



NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

**Menneskelige og organisatoriske barrierer –
Noen utfordringer illustrert med eksempler i
tilknytning til hydrokarbonlekkasjer på offshore
innretninger**

ESRA Seminar 8. september 2016

Prof Jan Erik Vinnem
Department of Marine Technology

www.ntnu.no

JE Vinnem, Major Hazard Risk Indicator

2

Overview

- Bakgrunn
- Konsepter og terminologi
- Utfordringer med menneskelige & organisatoriske forhold
- Krav til barrierer
- Eksempler på menneskelige & organisatoriske BE
- HC lekkasjer og menneskelige & organisatoriske forhold
- Venstre side i Bow-tie: menneskelige & organisatoriske BE
- Høyre side i Bow-tie: menneskelige & organisatoriske BE

**Major hazard
(MAH) focus**

NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

www.ntnu.no

3



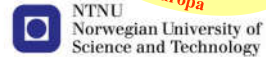
Bakgrunn

- Alvorlige olje og gass ulykker og tilløp offshore siden år 2000:

- Capsize and sinking of Roncador P-36 (Brasil, 2001)
- Burning blowout on Temsa field (Egypt, 2004)
- Riser rupture and fire on Bombay High North (India, 2005)
- Burning blowout on Usumacinta (Mexico, 2007)
- Blowout on Montara field (Australia, 2009)
- Burning blowout on Macondo field (US, 2010)
- Pollution from well leak in Frade project, Campos Basin (Brasil, 2011)
- Capsizing and sinking of Kolskaya jack-up during tow, (Russia, 2011)
- Burning blowout on Endeavour jack-up platform (Nigeria, 2012)
- Uncontrolled well leak on Elgin platform in North Sea (UK, 2012)
- Explosion & fire, FPSO Sao Mateus (Brasil, 2015)
- Explosion & fire, Abkatun production platform (Mexico, 2015)
- Fire, SOCAR production platform (Azerbaijan, 2015)

Norge: 0
UK: 1
Øvrige utenom Europa

Rød tekst: Kjent tilknytning til menneskelige/organisatoriske barrierefeil



www.ntnu.no

4

Konsepter og terminologi



- I de første 20 år av min karriere, ca 10% av tida ble brukt på diskusjon av terminologi



- I de neste 20 år av min karriere, 1% av tida er brukt på diskusjon av terminologi



- I de siste 20 år av min karriere, <<1% vil bli brukt på diskusjon av terminologi



www.ntnu.no

Konsepter og terminologi

Barrier elements

- Most barrier elements will be **purely technical or fully automated** such as damaged stability, fire walls, deluge or ESD valves
- Some will function due to an **interaction between technical, operational and organisational barrier elements**
- Some may function purely based on operational and organisational barrier elements



Konsepter og terminologi

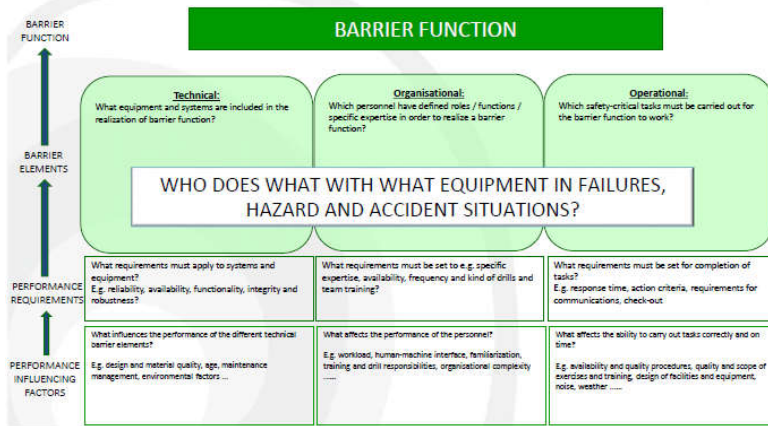
Barrier element definitions

- *Technical barrier elements* means equipment and systems which constitute a part of realising a barrier function
What equipment (shall be used)?
- *Operational barrier elements* means actions and activities the personnel have to perform to constitute a part of realising a barrier function
What shall be done?
- *Organisational barrier elements* means personnel with defined roles or functions and specific competence which constitute a part of realising a barrier function
Who is doing it?

