

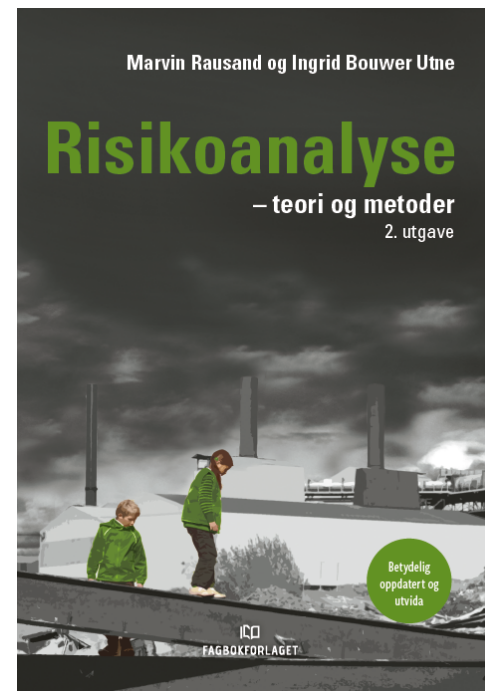
Kapittel 13

Analyse av operatørfeil

Ingrid Bouwer Utne og Marvin Rausand
ingrid.b.utne@ntnu.no

Oversikt – kapittel 13

- Viktige begreper og kategorier av operatørfeil
- Faktorer som innvirker på menneskelige feilhandlinger
- Operatørfeil i risikoanalyser
- Analysemetoder
- Menneskelige faktorer i sikringsrisikoanalyse
- Organisatoriske faktorer i risikoanalyse



Operatørfeil

VIKTIGE BEGREPER OG KATEGORIER

Oversikt

Menneskelige feilhandlinger/operatørfeil, har fått stadig større oppmerksomhet i risikoanalyser.

Menneskelig feilhandling er et «avvik mellom en menneskelig handling som blir utført eller uteglømt, og den handlingen som var ønsket eller påkrevd».

Ei oppgave utføres ofte som et antall handlinger:

1. Oppdage hendelsen
2. Tolke og forstå hendelsen
3. Avgjøre hva som må gjøres
4. Foreta en aktiv handling

Kategorier av operatørfeil – Swain og Guttman

- Handling ikke utført – fordi operatøren:
 - Glømte å utføre handlingen
 - Ignorerte handlingen eller bevisst unnlot å utføre den
- Handling feilaktig utført:
 - Den aktuelle handlingen ble utført, men på en feilaktig måte
- Feil rekkefølge:
 - Operatøren utfører de korrekte handlingene, men i feil rekkefølge
- Feil tidspunkt:
 - Operatøren utfører en korrekt handling, men for sakte, for fort, for tidlig eller for seint

Kategorier av operatørfeil – Rasmussen

- Ferdighetsbaserte feilhandlinger:
 - Operatøren utfører rutinemessige aktiviteter, men oppmerksomheten blir avleda fra oppgava. Kan deles i:
 - Feiltrinn og bommert
- Regelbaserte feilhandlinger:
 - Operatøren bruker en «oppskrift» på en feilaktig måte – eller utelater å følge «oppskriften». Kan deles i:
 - Feilaktig bruk av korrekt/god «oppskrift»
 - Bruk av feilaktig «oppskrift»
 - Feilhandling mens du bruker en korrekt/god «oppskrift»
- Kunnskapsbaserte feilhandlinger:
 - Operatøren har tilstrekkelig kunnskap og erfaring til å utføre handlingen korrekt, men prøver likevel.

Kategorier av operatørfeil – Reason

- Feiltrinn: Operatøren forstår hva hun skal gjøre og målet med handlingen, men gjør en feil.
- Bommert: Operatøren er uoppmerksom, glømsk eller overser et krav eller en begrensning.
- Feiltakelse: Operatøren veit ikke hvordan hun skal utføre oppgava og har behov for kunnskap/trening.
- Overtredelse: Operatøren utfører en handling hun vet/antar vil gjøre skade.

I de tilfellene at overtredelsen gjøres for å skade verdier, er det ingen feilhandling, men et tema for sikring («security»).

FAKTORER SOM INNVIRKER PÅ MENNESKELIGE FEILHANDLINGER



NTNU

Oversikt

Studiet av menneskelige faktorer oppsto som fagdisiplin etter den andre verdenskrigen, og handler om menneskelige feilhandlinger og om grensesnittene mellom mennesket, teknologiske system, ledelse og organisasjon.

