

Statistikk og analyse av HMS-hendelser og -data

SfS Anbefaling 035N/2020



SfS
Samarbeid for Sikkerhet

Utarbeidet av SfS Arbeidsgruppe: August 2020	Revisjon: Rev 01	SfS Prosjekt leder: <u>Hugo Halvorsen</u> Hugo Halvorsen (Sign. on file)
Gjelder fra dato: 1. November 2020	Revisjons historikk: Rev 00: Juni 2013	Godkjent av Styret i SfS v/leder: <u>Dag Yngve Johnsen</u> Dag Yngve Johnsen (Sign. on file)

Innhold

1.	Innledning	3
2.	Formål	3
3.	Endringer fra forrige revisjon	3
4.	Begrepsapparat og definisjoner	3
5.	Kriterier for å igangsette trendevaluering og analyse	4
6.	Prosess for statistikk, trendevaluering og analyse	4
7.	Rapport	7
8.	Nytteverdi og begrensninger	7
	Appendix A: Statistikk, trendevaluering og analyse	9
	Appendix B: Noen modeller og metoder	10
a.	Energi og barriere perspektivet	10
b.	Sequentially Timed Events plotting (STEP).....	11
c.	Menneske, Teknologi og Organisasjon (MTO).....	11
d.	”Human factor” perspektivet.....	12
e.	AcciMap.....	13
f.	TRIPOD	13
g.	Tapsårsaksmodellen.....	14
h.	Fiskebeinsdiagram.....	15
i.	Feiltreanalyse (FTA)	16
j.	Affinity diagram and brainstorming (slektskapsdiagram og idédugnad).....	17
	Appendix C: Validering og statistisk signifikans	19
	Appendix D: Normalfordeling og standardavvik	21
	Appendix E: Referanser og anbefalt litteratur	22

1. Innledning

I Petroleumstilsynet sin Styringsforskrift § 16 stilles det generelle krav til analyser. Den ansvarlige skal sikre at det utføres analyser som gir det nødvendige beslutningsgrunnlaget for å ivareta helse, miljø og sikkerhet.

Videre, i Styringsforskrift § 19, står det at den ansvarlige skal sikre at data som er av betydning for helse, miljø og sikkerhet er samlet inn, bearbeidet og brukt til blant annet å utføre og følge opp analyser i ulike faser av virksomheten og sette i verk korrigerende og forebyggende tiltak.

2. Formål

Formålet ved denne anbefalingen er:

- Å skape en felles forståelse for begrepsapparat og arbeidsprosesser for statistikk, trendevaluering og analyse av HMS-hendelser/-data.
- Å gi en innføring i metoder som kan benyttes til evaluering av trender og analyse.
- Å indikere hvilken nytteverdi, begrensninger og læring man kan forvente fra statistikk, trendevaluering og analyse.

Anbefalingen tar for seg analyse og statistikk av flere hendelser/store datasett. For gransking av enkelt hendelser, refereres det til Anbefaling 029 N "Beste Praksis for Undersøkelse og Gransking av HMS-hendelser". For læring henvises til Anbefaling 043 «læring». Anbefaling 037 «Rapportering» kan også være relevant i denne sammenhengen.

3. Endringer fra forrige revisjon

Referanser til andre SfS anbefalinger relatert til uønskede hendelser er inkludert . For øvrig er det kun mindre endringer i form av forbedrede formuleringer.

4. Begrepsapparat og definisjoner

HMS-hendelse

En inntruffet fare- og/eller ulykkessituasjon som kunne medført eller har medført skade, forurensning eller tap av økonomiske verdier.

HMS-data

Data som har betydning for helse, miljø og sikkerhet. Dette kan inkludere data fra andre datakilder enn HMS-databaser, for eksempel operasjonelle data, vedlikeholdsdata og data fra spørreundersøkelser. Disse dataene kan også med fordel brukes proaktivt for å unngå hendelser.

Statistikk, trendevaluering og analyse

Statistikk og analyse av HMS-hendelser/-data kan deles inn i tre ulike nivåer som beskrevet nedenfor.

A. Statistikk

Data over en gitt tidsperiode. Uttrekk av data fra ulike kildesystemer etterfulgt av visuell visning.

B. Trendevaluering

Endring av data mellom gitte tidsperioder. Er normalt basert på uttrekk av data fra databaser. Visuell visning med kommentarer til og vurdering av resultatene. Ofte med anbefalinger til forbedringer. Gir en forståelse for endringer og trender.

C. Analyse

Er en systematisk undersøkelse/gjennomgang av HMS-hendelser/-data, for bedre forståelse og danne seg et bilde av for eksempel hendelsesforløp, årsakssammenhenger, barrieresvikt, konsekvenser, tapspotensial og forbedringsområder. Undersøkelsen utføres for å forstå årsaker, barrierer og/eller sammenhenger mellom menneskelige, teknologiske og organisatoriske faktorer, for dermed å gi best mulig grunnlag og støtte i beslutningsprosesser.

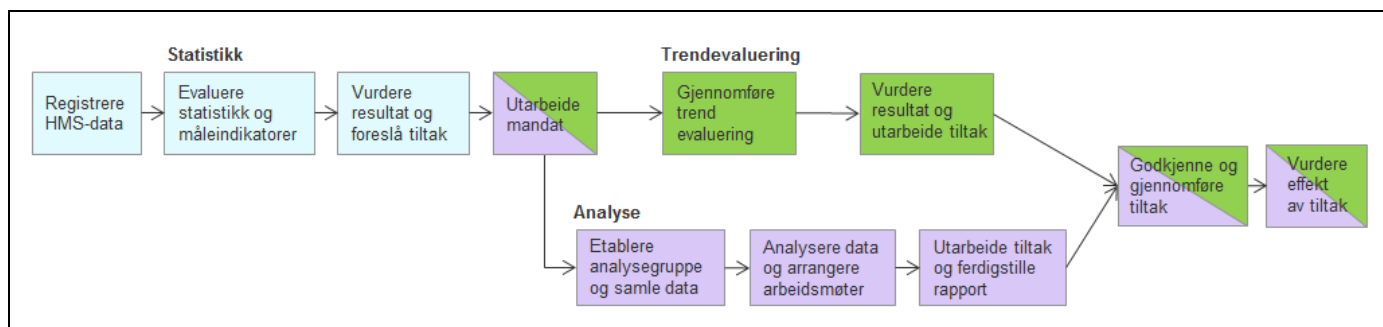
Ref. vedlegg 1 for en kort oppsummering av statistikk, trendevaluering og analyse.

5. Kriterier for å igangsette trendevaluering og analyse

En kan med fordel etablere kriterier for å beslutte om trendevaluering og/eller analyse skal gjennomføres. Her er noen eksempler:

- Det er knyttet usikkerhet til endring i HMS-nivået, f.eks. en måleindikator beveger seg i en uønsket retning
- Organisasjonen har behov for å kartlegge trender for eksempel innenfor et definert område, innen et utvalg av type fare- og ulykkessituasjoner eller innen en type aktivitet.
- I forkant av kritiske operasjoner
- Innspill til HMS i design
- Behov for å vurdere risikonivå, underlag til risiko- og beredskapsanalyser
- Trenger beslutningsgrunnlag for å prioritere tiltak
- Behov for å vurdere arbeidstakeres eksponering for arbeidsmiljøfaktorer, f.eks. støy eller kjemikalier, inklusive risikoutsatte arbeidsgrupper

6. Prosess for statistikk, trendevaluering og analyse



Figur 1: Flytdiagram – statistikk, trendevaluering og analyse

Statistikk

Data vil bli registrert og visualisert ved hjelp av statistikk, grafiske fremstillinger og måleindikatorer. Tallmaterialet og måleindikatorene bør gjennomgås og vurderes for å fastslå om det er hendelsestyper, arbeidsprosesser, aktiviteter, systemer, utstyr, hendelsesårsaker etc. som trenger spesiell oppmerksomhet. Basert på HMS-resultatene, samt pågående og planlagte operasjoner eller prosjekter, bør det foretas fortløpende vurderinger om det er behov for en trendevaluering og/eller analyse.