WHO DOES WHAT WITH WHAT EQUIPMENT IN FAILURES, HAZARD AND ACCIDENT SITUATIONS?



Konsepter og terminologi



Utfordringer

Examples

- The function of most barrier elements will be purely technical or fully automated such as fire walls, deluge or ESD valves
- Some will be automated - but will need human back up (manual release or other actions) if automation fails
- In some barrier functions safety critical actions must be performed by personnel - in interaction with equipment - to make them function in failures, hazard and accident situations
 - «Detect drive off of semi sub» and «Re-establish position of installation (in case of drive off)»
 - «Detect loss of stability» and «Re-establish stability of installation»
 - «Detect loss of well control» and «Re-establish well control»



Utfordringer – 1

- Ulike definisjoner kan skape uklarhet og vanskelig kommunikasjon
- For mye fokus på barrierefunksjoner på høyre side i Bow-tie
 - Også i Ptils omtale av barrierekonsepter som referert her
- Strukturering av barrierefunksjoner på venstre side er vanskeligere
- De viktigste barrierefunksjoner er på venstre side!
 - Forbyggende
 - Får ofte for lite fokus

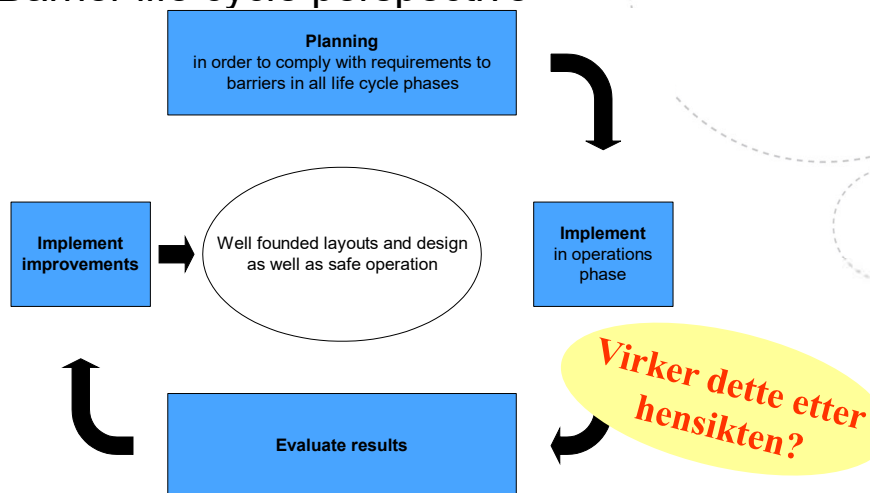
Utfordringer – 2

- Organisatoriske og operasjonelle barriereelementer går mye over i hverandre
 - Kan gi viktig fokus på organisatoriske elementer som i noen sammenhenger kan mangle
- Organisatoriske faktorer kanskje enklere å forholde seg til dersom de klassifiseres som risikopåvirkende (-influerende) faktorer (RIF)
- Begge definisjoner av ikke-tekniske BE har fordeler
- Definisjoner er ei det viktigste!
 - "Men at man noe vill!" (Bjørnson)

Ptil barrierekrav

- Barriers shall be established
 - To reduce the probability of failures, hazards and accidents developing, and limit possible harm and negative effects
- Functions of the barriers need to be preserved
 - Throughout all life cycle phases
- PRs must be defined with respect to the technical, operational or organizational barrier elements
 - Necessary for the individual barrier to be effective
- Strategies, principles, and measures must be established
 - For design, use and maintenance of barriers

Barrier life cycle perspective



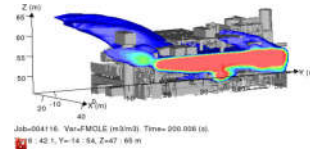
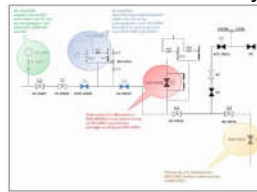
Case: Heimdal gasslekkasje 26.5.12

