

NFR prosjekt

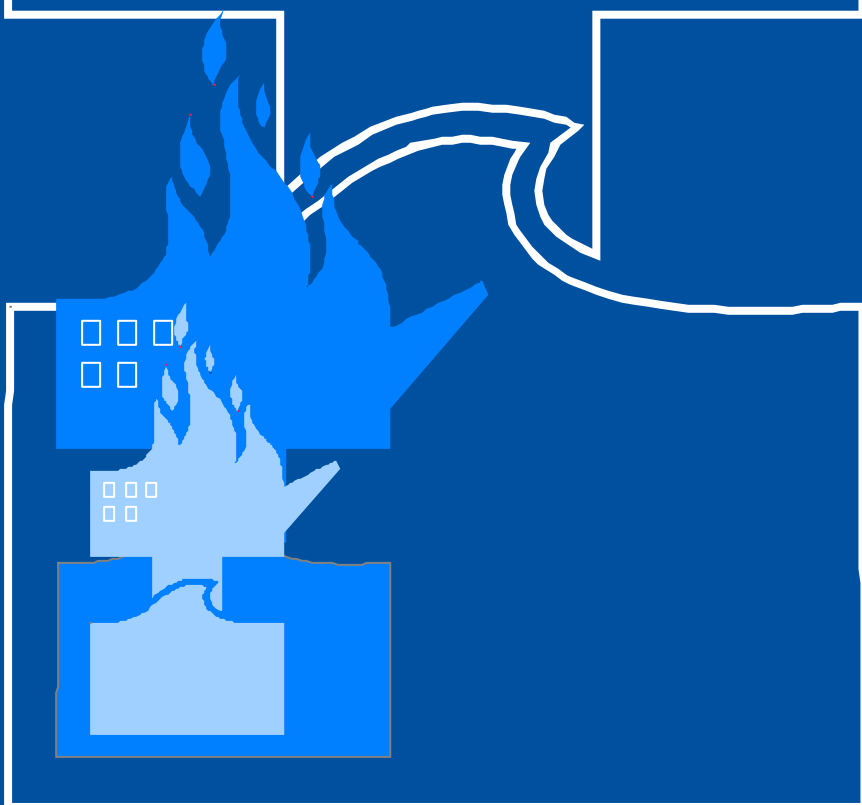
# Risk and Uncertainty

## Metodikk for vurdering av risikonivå for samfunnsaktiviteter Eksempler på anvendelse



Rapport nr P200048-01

22.9.2001



rapport





**NFR prosjekt**

# **Risk and Uncertainty**

**Metodikk for vurdering av risikonivå  
for samfunnsaktiviteter  
Eksempler på anvendelse**

*22.09.2001*




Report No:  
200048-01

Classification:



P O Box 519, N-4341 Bryne, Norway  
Tel: +47 5148 7880, Fax: +47 5148 7881

E-mail: [post@preventor.no](mailto:post@preventor.no)  
Web: <http://www.preventor.no>

Title of report: Metodikk for vurdering av risikonivå for samfunns-aktiviteter - Eksempler på anvendelse	Date: 22.9.2001
	Number of pages/appendices: 35
Author(s): Jan Erik Vinnem Terje Aven	Signature: 

Client(s)/Sponsor(s): NFR	Clients ref:
------------------------------	--------------

Rapporten presenterer en metode for å gi relevante beslutningstakere i samfunnet et rasjonelt grunnlag for å bedømme samfunnets risikoforhold og sårbarhet i vid forstand. Metoden gir mulighet for å bedømme utviklingen også for slike sårbarhetsmekanismer som kan medføre storulykker, eller andre alvorlige hendelser med andre typer konsekvenser i stort omfang.

Metoden muliggjør vurderinger av risikonivå i aktiviteten i ulike deler av samfunnet. Med "risikonivå" menes fare eller usikkerhet i forhold til uønskede hendelser i samfunnet som kan gi samfunnsmessig tap. En slik kartlegging av risikonivåer er en vesentlig forutsetning for å kunne foreta rasjonelle beslutninger om sårbarhet og sikkerhet, også der det er sjeldne ulykker.

Metoden er basert på å registrere og systematisere data om tilløp og nestenulykker.

Registrering av slike data må forventes å resultere i økt oppmerksomhet på forhold som kan føre til ulykker. I en del sammenhenger kan en derfor oppleve at de indirekte effekter blir større enn de direkte effekter ved at den økte oppmerksomheten fører til at risikoen reduseres. En annen direkte indirekte effekt kan være bedring av kommunikasjon om og forståelse av risikoforhold.

Index terms, English:

Norsk:

Societal risk	Samfunnsrisiko
Vulnerability	Sårbarhet
Risk assessment	Risikoanalyse
Risk indicator	Risikoindikator

Vurdering av risikonivå for samfunnsaktiviteter  
*Utkast d0r2*

---

*Innhold*

<b>0. SAMMENDRAG OG FORSLAG TIL PILOTPROSJEKT .....</b>	<b>1</b>
0.1 BAKGRUNN .....	1
0.2 HVA KAN OPPNÅS? .....	1
0.3 MEST AKTUELLE BRUKSOMRÅDER.....	1
0.4 FORESLÅTT PILOTPROSJEKT .....	2
<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>3</b>
1.1 FORMÅL OG ARBEIDSBESKRIVELSE.....	3
1.2 RISIKONIVÅ I SAMFUNNSAKTIVITETER.....	3
1.3 BRUK AV ULYKKESSTATISTIKK.....	4
1.4 ANDRE RELEVANTE PROSJEKTER.....	4
1.4.1 <i>Utvikling i risikonivå - norsk sokkel.....</i>	<i>4</i>
1.4.2 <i>FoU prosjekt Risikoanalyse i driftsfasen .....</i>	<i>5</i>
1.4.3 <i>Kartlegging av teknisk tilstand av barrierer .....</i>	<i>6</i>
1.5 TERMINOLOGI .....	7
1.5.1 <i>Definisjoner.....</i>	<i>7</i>
1.5.2 <i>Forkortelser.....</i>	<i>8</i>
<b>2. FORMÅL.....</b>	<b>8</b>
2.1 GENERELT FORMÅL.....	8
2.2 INDIREKTE NYTTE-EFFEKTER.....	9
<b>3. RISIKOMODELL.....</b>	<b>9</b>
3.1 HENDELSER, BARRIERER, KONSEKVENSER.....	9
3.2 BRUK AV TILLØPSDATA.....	11
<b>4. OVERORDNET METODIKK FOR VURDERING AV TOTALRISIKO .....</b>	<b>13</b>
4.1 OVERSIKT.....	13
4.2 FREMTIDIG RISIKO - HISTORISKE DATA .....	14
4.3 KVANTITATIV ANALYSE .....	15
4.3.1 <i>Basis for kvantifisering av overordnet risikonivå for storulykker .....</i>	<i>15</i>
4.3.2 <i>Sammenheng mellom hendelser og risikonivå .....</i>	<i>15</i>
4.3.3 <i>Bestemmelse av vektfaktorene.....</i>	<i>16</i>
4.4 OVERORDNEDE KRAV TIL DATA VED KVANTIFISERING .....	16
4.4.1 <i>Data om tilløp og nestenulykker .....</i>	<i>16</i>
4.4.2 <i>Data om ytelse av barrierer .....</i>	<i>16</i>
4.4.3 <i>Konsekvensdata .....</i>	<i>18</i>
4.5 ENDRINGER I AKTIVITETENE.....	18
4.6 KVALITATIVE VURDERINGER .....	19
4.7 BRUK AV EKSPERT- OG REFERANSEGRUPPER .....	19
<b>5. PRESENTASJON AV RISIKOTRENDER OG –UTVIKLING.....</b>	<b>20</b>
5.1 RISIKOINDIKATORER.....	20
5.2 BEREGNING AV RISIKOINDEKS .....	20
5.2.1 <i>Beregning av risikomål.....</i>	<i>21</i>
5.2.2 <i>Normalisering .....</i>	<i>21</i>
5.2.3 <i>Vekting.....</i>	<i>21</i>
5.2.4 <i>Beregning av indeksverdi.....</i>	<i>22</i>
5.3 TRENDANALYSE.....	23

