse med håndtering av kjemikalier er det viktig å forlate området så raskt som mulig. Dette gjelder for eksempel ved søl av kjemikalier eller ved kjemiske reaksjoner som følge av at ulike kjemikalier blir blandet sammen. I slike situasjoner må en vente med å gå inn igjen i området til det er avklart med kompetent personell at området er trygt.

6.1 Ulike sporingsmåter

- Lukt
- Is/tåke
- Lyd
- Vibrasjon
- Fukt og drypp
- Unormalt trykkfall
- Regelmessige gassmålinger på alle potensielle lekkasjepunkter



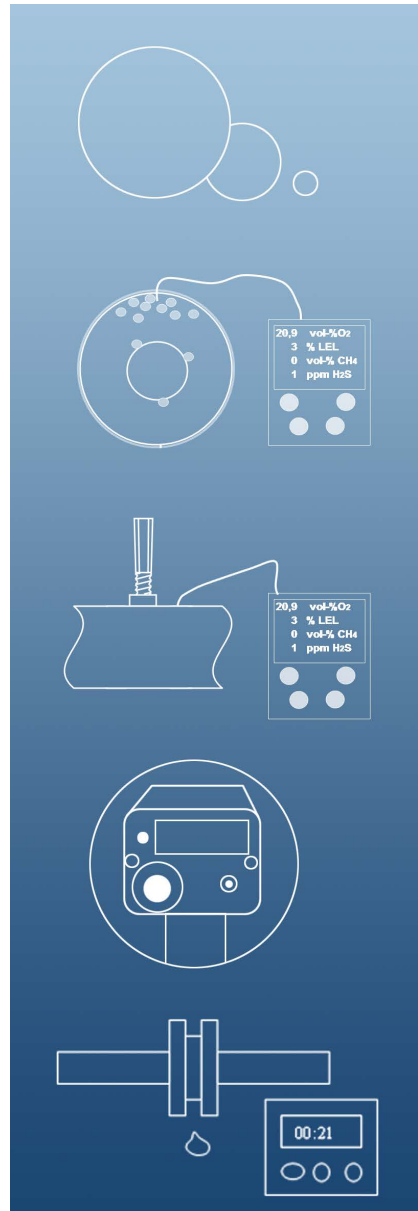
1 ppm?? - 200 ppm??



dB??
Hz??

6.2 Kvantifisering

- Såpevann / såpespray – grov analyse
- Innpakking og mengdemåling med volumstrømsmåler (flowmeter) og gassmåler
- Gassmåling uten tildekking
- Lydmåling (kan ikke benyttes på plastrør)
- Termografi / passiv IR – viser konsentrasjon, men ikke mengde
- Fastmontert linjedetektor (IR)
- Fastmontert punktmåler (katalytisk)
- Telling av væskedråper



6.3 Kvantifiseringsparametre

- Lukt
- Lyd
- Bobler
- Dråper

Kriterier:

svetting: mindre enn 4 dråper pr min.
 små: mellom 4 dråper pr. min. og 0,01kg/s
 mindre: mellom 0,01 og 0,1kg/s
 betydelig: større enn 0,1 kg/s

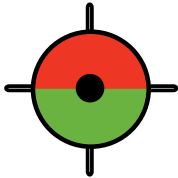


7.1 Myndigheter

Det er flere myndighetsorganer som har tilsyn med petroleumsrelaterte anlegg. Felles for alle er arbeidet med å redusere lekkasjer.

Relevante organer er:

- Petroleumstilsynet (PTIL)
- Miljødirektoratet
- Sjøfartsdirektoratet (SFD).
- Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB)
- Arbeidstilsynet



PETROLEUMSTILSYNET



Sjøfartsdirektoratet
Norwegian Maritime Directorate



7.2 Lover, forskrifter, veiledninger og prosedyrer

Krav fra myndigheter relatert til lekkasjer/utslipp er nedfelt i forskjellige lover og forskrifter. Kravene dekker både tekniske, organisasjonsmessige, administrative og operasjonelle forhold som må være på plass for å sikre forsvarlig drift av installasjoner.

Lover:

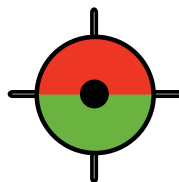
Petroleumsloven er sentral når vi snakker om reduksjon av risiko for lekkasjer. Her er blant annet krav til tekniske løsninger, styringssystemer og operasjonsfilosofi, organisasjon og kompetanse samt sikkerhet for personell og miljø.

Forurensingsloven setter blant annet krav til varsling, beredskapsplaner og organisasjon, samt begrensing.