- Gassmengde: 7 000 kg, 129 bar
 - 3 500 kg gass utsluppet på værdekk, 16 kg/s initielt, 4 min varighet
 - Beredskapssituasjonen: 3,5 timer varighet
 - Feiloperasjon av ventiler i felt ved manuell inngripen uten AT
 - Ingen antenning, ingen skadde eller omkomne
- Meget alvorlig hendelse
 - Statoil må roses for å publisere gr.rapporter for mest alv hendelser
 - Ptil konkluderte med **betydelig storulykkespotensial**
 - Ptil ga pålegg om å finne ut hvorfor forebyggende tiltak ikke virket



Bilde 4.1.1 Heimdal

Foto: Statoil



Jobb=004116, Var=FMOLE (m3/m3), Time=200.008 (s)

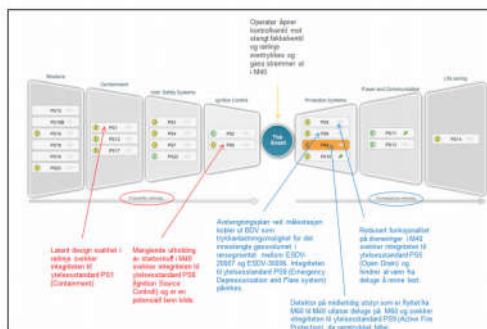
X: 42.5, Y=14.54, Z=67.69 m

NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

Kilde: Statoils åpne granskeringsrapport av HC lekkasje Heimdal, 2012

De viktigste barrierer i Bow-tie

- Barrierer på venstre side er forebyggende tiltak
- Ofte nært knyttet til arbeidsprosesser

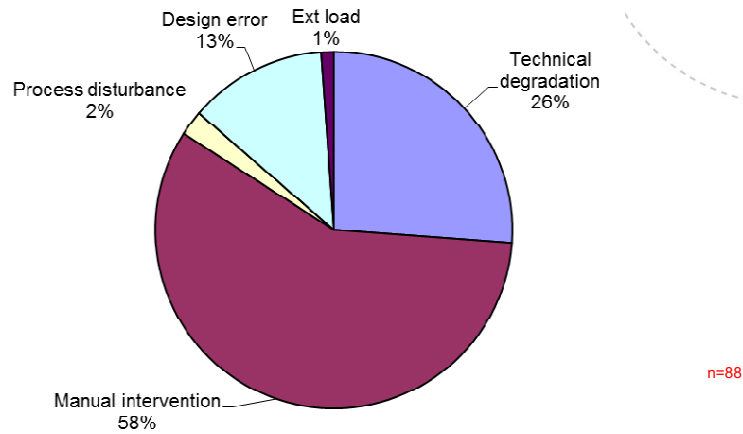


TIMP oversikt
Kilde: Statoils gransking av HC lekkasje Heimdal, 2012

NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

15

Umiddelbare omstendigheter, alle lekkasjer, offshore, > 0.1 kg/s, 2008–2015



NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

www.ntnu.no

16

Menneskelige (operasjonelle/organisatoriske) barriereelementer – feil i hht granskinger

- Manuelle operasjoner som ved feilutføring kan forårsake initierende hendelser
 - Lekkasjer, fallende last, osv.
- Feil i verifikasjon av manuelt arbeid som kan gi initierende hendelser
 - Lekkasjer, brønnsparke, osv.
- Utilstrekkelig manuell respons på trusler
 - DP tap av posisjon, ustabilitet i brønn, osv.
- Utilstrekkelig manuell respons på initierende hendelser
 - Utilstrekkelige CCR aksjoner, brønnsparke, osv.
- Utilstrekkelig manuell respons fra nødorganisasjon
 - Trykkavlastning, brannbekjempning, søk & redning, livbåtmannskap, osv.
- Utilstrekkelig ledelse fra nødorganisasjon
 - Mønstring, evakuering, brannbekjempning, osv.)

NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

www.ntnu.no

Manuelt arbeid på normalt trykksatte prosess-systemer

- Bow-tie venstre side
- Manuelle handlinger (operasjonelle barriere-elementer) er primære barrierer mot initierende hendelser
 - Ikke en backup funksjon
- Involverer normalt flere roller
 - I flere fag
- Sterkt avhengig av gjennomføring av arbeidsprosesser i hht styrende dokumentasjon

Menneskelig opptreden som barriereelement – feil

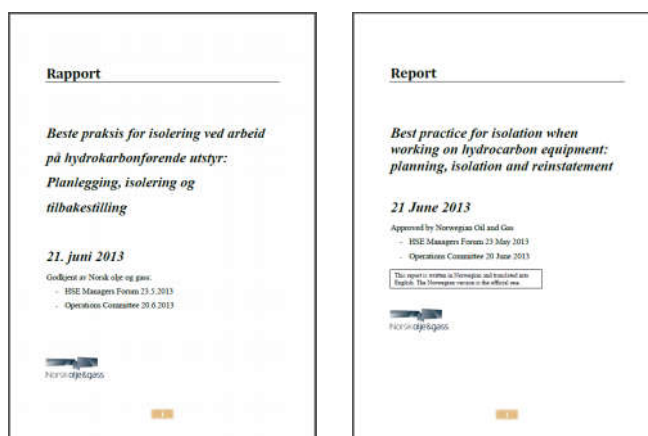
- Eksempler, Ptil gransking av Heimdal lekkasje 2012
 - Operasjonelle BE
 - Mangelfull planlegging av oppgaven
 - Operasjonelle risikovurderinger ikke tilfredsstillende gjennomført
 - Mangelfull beskrivelse av hvordan arbeidet skal utføres
 - Svakheter ved behandling av prosedyrer
 - Selvpålagt tidsfrist tillagt for stor vekt (tillegg JEV)
 - Organisatoriske BE
 - Svakheter ved designløsning ikke identifisert
 - Mangelfull forståelse av systemansvar i AI og OPS
 - Svakheter ved dokumentstyring
 - Arbeidet ikke omfattet av AT
 - Mangelfull læring etter tidligere HC-lekkasjer
 - Svakheter ved innhenting, bearbeiding og formidling av sikkerhetskritiske forhold om Heimdal

Jf Ptils definisjoner:
Operasjonelle: «What shall be done?»
Organisatoriske: «Who is doing it?»

Gjennomføring av manuell inngripen i normalt trykksatte systemer

- Gjennomføring av arbeidsprosesser avgjørende
 - Operasjonelle barriereelementer
 - Organisatorisk barriereelementer
 - Eksempler på at begge typer kan ha feil
- Beste praksis utarbeidet av Norsk olje og gass (2013)

Recommendation from Norwegian Oil & Gas



May be downloaded from webpages

Gjennomføring av manuell inngripen I normalt trykksatte systemer

- Gjennomføring av arbeidsprosesser avgjørende
 - Operasjonelle barriereelementer
 - Organisatorisk barriereelementer
 - Eksempler på at begge typer kan ha feil
- Beste praksis utarbeidet av Norsk olje og gass (2013)
 - Noe ulik praksis i industrien
 - Ingen store forskjeller
 - Usikker implementering av begrensede justeringer

Leaks 2008–15

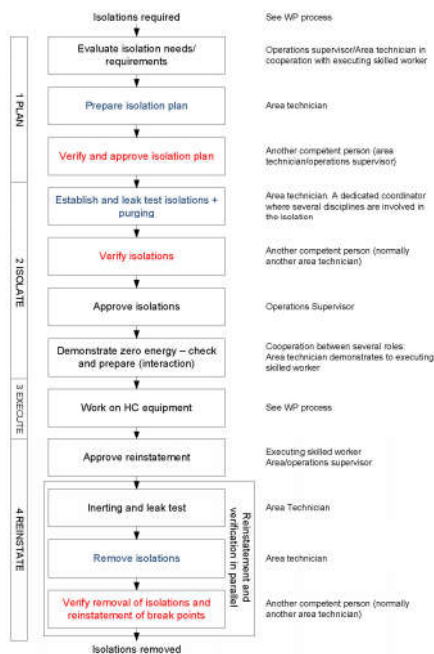
3 leaks

18 leaks

13 leaks
(12 før 2012)