5.3.1	Analyse av trender.....	23
5.4	SYNTESE AV KVANTITATIVE OG KVALITATIVE DATA.....	26
<b>6.</b>	<b>BRUK AV METODEN .....</b>	<b>26</b>
6.1	STORULYKKE – HMS-RELATERT .....	26
6.2	ALVORLIGE HENDELSER – ”SÅRBARHETS”-RELATERT .....	26
6.3	BEGRENSNINGER.....	27
6.4	HVA GIR RISIKOINDEKS SOM IKKE ANALYSER OG STATISTIKK GIR? .....	27
6.5	ERFARINGER FRA PROSJEKTET ”UTVIKLING I RISIKONIVÅ - NORSK SOKKEL” .....	28
6.5.1	Avgrensninger i pilotprosjektet.....	28
6.5.2	Konklusjoner og anbefalinger.....	28
6.5.3	Fremtidige utvidelser.....	28
<b>7.</b>	<b>MULIG BRUK I KOMMUNAL SEKTOR.....</b>	<b>28</b>
7.1	STORULYKKER – PERSONSKADER .....	29
7.1.1	Samferdselsulykker.....	29
7.1.2	Brann og eksplosjon.....	29
7.1.3	Transport av farlig gods.....	30
7.1.4	Damulykker .....	30
7.1.5	Naturfenomener .....	30
7.2	STORULYKKER - MILJØSKADE .....	30
7.2.1	Kystforurensing fra skipstrafikk.....	30
7.2.2	Industriforurensing.....	31
7.2.3	Forurensing fra godstransport .....	31
7.3	ALVORLIG SÅRBARHETSHENDELSE.....	32
7.3.1	Alvorlig svikt i energiforsyning.....	32
7.3.2	Alvorlig svikt i drikkevannsforsyning .....	32
7.3.3	Alvorlig svikt innen helse og omsorgssektoren.....	32
<b>8.</b>	<b>MULIG BRUK INNEN TRANSPORTSEKTOREN.....</b>	<b>33</b>
8.1	OVERSIKT.....	33
8.2	PASSASJERTRANSPORT MED HURTIGBÅT .....	33
<b>9.</b>	<b>MULIG BRUK PÅ NASJONALT NIVÅ.....</b>	<b>33</b>
9.1	OVERSIKT.....	33
9.2	OMFATTENDE SVIKT I TELE- OG DATAKOMMUNIKASJON .....	34
<b>10.</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>35</b>

*Figurer*

Figur 1	Barriere modellen benyttet for modellering av storulykkesrisiko.....	10
Figur 2	Illustrasjon hvordan feil i barrierer kan medføre storulykker (etter Reason) .....	11
Figur 3	Heindrich's triangel.....	12
Figur 4	Dekomponering av Heindrich's triangel.....	13
Figur 5	Illustrasjon av hendelseskjeder og DFUer .....	22
Figur 6	Totalindikator, produksjon, normalisert mot arbeidstimer.....	23
Figur 7	Illustrasjon av observerte verdier for en DFU og prediksjonsintervall ("int").....	24



## 0. Sammendrag og forslag til pilotprosjekt

### 0.1 *Bakgrunn*

Forprosjektet presenterer en metode for å gi relevante beslutningstakere i samfunnet et rasjonelt grunnlag for å bedømme samfunnets risikoforhold og sårbarhet i vid forstand. Metoden gir mulighet for å bedømme utviklingen også for slike sårbarhetsmekanismer som kan medføre storulykker, eller andre alvorlige hendelser med andre typer konsekvenser i stort omfang.

Metoden som foreslås er bygget på et prosjekt der forfatterne av rapporten utviklet en metode for Oljedirektoratet for analyse av utviklingen av sikkerhet på sokkelen.

Inneværende forprosjektrapport skisserer metoden som foreslås, mulige bruksområder og begrensninger.

### 0.2 *Hva kan oppnås?*

Metoden muliggjør vurderinger av risikonivå i aktiviteten i ulike deler av samfunnet. Med "risikonivå" menes fare eller usikkerhet i forhold til uønskede hendelser i samfunnet som kan gi samfunnsmessig tap.

En slik kartlegging av risikonivåer er en vesentlig forutsetning for å kunne foreta rasjonelle beslutninger om sårbarhet og sikkerhet, også der det er sjeldne ulykker.

Metoden er basert på å registrere og systematisere data om tilløp og nestenulykker.

Registrering av slike data må forventes å resulterer i økt oppmerksomhet på forhold som kan føre til ulykker. I en del sammenhenger kan en derfor oppleve at de indirekte effekter blir større enn de direkte effekter ved at den økte oppmerksomheten fører til at risikoen reduseres.

En annen indirekte effekt kan være bedring av kommunikasjon om og forståelse av risikoforhold.

### 0.3 *Mest aktuelle bruksområder*

Det er i kapitlene 6, 7, 8 og 9 skissert mange ulike bruksområder. De viktigste begrensninger på anvendelser er at det må foreligge inngangsdata i nødvendig omfang og detaljeringsgrad, særlig i forhold til:

- Data om tilløp og nestenulykker
- Data for vektning av slike hendelser basert på skadepotensial
- Data om aktivitetsnivå ("normaliseringsdata", ønskelig, men ikke avgjørende)

Når en tar disse forutsetningene i betraktning, synes de mest aktuelle bruksområder å være:

- Alvorlige samferdselsulykker, med personskade- og miljøskadepotensial
- Alvorlige brann og eksplosjonsulykker i industrien og ved transport
- Alvorlige brann i institusjoner, skoler, mv
- Alvorlig kystforurensing fra nasjonal og internasjonal skipstrafikk
- Alvorlig sårbarhetshendelse i forhold til svikt av energiforsyning, tele- eller datakommunikasjon

#### **0.4 Foreslått pilotprosjekt**

Følgende vurderes å være de mest aktuelle alternativer til pilotprosjekt:

- Kystforurensing fra skipstrafikk
- Alvorlig brann i institusjon/skole

Dersom en tar utgangspunkt det sistnevnte forslag, vil pilotprosjektet bestå av følgende arbeidsoppgaver:

1. Beskrivelse av omfang, avklaring av forutsetninger, avklare samarbeidsforhold, mv.
2. Innsamling av foreliggende data om tilløp og nestenulykker
3. Etablering av vektfactorer fra foreliggende risikoanalyser
4. Analyse og vurdering av risiko
5. Identifisere behov og potensiale for forbedringer av dataregistrering, mv.

Det vil være nødvendig å etablere god kontakt med en kommune, som har gjennomført risikoanalyser og/eller -vurderinger.