- Definisjon av PIF*:
 - Organisasjons- og oppgavefaktorer som sammen med menneskelige og individuelle egenskaper påvirker utførelsen av ei oppgave på en måte som kan føre til sikkerhetsproblem.

*Performance influencing factors (PIF) eller også kalt Performance shaping factors (PSF)

PIF

Er bestemt av samspillet mellom organisasjon, oppgave og operatør:

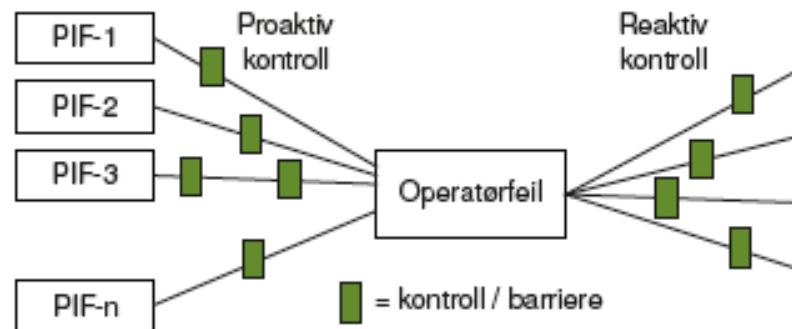
- Oppgava som skal utføres:
 - Faktorer som spiller inn kan være typen oppgave, arbeidsbelastning, arbeidsmiljø, osv.
- Organisasjonen som operatøren er en del av:
 - Omfatter blant annet opplæring og trening, bedriftskultur, sikkerhetskultur, osv.
- Operatøren som skal utføre oppgava:.
 - Aktuelle faktorer omfatter blant annet personlige egenskaper, kompetanse, evner, osv.



Generiske PIF

- Noen eksempler:

| Menneske | Oppgave | Organisasjon |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Kunnskap | Menneske-maskin grensesnitt | Organisasjonskultur |
| Kompetanse | Arbeidsbelastning | Arbeidsprioriteringer |
| Ferdighet | Prosedyrer | Tilgjengelige ressurser |
| Holdninger | Krav til oppgava | Kommunikasjonssystem |
| Fysiske egenskaper | Samvirke med andre personer | Policy og ledelse |
| Psykisk helse | Samvirke med lederne | Ledernes holdninger |
| Fysisk helse | Fysisk miljø | Arbeidsplanlegging |
| Motivasjon | Kompleksitet av oppgava | Sikker-jobb-analyse |