Trendevaluering

Det bør utarbeides et kortfattet arbeidsbeskrivelse/mandat med bakgrunn og hensikt med trendevalueringen/analysen, problembeskrivelse/hypotese, hvilke data som skal inngå, valg av metode, hva leveransen bør inneholde og hva man ønsker å oppnå.

Trendevalueringer kan være nyttige for å vurdere utvikling/endring i forskjellige typer definerte fare- og ulykkesituasjoner og til å vise endring over tid i for eksempel årsakssammenhenger, barrierer, hendelsenes alvorlighetsgrad og potensial.

Trendevalueringer kan også hjelpe til med å gi svar på spørsmål som for eksempel:

- Har HMS arbeidet gitt bedre resultater over tid, gjør vi fortsatt samme feil som tidligere?
- Har introduksjon av nye system/utstyr, ny arbeidspraksis eller endring i organisasjon forårsaket endringer i trender?
- Hvilken effekt har vi hatt av gjennomførte tiltak?
- Hvorfor har en lokasjon bedre resultater enn en annen?

Virksomheten bør foreta trendevalueringer på regulær basis. Trendevalueringer kan oppdage farer/risiko som ikke er reflektert i statistikk og/eller måleindikatorer og kan gi indikasjon på områder som bør analyseres dypere.

Normalt vil det ikke bli gjennomført intervjuer i en trendevaluering.

Analyse

Ved gjennomføring av analyse bør man involvere personell med kompetanse innen analyseprosesser, kjennskap til metoder, intervjueteknikk og eventuelt spørreundersøkelser.

Analysen bør gjennomføres i henhold til mandat eller arbeidsbeskrivelse/prosedyre. Ved innsamling av data kan man benytte databaser, skriftlige kilder som statistikk, trendevalueringer, analyser og granskingsrapporter (interne og eksterne).

Forhold som kan være bestemmende for valg av analysemetode:

- Kvalitativ eller kvantitativ analyse?
- Antall saker som skal analyseres (f. eks. 2-5 saker eller alle saker innen en gitt tidsperiode)
- Type saker som skal analyseres (f. eks. de mest alvorlige sakene eller alle hendelser med samme konsekvens)
- Hvilket system, område eller aktivitet skal dekkes av analysen
- Hva man ønsker å oppnå med analysen?

Noen metoder som kan benyttes enkeltvis eller i kombinasjon med hverandre:

- Menneske, Teknologi, Organisasjon (MTO) (se Appendix B.c)
- Human Factors (HF) (se Appendix B.d)
- Tapsårsaksmodellen (se Appendix B.g)

Noen måter å tilnærme seg analysearbeidet på kan for eksempel være å benytte seg av metoder som analyse av hendelsesforløp, årsaksanalyse, barriereanalyse, organisasjonsanalyse, tiltaksanalyse etc. Ofte vil analyser der man benytter flere metoder i en kombinasjon gi det beste resultat.

Analyse av hendelsesforløp:

STEP (Sequentially Timed Events Plotting) er en forkortelse for sekvensiell plotting (beskrivelse) av delhendelser med tidsangivelse. Metoden innebærer en plotting av hendelser for hver aktør (person, prosedyre, utstyr, etc.) langs en tidsakse. Produktet er en komplett og detaljert oversikt over delhendelsene før og etter hendelsen. I tillegg blir hver aktørs bevegelser og atferd vist.

Analyse av årsaker:

Målet med årsaksanalyse er å identifisere årsakene til problemer eller hendelser. Umiddelbare og underliggende årsaker og årsaker knyttet til styring og kontroll. Metoder som kan benyttes er f.eks. tapsårsaksmodellen, MTO, TRIPOD, Human Factors Analysis Tool (HFAT), AcciMap for å analysere menneskelig atferd, og Feiltre for å analysere tekniske årsaker.

Analyse av barrierer:

Tekniske barrierer kan analyseres i kombinasjon med årsaker, utstyr, systemer og eventuelt data fra verifikasjonsaktiviteter og vedlikeholds-databaser. F. eks registrerte avvik av kritiske barrierer og svikt i forbindelse med testing av utstyr.

Organisatorisk analyse:

Organisatorisk analyse tar sikte på å generere en forståelse av strukturen og kulturen i organisasjonen. Forslag til metoder for organisatoriske analyser er Affinity diagram, Fiskebeinsdiagram, Human Factor (HF) tilnærming og AcciMap.

Analyse av tiltak:

Formålet med analyse av tiltak er å evaluere kvaliteten i anbefalinger etter hendelser inkludert anbefalinger i granskingsrapporter. Man kan også vurdere status på implementering av tiltakene.

Sikre kvalitet i leveransen:

Arbeidsmøter og/eller idédugnad kan også benyttes for å sikre god kvalitet før en høringsrunde av analysen. Arbeidsgruppen må sikre at analysearbeidet er i henhold til mandatet/arbeidsbeskrivelsen.

Analysegruppen kan med fordel arrangere et møte/seminar for å presentere det foreløpige resultatet samt foreslåtte tiltak for å innhente tilbakemeldinger og eventuell ytterligere informasjon.

Arbeidstakergrupper som blir spesielt påvirket av de foreslåtte tiltakene bør være representert.

Oppdragsgiver skal gjennomgå og vurdere de foreslåtte tiltakene med sikte på registrering og videre oppfølging. Dersom foreslåtte tiltak ikke tas til etterretning eller blir gjennomført bør dette dokumenteres. Virksomheten bør ha rutiner for vurdering av effekten av de gjennomførte tiltakene.

7. Rapport

Resultatene fra en analyse bør normalt dokumenteres i en rapport. En kan med fordel lage en kort versjon som kan brukes for å dele de viktigste lærepunktene men hovedrapporten må ivareta alle aspektene i analysen. Dette vil muliggjøre at andre som vil sammenligne funnene med andre rapporter har datagrunnlag og innsikt nok til å gjøre dette på en god måte.

Analyserapporten bør som et minimum inneholde:

- Sammendrag av hovedpunktene, drøfting av resultater inkludert signifikans av resultatene
- Gruppens medlemmer, mandat (hvis relevant) og signaturer
- Metode, begrensninger, usikkerhet, antagelser og forutsetninger

I tillegg kan rapporten inneholde:

- Bakgrunn og hensikt med analyse
- Årsaks- og barriereanalyse inkl. relevante diagrammer og/eller modeller
- Tapspotensiale, mulig gevinst og risiko
- Erfaringsoverføring og læring
- Anbefalinger, evt. med kost/nytte vurdering

En bør bruke lettforståelig språk i rapporten og presentasjonsmaterialet.

Dersom ikke erfaringsoverføring og læring er med i selve rapporten må resultatene inngå som en del av grunnlaget når forbedringstiltak og endringer skal besluttes. Se også Anbefaling 043 «Læring» for anbefalt praksis på dette området.