## 1. Innledning

### 1.1 Formål og arbeidsbeskrivelse

Hensikten med forprosjektet er å gi en overordnet beskrivelse av en metodikk for angivelse av risikonivå for samfunnsmessige aktiviteter, for ulykker og andre hendelser som opptrer så sjelden at angivelse ikke kan baseres på ulykkesstatistikk.

Rapporten beskriver metodikken generelt, begrensninger og forutsetninger, samt skisserer mulig bruk av metodikken, med hovedvekt på:

- Bruk av observasjoner
- Kombinasjon av observasjoner og kvalitative vurderinger gjennom intervjuer og spørreskjemaundersøkelser
- Bruk av eksperter og fagpersoner i kartleggingen
- Bruk av risikoanalyser
- Normalisering og veiing av data
- Presentasjon av utviklingstrender
- Bruk av metodikken for ulike samfunnsaktiviteter

### 1.2 Risikonivå i samfunnsaktiviteter

Samfunnets sårbarhet – i vid forstand – har kommet i fokus i økende grad i de seinere år. Tragiske ulykker, særlig i samferdselssektoren, diverse offentlige utredninger (om sårbarhet NOU...<sup>1</sup>), redningstjeneste (NOU ...<sup>2</sup>) m.fl. og debatt om sikkerhet på sokkelen har medført et økende fokus, ikke minst i media.

Sikkerhets- og sårbarhetsdebatt kan bli følelsesladet i betydelig grad, dersom en har lite eller ingen konkrete data å basere vurderingene på. Dette kan også utnyttes bevisst, slik noen vil hevde at det har vært spredte eksempler på. Det er i enkelte tilfelle mulig å benytte HMS-argumenter på en slik måte at det oppstår mistanke om den egentlige hensikt er knyttet til næringsmessige eller –politiske aspekter.

Det er liten grunn til å tro at samfunnet i et lengre perspektiv vil tjene på at debatt og konklusjoner styres av følelser. Det bør derfor være ønskelig for samfunnet at en har en mest mulig rasjonell tilnærming til debatt og vurderinger om sårbarhet, men ikke slik at en utelukker subjektive vurderinger.

Dette prosjektet presenterer en metode for å gi samfunnet et rasjonelt grunnlag for å bedømme sårbarhet, bygget på et prosjekt der forfatterne av rapporten utviklet en metode for Oljedirektoratet for analyse av utviklingen av sikkerhet på sokkelen. Det spesielle med metoden er at den gir mulighet for å bedømme utviklingen også for slike mekanismer som kan medføre såkalte storulykker (dvs. med mange potensielt omkomne, ofte definert som minst 5), eller andre alvorlige hendelser med andre typer konsekvenser i stort omfang.

Storulykker er normalt sjeldne hendelser, slik at datamaterialet blir lite, i alle fall om en her betrakter et enkelt land, en landsdel, et fylke, en kommune eller lignende.

Dette stiller spesielle krav dersom en skal si noe om utviklingen av alle de forhold som har betydning for opptrøden av alvorlige, sjeldne hendelser.

Metoden som ble utviklet for Oljedirektoratet og ved test viste seg å fungere godt, har potensiale til å bli utnyttet i mange sammenhenger, for å belyse samfunnets sårbarhet på en rasjonell måte, der både objektive data og vurderinger, kan kombineres med skjønnsmessige vurderinger av kultur, holdning og opplevelser.

En utviklet bruk av metoden beskrives i denne rapporten, med basis i de erfaringer som ble høstet ved anvendelsen knyttet til personsikkerhet på norsk sokkel.

### **1.3 Bruk av ulykkesstatistikk**

Samfunnsdebatt om sikkerhet i Norge er i hovedsak basert på ulykkesstatistikk. Dette kan få merkelige utslag noen ganger, særlig når storulykken vurderes. Etter Åsta-ulykken ble det fra flere hold hevdet at det var blitt mye farligere å kjøre tog. Tilsvarende er det hevdet i forbindelse med andre storulykker. Om det skjer en ny storulykke, kan en like godt hevde at det er blitt sikrere innenfor den sektoren der ulykken skjer. En ny ulykke gir økt innsikt i risikoforholdene, og bedre underlag for å forebygge en tilsvarende hendelse. Etter Åsta-ulykken der muligheten for at det ene toget kjørte ut fra stasjonen mot rødt lys, er prosedyrene våren 2001 blitt varig endret, for å redusere sannsynligheten for at dette skal skje, på de strekninger der det ikke er automatisk togstopp.

Tilsvarende mistolkning av statistikk ser en også ofte i forbindelse med eksempelvis veitrafikk, der forskjellen fra måned til måned på 2-3 omkomne kan bli tolket som økning eller reduksjon av risiko.

Ulykkesstatistikk er slik sett et dårlig grunnlag for å vurdere risiko forbundet med alvorlige, sjeldne ulykker. I disse tilfeller er det avgjørende at en kan erstatte dagens indikatorer - dødsulykkene - med indikatorer som kan gi mer informativt uttrykk for faren og effekt av tiltak som settes inn.

Slike indikatorer er det som beskrives i dette forprosjektet, og som allerede er utviklet for Oljedirektoratet, for å angi trender i utviklingen av risiko på norsk kontinentalsokkel.

### **1.4 Andre relevante prosjekter**

I dette delkapitlet gid en kort referanse til andre prosjekter som har relevans for inneværende forprosjekt:

- Oljedirektoratets prosjekt "Utvikling i risikonivå - norsk sokkel"
- SINTEFs prosjekt "Risikoanalyse i driftsfasen "
- Andre prosjekter i oljeindustrien

Særlig det førstnevnte prosjektet har vært benyttet i utviklingen av den beskrevne metodikken, men også i de andre er det funnet støtte og aktuelle angrepsmåter som er vurdert.

#### **1.4.1 Utvikling i risikonivå - norsk sokkel**

Pilotprosjektet som ble gjennomført i 2000 og 2001 er dokumentert i følgende rapporter:

- Utvikling i risikonivå - norsk sokkel, Pilotprosjektrapport 2000, Sammendrag<sup>3</sup>
- Utvikling i risikonivå - norsk sokkel, Pilotprosjektrapport 2000<sup>4</sup>

- Utvikling i risikonivå - norsk sokkel, Metoderapport 2000<sup>5</sup>

Oppgaven i prosjektet var formulert som følger:

- ”Oljedirektoratet skal, i lys av det etablerte sikkerhetsnivå i petroleumsvirksomheten, foreta en vurdering av status og trender”

Prosjektet ble startet for å etablere en resultatmåling i relasjon til sikkerhetsnivået på norsk sokkel i henhold til oppgaveformuleringen, med følgende delmål for hele prosjektet:

- Holde oversikt over uønskede hendelser, ulykker, skader og arbeidsbetinget sykdom
- Måle effekten av sikkerhetsarbeidet i petroleumsvirksomheten
- Fokuserer på industriens egen oppfølging av trender og statistiske analyser, med det formål at industrien lettere skal kunne registrere hva som skjer med risikonivået
- Bidra til å identifisere områder som er kritiske for sikkerheten og hvor en innsats for å identifisere årsaker må prioriteres
- Øke innsikten i mulige årsaker til ulykker og deres relative betydning for risikobildet.

Arbeidet vil kunne bidra til å identifisere potensielle innsatsområder for regelverksendringer, forskning og utvikling.

