

Utvikling av barrierer og indikatorer for å hindre og begrense miljøutslipp til sjø

ESRA årsmøte, DNV Høvik 7. juni 2012

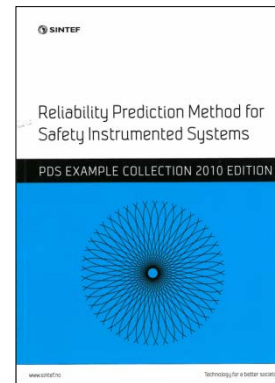
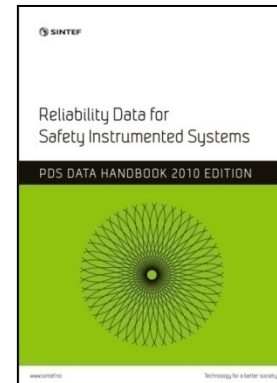
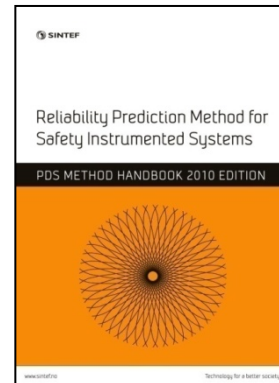
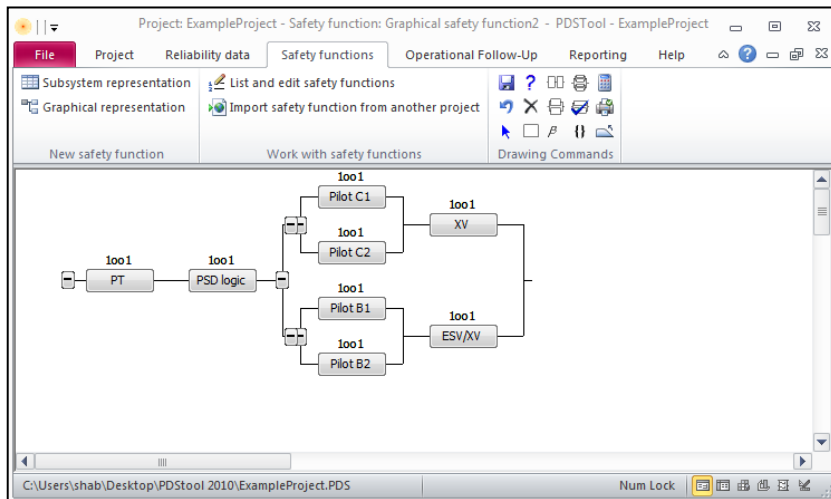
Solfrid Håbrekke, SINTEF

Innhold

- PDS*
- Pågående PDS prosjekt:
Utvikling av barrierer og indikatorer for å hindre og begrense miljøutslipp til sjø
- Resultater fra rapport om **miljøakseptkriterier og krav til barrierer**
 - Alternative akseptkriterier
 - Ytelseskrav til barrierene
- Foreløpige resultater fra rapport om **barriereindikatorer**

*Pålitelighet av instrumenterte sikkerhetssystemer

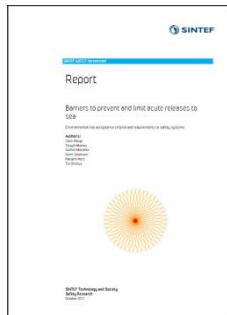
PDS forum
 PDS metoden
 PDS håndbøker
 PDS prosjekt
 PDS rapporter
 PDSTool



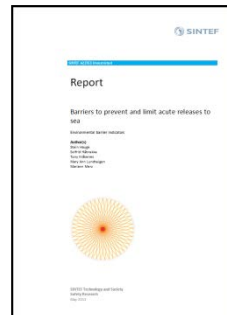
PDS-BIP 2010-2012 - Hovedaktiviteter og resultater

Utvikling av barrierer og indikatorer for å hindre og begrense utslipp til sjø

1. Utvikling av miljøakseptkriterier og tekniske og operasjonelle krav til sikkerhetssystemer



2. Utvikling av indikatorer for å overvåke potensialet for utslipp til sjø



3. Utvikle analyseverktøy og håndbøker for å beregne påliteligheten av barriererefunksjoner mot miljøutslipp

Håndbøker
Analyseverktøy

4. Publisering / informasjons-spredning

Presentasjoner
Rapporter
Artikler, osv.

Hva sier regelverket?

Styringsforskriften § 5

Det skal etableres **barrierer** som

- a) reduserer sannsynligheten for at feil og fare- og ulykkessituasjoner utvikler seg,
- b) begrenser mulige skader og ulemper.

Det skal være kjent **hvilke barrierer** som er etablert og hvilken funksjon de skal ivareta, samt hvilke **krav til ytelse** som er satt til de tekniske, operasjonelle eller organisatoriske elementene som er nødvendige for at den enkelte barrieren skal være effektiv. Dessuten skal **status på barrierene til enhver tid være kjent**.

Styringsforskriften § 9

Operatøren skal sette **akseptkriterier** for storulykkesrisiko og *miljørisiko*.

Det forutsettes at operatøren selv definerer **akseptkriterier** og setter **ytelseskrav** til barrierene.

PDS rapport (oktober 2011)

Miljørelaterte krav på to nivå:

- (1) Overordna miljøakseptkriterier
- (2) Ytelseskrav til barrierer for å forhindre utslipp

Er det kobling mellom overordna akseptkriterier og ytelseskrav på barrierenivå?

