
Håndbok –
Prosessikkerhet for
forebygging av HC-lekkasjer

FORORD

Forebygging av hydrokarbonlekkasjer er viktig for å unngå storulykker. Norsk olje og gass har utviklet en håndbok for prosessikkerhet for forebygging av HC-lekkasjer. Hensikten med håndboken er å anvende prinsipper for prosessikkerhet til arbeidet med hydrokarbonsystem. Håndboken beskriver praktiske tiltak og systemer som bør være på plass. Håndboken gir også viktig informasjon om farer ved hydrokarbonførende systemer for bedre å kunne detektere og måle HC lekkasjer.

Fagsjef HMS og standardisering er ansvarlig for håndboken.

Denne håndboken erstatter håndbok for prosessikkerhet som ble etablert i 2017. Endringen i tittelen ble gjort for å gjøre det klart at håndboken er rettet mot forebygging av HC-lekkasjer.

Norsk olje og gass
Hovedkontor Hinna Park:
Fjordpiren, Laberget 22,
4020 Stavanger
Postboks 8065, 4068 Stavanger
Telefon: + 47 51 84 65 00
Telefaks: + 47 51 84 65 01
Website: www.norskoljeoggass.no
E-mail: firmapost@norog.no

FORORD	1
1 INNLEDNING	4
1.1 Formål.....	4
1.2 Forebygging av ulykker.....	4
1.3 Barriere og barrierestrategi.....	5
2 ANLEGG SINTEGRITET	7
2.1 Designintegritet.....	7
2.2 Teknisk integritet.....	8
2.3 Operasjonell integritet.....	8
2.4 Lederskapsintegritet.....	8
2.5 Internkontroll.....	8
3 TILTAK FOR Å FOREBYGGE HC-LEKKASJER	10
3.1 Oppfølging av diffuse utslipp.....	10
3.2 Isolering ved arbeid på hydrokarbonsystem.....	10
3.3 Bruk av ventiler.....	10
3.4 Bruk av tilbakeslagsventil.....	11
3.5 Drenering av hydrokarbonsystem.....	11
3.6 Sikre at utstyr er drenert og trykkløst før åpning.....	11
3.7 “Walk the line” før oppstart.....	11
3.8 Verifikasjon av integritet etter vedlikeholdsarbeid.....	12
3.9 Mekanisk påkjenning og degradering.....	12
3.10 Sikre god ventilasjon.....	12
3.11 Flenser og arbeid med flenser.....	12
3.12 Bruk av korrekte fittings.....	12
3.13 Reagere til kritiske alarmer.....	12
3.14 Utkopling og overbroing av sikkerhetssystem.....	13
3.15 Midlertidige tiltak ved svikt i sikkerhetssystem.....	13
3.16 Arbeid med midlertidig utstyr.....	13
3.17 Program for lekkasje søk og overvåking.....	13
3.18 Brønner og brønn operasjoner.....	14
3.19 Arbeid mot eksportørlinjer eller store volum for lagring av hydrokarboner.....	14
4 SYSTEM FOR FOREBYGGING AV HC-LEKKASJE	15
4.1 Risikostyring.....	15
4.2 Prosedyrer.....	15
4.3 Arbeidstillatelse (AT).....	16
4.4 Sikker Jobb Analyse (SJA).....	16
4.5 Planlegging.....	16
4.6 Styring av endringer.....	16
4.7 Håndtering av avvik.....	17
4.8 HC-lekkasje fokusgruppe.....	17
4.9 Verifikasjon.....	17
4.10 Digitalisering.....	17
4.11 Simulering og animasjon.....	18
5 HC-LEKKASJER	19

5.1 Egenskaper.....	19
5.2 Definisjon av en HC-lekkasje.....	19
5.3 Definisjon av diffuse utslipp.....	19
5.4 Rapportering av HC-lekkasjer og diffuse utslipp.....	19
5.5 Måling av HC-lekkasjer.....	20
5.5.1 Metode 1.....	20
5.5.2 Metode 2.....	20
5.6 Farene med HC-lekkasjer.....	21
5.6.1 Brann.....	21
5.6.2 Eksplosjon.....	22
5.6.3 Farlige komponenter som følger med hydrokarbonstrømmer.....	23
5.6.4 Spontan forbrenning.....	23
5.6.5 Narkotisk effekt.....	24
5.7 Hydrater.....	24
5.8 Voks og Asfaltener.....	25
5.9 Deteksjon av Hydrokarbon.....	25
5.9.1 Automatisk deteksjon.....	25
5.9.2 Manuell deteksjon.....	27
5.9.3 Vibrasjon deteksjon.....	27
5.10 Hydrogen.....	28
6 INDIKATORER FOR FOREBYGGING AV HC-LEKKASJER.....	29
7 GRANSKNING AV HC-LEKKASJER.....	30
8 LÆRING OG KONTINUERLIG FORBEDRING.....	31
VEDLEGG 1 LEKKASJERATE MED STORULYKKES POTENSIALE.....	32
VEDLEGG 2 MÅLING AV HC-LEKKASJER.....	33
VEDLEGG 3 RELEVANTE HENDELSER.....	34
VEDLEGG 4 DEFINISJONER OG FORKORTELSER.....	35
VEDLEGG 5 REFERANSER.....	37

1 INNLEDNING

1.1 Formål

Norsk olje og gass har utviklet en håndbok, Prosessikkerhet for forebygging av HC-lekkasjer. Hensikten med håndboken er å bidra til forebygging av hydrokarbonlekkasjer som er et viktig element for å unngå storulykker. Prosessikkerhet er et vidt begrep som omfatter alle faser i livssyklusen til en innretning eller et landanlegg. I denne håndboken blir prinsippene fra prosessikkerhet hovedsakelig anvendt til forebygging av HC-lekkasjer i driftsfasen.

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. Derfor er det viktig å arbeide målrettet for å unngå storulykker.

1.2 Forebygging av ulykker

Forståelsen av årsakssammenhenger til ulykker viser at det er ikke tilstrekkelig å se på kun tekniske feil eller menneskelige handlinger. Organisatoriske forhold er nå betraktet som helt sentrale i årsaksbildet. Dette betyr at arbeidet for å forebygge ulykker må sette fokus på disse forhold og selskapene må identifisere og følge opp relevante tiltak.

Anerkjennelse av at det er menneskelig å feile er en viktig faktor i forståelsen av hendelser og ulykkesituasjoner. 'Menneskelig feil' er i dag ikke betraktet som en tilstrekkelig årsak til en hendelse. Identifikasjonen av en feilhandling er et utgangspunkt for å forstå hvorfor menneskene gjorde feil. Enda viktigere er en forståelse av hvorfor involverte mennesker trodde handlingene var riktige. Denne forståelsen er viktig for å lære og for å kunne identifisere effektive tiltak for å unngå slike handlinger.

'Kultur' er en faktor i forebygging av hendelser og ulykker. Kulturelle faktorer som anses som viktige for denne håndboken er:

- Ledelses engasjement for å bygge og utvikle kulturen
- Hvordan organisasjonen etterlever styrende dokumentasjon og særlig prosedyrer relatert til arbeid på hydrokarbonførende system.
- Hvordan ledelsen formidler sine forventninger til at prosedyrer blir etterlevd.

Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha et bevisst forhold til kultur og hvordan kulturen bør bygges og utvikles blant annet for å sette søkelys på risikostyring. Implementering og oppfølging av både tiltak og system for forebygging av HC-lekkasjer er avhengig av en 'god' kultur i selskapet. En god kultur oppmuntrer til god systematikk og god atferd når det gjelder arbeid på hydrokarbonsystem. Dette gjelder for eksempel oppmuntring til å etterleve denne håndboken.

Eksempel på kulturbygging og -utvikling er 'Alltid Sikker' som er utviklet av Equinor, AkerBP og Vår Energi, Ref. 1.

Eksempler på verktøy som kan brukes til kulturbygging og -utvikling relevant for forebygging av HC-lekkasjer, IOGP Lifesaving rules, Ref. 2, IOGP Process Safety Fundamentals, Ref. 3.

Ledelse er en viktig faktor for å få fram åpenhet i diskusjonen om prosedyrer, praksis og behov for eventuelle endringer i disse. En åpen rapporteringskultur er et viktig bidrag til kontinuerlig forbedring.

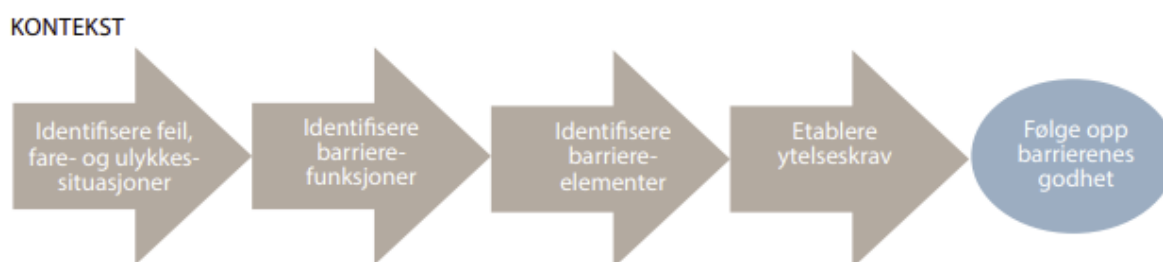
Granskning av hendelser og nestenulykker kan gi et innblikk i kulturen og kan bidra til å styre hvordan kulturen bør utvikles for å unngå uønskede forhold og handlinger. Granskningen kan også gi en forståelse av hvorfor systemet ikke var utformet med tilstrekkelig barrierer for å ta høyde for eventuelle feilhandlinger.

Norsk olje og gass har foretatt årsaksanalyser for HC-lekkasjer som er registrert på norsk sokkel og landanlegg. Disse analysene kan brukes for å få en bedre forståelse av hvorfor HC-lekkasjer oppstår og dermed hvilke tiltak bør brukes for å forebygge HC-lekkasjer. Ref. 4.

1.3 Barriere og barrierestrategi

Petroleumstilsynet har utarbeidet et barrierenotat som inneholder definisjoner og en beskrivelse av systematikken for barrierestyling, Ref. 5. Systematikken er en viktig kontekst for forebygging av HC-lekkasjer.

Figur 1-1 viser konteksten for hvordan barrierer kan etableres og hvordan ytelseskrav kan fastsettes og følges opp.