8. Nytteverdi og begrensninger

Resultater fra analyser og statistikk tilfredsstillende lovkrav som nevnt tidligere og gir relevant informasjon til eiere, partnere og andre stakeholders. Videre gir de grunnlag for beslutninger og identifisering av forbedringsområder innen:

- Design
- Modifikasjoner, tekniske forbedringer
- Styrende dokumentasjon – bedre prosedyrer
- Organisatoriske endringer – roller og ansvarsområder
- Arbeidsprosesser
- HMS kultur

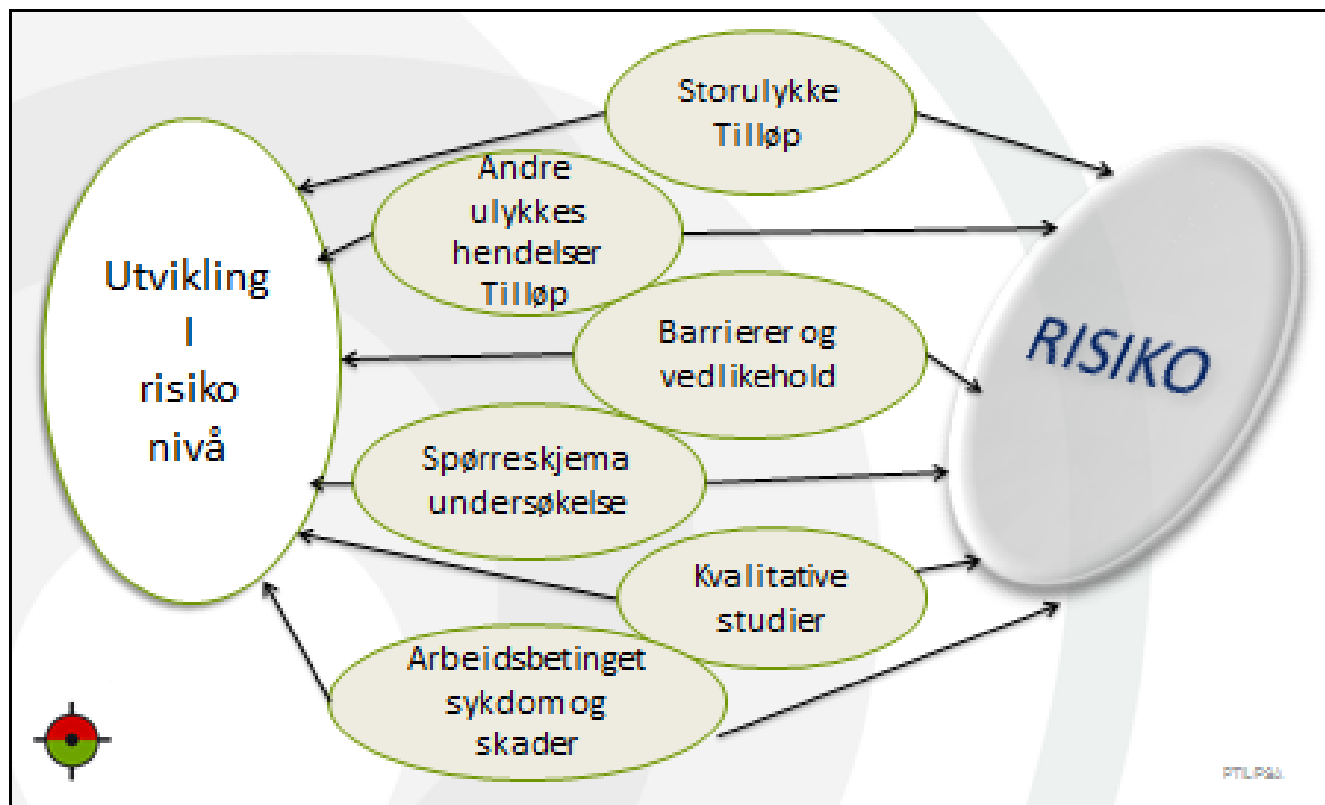
For å sikre at en oppnår den ønskede nytteverdien må en kjenne til begrensninger og forutsetninger. Det kan for eksempel være:

- Endring i definisjoner, forskjellige kriterier
- Endring i forutsetninger og forhold som ikke er med i analyse
- Manglende forståelse av datagrunnlag og relevante problemstillinger
- Historikk gir ikke alltid grunnlag for prediksjon
- Allmengjøring av data – konklusjoner og resultater kan ikke alltid benyttes av andre
- Iboende begrensning i valgt metode + begrensning i kompetanse hos de som har gjort analyse (følger mal og evner ikke å se andre forhold)

De data man bruker i arbeidet bør være kvalitetssikret, fortrinnsvis kvantitative og må dekke det området en skal studere. En må være forsiktig med å bruke et lite utvalg av data (for eksempel antall

personskader) til å trekke generelle konklusjoner. Ved å bruke forskjellige metoder og flere datakilder vil en få et bedre beslutningsgrunnlag. Figuren nedenfor viser hvordan bruk av flere metoder og data benyttes i analyser for å vurdere risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet (RNNP).

Tilsvarende bør en bedrift bruke resultater fra statistikk og analysearbeid som en del av beslutningsgrunnlaget for å identifisere tiltak som reduserer risiko i bedriften.



Figur 2: Utvikling i risikonivå – Oversikt og bruk av metoder

Appendix A: Statistikk, trendevaluering og analyse

Hensikten med denne tabellen er å klargjøre forskjellen mellom statistikk, trendevaluering og analyse av HMS-hendelser/-data.

	Beskrivelse	Metode	Mandat (hvis relevant)	Leveranse
Statistikk	Automatisk og/eller manuell uttrekk av HMS-hendelser/-data og visuell visning av data.	Automatisk overføring av data fra databaser og/eller manuell uttrekk av data.	Ingen mandat. Rutinearbeid basert på krav til rapportering og organisasjonens behov for kontroll og styring.	Automatisk visning av data og/eller presentasjonspakke.
Trend-evaluering	Systematisk gjennomgang av HMS-data og den langsiktige utviklingen av HMS-hendelser.	Vurdering av trender basert på automatiske/ manuelle søk i databaser.	Statistikk og andre forhold/tilstander kan gi grunnlag til å foreta en trendevaluering. Omfang, forutsetninger og begrensninger vil være definert i mandatet.	Presentasjonspakke. Produktet kan være funn og anbefalinger til forbedringer og / eller forslag til videre analyse.
Analyse	Analysen kan starte med en kort gjennomgang av statistikk og en vurdering av trender. I tillegg til statistikk og trendevaluering, inneholder analysen en mer grundig gjennomgang av ulike kategorier basert på problembeskrivelser, f.eks. arbeidsprosesser, aktiviteter, utstyr, årsaker, barrierer og tiltak. Korrelasjoner mellom disse kan være aktuelt. Analysene inkluderer ofte gjennomlesing av granskingsrapporter, idedugnader, workshops, intervjuer, spørreundersøkelser og involvering av fagpersonell.			
	Dette kan være en analyse av alle hendelser/data i en definert tidsperiode eller et mindre utvalg av HMS-hendelser, f.eks. innenfor en type fare- og/eller ulykkessituasjon eller et utvalg av de mest alvorlige hendelsene. Analyser kan også dekke spesifikke systemer eller aktiviteter, som f.eks. leteboring i Barentshavet	Kombinert søk og/eller korrelasjoner av data knyttet til HMS-hendelser basert på en beskrivelse av et problem/hypotese. Inkluderer også data fra databaser og/eller eksterne rapporter.	Mandat vil bli etablert i samarbeid mellom oppdragsgiver og analyseleder. Dette innebærer å definere omfang, begrensninger, metode, komponere analysegruppe/ referansegruppe og styringskomite, identifisere behov for kompetanse fra relevante fagområder.	Analyserapport. Presentasjonspakke. Tiltakene er definert i henhold til «SMART» og er basert på årsaker og konklusjoner, se vedlegg.