Barrierer knyttet til:

- Boring
- Brønnintervensjon
- Undervannsproduksjon

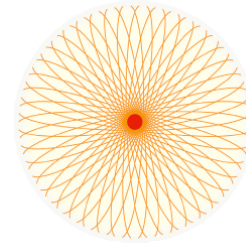
Report

Barriers to prevent and limit acute releases to sea

Environmental risk acceptance criteria and requirements to safety systems

Author(s)

Stein Hauge
Tony Kråkenes
Solfriid Håbrekke
Gorm Johansen
Merleinn Merz
Tor Onshus



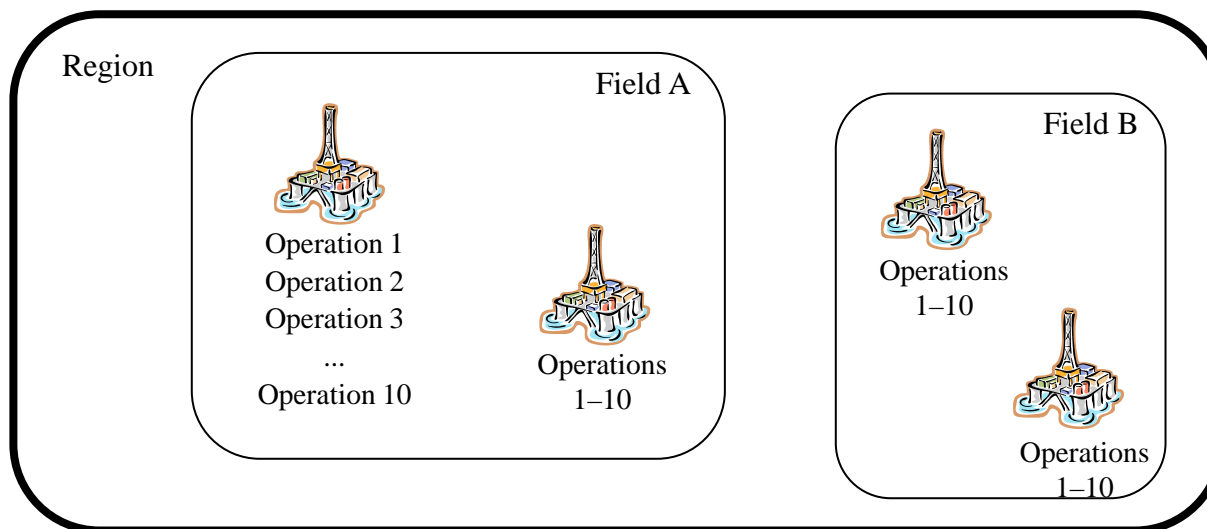
Beregning av miljørisiko – Dagens status

- **MIRA (OLF):** Metode for miljørettet risikoanalyse
- Miljørisikoanalyse
 - Utslipp-scenarier (oljetype, lekkasjerate, varighet)
 - Oljedriftsberegninger (vær, vind, strøm, oppsamlingsbarrierer)
 - Tilstedeværelse av og sårbarhet til ressurser (tid, lokasjon)
- Konsekvens måles i **restitusjonstid** av verdifulle ressurser
- Det aksepteres at miljøet er påvirket for eksempel i **5 %** eller **1 %** av tiden
- - innenfor hver av fire alvorlighetskategorier



Table 4.1: Possible acceptance criteria when defining 5 % as the level of tolerable harm.

	Consequence category			
	Minor harm	Moderate harm	Significant harm	Serious harm
Restitution time (years)	0,1–1	1–3	3–10	> 10
Activity specific RAC (freq. per activity)	$1,25 \times 10^{-3}$	$4,25 \times 10^{-4}$	$1,25 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-5}$
Facility specific RAC (freq. per year)	$1,25 \times 10^{-2}$	$4,25 \times 10^{-3}$	$1,25 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-4}$
Field specific RAC (freq. per year)	$2,5 \times 10^{-2}$	$8,5 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-3}$	5×10^{-4}
Regional RAC for fields seen together (freq. per year)	5×10^{-2}	$1,7 \times 10^{-2}$	5×10^{-3}	1×10^{-3}