Figur 1-1 Kontekst for barrierer

Begrepet 'Følge opp barrierenes godhet' betyr verifikasjon av at barrieren har funksjonalitet (at den vil fungere som tiltenkt), integritet (at den vil ha tilstrekkelig pålitelighet) og robusthet (at den har tilstrekkelig redundans og ikke er sårbar).

Figur 1-2 viser forholdet mellom barrierefunksjon, barriereelementer, ytelseskrav og ytelsespåvirkende faktorer.



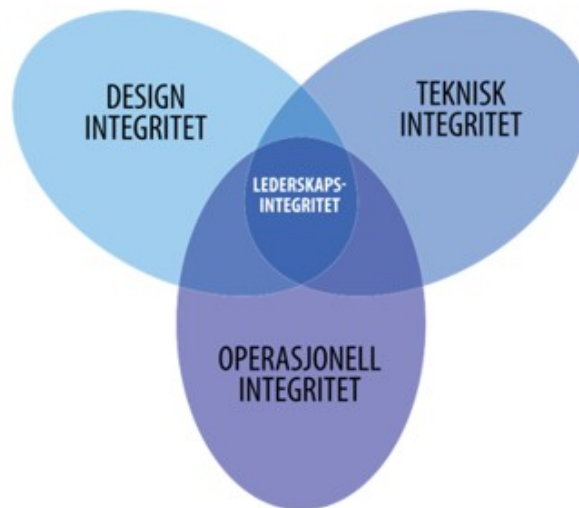
Figur 1-2 Forholdet mellom barriererefunksjon, barriereelementer, ytelseskrav og ytelsepåvirkende faktorer

Hensikten med figurene er å vise at effektive barrierer er avhengige av tekniske-, operasjonelle og organisatoriske barriereelementer. Alle disse må vurderes for å sikre at barrierene vil kunne fungere tilfredsstillende.

2 ANLEGG SINTEGRITET

God prosessikkerhet oppnås ved at innretninger og landanlegg designes slik at mulighetene for feil reduseres, et inspeksjons- og vedlikeholdssystem er etablert og gjennomført, og at innretningen og landanlegget brukes innenfor driftsmessige betingelser. Ledelsen i selskapene har et ansvar for å sikre at god prosessikkerhet blir ivaretatt. Selskapet skal også etablere et styringssystem som beskriver hva som skal gjøres og hvordan det gjøres, og et internt kontrollsystem som sikrer at styringssystemet etterleves.

Anleggsintegritet kan beskrives som et samspill mellom design integritet, teknisk integritet, og operasjonell integritet. Lederskapsintegritet skal sikre at dette henger sammen. Dette er vist i Figur 2-1.



Figur 2-1 Oversikt av anleggsintegritet

2.1 Designintegritet

Design av et anlegg for prosessering gjøres i henhold til gjeldende regelverk og standarder, og i samsvar med god industripraksis. De overordnede prinsippene er at et design skal sikre forsvarlig bruk av innretningen og landanlegget gjennom sin livssyklus og at risikoen reduseres til så lavt nivå som er praktisk mulig. I designprosessen skal operasjonelle begrensninger fastsettes for innretningen/landanlegget. Et forsvarlig design bør ta hensyn til læring fra tidligere design og fra drift.

‘Inherently safer design’ bør legges til grunn for et forsvarlig design. Prinsippene for ‘inherently safer design’ er:

Eliminere – Hvis mulig bør farene knyttet til innretning og landanlegget elimineres. F.eks. ikke bruke farlige materialer.

Minimisere – Redusere mengden av farlige materialer

Erstatte – Erstatte farlige materialer med mindre farlige materialer

Ufarliggjøre – Redusere temperaturen, trykket, konsentrasjon av materialene som brukes

Forenkle – Redusere kompleksiteten i anlegget for å unngå feilhandlinger

2.2 Teknisk integritet

Når en innretning eller et landanlegg blir designet og bygget er det behov for å vedlikeholde og inspisere disse for å ivareta design, designforutsetninger og sikre forsvarlig bruk. System, utstyr og komponentene er utsatt for aldrings- og degraderingsprosesser, og det er viktig at det foreligger inspeksjons- og vedlikeholdsrutiner for å ha tilstrekkelig kontroll på disse prosessene.

Identifikasjon av sikkerhetskritisk utstyr er en viktig forutsetning for å etablere tilstrekkelige vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner, og for å prioritere arbeidsoppgaver.

Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha et vedlikehold- og inspeksjonssystem og utvikle indikatorer for å sikre at rutinene blir utført i henhold til plan og for å oppnå sine hensikter.

2.3 Operasjonell integritet

Operasjonell integritet skal sikre at driften er innenfor driftsmessige betingelser og begrensninger, og at det er gode rutiner og prosedyrer for arbeidet som utføres på hydrokarbonførende system.

2.4 Lederskapsintegritet

Det er ledelsen som har det overordne ansvaret for å sikre at designintegritet, teknisk integritet og operasjonell integritet er i orden, og at innretningen og landanlegget brukes på en forsvarlig måte. Lederne setter premissene for at innretningen og landanlegget brukes og drives i henhold til gjeldende regelverk, standarder og selskapspraksis og prosedyrer. Lederne skal tilrettelegge for at alle som er involvert i drift av anlegget har tilstrekkelig kjennskap til styringssystemet og har nødvendig kompetanse til å utføre sine oppgaver på en forsvarlig måte. Lederne skal fange opp signaler som indikerer om driften av innretningen eller anlegget er forsvarlig. Dette gjelder både positive og negative signaler, og sterke og svake signaler.

2.5 Internkontroll

Operatøren eller den som ansvarlig for innretningen eller landanlegget skal etablere en internkontroll som sikrer at designintegritet, teknisk integritet, operasjonellintegritet og lederskapsintegritet blir ivaretatt. Dette er en integrert del av styringssystemet.

Krav til styringssystemet er beskrevet i rammeforskriften §17 Plikt til å etablere, følge opp og videreutvikle styringssystem.

Den ansvarlige skal etablere, følge opp og videreutvikle et styringssystem for å sikre etterlevelse av krav som er gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen. Rettighetshaveren og eieren av landanlegg skal etablere, følge opp og videreutvikle et styringssystem for å sikre etterlevelse av krav gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som er rettet mot rettighetshavere og eiere av landanlegg. Arbeidstakerne skal medvirke ved etablering, oppfølging og videreutvikling av styringssystem.

Internkontroll systemet skal omfatte oppfølging som sikrer at anleggsintegriteten er tilfredsstillende, og at bruken av innretningen eller landanlegget er forsvarlig.

Krav til oppfølging er beskrevet i styringsforskriften §21 Oppfølging

Den ansvarlige skal følge opp at alle elementene i eget og andre deltakers styringssystem er etablert og fungerer etter hensikten, og at det er et forsvarlig helse-, miljø- og sikkerhetsnivå.

Oppfølgingen skal bidra til å identifisere tekniske, operasjonelle eller organisatoriske svakheter, feil og mangler.

Metoder, hyppighet og omfang av oppfølgingen, og graden av uavhengighet i utføringen, skal tilpasses elementets betydning for helse, miljø og sikkerhet.

3 TILTAK FOR Å FOREBYGGE HC-LEKKASJER

Dette kapittelet beskriver viktige tiltak for å forebygge HC-lekkasjer i driftsfasen og underbygger operasjonell integritet. Tiltakene bør sees i sammenheng med andre prosesser og systemer som er knyttet til forebygging av HC-lekkasjer, f.eks. Life Saving Rules, Process Safety Fundamentals osv.

3.1 Oppfølging av diffuse utslipp

Ideelt er en innretning eller et landanlegg 100% tett og det forekommer ingen utslipp av hydrokarboner. I praksis kan det være diffuse utslipp fra f.eks. flenser, ventilpakninger, o.l. som ikke er tilstrekkelig for å rettferdiggjøre reparasjon. Det er likevel viktig at disse utslippene blir fulgt opp systematisk før de utvikler seg negativt, og det blir tatt grep før det blir en HC-lekkasje. Seksjon 5 beskriver forskjellen mellom diffuse utslipp og HC-lekkasjer.

En oversikt av diffuse utslipp kan brukes som en indikator, se seksjon 6.

3.2 Isolering ved arbeid på hydrokarbonsystem

En viktig forutsetning for sikker utførelse av arbeid på hydrokarbonsystem er isolering og tilbakestilling. Operatøren eller den som er ansvarlig skal etablere prosedyrer som dekker planlegging, isolering, utførelse og tilbakestilling. Prosedyren skal beskrive isoleringsmetode og krav til barrierer. Norsk olje og gass har utarbeidet en anbefalt praksis for isolering ved arbeid på hydrokarbon-utstyr, Ref. 6.

Risikovurdering i forbindelse med arbeid på hydrokarbonsystem skal ta hensyn til trykk, temperatur og mengden hydrokarbon som isoleres.

For noen arbeidsoperasjoner på hydrokarbonsystem er det krav til 100% isolasjon f.eks. entring. I slike tilfeller er det behov for blinding eller avkopling av rør. Krav til isolering ved kritiske arbeidsoperasjoner er også beskrevet i Norsk olje og gass retningslinjer 088, Ref. 7. Her er det viktig at det er god kontroll over spader, briller, blinder og andre utstyr som brukes til isolasjon.

For noen isoleringer kan det være behov for godkjente plugg, f.eks. i forbindelse med arbeid med rørledninger, stigerør. I så fall er det behov for spesifikke prosedyrer for installasjonen og testing av disse.

Verifisering ved klargjøring/tilbakestilling av isolering er en viktig faktor for å sikre riktig isolering. Det finnes ulike metoder for å verifisere isolering, f.eks., at ventiler er sikret i riktig posisjon i forbindelse med klargjøring og tilbakestilling av isolering. Dette kan f.eks. være uavhengig verifisering eller verifisering gjennomført av to personer samtidig som isoleringen settes/tilbakestilles. Metoden bør vurderes med hensyn på risikopotensialet ved feilhandling.

3.3 Bruk av ventiler

Korrekt bruk og operasjon av ventiler er en viktig forutsetning for forebygging av HC-lekkasjer. Norsk olje og gass 'Håndbok i ventilteknikk' beskriver blant annet hvordan ventiler opereres for å sikre at disse holder tett, Ref. 8. Håndboken tar for seg typiske

ventiler som er i bruk i petroleumsindustrien, og omfatter informasjon om ventiltyper, pakninger, tetningsflater og anvendelser.

