

Case-studie – analyser og risikoreduserende tiltak

ESRA seminar, Oslo 8. februar 2011
Bjørn Axel Gran, SAFETEC



- B1 Incorrect blinding/isolation
 - B1-B4.A Planning failure
 - B2/B4 Incorrect fitting/installation of flanges/sealing
 - B3 Valves in incorrect position after maintenance
 - B5 Maloperation of valve(s) during manual operation
 - C1 Break-down of isolation valves during maintenance
 - C2 Maloperation of valve(s) during manual operation (incl. Sampling)
 - C3 Work on wrong equipment (pressurised)
- For analysen av effekten av RIF-er:
Antatt arbeid på store komponenter (maintenance/operations)

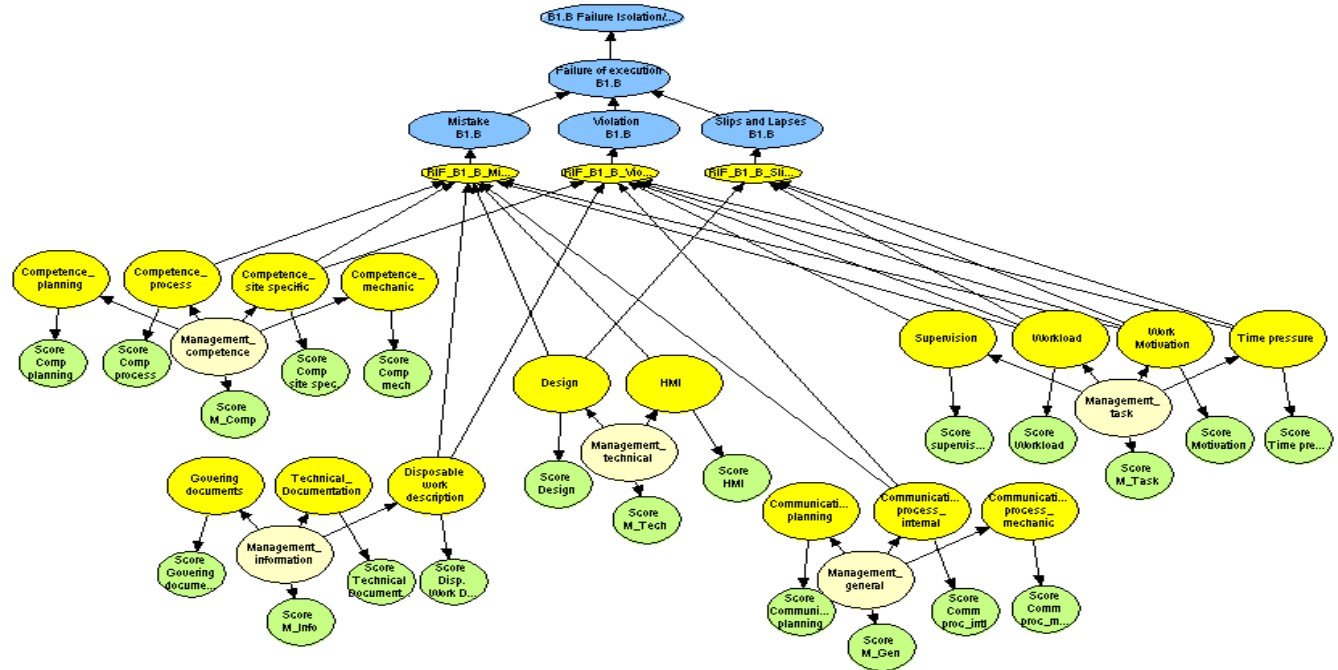
Case - analyse

- Rand cases:
 1. "Good" (en installasjon med RIF-score over gjennomsnittet)
 2. "Bad" (en installasjon med RIF-score under gjennomsnittet)
- Input data for RIF-score basert på OTS (Sklet et al 2010)
 - RIF score på en skala A to F, hvor A korresponderer til den beste industripraksisen, og F til en uakseptabel tilstand
- Human Error Probabilities (HEP data) er input til basishendelsene
- I tillegg til "good" og "bad":
 - Et priori case: dvs. en kalkulasjon med initiale verdier før vi gjorde bruk av noen observasjoner (som OTS revisjon, etc.)
 - Ulike cases hvor vi antok observasjoner som tok den samme karakteren for alle RIF-ene, enten C, D, E, eller en kombinasjon av C for alle RIF-er på nivå 2 og D for de på nivå 1 (C/D).
 - Casene brukt for kalibrering.