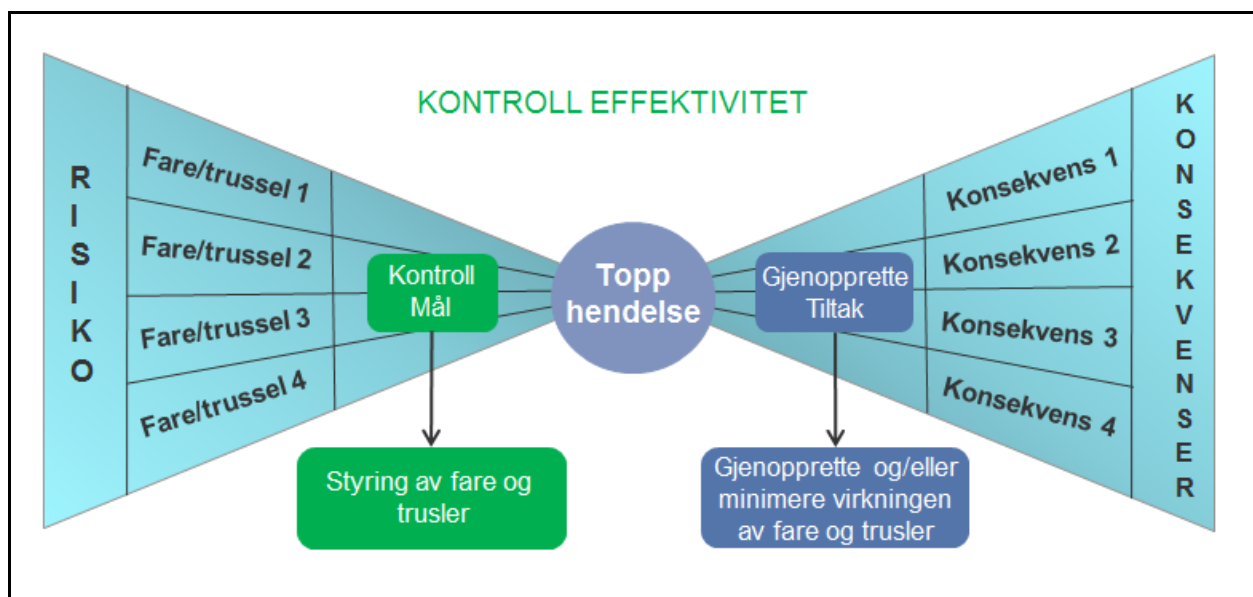
Tabell A1: Statistikk, trendevaluering og analyse

Appendix B: Noen modeller og metoder

Dette appendiks beskriver kort noen eksempler på modeller og metoder for gjennomføring av analyser av HMS-hendelser og -data. Det anbefales å benytte flere metoder i en analyse.

a. Energi og barriere perspektivet

Energi og barriere perspektivet fokuserer på overføring av ukontrollert energi til et sårbart mål. (Rossnes et. al, 2004). Ulykkene inntreffer når denne energien påvirker objektene i fravær av barrierer mellom energikilden og mottaksobjektet (Haddon, 1970, 1980).



Figur B1: "Bow-tie modellen"

Barrierer kan være til stede i forkant av en hendelse (for å redusere sannsynlighet) men vi bruker også barriere begrepet for elementer som gir redusert konsekvens i etterkant av en hendelse. Dette blir ofte illustrert i den såkalte "Bow-tie modellen" (Aven, 2008). Eksempler på tiltak en kan iverksette for å etablere barrierer som kan styre energien i dette perspektivet er i følge Haddon (1970, 1980) blant annet:

- Reduser oppsamling og mengde av energi
- Forebygge ukontrollert utløsning av energien
- Spre eller diverger energiutløsningen
- Separer energiutløsningen og elementene som påvirkes, tidsmessig
- Utvikle og tilpasse objektenes evne til å motstå energien

Det er vår erfaring at dette perspektivet er en nyttig og god tilnærming til analyse av HMS-hendelser. Perspektivet kan gi en metodisk tilnærming, men fokuserer gjerne mest på menneskelige og tekniske barrierer. De organisatoriske barrierene kan lett komme i bakgrunnen hvis en ikke hele tiden stiller spørsmål om *hvorfor* de menneskelige og tekniske barrierene feilet.

Dette perspektivet passer også godt inne i forebyggende arbeid ved at en kan fokusere på håndtering av energiene som en måte å unngå ulykker på. Videre, ved å se på kvaliteten til barrierene og robustheten

mot hendelser kan en foreta såkalte QRA (Quantitative Risk Analyses) som gir en god innsikt i det totale risikobildet for et område.

b. Sequentially Timed Events plotting (STEP)

STEP (Sequentially Timed Events Plotting) er en granskningsmetodikk som strukturerer beskrivelsen av et kronologisk og multilinéært hendelsesforløp, altså synliggjør den flere aktørers enkelthendelser som inntreffer samtidig (Sklet, 2002). Alle aktører (mennesker eller gjenstander) som aktivt bidrar til å frembringe hendelsen inkluderes, og diagrammet skal beskrive deres handlinger parallelt og kronologisk. Steder der hendelsesforløpet kunne vært brutt/stoppet, eller der praksis avviker fra prosedyrer/bestep praksis, markeres i diagrammet som barrierebrudd/sikkerhetsproblemer. Hendelser som står i en årsak-virkning-relasjon knyttes sammen med piler. STEP gir i likhet med MTO et utgangspunkt for videre analyse av mer bakenforliggende årsaker.

Fordeler med STEP er blant annet:

- Hendelsesforløpet testes med hensyn til nødvendighet (hører hendelsen hjemme her?), tilstrekkelighet (mangler det noen hendelser?), kontinuitet (kan man følge aktørens handlinger i kjeden eller er det "huller"?), og timing (kommer hendelsene i riktig rekkefølge?).
- Gir en god oversikt over tidsaksen og involverte aktører.
- Standardiserer fremstilling av hendelsesforløp og identifiserer konkrete problemer.
- Metoden er etterprøvbart.

STEP-metodikken er også forbundet med enkelte ulemper:

- Ikke egnet for analyse når hendelsesforløpet kun består av få aktører/få enkelthendelser.
- Elementer som er mindre "synlige", for eksempel relatert til sikkerhetskultur etc., er vanskelige å inkludere.
- Ingen klare regler for når man skal starte og når man skal stoppe analysen.

c. Menneske, Teknologi og Organisasjon (MTO)

MTO (Bento, 2001) er en helhetlig analysemetodikk som fokuserer på faktorer og årsaker relatert til både menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold. En nøkkel komponent i systematisk tenkning er å erkjenne at problemene ikke eksisterer isolert. En MTO-analyse kan fokusere på hendelser og ulykker som allerede har funnet sted, men er også en god måte å arbeide aktivt for å forutse problemer som kan håndteres før ulykkene skjer.

I MTO-diagrammet beskrives hendelsesforløpet i kronologisk rekkefølge, samtidig som det tydeliggjøres hvilke avvik som har funnet sted (dette kan være avvik fra prosedyrer, beste praksis, vedlikeholds rutiner, myndighetskrav etc.) og hvilke barrierer som er brutt og hvilke som evt. har fungert. MTO er en metode som brukes i utstrakt grad innen bl.a. petroleumsindustrien, og har en rekke fordeler:

- Velegnet metode når årsakssammenhenger er komplekse (både menneskelige, tekniske og organisatoriske faktorer er involvert).
- Mulighet for klassifisering av årsaker (årsakskoder/sjekklistene foreligger).
- Belyser avvik mellom prosedyrer/retningslinjer og faktisk praksis.
- Belyser barrierer som har fungert og barrierer som ikke har fungert.

- Muliggjør analyse av bakenforliggende årsaker.