3.4 Bruk av tilbakeslagsventil

Ved arbeid på hydrokarbonsystem som krever oppkopling av midlertidige slanger eller rør, f.eks. for vannfylling og nitrogenspyling, skal tilbakeslagsventil brukes for å forhindre hydrokarboner i disse systemene. Tilbakeslagsventilen skal være godkjent for driftstrykk og -temperatur. Rør, slanger og tilbakeslagsventiler bør inngå i vedlikeholdssystemet for å sikre at disse er i orden før bruk.

3.5 Drenering av hydrokarbonsystem

Normalt vil hydrokarbon dreneres til et lukket drensysteem. Ved drenering skal drensysteemet overvåkes for å unngå at det blir overfylt eller overtrykket.

For noen dreneringsoperasjoner er det hensiktsmessig at arbeidsstedet ikke forlates mens dreneringen pågår. For dreneringsoperasjoner der et hydrokarbonsystem blir åpent til atmosfære skal arbeidsstedet ikke forlates mens dreneringen pågår.

For dreneringsoperasjoner med midlertidig utstyr, f.eks. slanger, skal disse ha et designtrykk som tilsvarer eller er større enn systemet det er koplet til. For midlertidig utstyr, f.eks. slanger, som er koplet til drensysteemet og brukt til å drenere væske eller blø av gass, bør det brukes sertifiserte slanger som tåler trykket som kan oppstå i drensysteemet.

For operasjoner som innebærer overføring fra et hydrokarbon system til et annet system med midlertidig utstyr, f.eks. slanger, skal utstyret ha et design trykk som tilsvarer eller er større enn systemene det er koplet til.

3.6 Sikre at utstyr er drenert og trykkløst før åpning

Før åpning av et hydrokarbonførende system skal det alltid sjekkes at systemet er drenert og trykkløst. Verifikasjon av trykkløst system skal gjøres ved å åpne et dren eller en luftenventil. Man skal være forsiktig med avlesning på et manometer for å verifisere at et system er trykkløst. Et lite avvik kan medføre et betydelig trykkpotensial spesielt på høytrykksystem. En viktig forutsetning er at ventilen og røret som brukes for å sjekke-at systemet er trykkløst, ikke er blokkert med f.eks. hydrater, voks.

3.7 “Walk the line” før oppstart

Før oppstart skal man sikre at alt utstyr er på plass, og at fremmede gjenstander og midlertidige utstyr fjernet. Alle ventiler skal være i riktig posisjon, kontrollventiler skal være testet, alle instrumenter skal være på plass og automatiske ventiler skal være koplet til styringssystemet. Ventiler med lås skal være låst i riktig posisjon. Alle sikkerhetssystem skal være i drift og vedlikeholdt i henhold til etablerte rutiner, f.eks. PSV-r.

En «walk the line» skal være en systematisk gjennomgang av systemet med referanse til P&ID.

3.8 Verifikasjon av integritet etter vedlikeholdsarbeid

Ved arbeid på hydrokarbonførende system som medfører åpning av system, f.eks. flenser, ventiler o.l. skal systemet sjekkes og testes for å sikre integriteten før systemet settes i drift. Dette vil normalt gjøres med en lekkasjetest. Ref. 6.

3.9 Mekanisk påkjenning og degradering

Mekanisk påkjenning og degradering av rør og utstyr på hydrokarbonførende system er en viktig årsak til HC-lekkasjer. Mekanisk påkjenning kan være f.eks. spenn og vibrasjoner og disse kan være synlige. Degradering kan være f.eks. erosjon, korrosjon, og slitasje og ofte er det tegn til degradering før lekkasjen oppstår. Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha vedlikeholds- og inspeksjonsrutiner på hydrokarbonførende system som er bygget på RCM eller RBI type analyser. Det er også viktig med gode observasjoner og rapportering.

3.10 Sikre god ventilasjon

God ventilasjon er en viktig forutsetning for å unngå akkumulering av hydrokarboner i innestengte områder, og er dermed viktig for å redusere konsekvensene av en eventuell HC-lekkasje. Ventilasjonen kan være naturlig, mekanisk eller en kombinasjon av disse. Ventilasjonen skal sikre at en eksplosiv blanding ikke kan oppnås i et innstengt område. Ventilasjon er også viktig for å redusere innholdet av skadelige komponenter som kan befinne seg i hydrokarbonblandingen, f.eks. benzen.

Operatøren eller den som er ansvarlig skal sikre at det er prosedyrer på plass for å sikre at ventilasjonssystem fungerer og ikke blir koplet ut i forbindelse med andre aktiviteter.

3.11 Flenser og arbeid med flenser

Korrekt installasjon av flenser er en viktig forutsetning for forebygging av HC-lekkasjer. Norsk olje og gass har utgitt en håndbok for flensearbeid som er relevant for verifikasjon av flenser. Håndboken tar for seg typiske flenser og pakninger som er i bruk i petroleumsindustrien og omfatter demontering, inspeksjon, oppretting, montering og etterkontroll av flenser, Ref. 9.

3.12 Bruk av korrekte fittings

Korrekt bruk av fittings på instrument- og hydraulikksystem er en viktig forutsetning for forebygging av HC-lekkasjer. Det er brukt mange typer fittings og «small bore tubing» i systemene på en innretning eller et landanlegg. Disse kan være dimensjonert i 'mm' og 'tommer'. Det er viktig at forskjellige typer og dimensjoner ikke blandes. Norsk olje og gass har utgitt en håndbok for fittings og «small bore tubing» systemer, Ref. 10. Håndboken tar for seg tre eksempler av ulike typer fittings. Det er også mulig å bruke andre typer.

3.13 Reagere til kritiske alarmer

Alarmer gir en indikasjon på at driftsparametere har gått utover begrensningene som er satt. Kritiske alarmer skal være identifisert og prioritert i et

alarmhåndteringssystem. Det er også viktig at prosedyrene beskriver hvilke tiltak som skal iverksettes ved en kritisk alarm.

3.14 Utkopling og overbroing av sikkerhetssystem

Operatøren eller den som er ansvarlig skal etablere et system for hvordan utkopling og overbroing av sikkerhetssystem skal utføres og kontrolleres. Slike utkoplinger og overbroing kan være nødvendig på grunn av vedlikeholdsaktiviteter eller ved svekkelse av komponentene i et sikkerhetssystem. Kompenserende tiltak skal vurderes, iverksettes og dokumenteres dersom det er nødvendig med utkopling av sikkerhetssystem. System for utkopling og overbroing skal tilfredsstillere kravene i aktivitetsforskriften § 26 Sikkerhetssystem og teknisk og operasjonell forskrift § 4.2 Sikkerhetssystemer.

Utkopling og overbroing av sikkerhetssystem skal kun utføres i forbindelse med en planlagt operasjon eller som et tiltak dersom en bryter, sensor, o.l. svikter. Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha prosedyrer for utkopling og overbroing av sikkerhetsfunksjoner. Prosedyren skal beskrive hvem som kan utføre utkoplingen, testing av utkoplingen og krav til risikovurdering og iverksettelse av tiltak.

En oversikt av utkopling og overbroing av sikkerhetssystem kan brukes som en indikator, se seksjon 6.

3.15 Midlertidige tiltak ved svikt i sikkerhetssystem

Ved svikt i sikkerhetssystem skal risikoen vurderes og midlertidige tiltak iverksettes inntil utstyret er tilbake i drift. Midlertidige tiltak kan være nedstenging, midlertidige operasjonelle tiltak, overvåking, o.l. Risikovurdering og identifiserte tiltak skal dokumenteres.

En oversikt av svikt i sikkerhetssystem kan brukes som en indikator, se seksjon 6.

3.16 Arbeid med midlertidig utstyr

Arbeid på hydrokarbonførende system kan medføre bruk av midlertidige utstyr og system, f.eks. lekkasjetesting, kalibrering av målesystem, o.l. Midlertidig utstyr vil normalt ikke bli dekket av vedlikehold- og inspeksjonssystem. Detaljerte driftsinstrukser skal være tilgjengelig. For enhver aktivitet med bruken av midlertidig utstyr skal det utføres en grundig sjekk av utstyret før det brukes, Ref. 11.

3.17 Program for lekkasje søk og overvåking

Operatøren eller den som er ansvarlig bør etablere rutiner for å søke etter hydrokarbon lekkasjer, diffuse gassutslipp og svetting. Et slikt søk innebærer både visuelle sjekk og bruk av bærbart utstyr, f.eks. IR kamera. Det kan være behov for eksterne ressurser med spesialisert utstyr for å bistå i søkene. Formålet med søkene er både å oppdage nye lekkasjer, diffuse gassutslipp eller svetting, og for å overvåke kjente lekkasjer, gassutslipp og svetting. Overvåking er en viktig forutsetning for å vurdere eventuelle utbedring.

Videre drift av en innretning eller et landanlegg med en lekkasje forutsetter en risikovurdering at dette er akseptabelt. Det kan være krav til å opprette et avvik for en slik situasjon, se seksjon 4.7.

3.18 Brønner og brønn operasjoner

Prinsippene i denne håndboken gjelder også for brønner, arbeid på brønner og brønnoperasjoner, f.eks. wireline, kvelerør. Det er spesielle utfordringer med brønner og konsekvensene ved en eventuell lekkasje kan være stor på grunn av mengden hydrokarbon som kan lekke. Brønnoperasjoner er normalt utført av spesialister i henhold til et program og detaljerte prosedyrer. Ved arbeid på brønn eller nedstrøms brønn skal det alltid være 2 verifiserte barrierer mot reservoaret. Det er hensiktsmessig at personer involvert i planlegging og utførelsen av brønn operasjoner er gjort oppmerksom på denne håndboken og tiltak som er beskrevet i denne seksjonen.

3.19 Arbeid mot eksportørlinjer eller store volum for lagring av hydrokarboner

Store volum av hydrokarboner vil alltid utgjøre en høy risiko, derfor skal aktivitet knyttet til vedlikehold eller arbeid mot eksportørlinjer/store lagringstanker for hydrokarboner alltid utføres med 2 verifiserte barrierer. Arbeid mot slike systemer bør gjennomføres med risikovurderinger som inkluderer håndtering av en eventuell lekkasje i en av barrierene.

4 SYSTEM FOR FOREBYGGING AV HC-LEKKASJE

Dette kapitlet beskriver viktige systemer for å forebygge HC-lekkasjer i driftsfasen og underbygger operasjonell integritet.

4.1 Risikostyring

Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha et system for styring av risiko inkludert risikoen knyttet til HC-lekkasjer. Risikostyring skal dekke farer knyttet til f.eks. eksplosjon/brann, eksponering osv., som kan ha konsekvenser for menneske, miljø, materiale og selskaps omdømme.