Two modellerings strategier

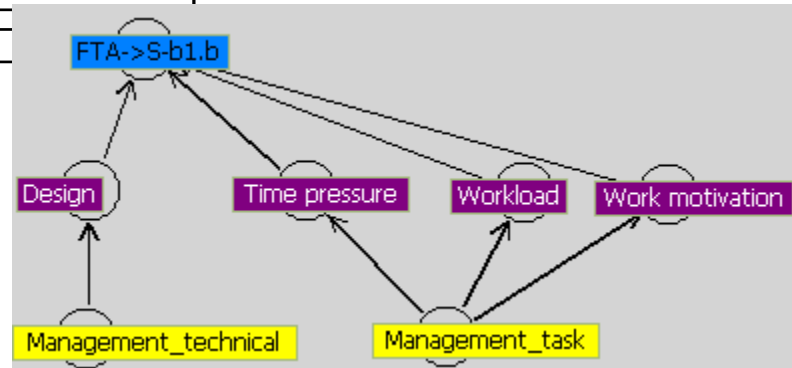
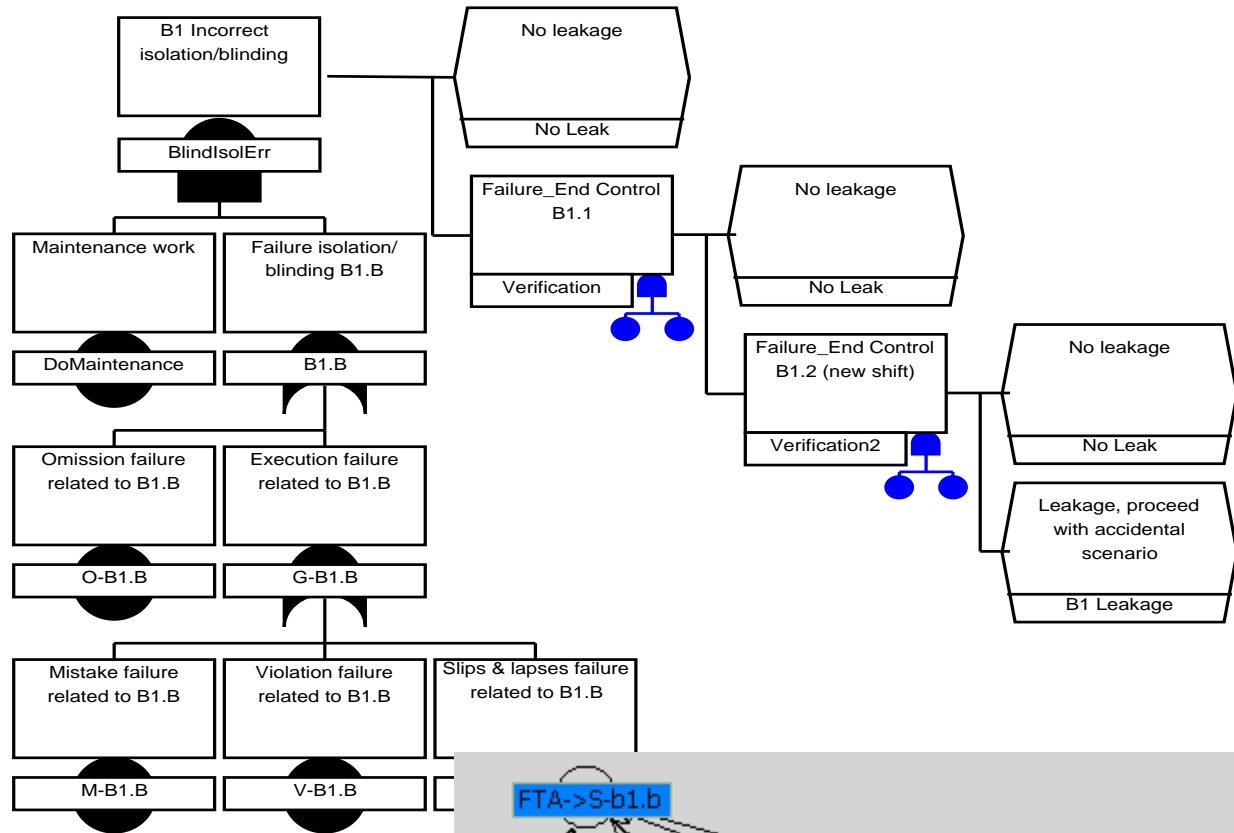
- Full BBN modellering (Bayesian Belief Networks)
 - Hele modellen spesifisert ved hjelp av BBN
 - Modellen er antatt til å være den mest anvendelige modellen der hvor de samme RIF-ene påvirker ulike barrierer i modellen
 - Minne og beregningstid er begrensede faktorer
 - Spesifisering av modellen krever høy BBN kompetanse
- Hybrid ETA/FTA – BBN modellering
 - Så langt som mulig modellert ved hjelp av ETA/FTA
 - BBN er kun anvendt til å modellere effekten av RIF-er på basis hendelser
 - Hybrid modellen er antatt å være den mest anvendelige med hensyn til visualisering, og inkluderer kvalitativ forståelse gjennom bruk av minimale kutt mengder
- Modellene er komplementære og er brukt til å validere hverandre