7 leaks

=41 of 88 leaks



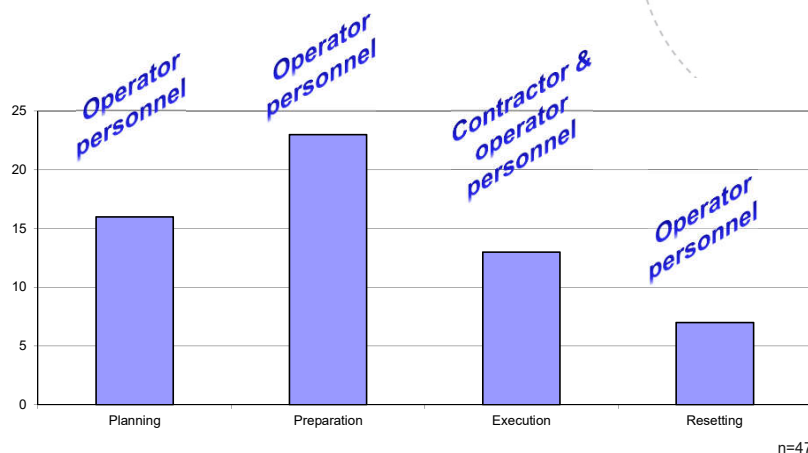
Use of
isolation plan
(i.e. check list)

Use of
verification:
Blue: Execute
Red: Verify

Lekkasjestatistikken viser

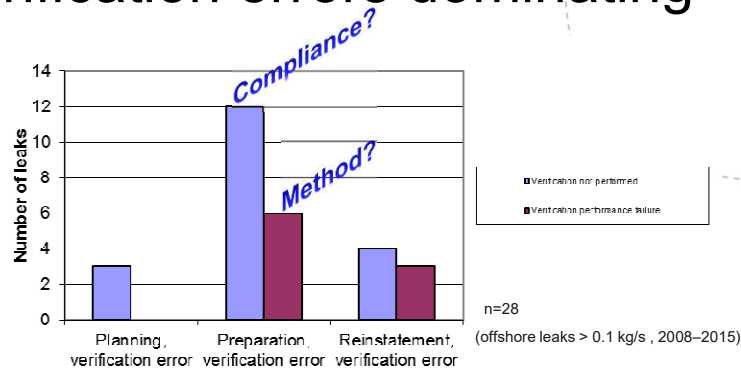
- Feil under planlegging
- Feil under verifikasjon av isoleringsplan
- Feil under isolering & blinding
- Feil under verifikasjon av implementering
- Feil under utførelse av vedlikehold
- Feil under tilbakestilling
- Feil under verifikasjon og lekkasjetest

Company or contractor personnel?



(offshore leaks > 0.1 kg/s, 2008–2015)

Verification errors dominating



Suggested actions to ensure compliance & prevent verification errors:

- Structure
- Competence
- Culture

Verification extremely important BE

- Organization of work needs improvement
 - Should not focus on individuals' performance (sharp end)
- Compliance with procedures crucial
- Especially for verifications (ref pilots)
- There are installations that fail repeatedly here!
- Leadership must be challenged
- Norwegian culture a problem?
 - Too much independence, self righteousness, etc?



Eksempler fra faktaark:

- 2013-G:
 - "Verifikasjon av isolering utført av personell som ikke har riktig kompetanse på aktuerte ventiler."
- 2013-I:
 - "Verifikasjon av ventilposisjon ble ikke gjennomført."
- 2014-G:
 - "Gjennomføre verifikasjon av arbeidsprosesser for arbeid på trykksatte systemer og Arbeidstillatelse (AT) og sikker-jobb-analyse (SJA)."
- 2015-D:
 - "Utilstrekkelig verifikasjon før systemet ble trykksatt."

Menneskelig involvering

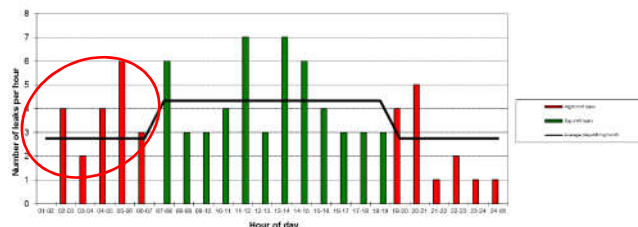
- | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| • Feil under planlegging | Roller:
Planlegger, formann prosess |
| • Feil under verifikasjon av isoleringsplan | Leder |
| • Feil under isolering & blinding | Prosesspersonell |
| • Feil under verifikasjon av implementering | Formann, leder prosess |
| • Feil under utførelse av vedlikehold | Mekaniker |
| • Feil under tilbakestilling | Prosesspersonell |
| • Feil under verifikasjon og lekkasjetest | Formann, leder prosess |

Menneskelig involvering

- Prosedyrer, instruksjoner normalt tilgjengelig
 - Kan ha svakheter, uklarheter, overlappende
- Organisatoriske mangler mer fremtredende
 - Roller vanligvis definerte
 - Ikke alltid tilgjengelig, osv.