Alle aktiviteter som utføres på et anlegg bør vurderes med tanke på å forebygge HC-lekkasjer. Følgende spørsmål bør stilles i planleggingen før utførelsen av aktiviteter:

- Kan en HC-lekkasje oppstå i forbindelse med aktiviteten?
- Hva kan man gjøre for å redusere sannsynligheten for en HC-lekkasje?
- Hva kan man gjøre for å redusere størrelsen for en HC-lekkasje?
- Hvor stor kan HC-lekkasjen bli?
- Hvilke usikkerheter er til stede og hva kan gjøres for å redusere disse?
- Hvilke systemer/prosedyrer skal brukes under planlegging, utførelse og avslutningen av arbeidet?
- Hvordan bør en eventuell HC-lekkasje håndteres? Spesielt viktig i forbindelse med arbeid på systemer med store mengder hydrokarboner.
- Hvordan vil en HC-lekkasje påvirke andre pågående aktiviteter?

Vurdering og forståelse av risiko før aktiviteten igangsettes er en viktig forutsetning for å unngå HC-lekkasjer.

4.2 Prosedyrer

Prosedyrer skal ha et klart formål og tydelig virkeområde, og detaljene i prosedyrene skal være tilpasset kompetansen til personalet som skal bruke prosedyrene. Det er forskjellige typer av prosedyrer, f.eks. drift av en innretning eller landanlegg i sin helhet, drift av enkelte system, gjennomføring av enkelte aktiviteter o.l. Denne seksjonen omhandler prosedyrer som er knyttet til drift av et prosessanlegg, drift av enkelte hydrokarbonførendesystem og aktiviteter som kan føre til HC-lekkasjer.

Prosedyrer skal ta hensyn til driftsmessige begrensninger og relevante forutsetninger for design. Prosedyrer skal beskrive viktige forutsetninger for prosessikkerhetssystem og beskyttelse mot overskridelse av designtrykk og temperatur. Dette gjelder både høyt trykk, høy temperatur, lavt trykk og lav temperatur.

Prosedyrer for enkelte system skal beskrive faremomenter knyttet til operasjonen av systemet og hvordan eventuelle feil kan føre til uønskede situasjoner. For hydrokarbonførende system skal prosedyrene beskrive hva som bør gjøres dersom det oppstår lekkasje fra systemet.

Prosedyrer for enkeltaktiviteter skal beskrive viktige prinsipper knyttet til aktiviteten, og en trinnvis beskrivelse av hva som skal gjøres.

4.3 Arbeidstillatelse (AT)

Operatøren eller den som er ansvarlig skal etablere et system for kontroll av arbeid som skal sikre at faremomentene er identifisert, at tilstrekkelig tiltak for å forebygge farer er på plass, og at risikoen med arbeidet er vurdert.

Norsk olje og gass har utarbeidet en felles modell for arbeidstillatelser som etablerer en felles praksis for bruk av arbeidstillatelser på innretninger og landanlegg, Ref. 7. Felles modell for arbeidstillatelser omfatter all virksomhet som krever arbeidstillatelse på slike innretninger, herunder også arbeid i boreområder.

4.4 Sikker Jobb Analyse (SJA)

Operatøren eller den som er ansvarlig skal utarbeide en prosedyre for sikker jobb analyse (SJA). SJA er en systematisk og trinnvis gjennomgang av faremomenter i forkant av en arbeidsoperasjon. SJA skal gjennomføres for å kunne identifisere, fjerne eller kontrollere risiko. Prosedyren for SJA bør samkjøres med prosedyrene knyttet til AT-systemet.

Norsk olje og gass har utarbeidet retningslinjer for å etablere en felles praksis for bruk av Sikker Jobb Analyse (SJA) på norsk kontinentalsokkel, Ref. 12. Retningslinjene beskriver når og hvordan man skal gjennomføre en SJA.

4.5 Planlegging

God forberedelse og planlegging av operasjoner og arbeidsaktiviteter er en viktig forutsetning for å forebygge HC-lekkasjer. Selskapet skal etablere prosedyrer for planlegging som sikrer blant annet at:

- Farer og risiko-reduserende tiltak er identifisert og kommunisert
- Prosedyrer for gjennomføring er på plass
- Materialer og deler er tilgjengelige
- Gjennomgang av relevant erfaring for å sikre læring og kontinuerlig forbedring
- Involvering av relevant og kvalifisert personell
- Sikrer at de som utfører arbeidet er kompetente og har tilstrekkelig erfaring
- Alt utstyr som brukes tåler trykk og temperatur
- Alt utstyr som brukes er vedlikeholdt i henhold til vedlikeholdsprogram.
- Midlertidig utstyr er egnet til bruk

4.6 Styring av endringer

Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha et system for styring av endringer. Dette gjelder både tekniske, operasjonelle og organisatoriske endringer. Endringsstyring er en viktig forutsetning for forebygging av HC-lekkasjer. Det er mange alvorlige HC-lekkasjer som har skjedd samt konsekvensene har blitt verre, på grunn av endringer og svikt i identifikasjon av mulige farer knyttet til endringene. Enhver endring som kan påvirke systemene for forebygging av HC-lekkasjer bør betraktes som kritisk og være gjenstand for en grundig risikovurdering.

4.7 Håndtering av avvik

Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha et system for identifisering og registrering av avvik, risikovurdering og implementering av eventuelle kompenserte tiltak. Det skal være tydelig hvilke begrensninger avviket medfører for videre drift av innretningen eller landanlegget og forutsetninger som skal være oppfylt. Avvik relatert til hydrokarbonsystem bør betraktes som kritisk.

4.8 HC-lekkasje fokusgruppe

Operatøren eller den som er ansvarlig bør etablere en fokusgruppe for forebygging av HC-lekkasjer. Gruppen bør bestå av personell som arbeider på innretning/landanlegg, arbeidsledere, ingeniører innenfor relevante fagdisipliner, vernetjenesten og HMS rådgivere. Gruppen bør ha regelmessige møter for å diskutere hvordan systemene for forebygging av HC-lekkasjer fungerer og for å identifisere tiltak for å redusere sannsynligheten for HC-lekkasjer.

Spesifikke oppgaver til fokusgruppen kan være:

- Finne årsaker til HC-lekkasjer
- Kartlegging og overvåking av diffuse gassutslipp og svetting
- Vurdering av nye tiltak for å forebygge HC-lekkasjer
- Læring og erfaringsoverføring fra interne og eksterne HC-hendelser
- Kartlegging av vibrasjoner og supportering av rør i hydrokarbonførende system
- Læring og erfaringsoverføring fra arbeid med forebygging av HC-lekkasjer på andre innretninger/selskap.

Det bør vurderes hvilke verktøy gruppen bør ha for å kunne utøve sin funksjon, f.eks. IR kamera.

4.9 Verifikasjon

Operatøren eller den som er ansvarlig skal etablere verifikasjonsrutiner som sikrer at systemer, prosesser og prosedyrer som er relevant for forebygging av HC-lekkasjer fungerer som tiltenkt. Operatøren eller den som er ansvarlig skal identifisere hvilke systemer, prosesser eller prosedyrer som skal verifiseres og hvilke metoder som skal brukes. Interne verifikasjoner skal gjennomføres og verifikasjoner fra eksterne parter bør organiseres. Det er viktig at andre øyne ser på virksomheten fra tid til annen.

4.10 Digitalisering

Digitalisering handler om å bruke teknologi til å fornye, forenkle og forbedre. Det handler om å tilby nye og bedre tjenester, som er enkle å bruke, effektive, og pålitelige. Digitalisering kan være et viktig bidrag for reduksjon av HC-lekkasjer og kan legge til rette for forbedring i systemene som er på plass for å forebygge HC-lekkasjer.

Digitalisering kan bidra til at personell involvert i aktiviteter og kontroll av aktiviteter har:

- bedre oversikt av farer, faremomenter og andre aktiviteter i området,

- bedre tilgang til informasjon og dokumentasjon relatert til aktivitetene,
- bedre tilgang til læringsmateriell, inkludert relevante hendelser som kan brukes for erfaringsoverføring, pre-jobb møte, osv.

Digitalisering omtales oftest som positivt og fremtidsrettet, og det er tydelig at petroleumsindustrien er rettet mot mer digitalisering. Det kan derimot være ulemper knyttet til digitalisering, og det er viktig at både fordeler og ulemper blir vurdert ved introduksjon av nye systemer.

4.11 Simulering og animasjon

Forskning har vist at simuleringer gir gode læringseffekter og er motiverende for brukerne. Simulering av arbeidsoperasjoner og aktiviteter gir involverte personer mulighet for å utvikle både ferdigheter og kunnskap. Prosess-simulatorer og trening kan bidra mye til sikre og effektive operasjoner.

Animasjoner av arbeidsoppgaver og aktiviteter kan være nyttig i planlegging av arbeidsoperasjoner og formidling av informasjon til personer som blir involvert. Animasjoner er også nyttig i formidling av hendelser og ulykker.

5 HC-LEKKASJER

I dette kapitlet defineres hva en hydrokarbonlekkasje (HC-lekkasje) er, hvordan man kan måle/beregne lekkasjen og hvilke farer en HC-lekkasje medfører.

5.1 Egenskaper

Hydrokarbon finnes i gass, væske og faste former.

Faste former som voks og asfaltener kan føre til problem med prosessering og blokkering av rør, dren, ventiler o.l.

Hydrokarbonvæske kan være olje eller kondensat. Kondensat består av lettere komponenter og er mer flyktig enn olje som består av tyngre komponenter.

Hydrokarbongass kan være lettere og tyngre enn luft avhengig av sammensetningen av gassen som lekker. Hydrokarbongass som er brukt til eksport og brenngass har et høyt metaninnhold og er lettere enn luft dersom den lekker. Kondensat består av propan og butan og vil være tyngre enn luft dersom den lekker.

Egenvekt på hydrokarbongassen vil påvirke spredningsmønstrer og dette må tas høyde for i vurderingen av plasseringen av gassdetektorer. Egenvekt er også en viktig faktor for lekkasjesøk.

5.2 Definisjon av en HC-lekkasje

Utslipp av hydrokarbon er definert som en lekkasje når:

- Hydrokarboninnholdet er målt til større enn 20% LEL på et punkt 10 cm fra lekkasjekilden i den retningen som gir størst utslag. Normalt vil en slik måling gjøres manuelt med en portabel gassdetektor
- Det er mer enn 4 dråper per minutt av hydrokarbonvæske fra lekkasjepunktet

Utslipp av hydrokarboner som registres på detektorer knyttet til brann- og gasssystemet vil normalt være større enn overnevnte kriterier og er dermed definert som en HC-lekkasje.