BBN modellering



- Med betingede sannsynligheter
 $P(\text{HEP} | \text{RIF}_{In} = A)$, $P(\text{HEP} | \text{RIF}_{In} = B)$...
 RIF_{In} = vektet sum av RIF-ene
 $P(\text{RIF}_1 | \text{RIF}_2 = A)$, $P(\text{RIF}_1 | \text{RIF}_2 = B)$...
 $P(\text{Score} | \text{RIF} = A)$, $P(\text{Score} | \text{RIF} = B)$...
- Kombinasjon av triangulære fordelinger

Hybrid modell (ETA/FTA + BBN)



Mål av viktighet

- Tradisjonell Birnbaums, $I^B(j)$, mål brukt til å rangere viktigheten av basis hendelser i ETA/FTA
- Ved å redusere basis hendelse feil sannsynligheten med Δq_j , system sannsynligheten kan bli redusert med $I^B(j) \times \Delta q_j$
- Vi kan etablere $I^B(j)$ for et eller alle scenarioer
- RIF-ene er tilfeldige variable Og ikke parametre som i et ordinært feiltre eller hendelsetre
 - Utfordring å finne et Birnbaum lignende mål
 - Ide: gjøre et skift i sannsynlighetene for posterior fordelingen av den aktuelle RIF-en
- Dette gir et Birnbaum lignende mål $I^B_{RIF}(j)$
- Et skifte i forventningsverdien av RIF-en på ΔE_j gir da en endring i system sannsynligheten: $I^B_{RIF}(j) \times \Delta E_j$
- Ved å kalkulere $I^B_{RIF}(j)$ en gang, kan vi enkelt vurdere effekten av ulike endringer i RIF-ene uten å beregne hele modellen på nytt

Arbeids operasjoner

Scenario	No. of relevant operations per platform-year*	Comments
B1	6	DoMaint. Major unit
B1-B4.A	6	DoMaint. Major unit
B2/B4	6	DoMaint. Major unit
B3	6	DoMaint. Major unit
B5	7	Oper. and maint., press. equip.
C1	6	DoMaint. Major unit
C2	7	Oper. and maint., press. equip.
C3	95 + 19	HC work + NonHC work

*Based on SAP data for a one year period (categorized according to BORA terminology), and later Risk-OMT discussions

Modell resultater, frekvenser

	BBN modell (per år)			ETA/FTA modell (per år)		
	Prior	Good	Bad	Prior	Good	Bad
B1	1.4E-05	1.5E-06	4.8E-05	4.4E-04	1.2E-04	1.6E-03
B1-B4.A	1.4E-04	6.0E-03	1.4E-02	9.3E-03	5.8E-03	1.6E-02
B2/B4	7.0E-02	3.4E-02	8.3E-02	5.4E-02	3.6E-02	1.0E-01
B3	1.1E-03	1.7E-04	2.3E-03	6.9E-04	2.0E-04	2.5E-03
B5	3.7E-02	2.6E-02	4.6E-02	3.5E-02	2.9E-02	5.3E-02
C1	6.6E-03	4.2E-03	7.8E-03	6.0E-03	4.8E-03	8.5E-03
C2	3.7E-02	2.7E-02	4.6E-02	3.5E-02	2.9E-02	5.3E-02
C3	2.0E-02	1.2E-02	2.7E-02	6.7E-02	1.2E-02	2.5E-02
Total	1.9E-01	1.1E-01	2.3E-01	2.1E-01	1.2E-01	2.5E-01

Antatt: nye 2 skift B1.2 og B3.2

Beregnet vs. Historiske lekkasje frekvenser (per år)