MTO har imidlertid enkelte begrensninger som er viktig å være klar over:

- Ikke egnet for analyser der ulykker/uønskede hendelser skyldes rene tekniske eller menneskelige feil.
- Vanskelig å illustrere tidsforløp og hendelser som inntreffer parallelt.
- Ingen klare regler for når man skal starte og avslutte hendelsesforløpet.
- Det kan være utfordrende å gå fra MTO til mer dyptgående analyse av bakenforliggende årsaker (fra sjekklister/årsakskoder til analyse og fortolkning).

d. "Human factor" perspektivet

Dette perspektivet argumenterer for at en menneskelig svikt er kun et symptom på en systemfeil (Dekker, 2006). Det proklamerer at "the bad apple" teorien er foreldet og ikke bidrar til å bedre sikkerheten i en organisasjon, men heller skyver problemene foran seg. Bad apple innebærer at en finner en syndebukk som er "skyld" i hendelsen. I stedet for å fokusere på å finne årsakene som utløser hendelsene, bør man heller tilstrebe og forklare hvorfor hendelsen kunne skje og skape læring gjennom atferdsendring, uten å nødvendigvis pålegge eller tilråde mer eller mindre involverte personer noe (Dekker, 2006).

Human Factors analyse (Lardner and Scaife, 2006) innebærer at en søker å finne ut hvorfor mennesket begår feilhandlinger. Det er to hovedgrunner; feil som blir gjort med hensikt og feil som blir gjort uten hensikt. Det karakteristiske for den siste typen er at en ikke helt skjønner selv hvorfor en har gjort feil. Det er fire hovedtyper av slike feil:

1. Hukommelsesfeil (f. eks en husker ikke alle trinn i prosedyren)
2. Persepsjonsfeil (f. eks en oppfatter feil, hører for eksempel ni i stedet for ti)
3. Bedømmingsfeil (f. eks en vurderer at en har plass nok til å ta en forbikjøring)
4. Utføringsfeil (f. eks en trør på gasspedal i stedet for bremsepedal)

Denne analysen kan også tas videre slik at en finner såkalte "performance changing factors" som kan endres for å unngå lignende feilhandlinger senere. En kan for eksempel sette gass og bremsepedal lenger fra hverandre for å redusere risiko for feiltype 4.

For feil gjort med vilje kan en gjøre en såkalt ABC analyse. Forskning viser at vår adferd (B=behaviour) styres av forholdene som lå til grunn for ulykken (A=Antecedents) og konsekvensene (C=consequences). Vi snakker her om de personlige konsekvensene, f. eks om personen kan oppnå en fordel ved å handle slik han gjør (f. eks bevisst tar en snarvei).

For å redusere feil gjort med vilje kan en endre arbeidsforhold. Når det gjelder prosedyrer kan en kan legge til rette for at prosedyrer følges ved å:

- Ha oppdaterte, velskrevne og enkle prosedyrer
- Ha god bruker involvering ved oppdateringer
- Ha prosedyrer som de ansatte lette kan finne

Videre må en tilstrebe positive og umiddelbare konsekvenser når prosedyrer følges – og negative og umiddelbare konsekvenser når prosedyrer *ikke* følges.

e. AcciMap

AcciMap er en analysemetode som forstår ulykker som et resultat av tap av kontroll over fysiske forhold/energi. Når man analyserer ulykker og uønskede hendelser må man belyse kontrollforutsetningene, informasjonsflyt og systemets dynamiske egenskaper.

AcciMap bygger på en sosioteknisk modell, noe som fører til at aktører fra alle nivå (fra teknisk system til nasjonalt/internasjonalt nivå) inkluderes i analysen

AcciMap er en metode som viser sammenhenger, heller enn årsakskjeder. Analyseprosessen begynner med en bestemt kritisk hendelse. Funksjons- og utfallsbokser anvendes for å beskrive hendelsesforløpet, fysiske forutsetninger, samt for å klarlegge omstendigheter og funksjoner som har påvirket hendelsen. I stedet for kausalkjeder, anvendes påvirkningspiler for å knytte enkeltelementer sammen. Analysen gir et grunnlag for å vurdere barrierebrudd/svakheter i systemet.

Fordeler med AcciMap er blant annet:

- Kan brukes for alle typer system.
- Kan fange opp et stort antall risikoer.
- Angir hvilke barrierer som har fungert og hvilke som har sviktet (både harde og myke barrierer).
- Spesifiserer hvem som har ansvar for å utvikle, tilpasse og vedlikeholde barrierer.
- Klare regler for analysens start- og stopptidspunkt.

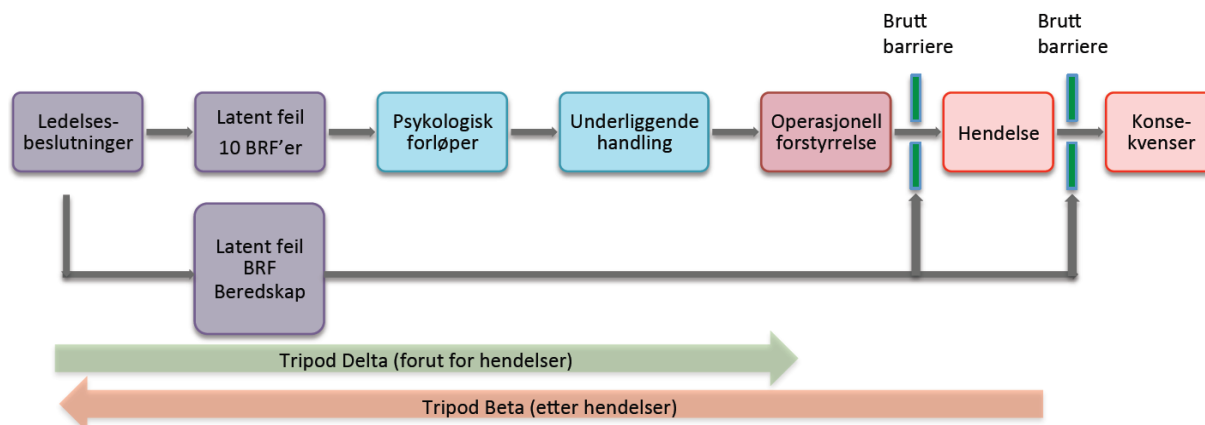
Ulemper med AcciMap er for eksempel:

- Ikke den beste metoden for å kartlegge hendelsesforløp.
- Ikke så bra på å foreslå risikoreducerende tiltak.

f. TRIPOD

Grunntanken i Tripod metodologien er rettet mot identifisering av underliggende svakheter som fører til hendelser, samt å fremme en forståelse for og en bedre styring av disse faktorene som kan hindre fremtidige hendelser. Tripod fokuserer på systemiske faktorer og hvordan ledelsesbeslutninger kan lede til risikofylte betingelser på arbeids-plassen. Tripod består av to verktøy. Tripod Delta er et uavhengig proaktivt verktøy i form av en spørreundersøkelse. Tripod Beta er en reaktiv tilnærming og et systematisk verktøy for analyse av hendelser/ulykker. Flere hendelser kan analyseres og funnene sammenstilles slik at viktige barrieresvakheter kan identifiseres. Forskning og eksempler fra industrien viser at bruk av Delta (proaktivt) kan gi samme funn som bruk av Beta i etterkant av hendelser: Hendelser kan dermed elimineres før de finner sted.

Tripod bruker både 'human factors' modeller og barriereanalyse. Fokus er å forstå organisatoriske svakheter som leder til svikt i systemer og barrierer som skulle forhindre feil hos personer og utstyr. Dette kan være måten arbeidet er organisert på, gjennomføring av vedlikehold, måten utstyr/verktøy er designet, men også ergonomiske forhold. Disse miljømessige betingelsene kalles latente feil. Latent fordi de er tilstede lenge før en hendelse finner sted. Tripod-teorien identifiserer flere parametere som er kritisk for grad av kontroll en organisasjon har på sine prosesser. Disse kalles 'grunnleggende risikofaktorer' (Basic Risk Factors - BRF). Figuren nedenfor viser hvordan både Tripod Delta og Beta kan brukes for å finne latente feil som i en gitt situasjon kan føre til en HMS hendelse.