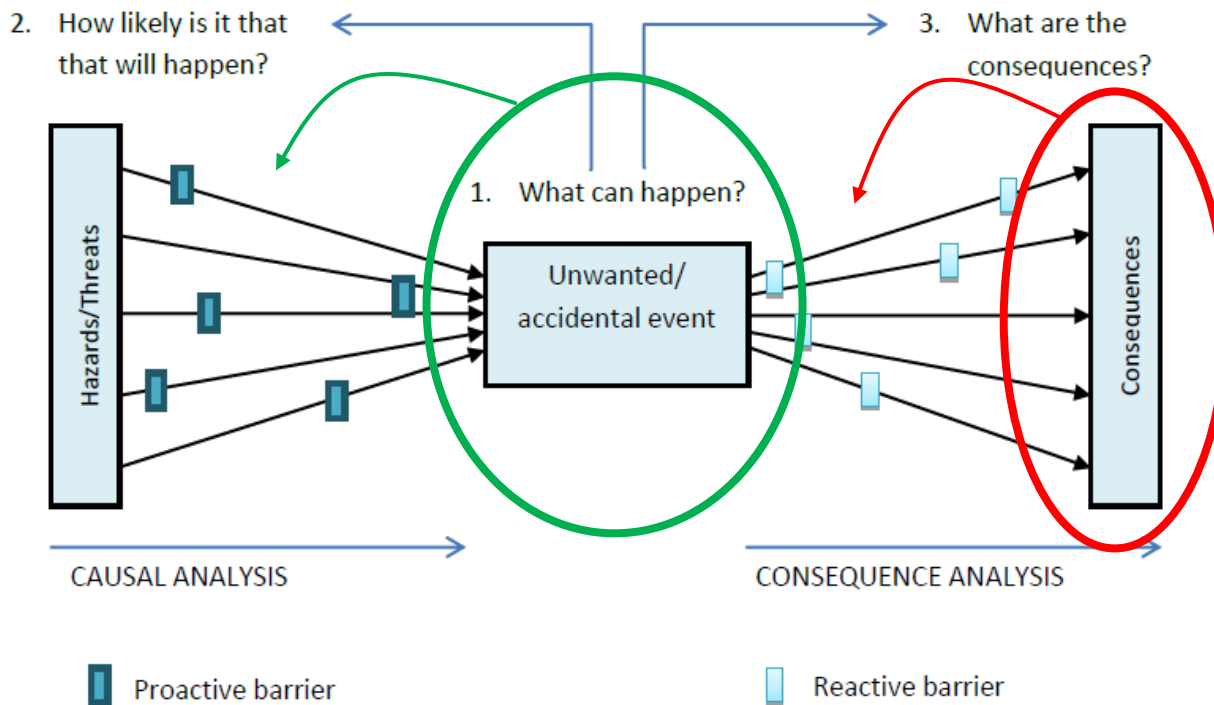


Evaluering av dagens miljørisikoanalyse og akseptkriterier

- Dagens miljøakseptkriterier **for slakke** til å forbedre sikkerheten:
 - Estimert miljørisiko sjelden nær akseptkriteriene...og havner sjelden i ALARP
 - Generisk utblåsningsfrekvens (for eksempel 2.9×10^{-4} per brønn) er nær kriteriene...
 - 5 %aksept for hver alvorlighetskategori =>total aksept er 19 %
 - Ingen betydning for design eller drift
 - Restitusjonstid er uegnet til å sette krav til sikkerhetssystemer
- Miljørisikoanalysen er en øvelse for å analysere konsekvenser av utslipp og for å dimensjonere beredskap. **Ikke fokus på frekvensreducerende barrierer.**

 **Behov for alternative (tilleggs)kriterier.**

Alternative miljøakseptkriterier – må "nærmere" hendelsen



Konsekvenser

Input-parametre:

- Ojetype
- Lekkasje rate og –varighet
- Vær, vind, strøm

Reaktive barrierer:

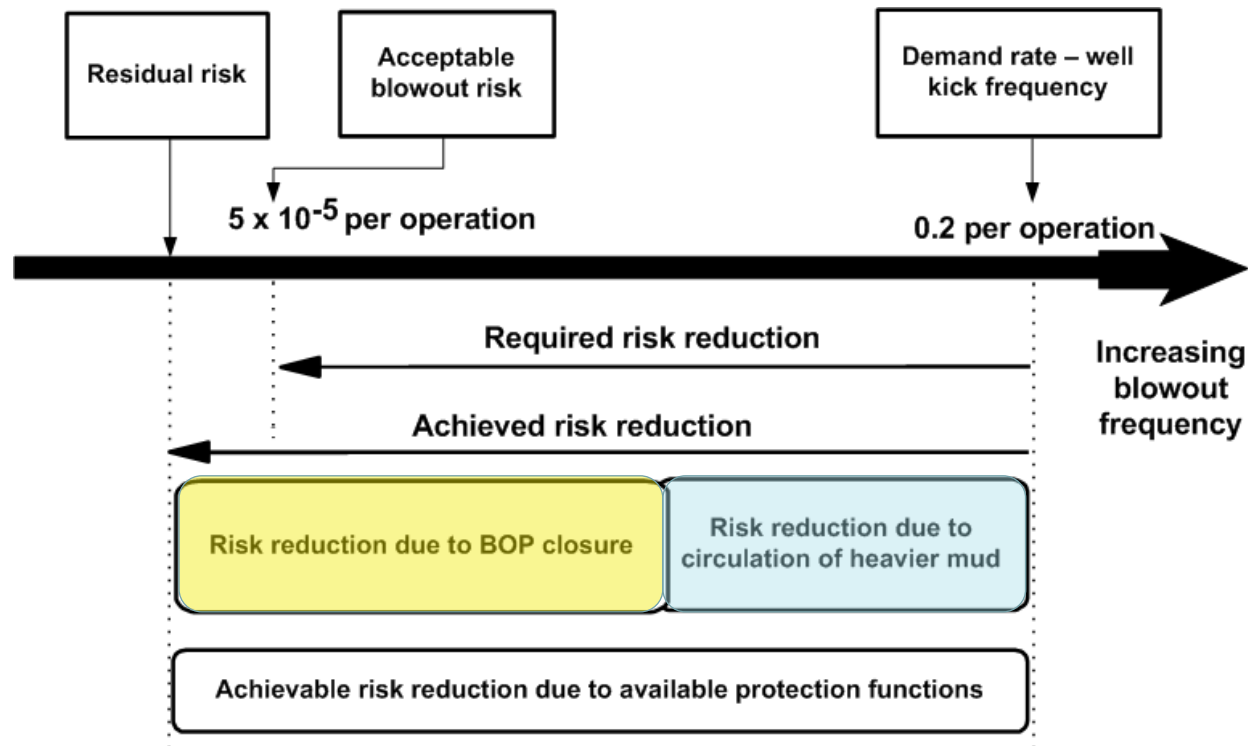
- Oppsamling
- Brenning
- Dispergering
- ...