Scenario	Fo (BBN)	Fo (ETA/FTA)	Historisk*	Faktor (BBN)	Faktor (ETA/FTA)
	Bad case				
B1	4.8E-05	1.6E-03	1.9E-02	0,003	0,08
B1-B4.A	1.4E-02	1.6E-02	1.6E-02	0,88	1,00
B2/B4	8.3E-02	1.0E-01	2.7E-02	3,07	3,70
B3	2.3E-03	2.5E-03	2.0E-02	0,12	0,13
B5	4.6E-02	5.3E-02	1.3E-02	3,54	4,08
C1	7.8E-03	8.5E-03	7.9E-03	0,99	1,08
C2	4.6E-02	5.3E-02	1.3E-02	3,54	4,08
C3	2.7E-02	2.5E-02	6.3E-03	4,29	3,97
Total	2.3E-01	2.5E-01	1.2E-01	1,92	2,05

*Ref. BORA (Haugen et al 2007), and estimated planning-failure part of B1-B4 (Eng. judgement in the OMT project group)

Risiko bilde, basert på frekvesner og vektete lekkasje størrelser

Scenario	Fo (BBN)	Fo (ETA)	Cons.	Risk (BBN)	Risk (ETA)
B1 Incorrect isolation/blinding	4.8E-05	1.6E-03	3.15	1.52E-04	5.05E-03
B1-B4_A Error in isolation/blinding planning	1.4E-02	1.6E-02	3.1	4.45E-02	4.96E-02
B2/B4 Incorrect fitting of flanges and bolts	8.3E-02	1.0E-01	2.29	1.90E-01	2.29E-01
B3 Valve(s) in incorrect position after maintenance	2.3E-03	2.5E-03	4.43	1.02E-02	1.11E-02
B5 Maloperation of valve(s) during manual operation	4.6E-02	5.3E-02	3.0	1.15E-01	1.59E-01
C1 Break-down of isolation system during maintenance	7.8E-03	8.5E-03	2.6	2.03E-02	2.21E-02
C2 Maloperation of valve(s) during manual operation incl. Sampling	4.6E-02	5.3E-02	2.5	1.15E-01	1.33E-01
C3 Work on wrong equipment (not known to be pressurised)	2.7E-02	2.5E-02	7	1.90E-01	1.75E-01
Total	2.3E-01	2.5E-01		6.86E-01	7.83E-01

Viktighets mål, Bad case

Basic event	Birnbaum, I ^{B(i)}	RIF	Birnbaum I ^{B(j)}
M-B3.Bb	3.11E-05	Management_task	8.18E-06
S-B3.Bb	3.11E-05	Management_information	6.55E-06
V-B3.Bb	3.11E-05	Management_competence	4.26E-06
M-B2.C	2.19E-05	Management_technical	3.69E-06
V-B2.C	2.19E-05	Time pressure	3.17E-06
O-B2.C	2.19E-05	Technical_documentation	2.91E-06
S-B2.C	2.19E-05	Governing documents	2.41E-06
M-B3.1	7.08E-06	HMI	2.29E-06
O-B3.1	7.08E-06	Disposable work descriptions	2.28E-06
S-B3.1	7.08E-06	Communication_process_internal	2.15E-06
S-B3.2	7.08E-06	Management_general	2.13E-06
M-B3.2	7.08E-06	Workload	2.01E-06

O-Omission failure, S-Slips and lapses, M-Mistake, V-Violation

B3-Valves in incorrect position after maintenance, B2-Incorrect fitting of flanges or bolts during maintenance

Fellesfeil

- To praktiske måter å inkludere felles feil (common cause effects) i modellen:
 1. Ved å introdusere ekstra basishendelser i feiltre og hendelsetre
 2. Ved etter-beregning av de minimale kuttmengdene
- Den første måten er den eneste muligheten i BBN, mens begge er mulige i den hybride ETA/FTA modellen.
- Ved å bruke de minimale kutt mengdene, utfordringen er å beskrive de ulike avhengighetene for ulike klasser av basishendelser.