Lekkasjer på nattskift

- Mange lekkasjer, særlig etter midnatt
 - Organisatoriske barriereelementer som er tilgjengelige på dagskift
 - Ikke alltid tilsvarende tilgjengelige på nattskift
- Organisatoriske barriereelementer kan bidra til økt fokus



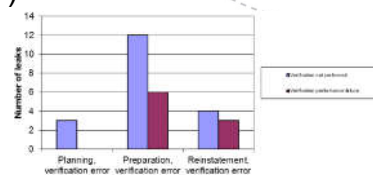
n=88

HC lekkasjer – Arbeidspraksis & etterlevelse

- Operasjonelle og organisatoriske barriereelementer er definert (noen mangler på nattskift, lav bemanning)
 - Prosedyrer, beskrivelse av arbeidspraksis, roller er OK
- Manglende etterlevelse hovedutfordring
 - Hvordan passer det inn i terminologien? Ptils definisjoner:
Operasjonelle: «What shall be done?»
Organisatoriske: «Who is doing it?»
- Er terminologien lagt til rette for fokus på
 - Manglende etterlevelse av styrende dokumentasjon?
 - Menneskelig feilhandling?
- Passer terminologien bedre på høyre side av Bow-tie?

Utfordring med menneskelige & organisatoriske barrierer

- Kan ikke testes (som tekniske BE)
- Feilstatistikk kan genereres, eksponering er problemet
- Feil skjer fortsatt i betydelig grad på tross av A-standard o.l.
- Krav kun til RIF
- Operasjonelle og organisatoriske BE vil ha betydelig avhengighet
- Kan vi etablere barrierediagram?
 - Er det kun en barrierefunksjon?



Barrierer i tidsperspektiv

- Særlig for organisatoriske og operasjonelle barriereelementer:
 - Stor usikkerhet i tidlige livssyklusfaser
 - Usikkerhet reduseres nærmere (& etter!) oppstart
- Ofte uklar barrierestrategi
 - Organisatoriske & operasjonelle BE
- Spesifikasjon av tekniske og organisatoriske/operasjonelle BE ofte ute av synk
 - Mest betydningsfullt på venstre side av Bow-tie
- Kan bli viktigere å fokusere på med nye driftsformer
 - Færre organisatoriske elementer

Menneskelige & organisatoriske barrierer i konsekvensbegrensning

- Menneskelig barriereelementer i flere barrierefunksjoner
- Rollen er normalt som backup
- Sterkt influert av RIF
- Eksempel:
 - Heimdal gasslekkasje 2012
 - Flere av konsekvensbarriere elementene
 - Manuelle aksjoner

7.4.3 Intakte barrierer

1. Deteksjon og aksjoner ved bekreftet gass, som Nødvstenging med Tennkildeutkopling og Deluge ble aktivert
2. Månstringsalarm og kontroll på POB fungerte etter forutsetningene.
3. Skadested og innsatslag fungerte etter forutsetningene
4. Beredskapsorganisasjonene, linje 1,2 og 3 ble etablert.

Konklusjoner

- Operasjonelle og organisatoriske BE er vanskelig å beskrive på en logisk måte
 - Særlig elementene på venstre side i Bow-tie
 - Fleste eksempler gis på høyre side
 - Passer terminologien på begge sider?
- Forholdet mellom operasjonelle og organisatoriske BE bør avklares bedre
- Barrierefilosofi bør begrenses til storulykkesrisiko
 - Selv om noen av betraktningene også kan overføres til arbeidsulykker (fjerne fokus fra utfordringene!)
 - HC lekkasjer er velegnede for å videreutvikle forståelsen av operasjonelle og organisatoriske BE