Ressurser i miljøet varierer:

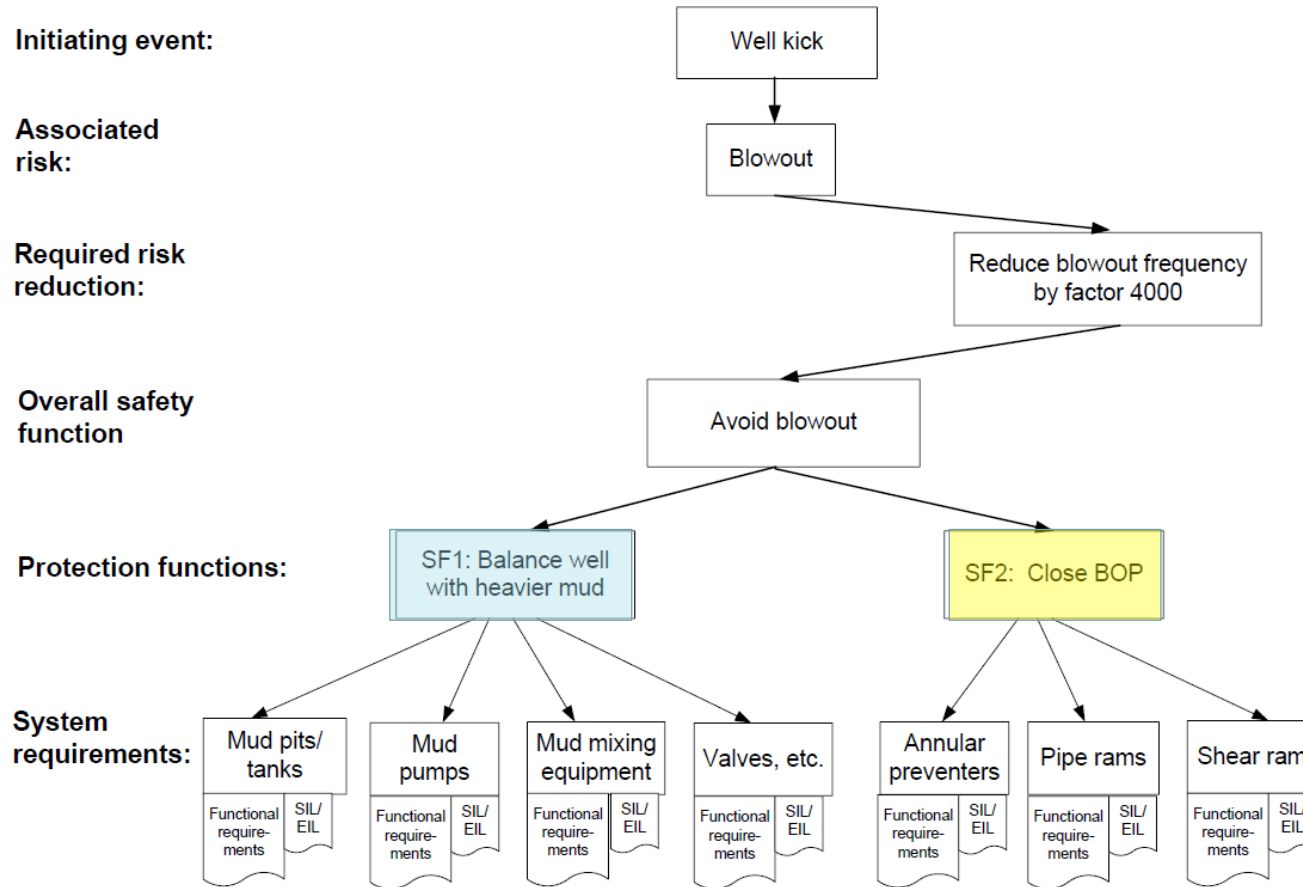
- Avstand
- Tilstedeværelse
- Sårbarhet

Forslag til alternative akseptkriterier: Utblåsningsfrekvens

The maximum acceptable frequency of a blowout is $5 \cdot 10^{-5}$ per drilling operation



Forslag til alternative akseptkriterier: Utblåsningsfrekvens og videre krav til barrierefunksjoner og barriererelement



Assume SF1 functions 80 out of 100 times:

$$PFD_{\text{mud}} \cdot PFD_{\text{BOP}} \cdot \text{demand rate} < 5 \cdot 10^{-5} \rightarrow PFD_{\text{BOP}} < 5 \cdot 10^{-5} / (0.2 \cdot 0.2) \rightarrow PFD_{\text{BOP}} < 1.25 \cdot 10^{-3}$$

Forslag til alternative akseptkriterier:

Maks frekvens for ulike scenarier (for eksempel utblåsing) i ulike områder:

Vulnerability of area	Maximum acceptable blowout frequency (per operation)
Low	$1 \cdot 10^{-4}$
Medium	$5 \cdot 10^{-5}$
High	$1 \cdot 10^{-5}$

Maks frekvens for ulike utslippsmengder:

Consequence class	Released volume of oil to sea	Acceptable annual frequency
Minor harm	$< 10 \text{ m}^3$	10^{-1}
Moderate harm	$10\text{--}100 \text{ m}^3$	10^{-2}
Significant harm	$100\text{--}1000 \text{ m}^3$	10^{-3}
Serious harm	$1000\text{--}10\,000 \text{ m}^3$	10^{-4}
Major/Catastrophic harm	$> 10\,000 \text{ m}^3$	10^{-5}