Interaksjoner

- I flere situasjoner kan det være relevant å anta at den negative effekt av en dårlig RIF er høyere hvis også en eller flere av de andre RIF-ene også har dårlige verdier.
- Det kan også argumenteres at effekten av en veldig god RIF er større dersom en eller flere andre RIF-er er gode.
- Og, det kan være tilfeller hvor en god verdi på en eller flere RIF-er balanserer eller nøytraliserer dårlige verdier på andre RIF-er
- I dette studiet har vi kun sett på negative effekter, dvs. hvor dårlige verdier på en eller flere RIF-er forsterker den negative betydningen på en basishendelse

Risiko reduserende tiltak

- Et sett av ulike risikoreduserende tiltak ble foreslått i dialog med Statoil
- Ulike tiltak har ulik betydning mht trening, læring, kompetanse etc., eller endring/opprettelse av prosedyrer
- Et tiltak var også å introdusere nye barrierer (2 skift) B1.2 og B3.2

De foreslåtte risiko reduserende tiltak

No	Measure
-	Introducing new shifts in existing control (B1.2 & B3.2) (see S1b, S1c)
1a	Work process training: Work on normal pressurised equipment
1b	Change the procedures for SJA and FJS with a greater emphasis on leaks (major accident)
2	Increase emphasis on leaks (major accident potentials) in the training of system- and trade responsible managers, and the executive personnel
3	Compliance program: Conduct training in action compliance according to an A-default action pattern. The A-default consists of six steps
4a	Increase focus on the psychosocial work environment through greater degree of involvement across levels and subject areas
4b	Improve involvement of contractors (NB! 4b is a subset of 4a, only applicable for scenarios that include contractors)
5	Improve availability of- and a faster updating of technical documentation
6	Improve, and incorporate uniform labelling of relevant equipment on site, in accordance with technical documentation, and in combination with defined routines for radio communications
7	Improve management of change, especially those routines for quality control and the handover from major projects or modifications to operation
S1	Formalize requirements to the work process 'Work on normal pressurised equipment' in form of new procedures
S1a	Formalised checking and approval of isolation plans (B1-B4. Ab)
S1b	Formalised endcontrol of isolation, using V&B list in addition to existing control (B1.1/B1.2)
S1c	Formalised endcontrol of valves, using V&B list in addition to existing control (B3.1/B3.2)
S2	Develop procedures for the preparation and use of specific checklists for drainage/sampling (NB! The checklists is not specified for each new job)

Effekt av tiltak

- For hvert tiltak vurdert betydningen på RIF-ene:
 - På formen L=Low, M=Medium, og H=High betydning
 - Og i betydning av lokasjonen av RIF-en, dvs. det er antatt at et tiltak har mer effekt hvis RIF = D enn om RIF = C
- For noen tiltak er det strukturell betydning:
 - Endring i HEP verdi (pga annen oppslagsverdi)
 - Introduisering av **Violation** hendelser i feiltre

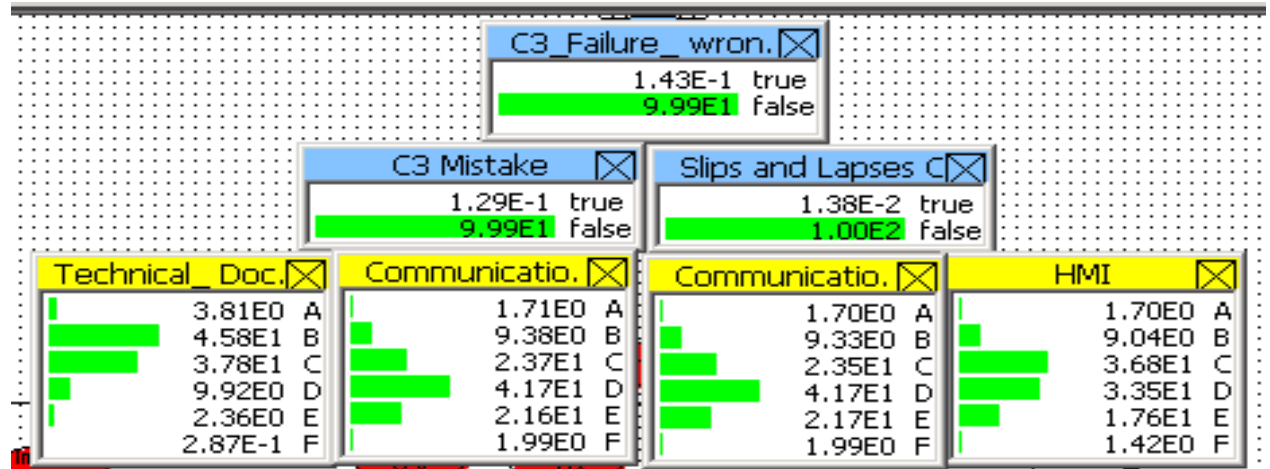
Evaluering av et tiltak, eksempel

Den risiko reduserende effekten av **tiltak 6** i henhold til BBN modellen:
 (Improve, and incorporate uniform labelling of relevant equipment on site)