Pilotprosjektet var fokusert på personrisiko, og innbefatter storulykker, arbeidsulykker og arbeidsbetinget sykdom. Det er benyttet nye indikatorer for storulykker, i tillegg til eksisterende databaser. For arbeidsulykker og arbeidsbetinget sykdom ble det kun benyttet eksisterende databaser.

Prosjektet har videre vært begrenset til de forhold som faller inn under ODs myndighetsområde mht. sikkerhet og arbeidsmiljø. Dette innbefatter:

- Alle produksjons- og flyttbare innretninger på norsk sokkel
- Operasjoner med helikopter i nærområdet rundt innretninger og felt
- Bruk av fartøyer innenfor sikkerhetssonen rundt innretningene

Pilotprosjektet bygde på data for perioden 1996-2000, i all hovedsak begrenset til data om opptreden av nesten-ulykker og tilløp til alvorlige ulykker samt personskader og arbeidsbetinget sykdom. Risikopotensialet ble bestemt med basis i risikoanalyser, og var begrenset til personsikkerhet.

På bakgrunn av det datagrunnlag og de indikatorer som er benyttet i pilotprosjektet synes risikonivået å ha være i ferd med å øke. Riktignok er det et begrenset antall indikatorer i pilotprosjektet, men den negative utviklingen over de siste 2-3 årene vurderes å ha generell gyldighet.

Det er karakteristisk for totalbildet at det ikke er noen indikatorer som viser en vesentlig forbedring.

#### 1.4.2 FoU prosjekt Risikoanalyse i driftsfasen

SINTEF har i perioden 1998-2000 gjennomført et FoU-prosjekt med tittelen ”Risikoanalyser i driftsfasen” (også kalt ”Indikatorprosjektet”<sup>6 7 8</sup>), der en har gjennomført følgende:

- Beskrivelse av hvordan tekniske risikoindikatorer kan utvikles for å følge opp en kvantitativ risikoanalyse i driftsfasen for en innretning på kontinentalsokkelen.
- Gjennomføring av et litteraturstudium for å finne ut hvordan behov for organisatoriske risikoindikatorer har vært løst i andre sammenhenger, særlig innenfor den internasjonale kjernekraft virksomheten.
- Utvikle et forslag til organisatorisk risikoindikatorer for opptreden av hydrokarbonlekkasjer på en produksjonsinnretning.

Prosjektene har hatt som målsetting å fokusere på organisatoriske forhold, og betydningen av disse for risiko, og har søkt å avdekke de viktigste organisatoriske forhold mhp. hydrokarbonlekkasjer. Tilstanden til de organisatoriske forholdene foreslås "målt" forholdsvis hyppig, som forutsetter en ikke alt for omfattende tilstandsbedømming. Andre alternativer som ikke er vurdert i "Indikatorprosjektet", er å anvende et antall indikatorer for hvert organisatorisk forhold, eller å la for eksempel plattformledelsen bedømme tilstanden subjektivt (ekspertvurderinger), eventuelt å kombinere disse angrepsmåtene. Prosjektet har tatt utgangspunkt i behovet for å måle godheten av de organisatoriske faktorene, for å kunne si noe (kvantitativt) om betydningen av organisatoriske forhold for risikoen.

#### 1.4.3 Kartlegging av teknisk tilstand av barrierer

Både Statoil og Norsk Hydro har i de seinere år gjennomført prosjekter for å kartlegge trender i barrierenes ytelse. Statoils startet i år 2000 et prosjekt av betydelig omfang som blant annet tar sikte på å få fram en praktisk metode, måleparametere og indikatorer som muliggjør en systematisk vurdering av risiko gjennom overvåking av endringer i sikkerhetsteknisk tilstand, herunder endringer i de etablerte barrierer.

I prosjektet "Teknisk sikkerhet på Statoils anlegg" skal man gjennomgå, kartlegge og beskrive den sikkerhetstekniske tilstanden på Statoilopererte anlegg til havs og på land. Det skal etableres en metodikk og måleparametre som gjør det mulig løpende å følge utviklingen i den sikkerhetstekniske tilstand. Helt sentralt står de sikkerhetstekniske barrierene. Arbeidsoppgavene inkluderer:

- Vurdere og beskrive utvalgte systemers tilstand mht. vedlikeholdsstandard
- Design basis, forutsetninger og myndighets- og selskapskrav
- Drift og vedlikeholds standard og - metodikk
- Teknisk tilstand
- Ut fra det enkelte systems påvirkning på risiko, identifisere avvik og beskriv hvordan dette kan influere på sikkerheten.
- Verifisere at anlegg og installasjoner har en teknisk tilstand og opereres slik at sikkerhetsbarrierene vil fungere som forutsatt.
- Etablere en enhetlig metodikk, måleparametre og indikatorer som muliggjør en systematisk vurdering av risiko gjennom overvåking av endringer i barrierenes sikkerhetstekniske tilstand. Dette skal være et hjelpemiddel til å identifisere sikkerhetskritiske faktorer og tiltak for forbedring.
- Øke kunnskapsgrunnet om teknisk sikkerhet som virkemiddel for å hindre eller begrense (stor)ulykker.

Prosjektet avsluttes i år 2001.

Norsk Hydro har standarder, som inkluderer krav og retningslinjer for teknisk sikkerhet (såkalt "Element 23"), som skal gjelde for alle produksjonsanlegg i utbyggings- og produksjonsdivisjonen

(U&P) i Norsk Hydro. Formålet er å sette krav til de aktiviteter innen U&P som har sammenheng med bruk av teknologi for å oppnå sikkerhet.

Standarden setter overordnede krav til vedlikehold og inspeksjon, og definerer pålitelighetskrav til de viktigste sikkerhetssystemene på produksjonsanleggene.

Teknisk tilstand på anleggene skal overvåkes gjennom tester og måling i hht. definerte krav. For feil på utstyr og systemer som påvirker sikkerhetsnivået på installasjonen skal det foreligge akseptgrenser for teknisk tilstand. F.eks. grenser mht.:

- Åpningstrykk til sikkerhetsventiler
- Lukketid til nødavstengingsventiler
- Korrosjon i høytrykks hydrokarbonsystemer
- Isolasjonstilstand på elektriske systemer og instrumenteringssystemer
- Tilstand på EX-utstyr

Den enkelte operative enhet skal ha dokumentasjon som viser hvilke prosessparametre i produksjonssystemet som er sikkerhetsmessig kritiske. Dokumentasjonen skal angi de øvre og eventuelle nedre grenser for en forsvarlig produksjon. Avvik fra de fastlagte produksjonsbegrensninger skal behandles i henhold til gjeldende avviksprosedyre.

Komponenter i sikkerhetssystemene skal funksjonstestes ved fastsatte tidsintervall for å verifisere funksjonen til systemet. Lengden av testintervallet skal sikre at sikkerhetsutilgjengeligheten (SU) ligger under en akseptabel verdi.

Det skal etableres et system for logging av resultater for statistisk bearbeidelse og erfaringsoverføring. Resultater fra alle tester skal registreres, også ved positivt resultat. Resultatene skal brukes for å vurdere om SU ligger under en akseptabel verdi.