Arbeidsmiljøloven stiller krav til arbeidstakernes arbeidsmiljø, og har dermed betydning for sikkerheten offshore.

Forskrifter:

- Sentrale forskrifter;
- Rammeforskriften
- Styringsforskriften
- Innretningsforskriften
- Aktivitetsforskriften
- Internkontrollforskriften (land)



PETROLEUMSTILSYNET

7.2 Lover, forskrifter, veiledninger og prosedyrer

Standarder:

I veiledningene til forskriftene vises det ofte til anerkjente standarder og retningslinjer som en anbefalt måte å oppfylle forskriftens bestemmelser på.

- Internasjonale standarder:
 - IEC (*Europeisk standard for bl a instrumenterte sikkerhetssystemer*)
 - CENELEC (*Europeisk standard som gjelder elektriske komponenter og anlegg*)
 - API (*American Petroleum Institute, for komponenter, utstyr og anlegg brukt i petroleumsindustrien*)
- Nasjonale standarder
 - NS (*NS–EN ISO er internasjonal standard som er godkjent for bruk i Norge*)
 - NORSOK (*standarder for petroleumsindustrien*)

Styrende dokumentasjon:

Den styrende dokumentasjonen i selskapet er normalt utformet slik at myndighetskrav er oppfylt.

7.2 Lover, forskrifter, veiledninger og prosedyrer

Norsk olje og gass retningslinjer

En **Norsk olje og gass**' retningslinje inneholder råd og anbefalinger til hvordan selskapene i olje- og gassindustrien kan håndtere ulike problemstillinger på beste mulige måte. Målsetningen med **Norsk olje og gass** sin retningslinjer er å bidra til økt sikkerhet og kostnadseffektivitet i petroleumsindustrien.

Selskapet

De fleste selskaper har, gjennom sine styringssystemer, prosesser og prosedyrer, pålagt seg selv strengere krav enn det myndighetene krever.

- Selskapets Styringssystem
- Organisasjon inkludert bemanning
- Arbeidsprosesser og prosedyrer
- Kompetansestyringssystem

Selskapets egne tekniske og operasjonelle krav til utstyr og personell

- Vedlikehold og inspeksjonssystem og planer
- Rutiner

Husk:

- Varsle
- Evaluere
- Registrere
- Rapportere
- Forbedre



8.1 Gasslekkasje – skifte av korrodert 6" rør i fuel gas systemet

Hendelsesforløp:

- Ved oppstart av brenngass system etter utskiftning av defekt rør oppsto en gasslekkasje i en flens. Lekkasjen oppsto ved et trykk på 31 bar(g). Operasjonelt trykk for anlegget 37 bar(g).
- Lekkasjen ble detektert av fire gassdetektorer som ga utslag på 60% LEL.
- Ventil for gasstilførsel ble stengt innen ett minutt.



Direkte årsaker:

- Da flensen med lekkasje ble åpnet viste det seg at 50% av grafitt-pakningen var borte. Sjekk av utblåst grafittpakning viste at boltene.
- i flensen kun kan ha vært «hånd-trukket». Opptrekking av bolter i samsvar med trekketabellen kan ikke ha blitt utført.



8.1 Gasslekkasje – skifte av korrodert 6" rør i fuel gas systemet

Bakenforliggende årsaker:

- Ble behov for fjerne en ekstra ventil og åpne flere flenser enn først planlagt for å få rengjort systemet.
 - Endret arbeidsomfang ikke dokumentert skriftlig.
- Selskap B utførte montering av ekstra flenser basert på muntlig instruksjon fra Drift.
- Arbeidspakken som var laget for opprinnelig arbeidsomfang ble ikke endret.
- Lekkasetest N2/ He ikke utført. Stegvis opptrykking og «sniffing» ikke fulgt.

Læringspunkter:

- Viktig å klargjøre og gjøre kjent krav i styrende dokumentasjon for alt relevant personell.
- Ved endring av arbeidsomfang må dette dokumenteres og arbeidspakker oppdateres.
- Sette spesifikke krav til innhold i arbeidspakker.
- Formelt krav om bruk av trekkelapp på flenser blitt utført.