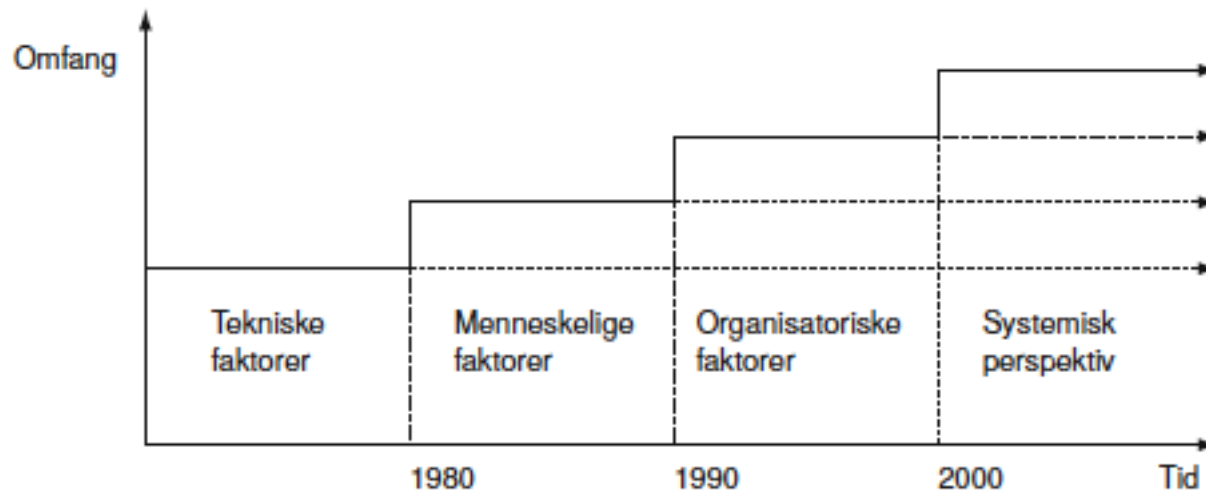
HRA – Human reliability assessment

OPERATØRFEIL I RISIKOANALYSER

Innledning

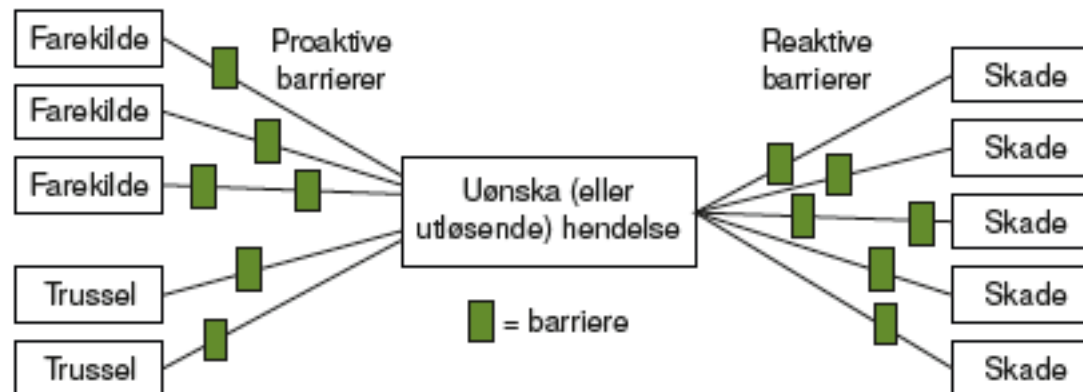
Det første forsøket på å bestemme hvilken innvirkning operatørfeil har på risikonivået i et teknisk system, ble gjort i en risikoanalyse av militære system i USA i 1952.

I Europa ble HRA først brukt på slutten av sekstitallet i kjernekraftindustrien.



Ulykkesscenario og barrierer

- Vi antar at store deler av risikoanalysen er utført og at du har funnet de viktigste ulykkescenarioene.
- Et ulykkescenario er illustrert i et sløfyediagram:
 - Proaktive og reaktive operatørhandlinger (barrierer)



Metodebeskrivelse – HRA

Analyse av menneskelig pålitelighet (HRA) er et omfattende rammeverk der flere metoder inngår. Generelt kan disse rammeverkene deles i tre trinn:

- Avdekk operatørfeil
- Beregn sannsynligheten for operatørfeil (HEP)
- Reduser muligheten for operatørfeil

Metodebeskrivelse - operatørfeil

- Identifikasjon og analyse av mulige operatørfeil starter med at du velger ett av de identifiserte ulykkescenarioene, f.eks. S_i .
 - Det anbefales at du legger mest vekt på de scenarioene som forventes å gi høy risiko.
- Seks trinn:
 - Mål og avgrensning (kap. 8)
 - Identifiser alle operatør-oppgaver i S_i
 - Foreta en oppgaveanalyse av hver oppgave i S_i
 - Beskriv aktuelle operatørfeil i S_i
 - Anslå sannsynligheten for hver operatørfeil i S_i
 - Forslag til forbedring for hver operatørfeil i S_i



Menneskelig pålitelighet

Definisjon av operatørpålitelighet:

- Evnen en operatør har til å utføre de oppgavene hun er tiltenkt, under gitte forhold.

Sannsynlighet for operatørfeil*:

$$HEP = \frac{\textit{antall operatørfeil av en bestemt type}}{\textit{antall handlinger av denne typen operatøren(e) har utført}}$$

Bortsett fra for standardiserte arbeidsoppgaver (kjernekraftverk og lufttransport), vil handlingene ofte utføres på litt ulik måte. Det er derfor sjelden du kan bruke anslagsverdier fra et bruksområde til et anna.