Operatøren eller den som er ansvarlig bør etablere prosedyrer for måling av lekkasjeraten. Det er primært to kategorier av HC-lekkasjer, mindre lekkasje (< 0,1 kg/s) og lekkasje med storulykkes potensiale (>0,1 kg/s), se vedlegg 1.

5.3 Definisjon av diffuse utslipp

Hydrokarbon utslipp som er mindre enn en HC-lekkasje defineres som diffus gassutslipp (for gass) og svetting (for væske).

5.4 Rapportering av HC-lekkasjer og diffuse utslipp

Hendelser og ulykker som fører til eller kunne ført ha til en HC-lekkasje skal rapporteres i henhold til interne rutiner.

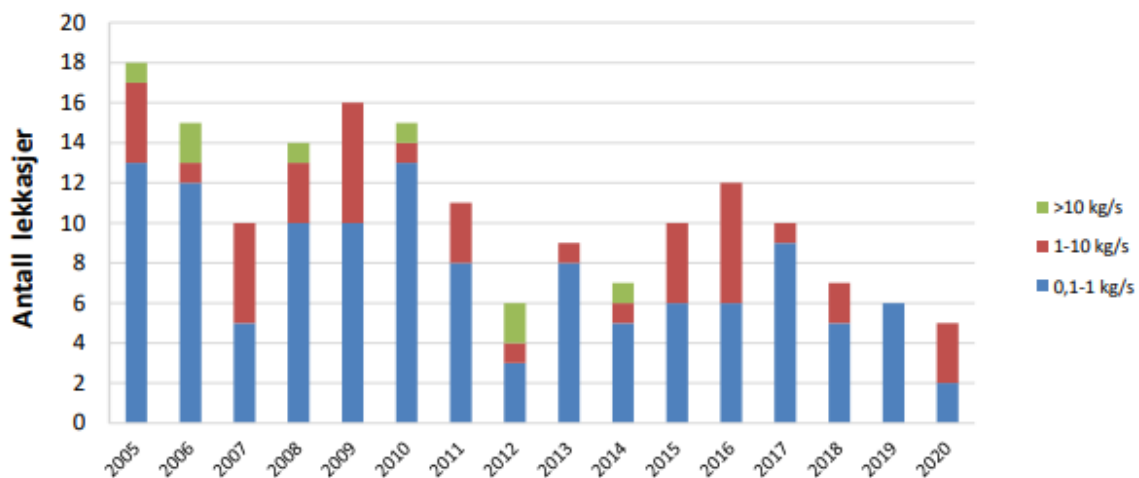
Når det gjelder rapportering av HC-lekkasje til Petroleumstilsynet (Ptil) skal dette gjøres i henhold til styringsforskriften § 29.

Operatøren skal sikre koordinert og umiddelbar varsling per telefon til Petroleumstilsynet ved fare- og ulykkessituasjoner som har ført til, eller under ubetydelig endrede omstendigheter kunne ha ført til:

- død,
- alvorlig og akutt skade,
- akutt livstruende sykdom,
- alvorlig svekking eller bortfall av sikkerhetsrelaterte funksjoner eller barrierer, slik at innretningens eller landanleggets integritet er i fare,
- akutt forurensning.

Dette betyr at det ikke er bare lekkasjeraten som ligger til grunn for rapporteringen, potensialet i hendelsen skal også vurderes.

Lekkasjer over 0,1 kg/s skal rapporteres og disse inngår i Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet (RNNP), Ref. 13. I RNNP er det ytterligere inndeling av lekkasjestørrelsen. Figur 5-1 viser et eksempel fra rapporten fra RNNP 2020.



Figur 5-1: Antall lekkasjer, alle innretninger på norsk sokkel

5.5 Måling av HC-lekkasjer

Det er to metoder som kan brukes for å beregne lekkasjeraten for en HC-lekkasje. Operatøren skal utarbeide prosedyrer som dekker begge metoder.

5.5.1 Metode 1

Lekkasjeraten kan beregnes ut ifra endringene i trykk og temperatur i utstyret som er påvirket av lekkasjen, se vedlegg 2.

5.5.2 Metode 2

Lekkasjeraten kan estimeres fra en simulering av målingene fra gassdetektorer og spredningen av hydrokarboner i området, se vedlegg 2.

5.6 Farene med HC-lekkasjer

Hydrokarboner, både i væske- og gassform, er farlige og det er viktig at alle personer som jobber med hydrokarboner forstår farene.

Det kan være farlige sammensetninger som følger med brønnstrømmen fra reservoaret eller gjennom rørledninger til landanlegget. Farlige sammensetninger kan også bli dannet i forbindelse med prosesseringen av hydrokarboner.

En HC-lekkasje med en betydelig rate kan fortrenge oksygen, og særlig i områder med dårlig ventilasjon. Dette er farlig for personer som befinner seg i slike områder.

5.6.1 Brann

Det er tre faktorer som må være til stede for at en hydrokarbon brann kan oppstå. Oksygen, normalt fra luften i atmosfæren, tilstrekkelig brennbart material, i dette tilfelle hydrokarbon, og en høy nok temperatur for å antenne blanding av hydrokarbon og oksygen og dermed starter brannprosessen. Figur 5-2 viser branntrekanten.



Figur 5-2 Brann trekant

Det er forskjellige branntyper som kan oppstå og disse har sine utfordringer som må forstås i utformingen og drift av et anlegg.

En jet-brann oppstår når det er nok trykk i systemet til å opprettholde en betydelig flammelengde. For eksempel, vil en lekkasje fra et rør med 30 barg trykk og med et 25 mm diameter hull kunne danne en flamme på ca. 14,2 meter. Med en slik flamme er det fare for personell innen 34 meter av flammen på grunn av varmestråling. Muligheten for en jet-brann er viktig for design av brannbeskyttelse for både struktur og enkelte system, f.eks. rør og ventiler. Figur 5-3 viser en jet-brann og flammelengden som kan oppstå. En jet-brann avtar når segmentet blir stengt inne og trykket blir redusert.



Figur 5-3 Jet brann

En væske brann (pool fire) er når hydrokarbonvæske samler seg på dekk/gulv og brenner. Figur 5-4 viser en typisk 'pool fire'. En 'pool fire' vil fortsette inntil brennbart materiale som er lekket ut er oppbrukt eller brannen blir slukt.



Figur 5-4 Pool fire

5.6.2 Eksplosjon

Hydrokarboner kan sammen med luft danne en eksplosiv blanding, og dersom det blir antenning vil vi få en eksplosjon. En slik eksplosjon vil frigjøre mye energi i form av varme og høyt trykk (eksplosjonsovertrykk). Figur 5-5 viser en eksplosjon på Piper Alpha plattformen 6. juli 1988. Eksplosjonen skjedde når det gikk brudd i et stigerør på gasseksportsystemet og gassen eksploderte.



Figur 5-5 Eksplosjon på Piper Alpha 6. juli 1988

5.6.3 Farlige komponenter som følger med hydrokarbonstrømmer

Det er noen komponenter som kan følge med hydrokarbonstrømmen som kan være farlige. Forekomsten av de ulike komponentene varierer fra felt til felt og fra innretning til innretning så det er viktig at alle som arbeider med hydrokarbon system er oppmerksom på hvilke farlige sammensetninger som er til stede. Eksempler på farlige sammensetninger er hydrogen sulfid (H_2S), karbondioksid (CO_2), kvikksølv, benzen osv. Ved arbeid på komponenter som kan inneholde disse stoffene er det viktig at man foretar måling av innholdet før arbeidet starter, og at man bruker korrekt verneutstyr basert på disse målingene.

H_2S er ofte til stede i hydrokarbonstrømmen, men innholdet er normalt lavt. H_2S er en fargeløs, giftig og brannfarlig gass ved romtemperatur, med en karakteristisk, stikkende lukt av råtne egg. Gassen er noe tyngre enn luft. H_2S er farlig for personell og kan også forårsake korrosjon på noen ståltyper.

CO_2 er vanligvis til stede i hydrokarbonstrømmen. CO_2 er korrosiv ved blanding med vann.

Kvikksølv-innholdet i hydrokarbonstrømmen er normalt lavt. Selv ved et lavt innhold kan kvikksølv forårsake korrosjon i noen materialtyper som f.eks. kopper-baserte legeringer. Kvikksølv er også helseskadelig og spesielle tiltak kan være nødvendig, f.eks. ved entring i tanker/separasjoner.

Benzen finnes naturlig i hydrokarbonstrømmen. Benzen er et akutt narkotiserende stoff med lokalirriterende virkning på hud og slimhinner. Langvarig eksponering kan føre til alvorlige anemier. I alvorlige tilfeller kan bloddannende strukturer i benmargen skades. Noen tilfeller av leukemi er også rapportert etter benzen-eksponering.

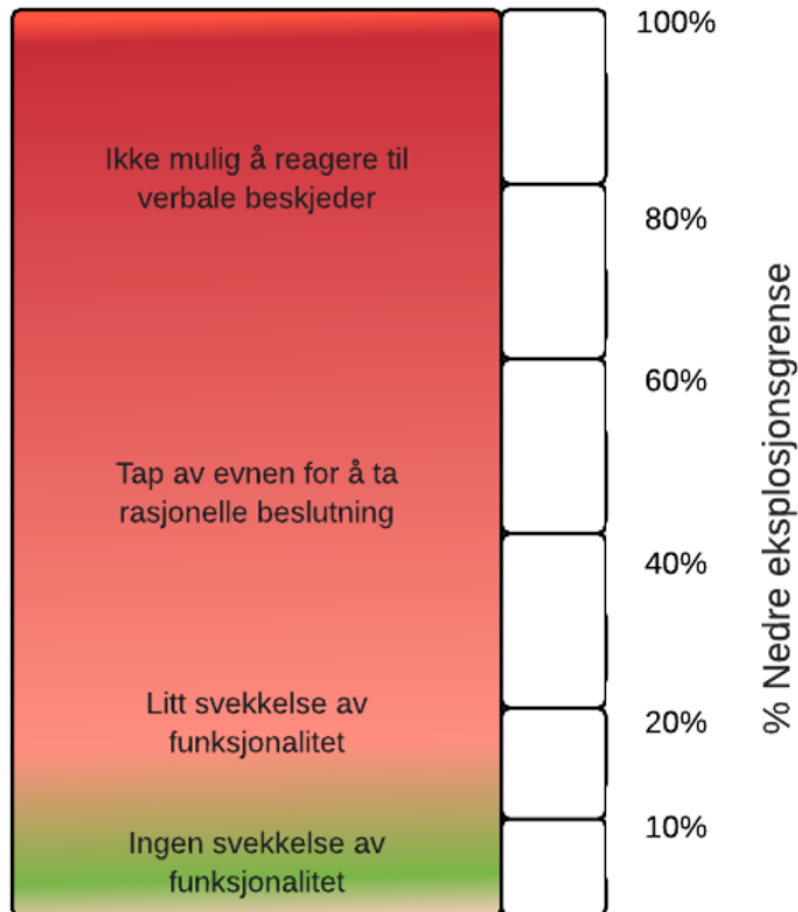
5.6.4 Spontan forbrenning

Jernsulfid er en kjemisk forbindelse (scale) som kan dannes fra sammensetninger produsert med hydrokarbon. Jernsulfid kan spontan forbrenne ved kontakt med luft og er dermed en mulig tennkilde for en eventuell HC-lekkasje.