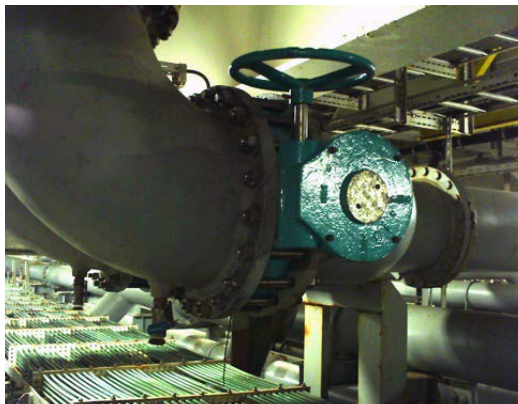
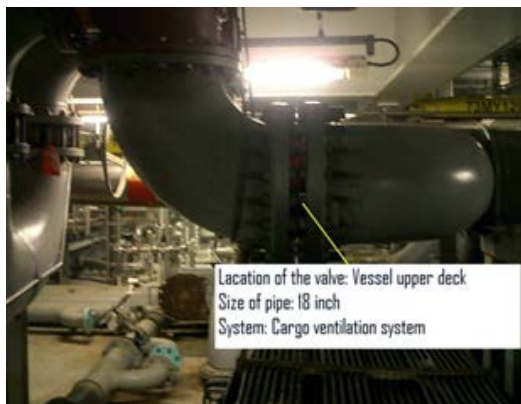
8.2 Gasslekkasje – skifte av ventil i atmosfærisk ventilasjonssystem for cargotanker (FPSO)

Hendelsesforløp:

- Ved utskifting av en ventil i atmosfærisk ventilasjonssystem til lager-tankene fikk kontrollromsoperatøren alarm på gassdetektorene i området. Dette skjedde når ventilen (18") var håndtert ca halvveis ut av røret. Kontrollrommet ble kalt opp og det ble meldt om gass i området. Mekanikerne ble varslet om at de måtte fjerne seg fra området. I det mekanikerne fjerner seg hører de en markert blåselyd og ser en gass sky velte ut av røret.
- Totalt 19 gassdetektorer på to dekk ble utløst i løpet av relativt kort tid. Høyest detektert konsentrasjon av gass var 46% LEL.

Direkte årsaker:

- Det var et kjent overtrykk på ca. 100 mm vannsøyle (0,01 bar(g)) i systemet når ventilen ble fjernet.
- Tanksystemet som ventilen var montert i var på 100 000 m³. Dette representerer ved 0,01 barg store mengder hydrokarboner.
- Da ventilen var halvveis ute var lekkasjen ikke mulig å stoppe eller lede til sikkert område.



8.2 Gasslekkasje – skifte av ventil i atmosfærisk ventilasjons-system for cargotanker (FPSO)

Bakenforliggende årsaker:

- Det ble antatt at arbeidet var identisk med tilsvarende jobber som var utført tidligere (men på mye mindre rørvolum).
- Det var mangelfull forberedelse og planlegging av jobben.
- Anlegget var ikke brakt i sikker tilstand før demonteringen startet (0,01 barg).
- Ved planlegging av jobben (SJA og AT) ble det vist mangelfull forståelse for fare ved lavt trykk der volumene er store.

Læringspunkter:

- Forståelse av risikobildet ved uvante operasjoner.
- Forståelse for fare selv ved små trykk der volumet er stort.
- Fokus på mulige barriereløsninger.
- Benytte sjekklister ved arbeid på hydrokarbon førende systemer (eksempel SJA sjekkliste).

8.3 Gasslekkasje ESV Ventil

Hendelsesforløp:

- Ved igangsettelse av planlagt årlig NAS/PAS-test, inkludert trykk-avlastning av prosessanlegget, oppstod det en kortvarig (2 sek.) gasslekkasje gjennom åpen dreneringsport i bunnen av trykkavlastningsventil, mens ventilen gikk fra stengt til åpen posisjon.
- Lekkasjen ble varslet til SKR via radio fra personell som arbeidet tett ved lekkasjestedet.

Direkte årsaker:

- Pluggen i dreneringsport var tidligere blitt fjernet for å unngå transportskade. Det var ikke iverksatt tiltak for å sikre at pluggen skulle installeres etter at ventil er montert.
- Utsjekk av systemet ble gjennomført uten at det ble oppdaget at pluggen manglet.

8.3 Gasslekkasje ESV Ventil

Bakenforliggende årsaker:

- Pluggen ble fjernet og hengt opp på ventilen. Det ble antatt at installatøren ville forstå at pluggen skulle installeres.
- Det fantes ingen informasjon om at pluggen var demontert for å unngå transportskader.
- Utsjekk av ventil ble ikke utført med tilstrekkelig grundighet.

Læringspunkter:

- Sette spesifikke krav til innhold i arbeidspakker.
- Benytte sjekklister ved arbeid på hydrokarbon førende systemer (eksempel SJA sjekkliste).