Figur B2: Tripod Delta og Beta

Grunnleggende Risikofaktorer:

Design

Verktøy og utstyr

Vedlikeholdsstyring

Ryddighet og Renhold

Prosedyrer

Opplæring

Kommunikasjon

Motstridende mål

Organisasjon

Feilforsterkende forhold (ekstern og intern påvirkning)

Beredskap (forårsaker ikke hendelse, men påvirker konsekvens)

g. Tapsårsaksmodellen

Tapsårsaksmodellen kan gi god nytteverdi ved strukturering og analyse av årsakssammenhenger til både et større utvalg av hendelser, og til en eller et lite utvalg av ulykker (antall 2-5).



Figur B3: Tapsårsaksmodellen

Modellen skisserer årsakssammenhenger som går fra høyre mot venstre i figuren, og en hendelseskjede som går fra venstre mot høyre. I en analyse er det vanlig å starte fra høyre side og arbeide seg bakover i hendelseskjeden og årsakssammenhengene. Man stiller spørsmålet «hvorfor» på hvert trekk fra et trinn til det neste. Bruk av STEP og tapsårsaksmodellen i en kombinasjon kan ofte gi godt analyseresultat.

Fordeler med tapsårsaksmodellen er blant annet:

- Kan brukes for alle typer system.
- Velegnet metode når årsakssammenhenger er komplekse (både menneskelige, tekniske og organisatoriske faktorer er involvert).
- Velegnet for klassifisering av årsaker (årsakskoder/sjekkliste foreligger).
- Belyser avvik mellom prosedyrer/retningslinjer og faktisk praksis.
- Velegnet for analyse av årsaker knyttet til ledelse og styring.

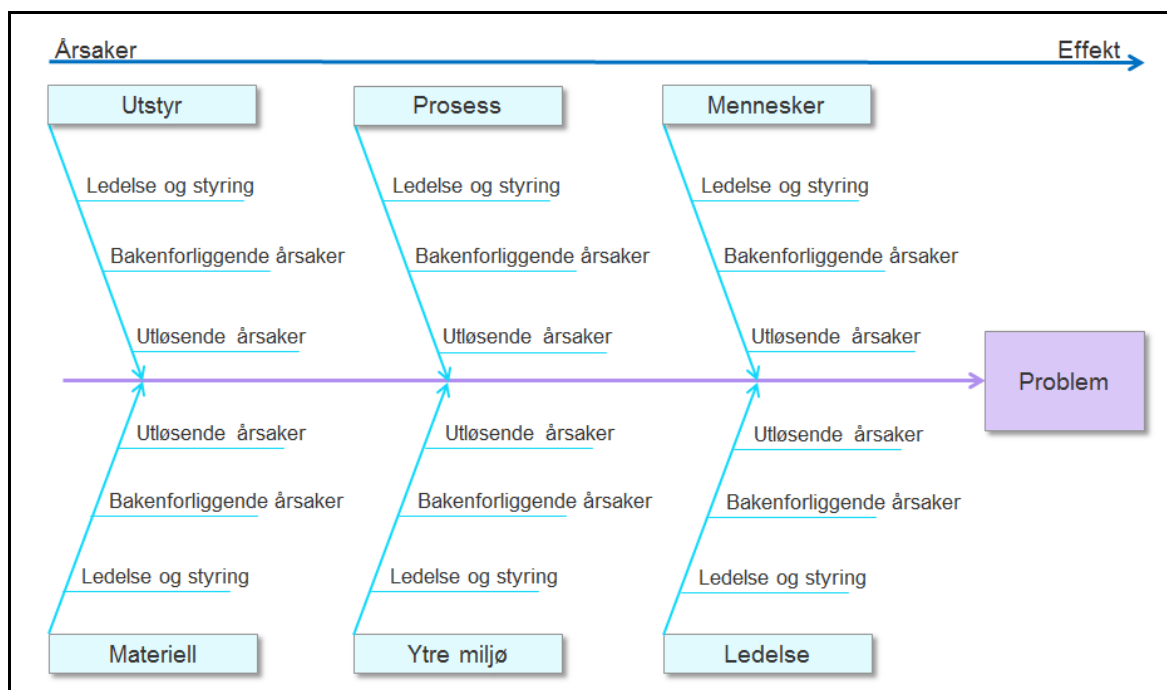
Begrensninger ved tapsårsaksmodellen kan være:

- Ingen klare regler for når man skal starte og avslutte hendelsesforløpet.
- Bruk av årsakskoder og sjekkliste i stedet for åpen og fri dialog vil virke hemmende på resultatet.

h. Fiskebeinsdiagram

Fiskebeinsdiagrammet brukes til å identifisere og analysere alle de potensielle og/eller reelle årsaker (eller innganger) som kan resultere i et sikkerhetsproblem (effekt eller output). Årsaker er ordnet i henhold til deres nivå av betydning eller detaljer, noe som resulterer i en skildring av relasjoner og hierarki av hendelser. Dette kan være nyttig når man søker etter bakenforliggende årsaker, identifiserer områder hvor det kan være problemer, og sammenligner den relative betydningen av ulike årsaker.

Diagrammet kan stimulere til utvikling av en dyptgående og objektiv fremstilling og kan sikre at alle deltakerne er på rett spor. Diagrammet kan også motvirke halvferdige og/eller forhastet løsninger, og viser den relative betydning og sammenheng mellom ulike deler av et problem.



Figur B4: Fiskebeinsdiagram

Gangen i et fiskebeinsdiagram kan være som følger:

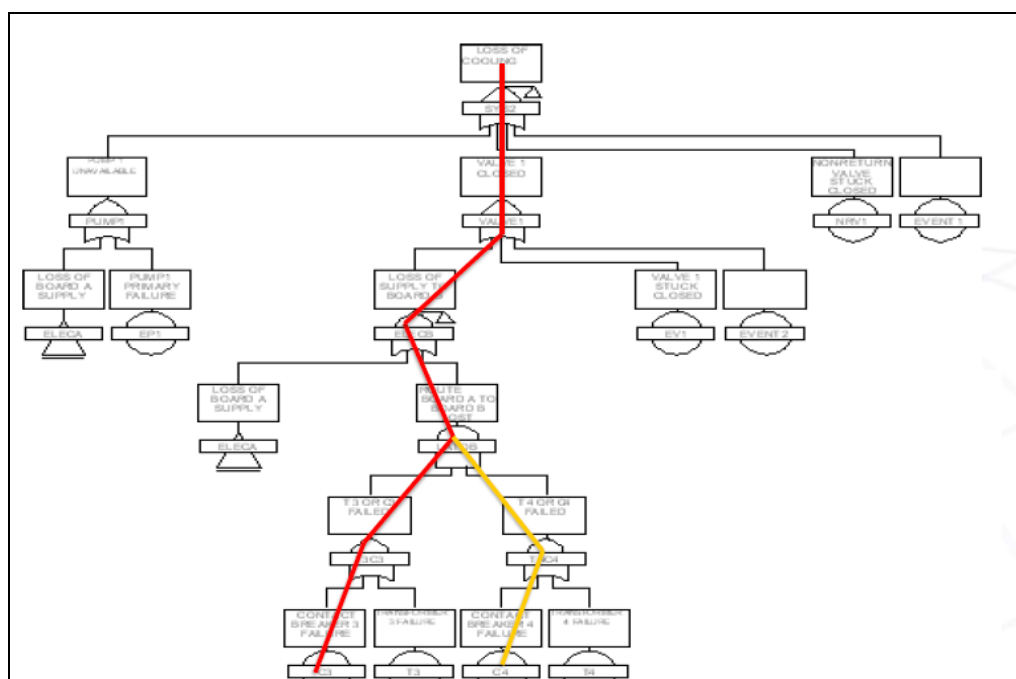
1. Vær sikker på at alle er enig om effekten eller problemstilling før dere starter analysen.
2. Vær konsis
3. For hver node, identifiser hva dere mener kan være dens årsaker. Legg dem til i diagrammet.
4. Følg hver linje av årsakssammenhenger tilbake til rotårsakene.
5. Vurder å flytte relativt tomme grener over på andre.
6. Vurder å dele opp overfylte noder/avdelinger
7. Vurder hvilke bakenforliggende årsaker som er mest sannsynlig å følge videre nøye opp

i. Feiltreanalyse (FTA)

En alternativ tilnærming til å forstå mekanismene i ulykker er å analysere ulykkesårsakene i form av logiske sammenhenger mellom hendelser og tilstander i systemet. Det kan man gjøre ved å utforme et feiltre.