5.6.5 Narkotisk effekt

En HC-lekkasje med en betydelig rate kan fortrenge oksygen og særlig i områder med dårlig ventilasjon. Dette er farlig for personer som befinner seg i slike områder.

Hydrokarbon har en narkotisk effekt ved lave konsentrasjoner. Denne effekten kan påvirke oppførelsen og dømmekraften til mennesker slik at de ikke lengre er i stand til å handle fornuftig. Figur 5-6 viser hvordan hydrokarboner kan påvirke mennesker.



Figur 5-6 Narkotisk effekt av hydrokarboner

5.7 Hydrater

Hydrater er en blanding av vann og lette hydrokarbonmolekyler som metan, etan og/eller propan. Hydrater blir dannet ved lav temperatur og høyt trykk og i område med lav gjennomstrømning og liten turbulens. Hydrater er relevant i forbindelse med forebygging av hydrokarbonlekkasjer siden de kan blokkere rør, ventiler, instrumenter o.l. Hydrater kan også bli dannet ved interne lekkasjer i ventiler o.l. Ved fjerning av en hydratplugg er det fare for at den kan løsne med store krefter og skade utstyret som kan føre til en HC-lekkasje. Prosedyrer bør være på plass for å sikre at det ikke er en betydelig trykkdifferanse over en hydratplugg når den blir varmet opp. Hydrater frigjør hydrokarbongass når de smelter og kan brenne, se Figur 5-7.



Figur 5-7 Brennende is (hydrater)

5.8 Voks og Asfaltener

Voks er hydrokarboner i fast form som blir dannet med lav temperatur. Voks kan blokkere små rør, ventiler og instrumenter og fører til problem med kontrollsystemet. Forebygging av voks er knyttet til å ivareta en temperatur over voksutfellingstemperaturen enten med oppvarmingen i prosessen eller bruk av varmekabel. Temperaturer bør helst ligge over smeltetemperaturen som typisk er høyere enn dannelsesstemperaturen.

Asfaltener er hydrokarbon i fast form som er dannet ved reduksjon i trykk opp mot boblepunktet eller ved tilsetning av kondensat i råolje. Asfaltener kan blokkere små rør, ventiler og instrumenter og fører til problem med kontrollsystemet. Forebygging av asfaltener er utfordrende, og tiltak er oftest rettet mot forebygging av konsekvensene.

5.9 Deteksjon av Hydrokarbon

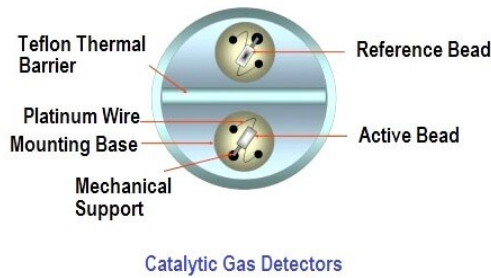
Deteksjon av hydrokarboner kan gjøres både automatiske og manuelt.

5.9.1 Automatisk deteksjon

En innretning som produserer eller prosesserer hydrokarboner skal ha et brann- og gassystem (B&G) som vil detektere hydrokarboner, utløse alarmer og foreta aksjoner, f.eks. nødavstengning og trykkavlastning av prosessanlegget.

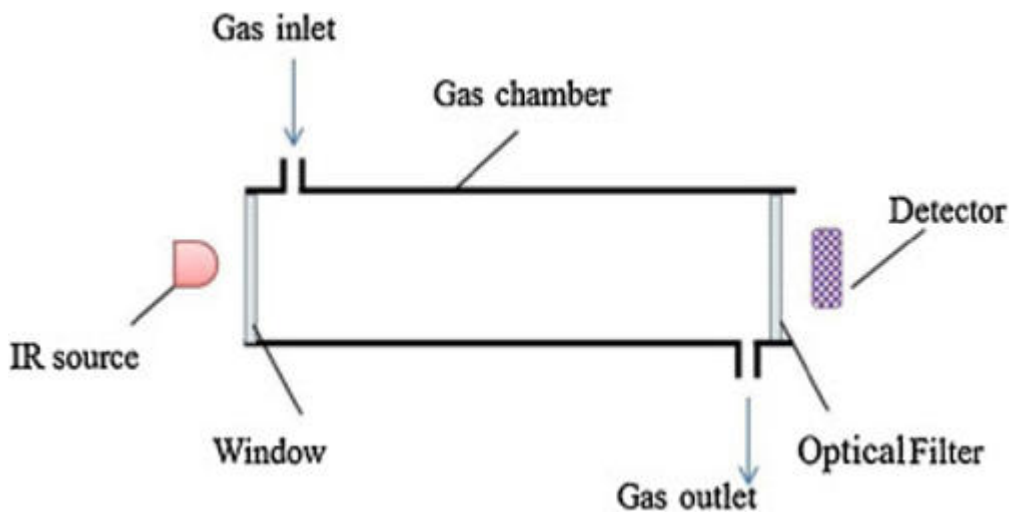
Det er forskjellige metoder for å detektere og måle hydrokarbon-innhold.

Katalytisk gassdetektor som oksiderer hydrokarbonet over en katalysator og måler varmen som blir produsert, se Figur 5-8.



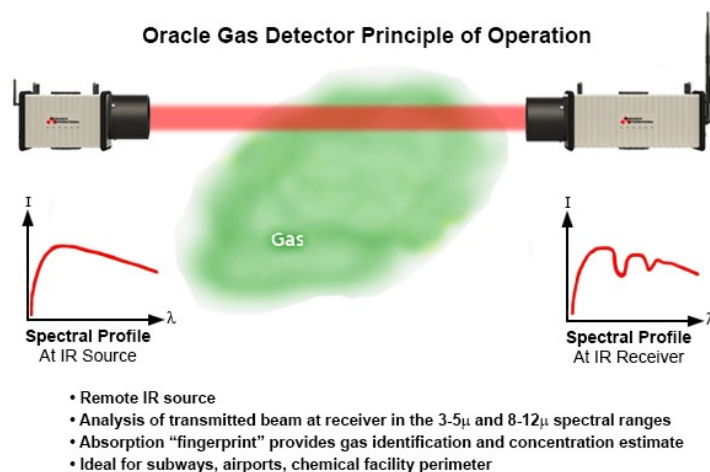
Figur 5-8 Katalytisk gass detektor

I en IR (Infrarødt) gasspunkt detektor er det en kontinuerlig gjennomstrømming av atmosfæren rundt detektoren som måler hydrokarboninnholdet ved bruk av IR stråling, se Figur 5-9.



Figur 5-9 IR punktdetektor

IR linjegassdetektor bruker IR stråling over en lengre avstand og måler gjennomsnitt hydrokarboninnholdet i området dekker at strålingen, se Figur 5-10.

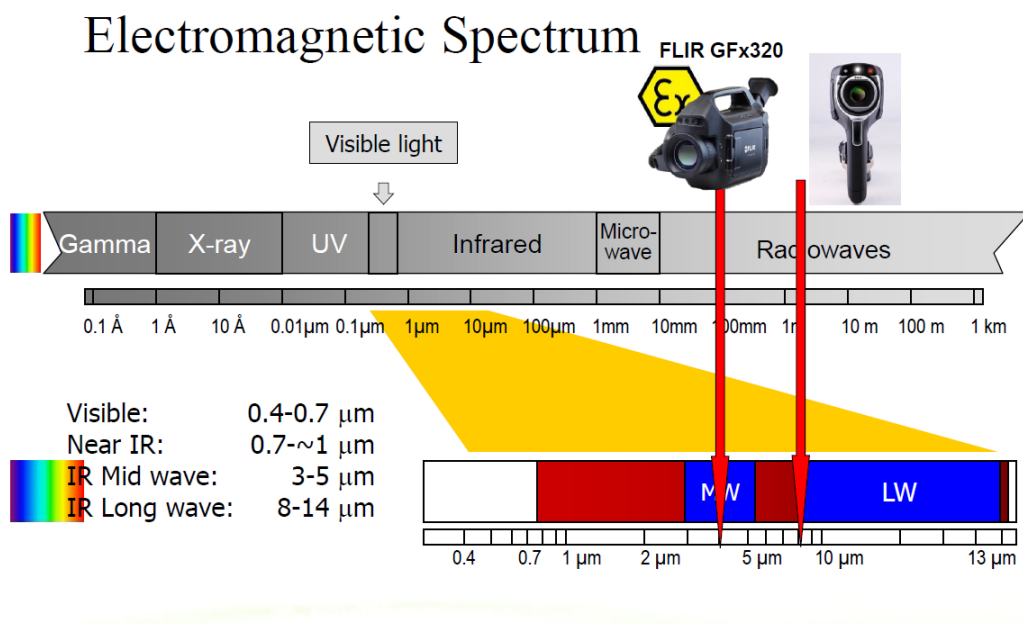


Figur 5-10 IR linjedetektor

5.9.2 Manuell deteksjon

Det er forskjellige type utstyr tilgjengelig for å manuelt måle hydrokarboninnholdet. Utstyret er normalt bærbart. Vanlige sensorer inkluderer sensorer med fotoioniseringsdetektorer, infrarøde punktsensorer, ultralydsensorer, elektrokjemiske sensorer og metalloksid-halvledersensorer (MOS-sensorer).