8.4 Gasslekkasje – bleed ventil – ESD ventil på gassinjeksjonslinje (brønn)

Hendelsesforløp:

- Det pågikk to operasjoner samtidig. Den ene arbeidsoperasjonen omfattet lekkasjetest av ESV 0060. Den andre operasjonen var integritetstesting av brønn.
- Begge disse involverer de samme sikkerhetsventilene, men i forskjellige stillinger.
- Aktivitetene ble utført av to forskjellige grupper mennesker som ikke var oppmerksom på hverandres aktiviteter
- Gruppe 1 utførte lekkasjetest på ESV 0060 - Gruppe 2 integritetstesten.
- Gruppe 2 startet integritetstesten. Denne måtte avbrytes på grunn av at det ble oppdaget lekkasje i et nav. Gassdeteksjonsystemet ble inhibert (overbroet) for å forhindre at denne lille gasslekkasjen forårsaket nedstegning av plattformen. Navet ble sjekket og satt på plass igjen senere. I mellomtiden ble operatørene satt til andre oppgaver.
- Senior mekaniker ble cirka en halv time før hendelsen gitt adgang til ESV 0060 for lekkasjetest. Ingen spesiell arbeidstillatelse var utarbeidet for arbeidet.
- Produksjonsleder, uteoperatøren som var involvert og senior mekaniker bestemte at arbeidet kunne bli utført som en del av den eksisterende arbeidstillatelsen. Denne tillatelsen var for en tilfeldig test i samme område, men på et annet system.
- Mens gruppe 1 forberedte systemet for lekkasjetest, ble uteoperatøren bedt om å hjelpe til på et annet sted. Mekanikeren, som ikke var oppmerksom på at nødvendige forholdsregler ikke var blitt utført,

8.4 Gasslekkasje – bleed ventil – ESD ventil på gassinjeksjonslinje (brønn)

returnerte senere for å utføre testen på egen hånd og åpnet avlastningsventilen. Mens mekanikeren gikk tilbake til sitt forrige arbeidssted for å hente verktøy, returnerte gruppe 2 for å fullføre integritetstesten og åpnet sikkerhetsventilen mens avlastningsventilen var åpen. Dette resulterte i et gassutslippet.

- Siden området var inhibert ble ingen nedstegningsaksjon aktivert av sikkerhetssystemet.

Direkte årsaker:

- Åpning av 3 ventiler på gassinjeksjonslinjen til Husmus resulterte i et utslipp av gass og kondensat på 125 bar til luft.
- Ventilene ble åpnet som deler av 2 forskjellige prosesser som ble utført parallelt.
- To samtidige operasjoner utført av grupper som ikke var klar over hverandres aktiviteter.

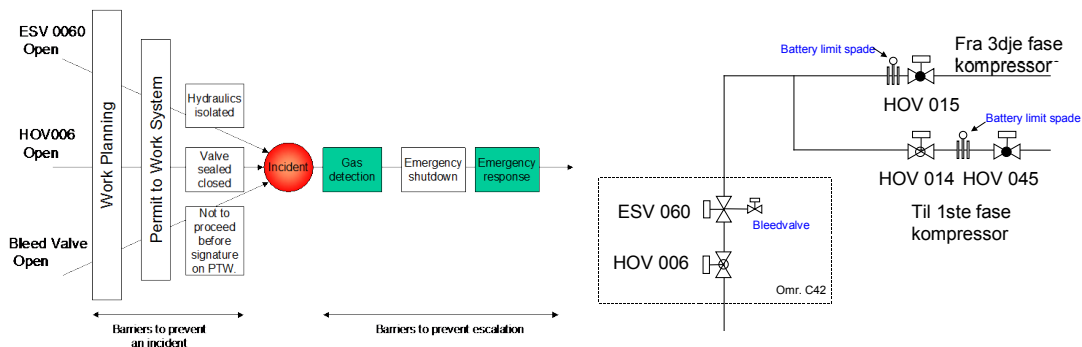
Bakenforliggende årsaker:

- Svikt i planleggingsprosessen og bruken av arbeidstillatelsessystemet.

Læringspunkter:

- Ved endring av arbeidsomfang må dette dokumenteres. Arbeidspakker og arbeidstillatelser oppdateres.
- Sette spesifikke krav til innhold i arbeidspakker.

8.4 Gasslekkasje – bleed ventil – ESD ventil på gassinjeksjonslinje (brønn)





Norsk olje&gass

Dersom du har spørsmål, tilbakemeldinger eller kommentarer til innholdet i håndboken, kontakt **Norsk olje og gass'** fagsjef HMS som kan nås via sentralbordet på telefon 51 84 65 00.

www.norskoljeoggass.no