Et feiltre er et logisk diagram som viser forholdet mellom systemsvikt (en bestemt uønsket hendelse i systemet) og svikt i systemets komponenter. Feiltre er en ovenfra og ned tilnærming. Diagrammet består av symboler som viser inndatahendelser i systemet, forholdet mellom disse og systemet status. De grafiske symbolene viser tilkoblinger, kalt logiske porter. Den uønskede hendelsen utgjør toppen av feiltre diagrammet, og de ulike komponentfeil utgjør inndatahendelser.

Et feiltrediatram blir brukt ved analyse av en enkelt hendelse. Dersom man har flere hendelser må man benytte flere feiltre.



Figur B5: Eksempel på et feiltre

Resultatene av en feiltreanalyse kan omfatte:

- En liste over mulige kombinasjoner av komponentfeil / inngangshendelser som vil forårsake topphendelsen
- Identifisering av kritiske komponenter / hendelser
- Upåliteligheter i systemet (sannsynlige årsaker til at topphendelsen skjer)

En typisk FTA kan identifisere flere bakenforliggende årsaker som ikke hadde noen innvirkning i at topphendelsen skjedde. Det kan være viktig at også disse årsakene blir fulgt opp.

En vanlig måte å modellere FTA på er oppsummert i 5 trinn:

1. Definere hvilke uønskede hendelser man ønsker å analysere
2. Etablere en forståelse og kunnskap av systemet
3. Konstruere feiltreet. Identifisere inngangshendelser og analysere.
Feiltreet består av «AND» og «OR» porter som definerer de viktigste kombinasjoner av komponentfeil/hendelser.
4. Evaluere feiltreet.
Når feiltreet har blitt satt sammen for en bestemt uønsket hendelse, vil det bli vurdert og analysert for eventuell forbedring. Man studerer risikostyring og finne måter for forbedring av systemet.
Dette trinn blir så en innføring for det siste trinnet som vil være å kontrollere og faremomenter.
Kort sagt, i dette trinnet identifiserer vi alle mulige farer som påvirker på en direkte eller indirekte måte til systemet.
5. Kontroll av farene som er identifisert.
Man etterprøver FTA for å redusere sannsynligheten for at trinnene og topphendelsen i FTA kan skje.

j. Affinity diagram and brainstorming (slektskapsdiagram og idédugnad)

I en analyse av HMS-hendelser kan det dukke opp spørsmål og problemstillinger som ikke kan besvares ved å studere statistikk/data og granskingsrapporter. Informasjon og idéer kan være tilgjengelig andre steder som i hos erfaringer, kunnskap, ferdigheter og kompetanse hos personell i analysegruppen eller i organisasjonen. Enkelt personer kan også ha observert praksis som ikke er bra og/eller de har idéer til forbedringer som ikke er brakt på bordet.

Brainstorming og affinitet diagram er en metode som kan avdekke alle ideer og tanker i en arbeidsgruppe. Man nyttiggjør seg gruppens kreative tenkning, og systematiserer ideene i strukturert og logisk diagram. Metoden er enkel med lav kostnad, nødvendige materialer er: post-it lapper, eller tilsvarende, penn eller markør, og en stor arbeidsflate (vegg, bord eller gulv).

Resultatet av idédugnad kan være avhengig av: Kunnskapene og kompetansen i gruppen, graden av åpen kultur og ferdighetene til tilrettelegger. Arbeidsgruppen bør bestå av personer som har nødvendig kunnskap og ferdigheter til å forene synspunkter. Den optimale størrelsen på en gruppe med hensyn til effektivitet er ifølge tidligere erfaringer, 4-6 personer.

Idédugnaden foregår ved å liste opp alle idéene som blir fremsatt. Kreativiteten blir oppmuntret bl.a. ved

å ikke tillate at idéer blir vurdert eller diskutert før etter alle har gått tom for innspill. Alle idéer anses som legitime og ofte kan de mest usannsynlige være de mest fruktbare.

Praktiske tips for en vellykket idédugnad:

- Sørg for at alle forstår og er fornøyd med det sentrale spørsmålet før du åpner opp for idéer.
- Gi folk noen få sekunder å notere ned noen idéer før du får startet.
- Gi alle en sjanse til å gi uttrykk for sine ideer
- Oppmuntre radikale og lure idéer
- Forby diskusjon og vurderinger av idéer i denne fasen
- Registrerer nøyaktig hva som blir sagt. Avklaringer foretas bare etter at alle har gått tom for idéer.
- Ikke stopp før idéene blir sparsomme. Tillat idéer som kommer sent inn.

Utarbeide et slektskapsdiagram ved å sortere og gruppere alle idéene i fellesposter (slektskapspunkter):

- Raskt gruppere idéer som synes å høre sammen.
- Det er ikke viktig å definere hvorfor de hører sammen.
- Avklare gruppering av alle ideer som blir diskutert.
- Bruk en idé i mer enn én gruppe dersom det er hensiktsmessig.
- Vurder de små gruppene. Bør de høre hjemme i en større gruppe?
- Bør store grupper splittes opp?
- Når de fleste av idéene er sortert, kan man begynne å legge inn titler for hver slektskapsgruppe.

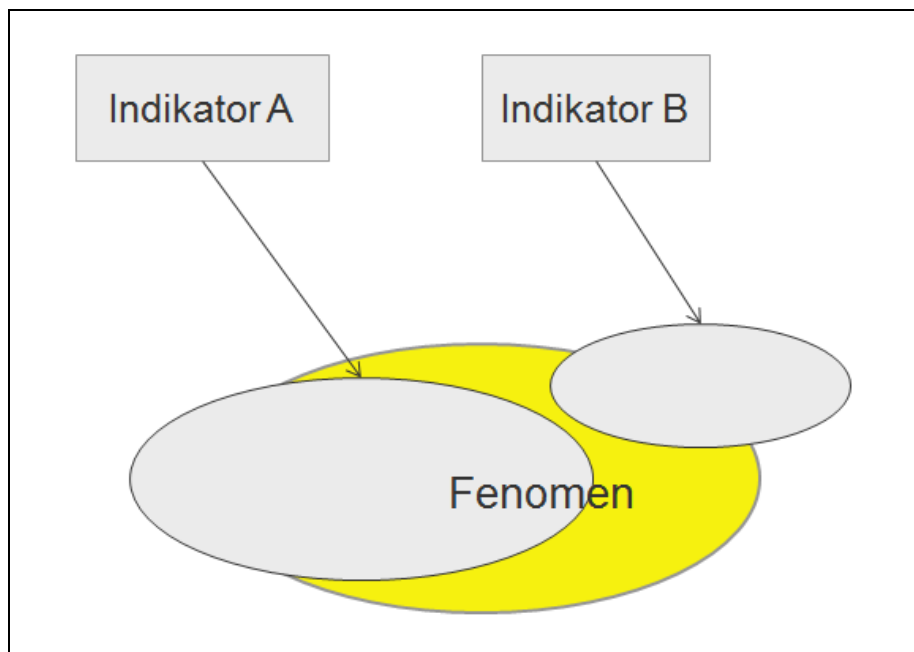
Appendix C: Validering og statistisk signifikans

Data som skal brukes bør være allment anerkjent eller oppfattes som relevante gjennom f.eks. involvering av arbeidstakere, kommunikasjon, åpenhet og uavhengig av hvem som måler eller på hvilken måte dataene fremskaffes.