*HEP – Human Error Probability

Oppgaveanalyse

En oppgaveanalyse utføres for å forstå hvordan operatøren utfører oppgavene sine:

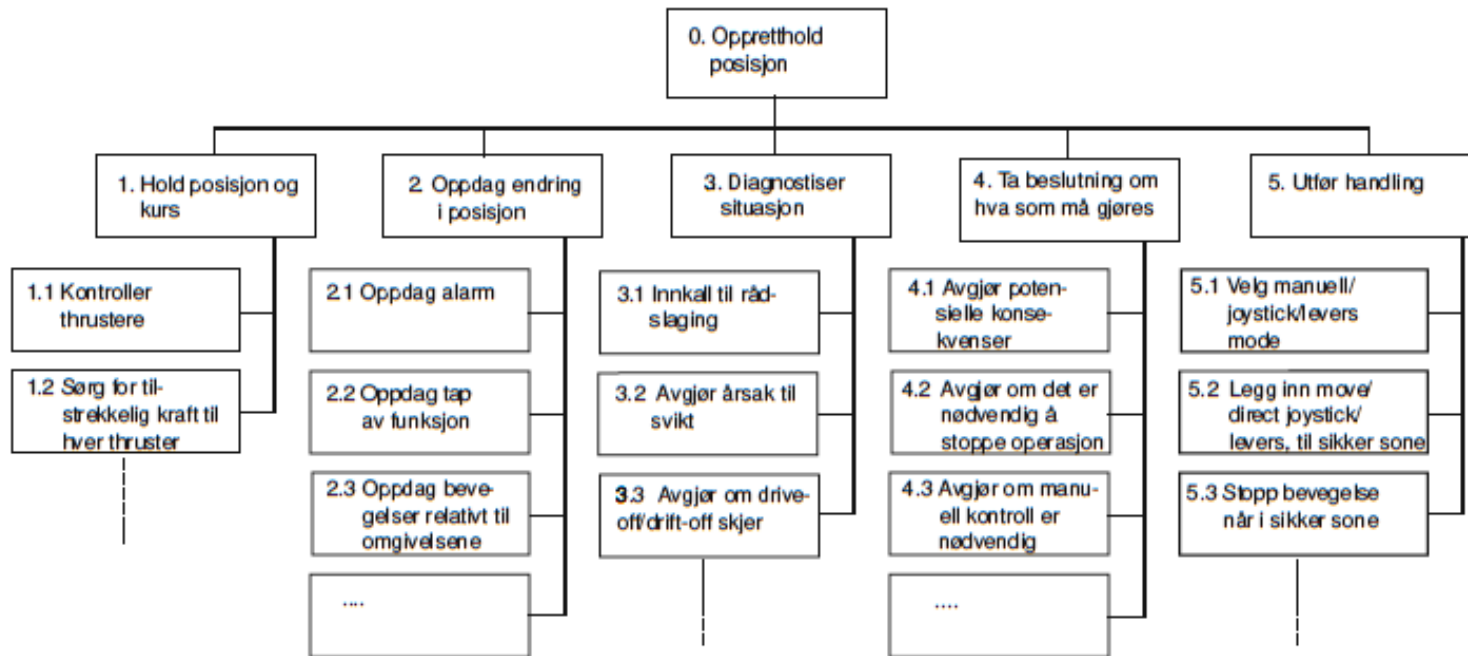
- Hva det er operatøren gjør
- Hvilke tegn/signaler operatøren reagerer på
- Hva operatøren trenger å vite for å utføre oppgava korrekt

Mulig inndeling i trinn:

- Beskriv målet med oppgava.
- List opp og beskriv handlingene som inngår i oppgava.
- Hvilke krav stilles til hver enkelt handling?
- Hvilke verktøy og ressurser har operatøren behov for?
- Hva kreves av, f.eks. oppmerksomhet, konsentrasjon, sinnsro, osv. for å utføre hver handling?

Eksempel

Operatør for dynamisk posisjoneringssystem*:



*Basert på Hogenboom et al (2020)

SHERPA

Er en metode for å avdekke og vurdere mulige operatør-feilhandlinger. En «kombinasjon» av FMECA, HAZOP og rotårsaks-analyse.