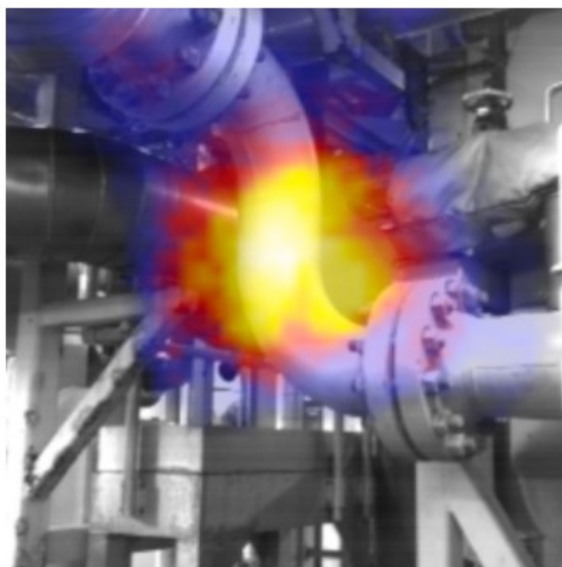
IR kamera og infrarød termografi kan brukes for å oppdage små utslipp av hydrokarboner, se Figur 5-11. IR kamera blir stadig mer brukt i systematisk overvåking av hydrokarbon system for å ha kontroll over diffuse utslipp.



Figur 5-11 IR kamera for hydrokarboner

5.9.3 Vibrasjon deteksjon

Vibrasjon i hydrokarbonførende system kan føre til utmatting og svekkelse og deretter til HC-lekkasjer. Det er utviklet system for å synliggjøre vibrasjoner som kan brukes for å forebygge eventuelle lekkasjer. Figur 5-12 viser et eksempel fra Noisevision. Utstyret er bærbart og består av en høyhastighets kamera med signal forsterkning som viser vibrasjoner. Informasjonen samles i samtid slik at vibrasjon i f.eks. rør, kan ses når målingen foregår.



Figur 5-12 Synliggjøring av vibrasjoner

5.10 Hydrogen

Denne håndboken setter søkelys på hydrokarbon og forebygging av hydrokarbon lekkasjer. Mye av informasjonen i denne håndboken er også relevant for forebygging av hydrogen lekkasjer. Hydrogen har derimot egenskaper som gjør det mer utfordrende å forebygge lekkasjer og håndtere eventuelle konsekvenser av lekkasjene. Hydrogen/luft-blandinger er eksplosive i området 4–67 volumprosent hydrogen. Hydrogen reagerer med mange materialer og hydrogen kan også forårsake sprekk i noen ståltyper. Temperaturen ved brenning kan være ekstremt høy og eksplosjoner kan være ekstremt kraftig. Arbeid med hydrogen forutsetter gode prosesser og prosedyrer for håndteringene av farene og spesiell kompetanse for personell involvert i arbeid med hydrogen. Hydrogen stiller bl.a. strengere krav til EX-utstyr enn «ordinære» hydrokarboner.

6 INDIKATORER FOR FOREBYGGING AV HC-LEKKASJER

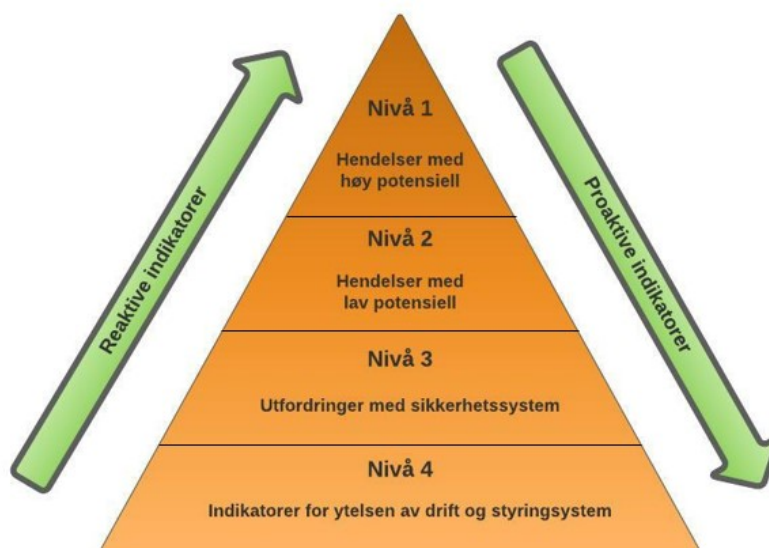
Operatøren eller den som er ansvarlig skal vurdere hvilke indikatorer som kan brukes for å gi en oversikt på hvordan systemene knyttet til forebygging av HC-lekkasjer fungerer. Indikatorer kan være reaktive, det vil si basert på informasjonen fra hendelser som har skjedd, eller proaktive som er rettet mot påvirkningen av det som vil skje i fremtiden. Indikatorer kan være sterke f.eks. aktuelle hendelser og erfaring, og svake, det vil si tvetydig og som kan være vanskelig å tolke. Indikatorer kan være både positive og negative. Positive indikatorer viser at prosesser for forebygging av HC-lekkasjer fungerer tilfredsstillende. Negative indikatorer viser at det er rom for forbedring.

Operatøren eller den som er ansvarlig bør etablere indikatorer som gir en oversikt over system, prosesser og prosedyrer knyttet til forebygging av HC-lekkasjer, for å verifisere at disse fungerer som tiltenkt. En indikatorer er noe som kan måles. Både 'proaktive' og 'reaktive' indikatorer bør brukes. Prosessen med å identifisere indikatorer er krevende og det er viktig at alle stillinger som er involvert i forebygging av HC-lekkasjer er involvert.

En 'proaktiv indikator' ser framover mot fremtidige utfall av aktiviteter og begivenheter.

En 'reaktiv indikator' ser bakover på aktuelle utfall av aktiviteter og begivenheter og er en indikasjon om de ønskede resultatene ble oppnådd.

IOGP har publisert en anbefalt praksis som kan være nyttig for identifikasjon og bruk av indikatorer, Ref. 14. Se Figur 6-1. Nivå 1 og 2 er reaktive indikatorer og nivå 3 og 4 er proaktive indikatorer.



Figur 6-1 Prosessikkerhet indikatorer

7 GRANSKNING AV HC-LEKKASJER

Granskning av hendelser som fører til HC-lekkasjer eller kunne ha ført til en HC-lekkasje er viktig for læring og kontinuerlig forbedring. Hver hendelse er en mulighet for å forbedre og dermed forebygge flere HC-lekkasjer.

Granskning er ikke bare å identifisere hva som gikk feil. Gransking bør få fram en forståelse på hvorfor vedkommende involvert i hendelsen trodde det de gjorde var akseptabelt. Hendelsesforløpet og handlingene som er foretatt må kunne forstås på en logisk måte. Det vil si at uansett om handlinger eller forhold var feil eller misforstått, bør disse kunne forklares på en fornuftig måte.

Operatøren eller den som er ansvarlig bør bruke en etablert granskningsmetode og sørge for at granskningsgruppen har den nødvendige kompetansen.

Årsaker til en hendelse kan beskrives på flere nivå:

- Umiddelbare årsaker (også omtalt som direkte årsaker)
- Bakenforliggende årsaker (også omtalt som rot- eller systemårsaker)

Granskning bør ikke identifisere vage årsaker som gir lite mening i forståelsen av hendelsen og som gjør det vanskelig å identifisere tiltak. Årsaker bør omfatte både umiddelbare årsaker og bakenforliggende årsaker. Umiddelbare årsaker er relatert til teknisksvikt, menneskehandlinger og faktiske forhold i hendelsen og kan beskrives som direkte eller utløsende årsaker. Bakenforliggende årsaker er menneskelige, tekniske og organisatoriske faktorer som må være til stedet for at en eller flere umiddelbare årsaker utløser en hendelse.

Årsakene vil sette premisser for kritikaliteten av eventuelle tiltak og prioriteringen av iverksettelsen.

Tiltak som er identifisert bør følge SMART prinsippet.

- S – Specific (Spesifikk)
- M – Measurable (Målbar)
- A – Attainable (Oppnåelig)
- R – Realistic (Realistisk)
- T – Time constrained (Tidsavgrenset)

Operatøren eller den som er ansvarlig skal ha et system for å sikre at tiltakene blir iverksatt og fulgt opp. Selskapet skal også vurdere om tiltak har hatt den ønskede effekten. Dette for å verifisere om iverksatt tiltak er hensiktsmessige.

8 LÆRING OG KONTINUERLIG FORBEDRING

Et grunnleggende prinsipp i HMS regelverket er krav om kontinuerlig forbedring. Dette forutsetter at det er et system på plass for å lære fra egen og andres erfaring og iverksette forbedringstiltak i etablerte prosedyrer og praksis. Operatøren eller den som er ansvarlig bør sette søkelys på læring fra erfaring med arbeid med forebygging av HC-lekkasjer for å forbedre prosedyrer og praksis. Uønskede hendelser skal rapporteres og relevante hendelser bør granskes og tiltak iverksettes for å unngå flere hendelser. I henhold til selskaps krav.

Norsk olje og gass har etablert en database for hendelser med HC-lekkasjer på norsk sokkel, Ref. 15. For hver hendelse er det etablert et dataark og informasjonen i datarket kan bli verdifull for planlegging av arbeid på hydrokarbonførende system og for diskusjoner om forebygging av HC-lekkasjer.

Energy Institute har utviklet en App for læring og erfaringsoverføring.

<https://toolbox.energyinst.org/>

Toolbox er gratis å bruke. Den inneholder læring fra hendelser og sikkerhetsinformasjon som deles av globale energiselskaper som du kan bruke på jobben hver dag, og hjelper deg og teamet ditt med å komme trygt hjem. Toolbox kan brukes på smarttelefonen, nettbrettet eller den bærbare datamaskinen. Her er det mulig å bla gjennom innhold etter arbeidsaktiviteter eller høyrisikosituasjoner. Innhold for rask tilgang fra "Min Toolbox" kan lagres og Toolbox kan brukes frakoblet når internettforbindelse ikke er tilgjengelig.