Ytelseskrav til barrierene – Noen observasjoner

- Generelt manglende pålitelighetskrav (SIL/EIL) for utstyr knyttet til boring, brønnintervensjon og undervannsproduksjon
- Misforhold mellom pålitelighetskrav til barrierer for boring, brønnintervensjon og undervannsproduksjon sammenlignet med topside barrierer:
- OLF 070 inneholder per i dag kun krav til "drilling BOP" og til "ESD isolation of subsea well"
- Ingen kvantitative pålitelighetskrav til barrierer som: deteksjon av brønnsparke, kontroll på væskesøylen, nødskraft, akustisk BOP aktivering, nødfrakobling (EQD) av rigg, *avledersystemet*, subsea PSD funksjoner og BOP under brønnintervensjon.
- **Dersom dette er sikkerhetskritisk utstyr – burde det ikke da settes krav til det?**

SIL= Safety Integrity Level

EIL= Environmental Integrity Level

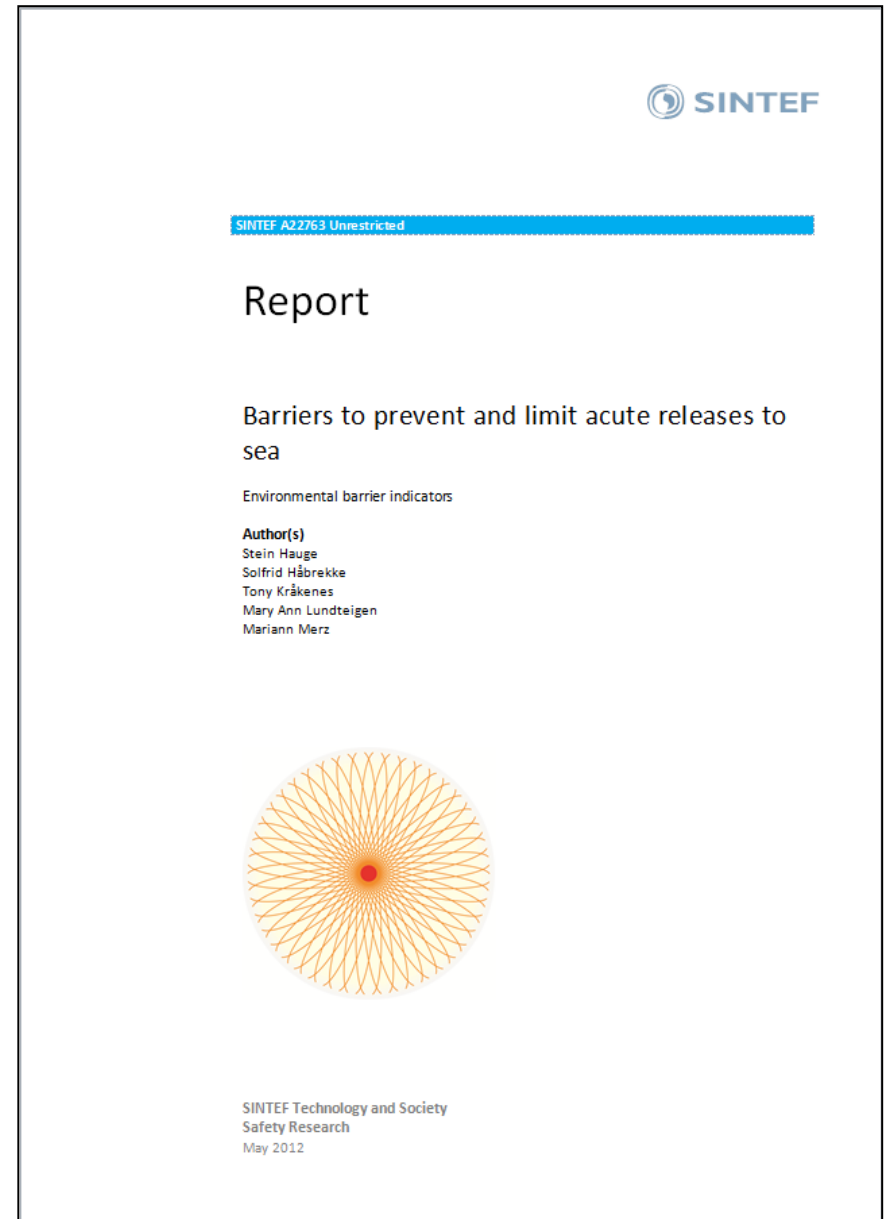
ESD= Emergency Shutdown

PSD= Process Shutdown

EQD= Emergency Quick Disconnect

PDS rapport (draft mai 2012)

- Foreslår **indikatorer** for sentrale barrierer knyttet til et bore-scenario.
- Beskriver metodikk for å finne slike indikatorer.