Det brukes ledeord for å avdekke operatørfeilmoder:

| Ledeord for aktive feil | Ledeord for sjekking / kontroll |
|---------------------------------------|--|
| Handling for seint / for tidlig | Sjekking for seint / for tidlig |
| Handling for raskt / for sakte | |
| Handling glømt / utelatt | Sjekking/kontroll utelatt |
| Handling for sterk / for mye | |
| Handling for svak (ufullstendig) | |
| Handling i feil retning | |
| Korrekt handling på feil objekt | Korrekt sjekking av feil objekt |
| Ledeord for informasjon | Ledeord for kommunikasjon |
| Informasjon ikke mottatt / fått | Informasjon ikke kommunisert |
| Feil informasjon mottatt | Feil informasjon kommunisert |
| Mottatt informasjon ufullstendig | Kommunikasjon ufullstendig |
| Informasjon feiltolka | |
| Ledeord for valg av alternativ | |
| Valg ikke foretatt | |
| Feilaktig valg foretatt | |

*SHERPA – Systematic human error reduction and prediction approach

HEP og HRA

ANALYSEMETODER

Beregning av sannsynligheter for menneskelige feilhandlinger

- Kvantitative beregninger av HEP kan utføres vha. hendelsestreanalyse.
- Operatørfeil opptrer sjelden som tilfeldige hendelser, men inntreffer heller i spesielle situasjoner og når spesielle PIF-er er til stede.
- Da de første HRA-metodene ble lansert, ble det samtidig satt i gang arbeid med å utvikle HEP-databaser, men det er fortsatt er vanskelig å finne relevante HEP-data.

Nominelle HEP

- I tilknytning til de kvantitative analysemetodene er det foreslått nominelle HEP-verdier (NHEP) for de mest vanlige operatør-oppgavene.
- Disse NHEP-verdiene antas å være relevante for en motivert og kvalifisert operatør som utfører sin oppgave under optimale forhold.
- Ulike metoder brukes deretter til å tilpasse NHEP-verdien til aktuelle PIF-er, slik at du får en realistisk HEP-verdi for oppgava.

THERP

Ble utvikla for kjernekraftindustrien i USA.

- Hovedelementene i er en database med nominelle HEP_n verdier og ei rekke PSF som påvirker operatørens yteevne og som brukes til å justere de nominelle HEP_n .
- PSF-ene kan ha både positiv og negativ virkning på ytelsen.
- En «realistisk» HEP_r for en for en operatørfeil:

$$HEP_r = HEP_n \cdot \prod_{j=1}^m \omega_j \cdot \prod_{k=1}^n RF_k$$

*THERP – Technique for human error prediction

HEART

HEART bygger på grunnleggende forskning innafor ergonomi.

- I motsetning til THERP analyserer HEART bare enkeltoppgaver.
- HEART definerer ni kategorier av arbeidsoppgaver:
 - Hver kategori har en nominell feilsannsynlighet (HEP_n).
 - HEART har ei liste med 38 forhold eller tilstander som påvirker operatørens yteevne. For ei konkret oppgave (f.eks. stenging av ventil) må du vurdere de 38 forholdene og gi et forholdstall, $0 \leq p_i \leq 1$ for $i = 1, 2, \dots, 38$.
- En «realistisk» HEP_r for en for en operatørfeil:

$$HEP_r = HEP_n \cdot \prod_{i=1}^{38} [(\omega_j - 1) \cdot p_i] + 1$$

SPAR – H

Utvikla for kjernekraftindustrien, men har også vist seg å være nyttig i andre anvendelser.

SPAR-H er basert på HEART.

- Gjennomføres i fem trinn:
 - Kategoriser hver operatørfeil som diagnose og/eller aktiv feilhandling.
 - Bedøm og vektlegg hver av PSF-ene
 - Bestem de PSF-modifiserte HEP-ene
 - Vurder gjensidig avhengighet
 - Tilpass sannsynlighetene

*SPAR-H – Standardised Plant Analysis Risk Human Reliability Method



SPAR– H (ii)

- Deler operatørfeilhandlinger inn i:
 - Diagnosefeil
 - Aktiv feilhandling
 - Evt. en blanding av disse.
- Åtte definerte PSF:

- | | |
|--------------------------------|--|
| • Tilgjengelig tid til oppgava | • Prosedyrer |
| • Stress-faktorer | • Ergonomi / menneske–maskin grensesnitt |
| • Kompleksitet | • Egnethet til oppgava |
| • Erfaring og trening | • Arbeidsprosesser |

- Angir nominelle HEP. Det finnes tabeller for å skalere NHEP for diagnosefeil og aktive feilhandlinger.
- Du kan ende opp med sannsynligheter > 1 og svært små sannsynligheter og SPAR-H har derfor en tilpassningsmetode.



Petro – HRA

- Er en tilpassa versjon av SPAR – H.
- I Norge har oljeindustrien og akademia samarbeidd for å finne en egna metode for å beregne sannsynligheten for operatørfeil – og for å redusere muligheten for operatørfeil.
 - Skiller ikke mellom diagnosefeil og aktive feilhandlinger.
 - Bruker en samla $NHEP = 0.01$.
- Veiledning til Petro-HRA finnes på nett.