Validering

Validering av en analysemetode er å verifisere og dokumentere at metoden er egnet til sitt formål. Analysemetoden må være en nedskrevet prosedyre som beskriver i detalj hvordan analysen skal utføres. Valideringen bør gå ut på å si noe om metodens nøyaktighet, presisjon, usikkerhet og uavhengighet.

Indikatorer/statistikk er definert til å måle et «fenomen» (f.eks. SIF, TRIF, gasslekkasjer, fallende gjenstander, akuttutslipp, skipskollisjoner, etc.). Det er viktig for trendevalueringens og analysens kvalitet at det er mest mulig overlapp mellom indikatoren og fenomenet.



Figur C1: Indikator og fenomen som skal måles

Noen betraktninger rundt validiteten av HMS data:

- HMS kulturen i det enkelte selskap og lokalt på innretninger varierer
- Åpenhet og oppmuntring til rapportering av relevante data gir mer rapportering
- Tidligere reaksjoner ved rapportering av tilsvarende, f.eks. negative reaksjon på rapportering av en hendelse gir økt terskel for å rapportere
- Belønningsordninger og bruk av sanksjoner kan både oppmuntre og undergrave rapporteringssystemer
- Ulik begrepsbruk skaper forvirring og usikkerhet om en sammenligner «epler med epler»
- Ønske om å tolke data i egen favør. F.eks. flere rapporterte hendelser betyr at vi har blitt flinkere å rapportere, mens færre rapporterte hendelser betyr at vi har bedre sikkerhet

- Hvordan sammenligner vi ulike typer arbeid, f.eks. stillas- og løfteoperasjoner med kontorarbeid, eller boring av brønn med høy trykk/høy temperatur på dypt vann i værhardt område med produksjonsbrønn på grunt vann i etablert felt og rolige farvann.
- Arbeid som er viktig for å forebygge storulykker, som vedlikehold, gir statistisk økt risiko for personskader. Med en ubalansert bruk av statistikk og analyse kan reduksjon av denne typen arbeid gi bedre statistiske data selv om risikoen for en større ulykke øker.

En må huske på å verifisere at data er rapportert riktig, at søkeparametere er korrekte, at måleparametere er forstått osv.

Statistisk signifikans

Statistisk signifikans er et begrep som brukes for å beskrive sannsynligheten for at noe er et resultat av tilfeldigheter. Et resultat av en statistisk analyse betegnes som statistisk signifikant dersom det er lite sannsynlig at resultatet har oppstått tilfeldig. Begrepet signifikans i statistisk sammenheng betegner ikke nødvendigvis at noe er betydningsfullt, slik det ofte kan i andre sammenhenger. Det betegner kun at noe sannsynligvis ikke er tilfeldig. Uttrykket signifikansnivå benyttes ofte for å beskrive hvor statistisk signifikant et resultat må være for å være akseptabelt.

Dersom en har store datamengder med små variasjoner kan endringer være statistisk signifikante selv om endringen er liten. Motsatt, i en begrenset datamengde med store variasjoner kan tilsynelatende store endringer være statistisk in signifikant (ref. RNNP – Risikonivå norsk petroleumsvirksomhet).

Appendix D: Normalfordeling og standardavvik

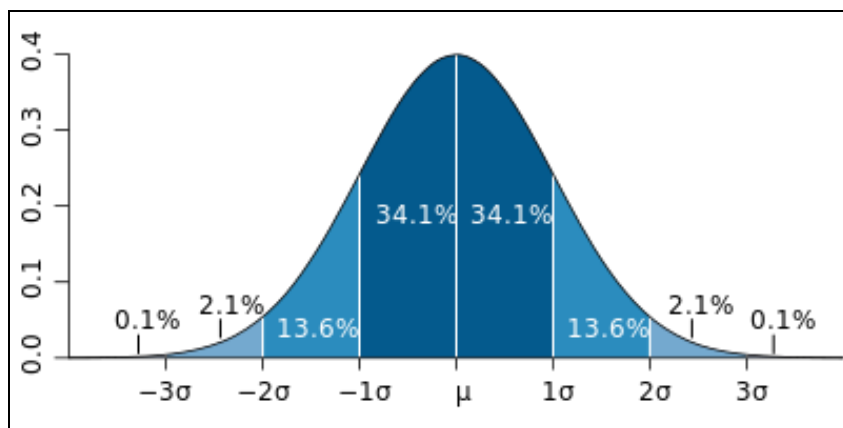
Normalfordelingen dukker opp flere steder i naturen og samfunnet, og flere hendelser kan med stor nøyaktighet beskrives av normalfordelingen. Dersom tallmaterialet er normalfordelt, er 68 % av observasjonene innenfor en avstand på ett standardavvik S fra gjennomsnittet, og 95 % av observasjonene er innenfor en avstand på $2S$.

Den gaussiske normalfordeling er en modell som beskriver mange fordelinger av realistiske data på en god måte. Teoretisk er normalfordelingen definert ved en spesiell type funksjoner, en eksponentialfunksjon. Grafen til denne funksjonen blir en klokkeformet, symmetrisk kurve, se nedenfor.

Normalfordelingen er statistikkens desidert viktigste fordeling. Dette henger sammen med et matematisk resultat som kalles for sentralgrenseteoremet. Resultatet innebærer at summen av et stort antall uavhengige tilfeldige variabler er tilnærmet normalfordelt under visse allmenne forutsetninger, uavhengig av hvilken fordeling disse variablene hadde i utgangspunktet. Dette resulterer i at normalfordelingen dukker opp flere steder i naturen og samfunnet, og flere hendelser kan med stor nøyaktighet beskrives av normalfordelingen.

Standardavviket er et mye brukt mål for spredning. Motivasjonen for dette kommer fra normalfordelt tallmateriale. Da er 68 % av observasjonene innenfor en avstand på ett standardavvik S fra gjennomsnittet, og 95 % av observasjonene er innenfor en avstand på $2S$.

Vi må ikke ta for gitt at små datamengder er normalfordelte. Mange store datasett er det for øvrig heller ikke. Men i andre tilfeller vil den teoretiske normalfordelingen svare godt til virkeligheten.



Figur D1: Normalfordeling

Appendix E: Referanser og anbefalt litteratur

Aven, T. (2008): Foundations of Risk Analysis - A knowledge and decision oriented perspective. Chichester:Wiley .

Bento, JP. (2001):Menneske-teknologi-organisasjon. Veiledning for gjennomføring av MTO- analyser.

Dekker, S. (2006): The Field Guide to Understanding Human Error. Lund Universitet, Sverige.

Haddon, W. (1970): On the escape of tigers: An ecological note. Technological review, 72 (7), Massachusetts Institute of Technology, May 1970.

Haddon, W. (1980): The Basic Strategies for Reducing Damage from Hazards of All Kinds. Hazard prevention, Sept./ Oct. 1980.

Hollnagel, E. (2004): Barriers and Accident Prevention. Ashgate.

Lardner, R. and Scaif, R. (2006): Helping engineers to analyse and influence the human factors in accidents at work. Institution of Chemical Engineers. Trans IChemE, Part B, May 2006

Rossnes, R. (et al.,2004):Organisational Accidents and Resilient Organisations: Five perspectives. Revision 1.

SfS Anbefaling 029 N/2010 - "Beste Praksis for Undersøkelse og Gransking av HMS- hendelser"

Sklet, S. (2002): Methods of accident investigation. Trondheim. NTNU.