## **1.5 Terminologi**

### **1.5.1 Definisjoner**

Barriere	Brukes i vid forstand som i det nye regelverket for petroleumsvirksomheten, og omfatter tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak.
Definerte fare- og ulykkes-situasjoner (DFU)	Fare- og ulykkes-situasjoner som legges til grunn for å etablere virksomhetens beredskap.
Opplevd risiko	Reflekterer aktørenes opplevelse av risikoforhold og forebyggende arbeid, holdninger, kommunikasjon, kulturelle aspekter, samarbeidsforhold, samt statistisk risiko.
Risikodimensjoner	Brukes om de elementer som inngår i sikkerhetsbegrepet i hht. petroleumregelverket: <ul style="list-style-type: none"><li>• Risiko for liv og helse</li><li>• Miljørisiko</li><li>• Risiko for materielle verdier, infrastruktur, sårbarhet</li></ul>

---

Risikonivå	Angivelse av risiko som reflekterer statistisk risiko og opplevd risiko.
Statistisk risiko	Risiko beregnet på basis av inntrufne historiske hendelser og antakelser om gyldighet av denne erfaring for fremtidige operasjoner. For personrisiko er den mest vanlige angivelsen av risiko uttrykt som "FAR-verdi".
Storulykke	Det finnes flere alternative definisjoner på dette begrepet, de to mest anvendte er: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Storulykke er en ulykke der minst 5 personer potensielt kan eksponeres.</li> <li>• Storulykke er en ulykke forårsaket av feil på en eller flere av systemets innbygde sikkerhets- og beredskapsbarrierer.</li> </ul> I rapporten benyttes i hovedsak den siste tolkningen.
Ytelse	Brukes som i Oljedirektoratets Styringsforskrift <sup>9</sup> i det nye petroleumsregelverket: Integritet, pålitelighet, tilgjengelighet og sårbarhet.

## 1.5.2 Forkortelser

DFU	Definerte fare- og ulykkessituasjoner
EX	Eksplonjonssikkert
FoU	Forskning og utvikling
HiS	Høgskolen i Stavanger
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
OD	Oljedirektoratet
PLL	Potential Loss of Life (statistisk forventet antall omkomne)
QRA	Quantitative risk assessment (tilsvarer normalt TRA)
ROS	Risiko og sårbarhet
SSS	Norsk Hydros standard for sikkert system
SU	Sikkerhetsutilgjengelighet
TRA	Total Risiko Analyse
U&P	Utbyggings- og produksjonsdivisjonen

## 2. Formål

### 2.1 Generelt formål

For å kunne foreta rasjonelle beslutninger om sikkerhet er det avgjørende å ha god innsikt i utviklingen av risikonivå i ulike samfunnsaktiviteter, også der det er sjeldne ulykker.

Formålet med prosjektet er å utvikle en metodikk som muliggjør vurdering av risikonivå i aktiviteten i ulike deler av samfunnet.

Med "risikonivå" mener en i denne sammenheng alle uønskede hendelser i samfunnet som kan gi samfunnsmessig tap. Tolkningen av risikobegrepet i formålsformuleringen ligner slik sett mye på tolkningen av begrepet "sårbarhet" i NOU 2000: 24<sup>1</sup>.

Inneværende rapport beskriver den foreslåtte metodikk, forutsetninger og begrensninger, samt skisserer en del områder i samfunnet der metodikken kan benyttes.

## **2.2 Indirekte nytte-effekter**

Hovedhensikten med den foreslåtte metoden er å kunne vurdere risikonivå i ulike aktiviteter i samfunnet. Den innebærer å registrere og systematisere data om tilløp og nestenulykker. Det må forventes å ha en indirekte effekt som følge av den økte oppmerksomhet som dette vil medføre på hendelsene som kan føre til ulykker. I en del sammenhenger kan en derfor oppleve at de indirekte effekter blir større enn de direkte effekter ved at den økte oppmerksomheten fører til at risikoen reduseres.

En annen indirekte effekt kan være bedring av kommunikasjon om og forståelse av risikoforhold.

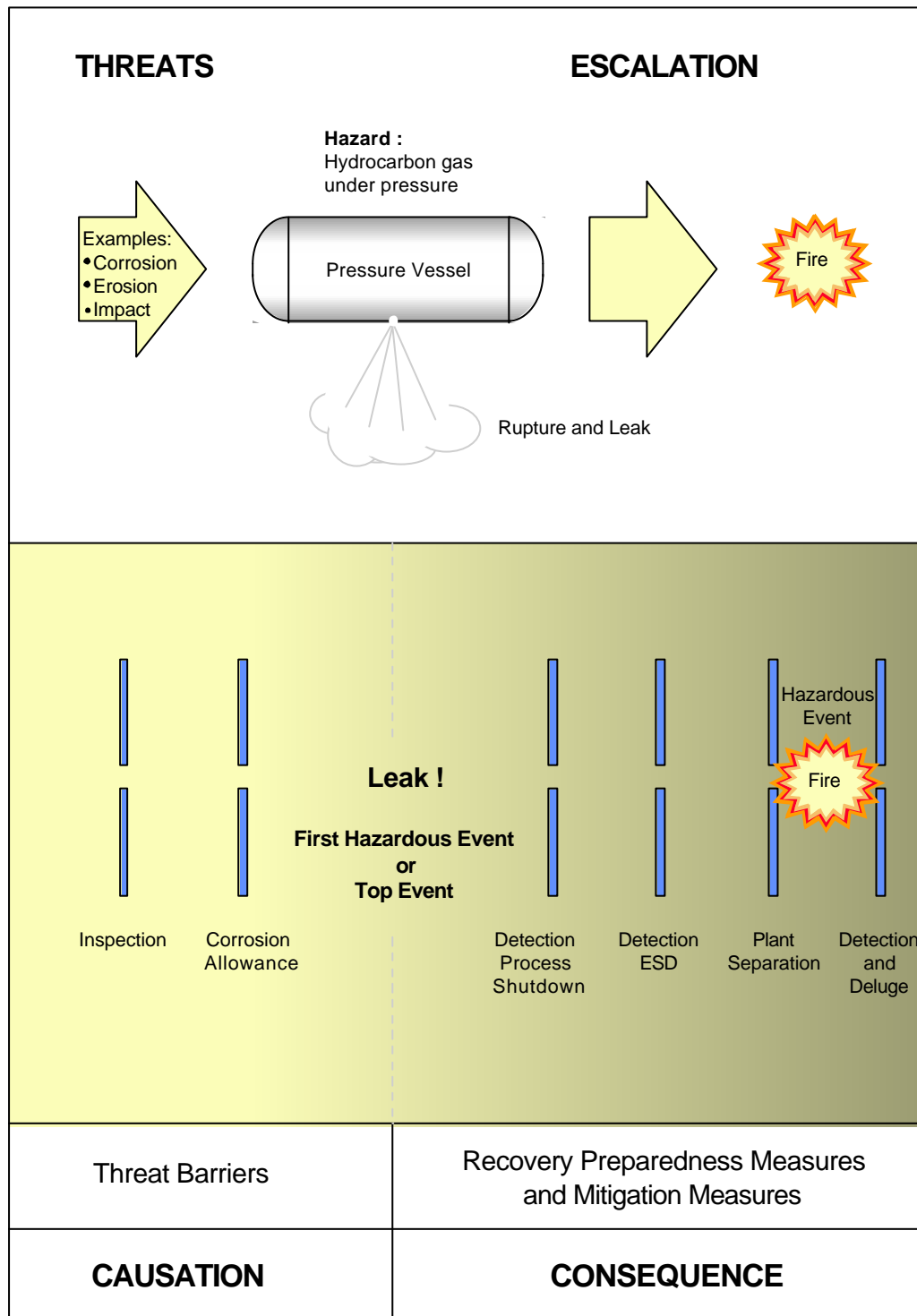
## **3. Risikomodell**

### **3.1 Hendelser, barrierer, konsekvenser**

Figur 1 viser barrieremodellen som er lagt til grunn for modellering av storulykkesrisiko, basert på ISO17776. Modellen viser sammenhengen mellom:

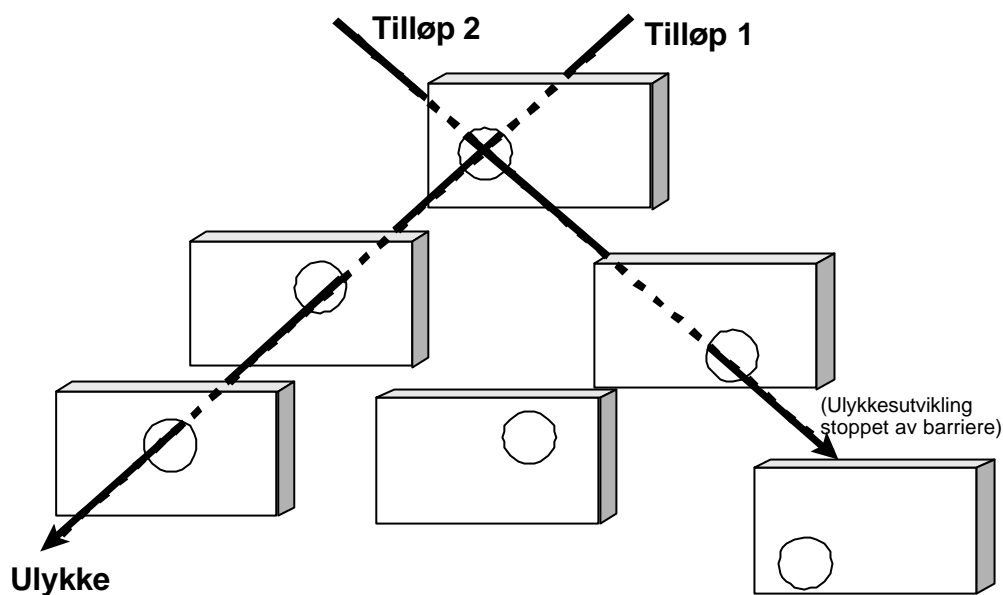
- Initierende hendelse (utløsende hendelse)
- Betydningen av barrierer
- Eksempler på barrierer

Modellen er også tilpasset bruk av hendelsestrær.



**Figur 1** Barriremodellen benyttet for modellering av storulykkesrisiko

Figur 2 viser en prinsipiell skisse av hvordan feil i barrierer kan medføre storulykker. Figuren viser "hull" i barrierer, som hvis de står i et bestemt forhold til hverandre, kan medføre at et tilløp til en ulykke, får utvikle seg til en ulykke. I figuren får tilløp 1 anledning til å utvikle seg til en ulykke, mens tilløp 2 blir stoppet av den siste barrieren.



**Figur 2** Illustrasjon hvordan feil i barrierer kan medføre storulykker (etter Reason<sup>10</sup>)

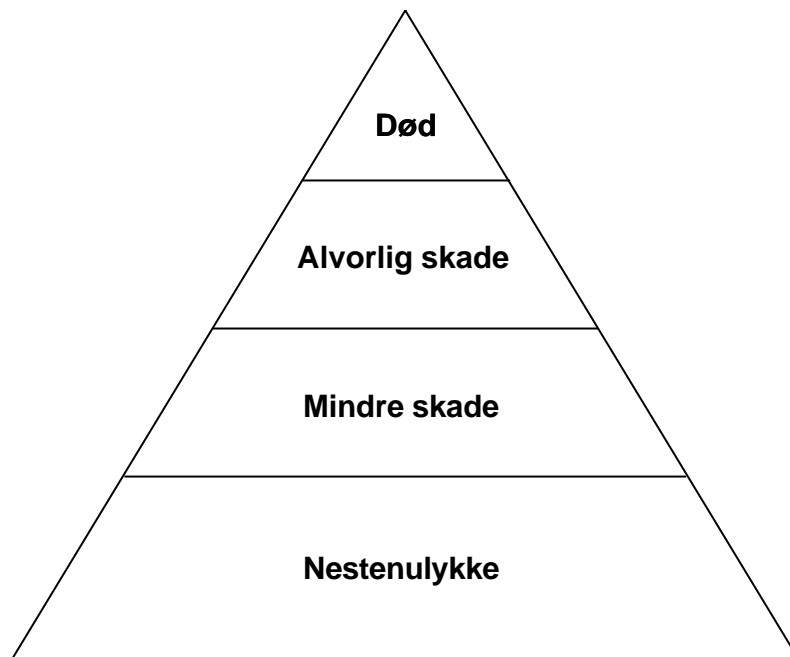
Et eksempel som kan illustrere både Figur 1 og Figur 2 er biltrafikk i en veitunnel. Det er flere barrierer som skal hindre at brann eller eksplosjon oppstår:

- Barrierer som skal hindre at bensinlekkasje oppstår
  - Ståalarmert bensinlange, spesielle koblinger, periodisk kontroll på verksted, osv
- Barrierer som skal hindre at lekkasje antennes
  - Ingen åpne flammer eller gnister, ikke varme flater, osv
  - (ikke alle tennkilder kan unngås, f. eks. hvis bensindamp suges inn som forbrenningsluft for motoren i bilen bak)
- Barrierer som skal detektere og varsle brann i tunnelen
  - Automatisk brannvarsling, manuell varsling, osv
- Barrierer som skal begrense brannskader
  - Sprinkleranlegg (ikke vanlig i tunneler), manuelt slukkeutstyr, osv

### 3.2 Bruk av tilløpsdata

Heinrich's triangel er velkjent for å illustrere forholdet mellom alvorlige og mindre alvorlige ulykker, se Figur 3. Ofte er det gitt gjennomsnittlige forholdstall mellom de ulike kategoriene av alvorlighet, slik at det er:

- 1 dødsulykke, per 30 alvorlige ulykker, per 330 mindre ulykker, per flere tusen nestenulykker.