MENNESKELIGE FAKTORER I SIKRINGS-RISIKOANALYSER



Oversikt

Mange av hendelsene i sikringsrisikoanalyser, er tilsikta og ondsinna handlinger utført av en trusselaktør.

- Trusselaktøren kan være:
 - En utaforstående person – eller ei gruppe av personer – uten direkte tilknytning til den virksomheten som angripes.
 - Tilknyttta virksomheten – som tilsatt, innleid eller for å utføre servicefunksjoner.
- Når vi snakker om sikring, skiller vi mellom to typer angrep:
 - Fysiske angrep (f.eks. tjuveri, brannstifting og sabotasje)
 - Data-angrep – som også kalles cyber-angrep



Data-/cyberangrep

- I dag oppfattes data-angrep som den største faren for de fleste virksomheter.
- Målet med angrepet kan være:
 - Politisk, for å påvirke et valg eller svekke en motstander
 - Militært, for å avdekke følsom informasjon og/eller svekke landets forsvarsevne
 - Økonomisk, ved å låse datasystemet og kreve «løsepenger» for å frigi åpningskoden
 - Sabotasje, der målet er på påføre en virksomhet skade
 - Egen prestisje, der trusselaktøren ønsker å vise «hvor flink hen er».

ORGANISATORISKE FAKTORER

Organisasjon og operatørfeil

Er egenskaper ved virksomheten som innvirker på sannsynligheten for en operatørfeil. Den innflytelsen som organisasjonen har på operatørfeil kan deles i:



Det er flere metoder for å vurdere effekten av organisatoriske faktorer på storulykkerisiko (se boka).

- Felles for disse metodene er at de i hovedsak kun er blitt brukt i avgrensa analyser.
- Fortsatt behov for mer kunnskap og utvikling om organisatoriske faktorer.

Viktige organisatoriske faktorer

- Ledelsesprinsipp og grad av operatør-deltakelse
- Synlighet av ledelse
- Sikkerhetskultur
- Kommunikasjon – metoder og praksis
- Arbeidsprosesser
- Arbeidsplanlegging og -flyt
- Opplæring og trening
- Vedlikehold
- Renslighet og ryddighet
- Prosedyrer – utvikling og vedlikehold
- Tilgjengelige personellressurser
- Forventninger og standarder
- Fokus på HMS
- Utforming av arbeidssted og utstyr
- Erfaringsnivå i arbeidsstokken
- Verktøy og ressurser

Sikkerhetskultur er et uttrykk for i hvilken grad alle grupper og ledelsesnivå i en virksomhet:

- (i) Forstår de farene de utsettes for
- (ii) Lærer av feil, hendelser og ulykker
- (iii) Prioriterer sikkerhet i alle aktiviteter
- (iv) Samhandler for å opprettholde og bedre sikkerheten
- (v) Har vilje og evne til å endre og tilpasse atferden for å bedre sikkerheten.

Ulike typer sikkerhetskultur

| | |
|--|--|
| <p>Genererende: Sikkerhet er en del av vår virksomhet</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Kontinuerlige forbedringer - Sikkerhet lønner seg - Nye ideer tas på alvor |
| <p>Proaktiv: Vi arbeider med problemene som vi fortsatt finner</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Ressurser er tilgjengelige for å fikse på ting før ei ulykke - Ledelsen er åpen, men svært opptatt av statistikk - Prosedyrer eies av arbeidsstyrken |
| <p>Beregrende: Vi har krisehandteringssystemer</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Vi har løst problemene! - Drøssevis av revisjoner - HMS-rådgivere som fokuserer på statistikk |
| <p>Reaktiv: Sikkerhet er viktig. Vi gjør mye hver gang vi har ei ulykke</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Vi er seriøse, men hvorfor gjør de ikke slik de har fått beskjed om? - Endeløse diskusjoner om å re-klassifisere ulykker - Sikkerhet er høgt på agendaen etter ei ulykke |
| <p>Patologisk: Hvem bryr seg så lenge vi ikke blir tatt?</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Advokatene sa at det var ok! - Sjølsagt har vi ulykker. Vi driver en farlig virksomhet - Spark idioten som forårsaka ulykka! |