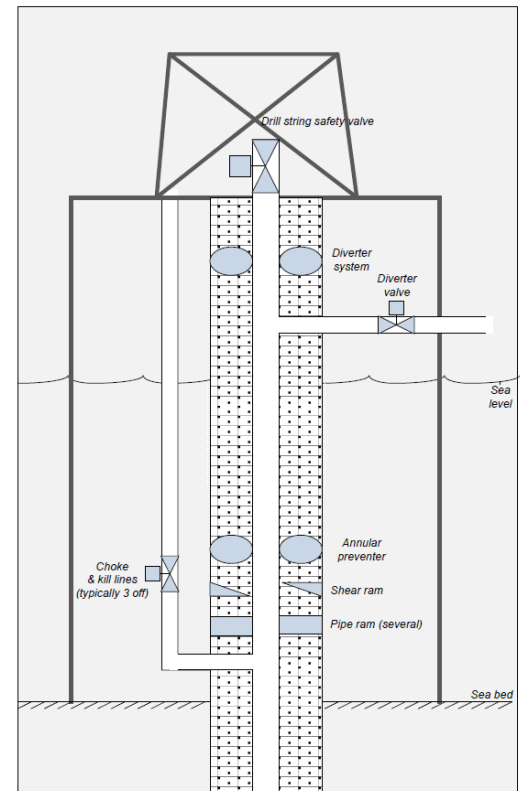


Metodisk tilnærming for å finne indikatorer

- Velg **initierende hendelser** som kan føre til miljøutslipp
 - **Blowout under boring (lete- og produksjonsboring)**
- Identifiser relevante **barrierefunksjoner** for initierende hendelse
 - **6 ulike barrierefunksjoner**
- Etabler **hendelsetre** basert på initierende hendelse
 - **Hendelsetre for blowout under boring med de 6 barrierefunksjonene**
- **Analyser barrierefunksjoner** – relativ viktighet basert på analyse av hendelsetreet
- Input fra andre studier
- Identifiser og etabler **indikatorer** for de viktigste barrierene

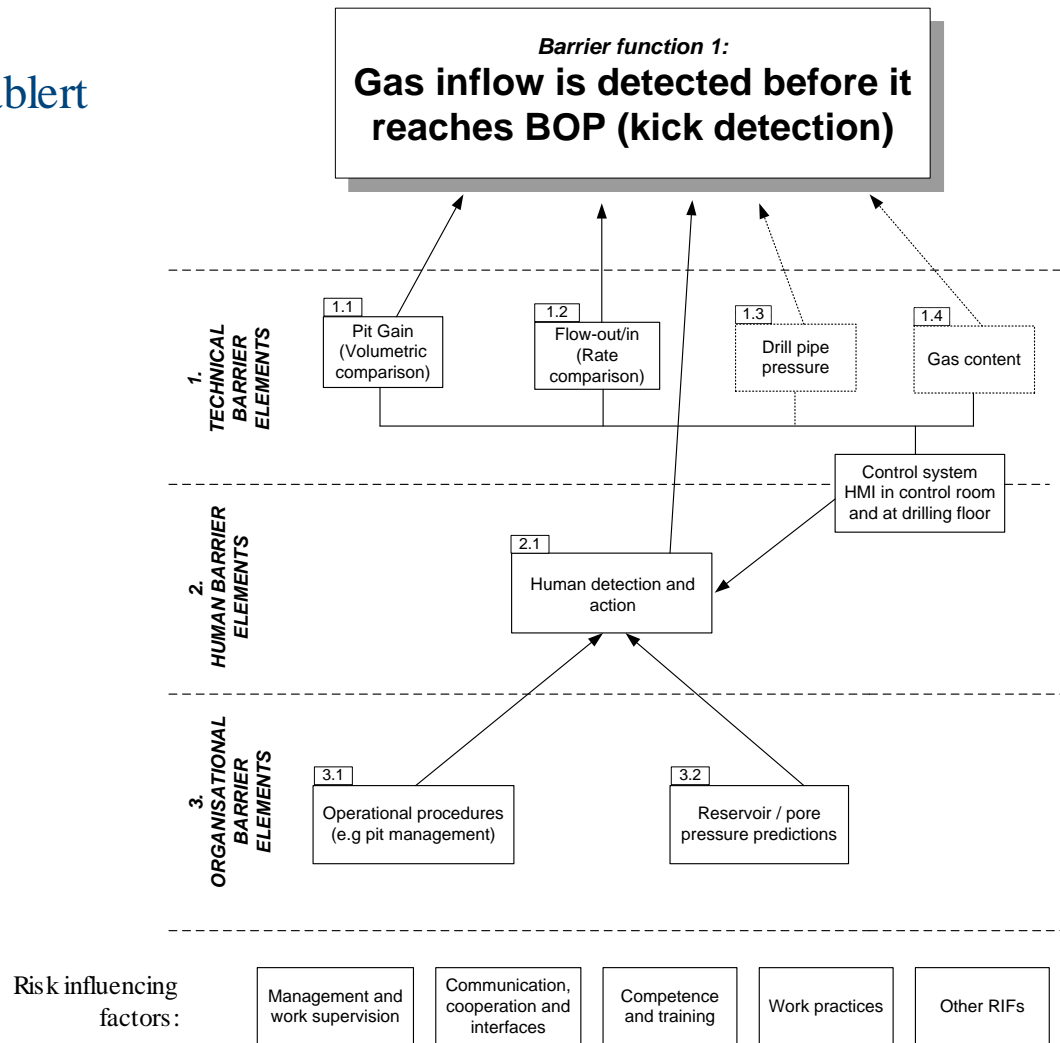
Initierende hendelse og barrierefunksjoner

- **Initierende hendelse:** Brønnsparke (kick) i forbindelse med produksjonsboring
- **Barrierefunksjoner** for å unngå at brønnsparke utvikler seg til en utblåsning:
 1. Kick detection
 2. Closure of BOP annulus preventer(s)
 3. Circulation of heavier mud to kill well
 4. Closure of Drill string safety valve
 5. BOP shear ram cuts and seals hole
 6. Diverter system directs flow away from installation