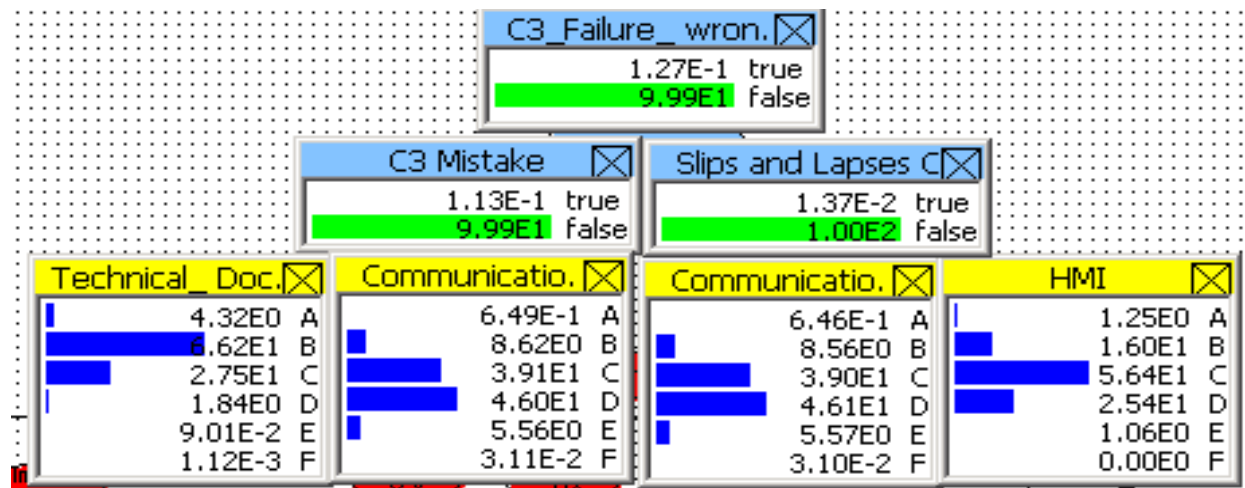
Scenario	Fo (BBN)	Cons. (kg/s)	Risk (BBN)	Effect (%)
B1 Incorrect isolation/blinding	2.58E-05	3.15	8.14E-05	91 %
B1-B4_A Error in isolation/blinding planning	1.32E-02	3.1	4.10E-02	8 %
B2/B4 Incorrect fitting of flanges and bolts	6.83E-02	2.29	1.56E-01	18 %
B3 Valve(s) in incorrect position after maintenance	1.59E-03	4.43	7.02E-03	88 %
B5 Maloperation of valve(s) during manual operation	4.20E-02	3.0	1.05E-01	9 %
Total	2.50E-02		3.09E+01	25%

Illustrasjon av tiltaket

- C3, Bad:



- Measure 6:



Effekten av de risiko reduserende tiltak mht scenario B1-B5

No.	Description	Risk BBN	Risk BBN (incl new shift)	Risk ETA/FTA (incl new shift)
	RISK for case BAD	4.13E-01	3.61E-01	
-	New shifts B1.2/B3.2	12.8 %	-	-
1a	Work process training	7.0 %	20.5%	9.8 %
1b	Change the procedures for SJA and FJS	1.5%	14.0%	4.5 %
2	Emphasis on leaks in the training ..	6.4 %	18.3%	13.5 %
3	Compliance program	14.2 %	25.9%	5.7 %
4a	focus on the psychosocial work envir.	25.9 %	26.1%	27.2 %
4b	Improve involvement of contractors	5.4 %	18.2%	11.7 %
5	Availability /updating of technical doc.	5.1%	17.8%	3.7 %
6	Uniform labelling of relevant equipment	15.0 %	25.2%	13.7 %
7	Management of change	15.0 %	25.2%	3.4 %
S1	'Work on normal pressurised equip.'	13.7%	15.8%	4.8 %
S2	Procedures drainage/sampling	10.1%	21.0%	4.7 %

Hvorfor ulike resultat?

- Høyere effekt i BBN enn ETA/FTA
 - ETA/FTA flytter posteriori RIF verdiene
 - BBN flytter fordelingene av RIF-ene og spredningen blir mindre
 - BBN inkluderer propagering av effekten også gjennom andre RIF-er

Takk for meg