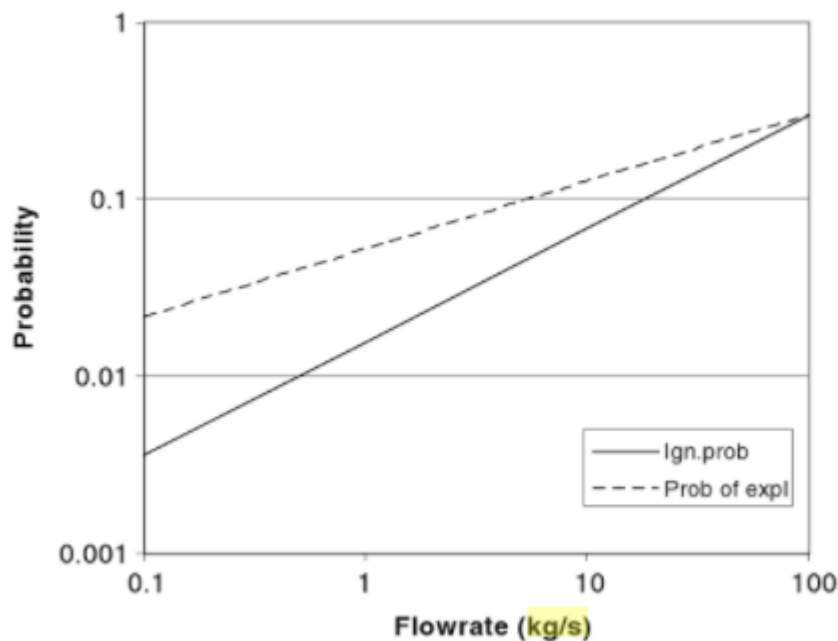
Toolbox er utviklet av Energy Institute (EI), og kobler brukere over hele verden raskt til innsiktene innen helse og sikkerhet fra ledende energiselskaper som inngår samarbeid med EI, inkludert BP, Chevron, ConocoPhillips, ExxonMobil, Global Offshore Wind Health and Safety Organization (G+), Lloyds Register Foundation, Phillips 66, Repsol, Shell og TotalEnergies

VEDLEGG 1 LEKKASJERATE MED STORULYKKES POTENSIALE

Formålet med dette vedlegget er å angi bakgrunn for HC-lekkasjerate (>0.1 kg/s) som gir storulykkepotensial.

0.1 kg/s er vurdert å være den laveste lekkasjeraten som kan gi en signifikant sannsynlighet for en eksplosjon. Dette er ikke noe eksakt vitenskap, siden det er andre faktorer som kan være viktige for om en lekkasje vil forårsake en eksplosjon eller ikke, f.eks. for lukket område med dårlig ventilasjon kan en lekkasjerate mindre enn 0.1 kg/s føre til en eksplosiv blanding. Figuren under viser sannsynligheten for en eksplosjon mot lekkasjerate. Figuren er hentet fra Jan Eirik Vinnems bok 'Offshore Risk Assessment' 3rd Edition. Vinnem referer til arbeidet fra Cox i 1991. Figuren tolkes slik at en gasslekkasje med 0.1 kg/s vil gi sannsynlighet med ca. 2% for en eksplosjon og videre at ca. >2% er antatt som signifikant.

15 Analysis Techniques



VEDLEGG 2 MÅLING AV HC-LEKKASJER

Metode 1

Denne metoden benytter beregninger av lekkasjestørrelsen ut ifra størrelsen på lekkasjepunktet og trykk og temperaturen i utstyret hydrokarbon lekker fra. Beregningen bør ta hensyn til om det er væske eller gass.

$$\begin{aligned} \text{Model leak rate} &= A \times \text{Velocity} \times \text{Density} \\ &\sim A \times f(\text{MW}, P) \times f(\text{MW}, P, T, \text{phase}) \\ &\sim f(A, \text{MW}, P, T) \end{aligned}$$

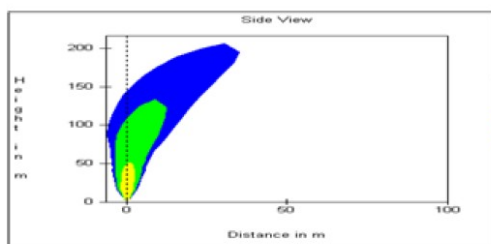
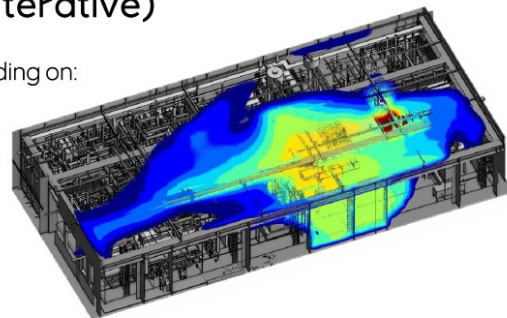
Gas (kg/s)						Liquid (kg/s)							
		Hole diameter (m)						Hole diameter (m)					
Pressure (bar)		0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	Pressure (bar)		0.01	0.02	0.05	0.1	0.2
5							5						
10							10						
20							20						
30							30						
50							50						
75					10		75					109	
100							100						
150							150						
200							200						

Metode 2

Denne metoden bruker utslag fra gassdetektorene i område for å simulere spredningen av gasskyen og på denne måten estimerer lekkasjeraten.

Estimation of leak rate (indirectly/iterative)

- Gas dispersion and gas cloud formation are depending on:
 - Leak rate
 - Ventilation
 - Composition
 - Confinement and obstruction



VEDLEGG 3 RELEVANTE HENDELSER

Følgende ulykker har viktige læringspunkter med hensyn på prosessikkerhet, og kan være nyttig for bevisstgjøring i forbindelse med forebygging av HC-lekkasjer. En link til informasjon om disse hendelser er lagt inn for oppfølging.

Hendelse	Dato	Relevans	Link
Piper Alpha	6. juli 1988	Eksplasjon Brann	Link til Piper Alpha granskning vol 1 Link til Piper Alpha granskning vol 2
Brent Bravo	11. september 2003	Narkotisk effekt	Link til Brent Bravo informasjon
Texas City Refinery	23. mars 2005	Eksplasjon Brann	Link til Texas City granskning
Statfjord A	24. mai 2008	HC-lekkasje Skrudd-kopling løsnet	Link til Statfjord A granskning
Oseberg C	12. september 2008	HC-lekkasje Utsiktet åpning av en ventil	Link til Oseberg C granskning
Heimdal	26. mai 2012	HC-lekkasje Ventil i feil stilling	Link til Heimdal granskning
Ula	12. september 2012	HC-lekkasje Korrosjon	Link til Ula granskning
Oseberg A	17. juni 2013	HC-lekkasje Erosjon	Link til Oseberg A granskning
Gudrun	18. februar 2015	HC-lekkasje Vibrasjon, utmatting	Link til Gudrun granskning
Snorre B	1. mai 2019	Brann Selv-antennning	Link til Snorre B granskning
Melkøya	28. september 2020	Brann i turbin	Link til Melkøya turbin brann
Tjeldbergodden	2. desember 2020	Turbin havari og brann	Link til Tjeldbergodden turbin brann

VEDLEGG 4 DEFINISJONER OG FORKORTELSER

Blinding	Isolering ved hjelp av fullspesifikasjons-blindspade eller blindflens.
Briller	En spacer og en spade i en enhet
Bør	Brukes for å indikere at blant flere muligheter er det en som er anbefalt
Diffuse gass utslipp	Utslipp av hydrokarbongass som har en rate som er mindre enn raten (< 20% LEL) som definerer en hydrokarbonlekkasje
HC-lekkasje	Hydrokarboninnholdet er målt til større enn 20% LEL på et punkt 10 cm fra lekkasjekilden. Mer enn 4 dråper per minutt av hydrokarbonvæske.
Inherently safer design	Det norske begrepet, iboende sikkerhet, er også brukt i noen selskap.
Isolering	Separasjon av anlegg og utstyr fra enhver energikilde slik som kjemikalier, trykk, elektrisk energi og mekanisk energi, på en slik måte at atskillelsen er sikker.
LEL	Lower Explosion Limit (Nedre eksplosjonsgrense
Områdeansvarlig /Driftsansvarlig leder	Den lederfunksjon som har ansvaret for det området eller det anlegget som det skal arbeides på, og som dermed skal være med å godkjenne arbeidet. Ref. 7.
Operasjonelle barriereelement	De handlinger eller aktiviteter som personellet må utføre for å realisere en barrierefunksjon
Operatøren eller den ansvarlig	Den som er ansvarlig for driften av en innretning eller et landanlegg kan være en Operatør eller det kan være et annet selskap som har ansvar for forsvarlig drift.
Organisatoriske barriereelement	Personell med definerte roller eller funksjoner og spesifikke kompetanse som inngår i en barrierefunksjon
RBI	Risk Based Inspection
RCM	Reliability Centered Maintenance (Risk based maintenance)
RNNP	Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet

SJA	Sikker Jobb Analyse. SJA er en systematisk og trinnvis gjennomgang av faremomenter i forkant av en arbeidsoperasjon. SJA skal gjennomføres for å kunne identifisere, fjerne eller kontrollere risiko.
Skal	Verbal form som brukes til å indikere et krav for å oppnå intensjonen.
Spacer	En rund metallplate med hull i som er installert i et rør system eller utstyr og som kan erstattes med en spade
Svetting	Utslipp av hydrokarbonvæske som er mindre enn raten for å være en hydrokarbonlekkasje
Teknisk barrierelement	Utstyr og system som inngår i realiseringen av en barrierefunksjon

VEDLEGG 5 REFERANSER

	Dokument	Link
1	Alltid Sikker	Link til Alltid Sikkert
2	IOPG Life Saving Rules (LSR)	Link til IOGP LSR
3	IOPG Process Safety Fundamentals	Link til IOGP Process Safety Fundamentals
4	Årsaksanalyser for HC-lekkasjer	Link til Norsk olje og gass årsaksanalyse
5	Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten – Barrierenotat 2017	Link til Ptil Barriere notat
6	Anbefalt praksis for isolering arbeid på hydrokarbonførende utstyr	Link til anbefalt praksis isolering
7	Norsk olje og gass retningslinje 088	Link til NOROG 088
8	Norsk olje og gass håndbok i ventilteteknikk	Link til håndboken for ventiler
9	Norsk olje og gass håndbok for flensearbeid	Link til håndboken for flensearbeid
10	Norsk olje og gass håndbok for fittings og small bore tubing	Link til håndboken for fittings
11	NORSOK Z-015N Midlertidig utstyr	Link til NORSOK Z-015N
12	Norsk olje og gass retningslinje 090	Link til NOROG 090
13	Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet	Link til RNNP
14	IOPG Process safety – recommended practice on key performance indicators	Link til IOGP KPIs
15	Norsk olje og gass HC-lekkasjer data ark	Link til NOROG HC datark