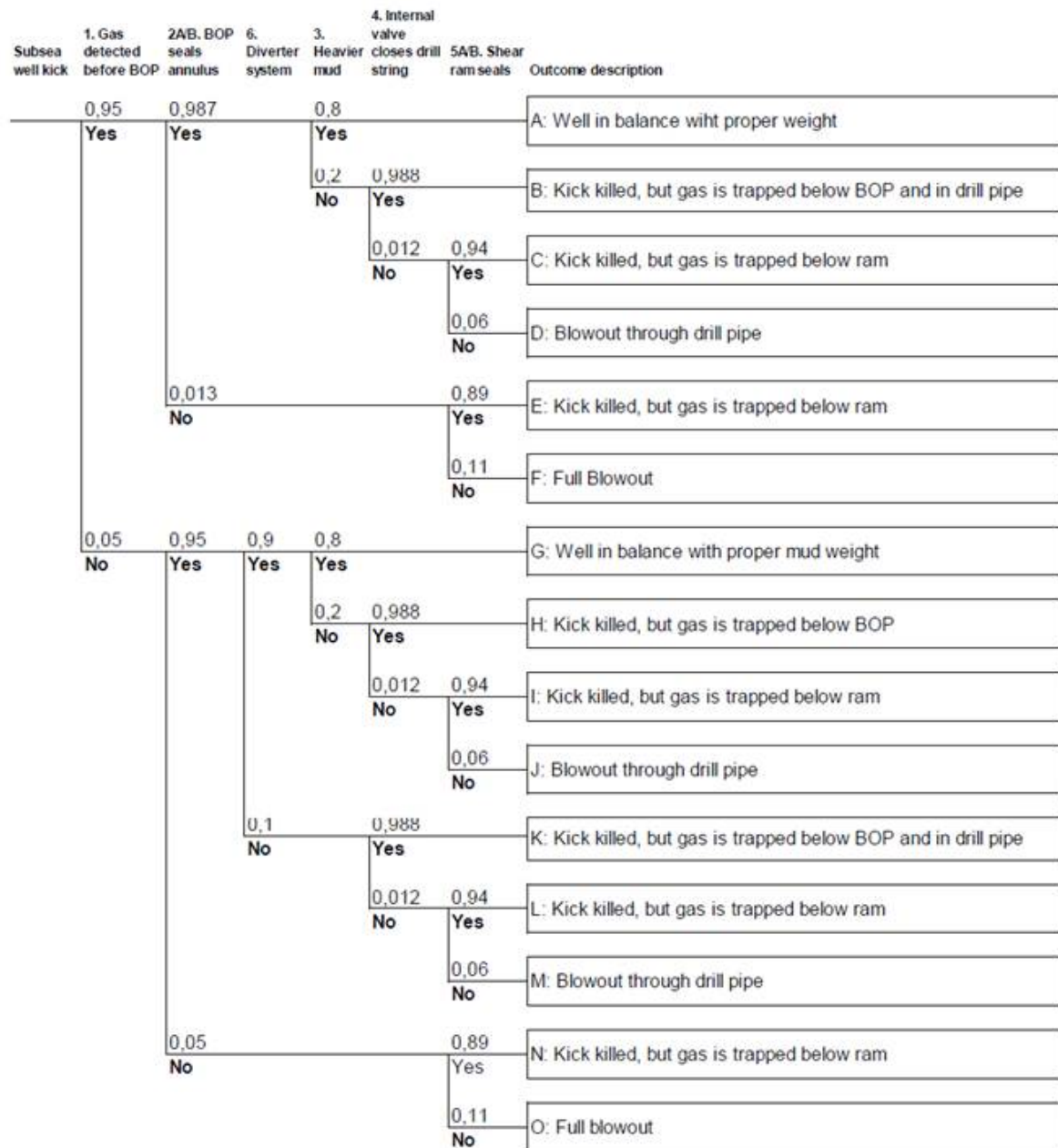


Beskrivelse av identifiserte barrierefunksjoner

- Barriereelement-diagrammer etablert for de 6 barrierefunksjonene
- Utgangspunkt for kvantitative beregninger og for å identifisere indikatorer