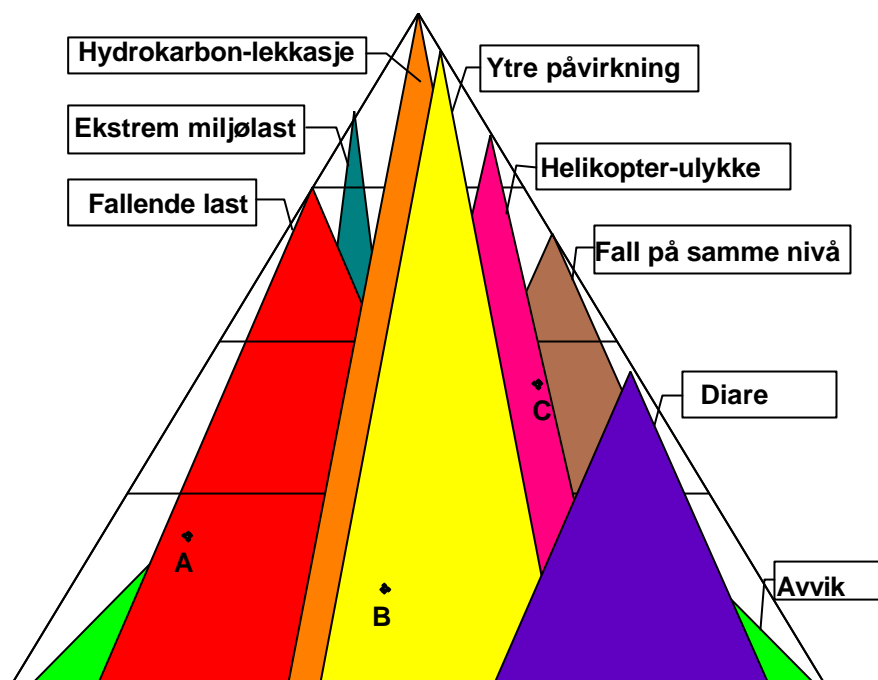
**Figur 3      Heinrich's triangel**

Dette er gjennomsnittstall, og blir for grove til å benytte i risikoberegning. Figuren kan imidlertid nyanseres noe, slik Figur 4 viser. Her er figuren dekomponert, med utgangspunkt i mulige ulykker på en oljeplattform.

Når vi dekomponerer hendelsene i kategorier, er det noen som har potensiale for å kunne gi alt fra avvik til storulykker, mens andre har kun potensiale til å gi arbeidsulykker med begrensede skader.

Hvis vi skal bruke registrering av tilløp og nestenulykker til å anslå sannsynlighet for større ulykker, må vi betrakte de ulike kategoriene separat.

Dette prinsippet er lagt til grunn i den modellutviklingen som er gjennomført, og som utdypes nærmere i kapittel 4.



Figur 4 Dekomponering av Heinrich's triangel

## 4. Overordnet metodikk for vurdering av totalrisiko

### 4.1 Oversikt

Prosjektet søker å uttrykke risikonivå forbundet med storulykker, og andre typer sjeldne, uønskede hendelser med stor negativ effekt i samfunnet. Dette kapitlet forklarer hvordan risikonivået kan uttrykkes, med hovedvekt på storulykker. Dessuten beskrives de viktigste begrensninger. Beskrivelsen konkretiseres med referanse til storulykker.

Risiko for (stor)ulykker kan ikke måles direkte. Man kan observere ulykker (som dødsfall) i fortid og få et bilde av det historiske nivået. Innenfor en begrenset sektor, og innenfor en begrenset periode, vil det være få ulykkeshendelser, altfor få til å kunne si noe om utviklingstrender.

Man kan også utnytte den kunnskap man har om ulykker og om de faktorer som påvirker ulykkesforløpet. Ved å observere og utnytte forløpere til ulykker; - uønskede hendelser, feil/svikt, og sette dette sammen med den kunnskap man har om de fysiske fenomener som opptrer kan man danne seg et bilde av risikoen. Det er dette som gjøres i en risikoanalyse.

Den foreslåtte metodikken baseres seg på to komplementære vurderingsprosesser:

- Registrere, analysere og vurdere data relatert til definerte fare- og ulykkesituasjoner
- Gjennomføre kvalitative analyser og vurderinger

Denne tilnærmingen er valgt fordi en vurdering av status og trender når det gjelder sikkerhetsnivået ikke kun kan baseres på historiske data, målinger. Observerte data dekker vanligvis bare en del av det

totale bildet. Det er nødvendig å gjennomføre kvalitative analyser og vurderinger for å få et tilstrekkelig helhetlig bilde av sikkerhetsnivået. Dessuten kan en slik fremgangsmåte representere en praktisk tillempning av begrepet "triangulering" som ofte vurderes å være en viktig fremgangsmåte innenfor samfunnsvitenskapen.

Et annet hovedprinsipp har vært å utnytte tilgjengelig kompetanse og informasjon i størst mulig utstrekning, og søke å oppnå enighet om fremgangsmåte, konklusjoner og prioriteringer gjennom involvering av kompetent personell som ivaretar faglige synspunkter så vel som mer politiske aspekter (interesseorganisasjoner, fagforeninger mv).

Den kvantitative metoden er nærmere beskrevet i delkapittel 4.3. Den har følgende begrensninger:

- Den baserer seg på hendelser i fortid. Endringer i underliggende forhold som påvirker risikoen vil ikke fanges opp før etter en viss tid. Endring i vedlikehold av tekniske systemer er eksempel på en faktor som ikke slår ut umiddelbart i de observerte uønskede hendelser. Se diskusjon i delkapittel 4.2.
- Antall hendelser innenfor hver kategori er begrenset; i noen tilfelle svært få, eller endog ingen, i løpet av et år. Dette begrenser mulighetene for å trekke konklusjoner mht risikonivå, og om utviklingstrekk.
- Registrerings- og rapporteringskriteriene kan i noen tilfeller være upresise, særlig når en benytter eksisterende rapporteringssystemer. Antall hendelser som registreres kan bli påvirket av skjønn, endringer i rapporteringsrutiner og endringer i holdninger til rapportering.

## **4.2 Fremtidig risiko - historiske data**

Den kvantitative delen av metoden bygger på å utnytte et sett med indikatorer, basert på tilløp og nestenulykker, til å fremstille et risikobilde og si noe om utviklingen over tid. Tilløp og nestenulykker er reelle, uønskede hendelser eller feiltilstander, og som sådan gir de informasjon om fortiden, om "kjølvannet". Interessen for sikkerhet retter seg selvfølgelig også mot fremtiden ("kursen"). Risikobegrepet uttrykker et potensielt, fremtidig tap. Utviklingstrekk i fortid kan, med visse forutsetninger, si noe meningsfylt om risiko i nåtid og fremtid. Den primære målsetting er å gi underlag for sikkerhetsstyring ut fra projiserte framtidige utviklingstrekk.

Det kan også bemerkes at bruk av historiske data (og erfaringer i vid forstand) til å uttrykke fremtidig risiko er det bærende prinsipp i enhver risikoanalyse, slik at det representerer ikke en ny situasjon.

Indikatorene velges slik at de til sammen skal dekke alle hendelsesforløp som fører til tap av liv. Indikatorer knyttet til hyppighet vil ikke fange opp effekten av endringer som er introdusert i den senere tid, eller som man ser kommer, - eller endringer som det tar tid før effekten på sikkerhet viser seg i hyppighet av tilløp og nestenulykker. Indikatorer som registrerer godhet av barrierer før uønskede hendelser oppstår, vil være bedre egnet til å fange opp effekten av endringer som er introdusert i den senere tid.

Opplevelsesmessige, atferdsmessige og organisatoriske faktorer vil bli kartlagt ved intervjuer og spørreskjema-undersøkelser. Resultatene fra disse undersøkelsene vil kunne bidra til å kaste lys over årsaker til at ulykker inntreffer, og vil også kunne gi innspill omkring nye trender og utviklinger, som ikke har kommet til uttrykk i statistikken.

### 4.3 Kvantitativ analyse

Risikoindeksene skal dekke to forhold:

- Opptreden av ulykker, tilløp til ulykker, nestenulykker og skader
- Funksjonen til barrierene som er installert for å beskytte eksponerte objekter.