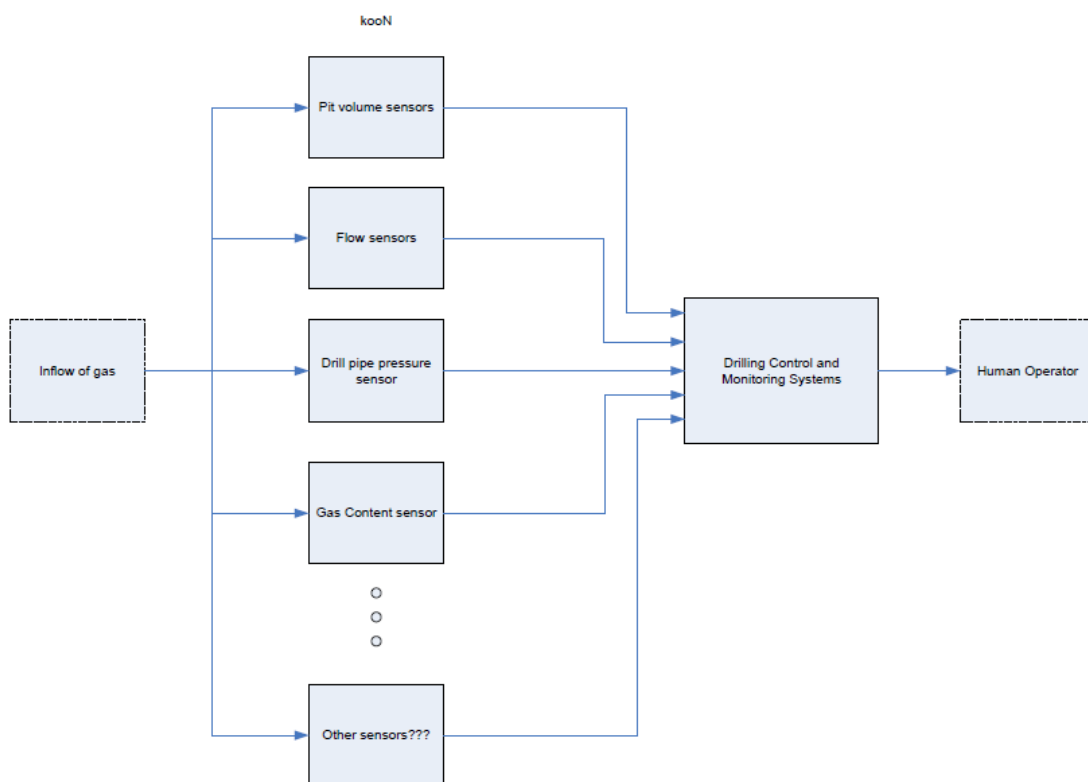


Etablering av hendelsestre



Analyse av barrierefunksjoner

- Grove PFD estimat for barrierefunksjonene basert på pålitelighetsblokkdiagram
- Manglende data for barriererelement - en betydelig utfordring



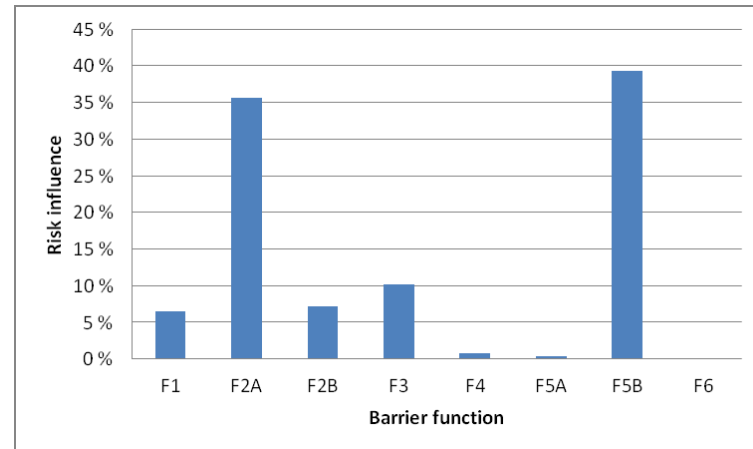
PFD
Probability of Failure on Demand

Input fra SINTEF studie av brønnkontrollhendelser for perioden 2003-2010 på norsk sokkel (for RNNP)

- **22 %** skyldtes teknisk svikt og/eller svakheter i primærbarrieren/slamsøyla, for eksempel "for lav eller utilstrekkelig slamvekt"
- **19%** skyldtes uforutsette geologiske forhold i reservoaret, for eksempel "høyere poretrykk enn predikert" eller "uforutsett gass i formasjonen"
- **13%** av de direkte årsakene forklares med mangelfull eller teknisk svikt i systemer for deteksjon av brønnspar. Typiske eksempler: "manglende alarm/sensor", "dårlig plassering av sensor" eller "utilstrekkelig synkronisering mellom systemer"

Relativ viktighet av barriererefunksjoner

- Basert på sensitivitetsanalyser og input fra andre studier
- Konklusjon: De viktigste barrierene for å hindre at et brønnsparc utvikler seg til en utblåsning:
 - BOP
 - Mud circulation system
 - Kick detection system



Indikatorer

- Utarbeidet liste med forslag til indikatorer
- Videre arbeid med oppfølging av indikatorer og behov for datainnsamling er nødvendig

Indicators for "early kick detection" function (barrier function 1)	Unit
Time since last test / calibration of kick detection sensors (e.g. level sensors in pit tank and flow rate sensors)	Months
Average number of active mud pits/tanks since drilling start-up	Number
Fraction of spurious alarms (to the total number of alarms)	%
Number of formal verification meetings between mud logger and driller (to number of drilling days)	Ratio
Indicators for "BCP annular preventer seals" function (barrier function 2)	
Fraction of failed functional tests (both closure tests and pressure tests) to the total number of tests	%
Fraction of repeated failures revealed during testing and maintenance (to the total number of revealed failures)	%
Number of stripping operations during lifetime of BCP	Number
Indicators for "heavy mud to kill well" function (barrier function 3)	
Time since last functional test of essential choke and kill line assemblies	Months
Average amount of spare mud available throughout the operation	m ³
Average number or fraction of mud and cement pumps out of service throughout the operation	Number or %
Indicators for "shear ram cuts and seals" function (barrier function 5)	
Fraction of failed functional tests of shear ram (both closure tests and pressure tests) to the total number of tests	%
Fraction of repeated failures revealed during testing and maintenance (to the total number of repeated failures)	%
Service life of shear ram – time since last cutting verification	Months
General indicators	
Number of deviations from original "detailed drilling program" handled onshore (e.g. during last three months)	Number
Number of deviations from original "detailed drilling program" handled offshore (e.g. during last three months)	Number

Konklusjoner

- **Ensidig fokus på konsekvensmodellering** i miljørisikoanalysene. Lite fokus på frekvensreduserende forhold og tiltak
- **Behov for strengere og mer ambisiøse miljøakseptkriterier**
- **Behov for alternative akseptkriterier** for å etablere kobling til de frekvensreduserende barrierene
- Dagens praksis for å sette miljøakseptkriterier bør vurderes - **"Hvem bør sette miljøakseptkriteriene?"**
- **Ytelseskrav til sentrale barrierer** er til dels mangelfulle og bør etableres
- Kick deteksjon, mud sirkulasjon og BOP er viktige barrierer for å unngå utblåsning
- Indikatorer kan benyttes for å følge med på status til barrierene

Rapportene ligger/legges åpent på:
www.sintef.no/pds

Spørsmål?