Det foreslås å benytte en kombinasjon av flere indikatorer:

- Individuelle indikatorer for kategorier av hendelser
- Indikatorer for godhet av individuelle barrierer
- Overordnet indikator som reflekterer samlet effekt av alle individuelle indikatorer.

Metodikk for å utvikle en overordnet indikator diskuteres i det følgende. Som tidligere nevnt tar beskrivelsen utgangspunkt i kvantifisering av storulykkesrisiko for personell.

#### 4.3.1 Basis for kvantifisering av overordnet risikonivå for storulykker

Med utgangspunkt i personrisiko og storulykker er følgende valgt for angivelse av risikonivå:

- PLL - Potential Loss of Life

PLL beregnes vanligvis for et enkelt anlegg, og kan betraktes som forventet antall omkomne per anlegg per år. PLL beregnes ofte i kvantitative risikoanalyser (QRA).

Dersom en tenker seg at PLL beregnes for hvert anlegg separat, og deretter summeres for alle anlegg innenfor en bestemt bransje, vil en få forventet antall omkomne per år for hele bransjen [i Norge].

#### 4.3.2 Sammenheng mellom hendelser og risikonivå

Som indikator for risikonivået bruker vi indeksen  $R$ , gitt ved:

$$R = \sum_I \sum_J NU_{ij} \cdot v_{ij}$$

$$v_{ij} = EX_{ij}$$

Her er følgende notasjon brukt:

$NU_{ij}$  antall tilløp kategori  $i$  for anlegg  $j$   
 $v_{ij}$  vekt av  $NU$  kategori  $i$  for anlegg  $j$   
 $EX_{ij}$  forventet antall omkomne ved  $NU$  kategori  $i$  på anlegg  $j$

Størrelsen av  $EX_{ij}$  uttrykkes i prinsippet som en funksjon av barrieredata (se delkapittel 4.4.2) og konsekvensdata (se delkapittel 4.4.3).

### 4.3.3 Bestemmelse av vektfaktorene

Delkapittel 4.3.2 dokumenterer sammenhengen mellom risikonivået, tilløp (NUer) og vektfaktorer. Vektfaktorene uttrykker forventet antall omkomne per opptreden av NU, i prinsippet for hvert enkelt anlegg.

Slik denne vektfaktoren er definert er den sammenfallende med slik hendelsestrær benyttes i risikoanalyser. For en gitt initierende hendelse i et hendelsestre, vil terminalhendelsene i hendelsestreet uttrykke sannsynlighetsfordelingen for konsekvensene av den initierende hendelsen. Summeres over alle slutthendelser, fremkommer forventningsverdien for vedkommende initierende hendelse. Dersom dette begrenses til omkomne, blir forventningsverdien lik vektfaktoren som angitt ovenfor.

Matematisk innebærer dette å summere produktene av betingede sannsynligheter for alle slutthendelser i et hendelsestre. Disse betingede sannsynligheter uttrykker bl.a. godhet av barrierer i en gitt ulykkessituasjon.

Vektfaktorene kan fastsettes på ulike måter:

- Gjennom data fra risikoanalyser
- Gjennom erfaringsdata om godhet av barrierer
- Kombinasjon av disse angrepsmåtene.

Dette innebærer at en forutsetning for å kunne benytte denne metodikken er at en har gjennomført risikoanalyser for aktuelle anlegg, i det minste for et representativt utvalg av slike anlegg.

## 4.4 Overordnede krav til data ved kvantifisering

For den kvantitative analysen er det behov for data om tilløp og nestenulykker, data om barrierer og konsekvensdata. De viktigste kravene omtales i det etterfølgende. Framstillingen er eksemplifisert med data om storulykker med mulige personskader.

### 4.4.1 Data om tilløp og nestenulykker

Indikatorene for tilløp og nestenulykker velges ut fra følgende kriterier:

1. De skal til sammen dekke alle kjente hendelser som kan lede til tap av liv ved storulykker. Det er altså slik at alle hendelseskjeder som kan føre til tap av liv vil inkludere en eller flere av de valgte indikatorene. I hvilken grad et tilløp fører til tap av liv, vil avhenge av den eller de barrierer som påvirker det videre hendelsesforløp.
2. Tilgjengeligheten og kvaliteten av informasjon om de enkelte tilløp og nestenulykker. Tilløpene må være observerbare og det bør helst foreligge gode/pålitelige data om opptreden. Dette er en viktig praktisk begrensning.
3. Det bør være et visst volum på årsbasis av hver enkelt indikator, slik at det ikke blir for stekt innslag av tilfeldige variasjoner.

### 4.4.2 Data om ytelse av barrierer

Barrierer definert i sin videste betydning blir et forholdsvis vidt begrep, som dekker fysiske, organisatoriske og operasjonelle barrierer.

Når det i praksis oppstår få storulykker, er det i betydelig grad fordi barrierene griper inn i feil/hendelseskjedene, og leder utviklingen til en tilstand som representerer et mindre tap enn alternativet uten barriere. Effekten av en barriere kan ofte fremstilles i et hendelsestre, - hvor barrierene representeres ved forgreningene i treet.

I risikostyringen er barrierene svært viktige styringsvariable med basis i følgende påvirkninger på barrierenes planlagte og reelle ytelser:

- I prosjekteringsfasen hvor barrierene velges, dimensjoneres og bygges inn
- I driftsfasen hvor barrierene holdes ved like, videreutvikles, forbedres

Endringer i barrierenes ytelse endrer risikonivået, og oppfølgingen av slike endringer vil derfor være en viktig faktor i overvåkingen av sikkerheten på sokkelen.

Det skilles hensiktsmessig mellom tre egenskaper ved barrieren:

- Funksjon, effektivitet, I hvilken grad den utfører tiltenkt funksjon (gitt at barrieren er til stede, operativ)
- Pålitelighet/tilgjengelighet, Sannsynligheten for at barrieren er til stede, aktiv, når det er behov.
- Sårbarhet, I hvilken grad barrieren går tapt eller svekkes av den aktuelle ulykkeshendelse (eksempel: ødelegger brannen trykkavlastningsfunksjonen?)

Dessuten kan det være hensiktsmessig å skille mellom:

- Aktive barrierer, hvor det kreves en ekstern energi, aktivering
- Passive barrierer, hvor barrieren er uavhengig av ekstern aktivering, hjelpekraft e.l.

Da storulykker er sjeldne hendelser vil registrering av barrierenes funksjon i forbindelse med storulykke gi få og spredte data, og vi må utnytte andre informasjoner og data for å kunne se trender; i prinsippet hendelser og tilstander tidligere i hendelseskjeden, eller ved å anvende resultat av simuleringer og tester.

De informasjonskilder som er aktuelle for å måle barrierenes godhet er følgende:

- **Informasjon/data fra systematiske funksjonstester.** Dette bør være den primære informasjonskilde. Det kan være realistisk å gjennomføre i praksis innenfor et anlegg, men kan bli vanskelig å oppnå enighet om hos en hel bransje.
- **Granskningsrapporter.** Der det skjer alvorlige tilløp eller nestenulykker kan det bli utarbeidet granskningsrapporter. (Mye utbredt i oljeindustrien.) Denne kilden kan muligens supplere informasjon fra funksjonstester når det gjelder delegenskapen pålitelighet. Men hovedmotivet bør være å utnytte slike informasjonskilder til å måle/overvåke egenskapene **effektivitet** og **sårbarhet**, som vanskelig kan måles på annen måte.

I de fleste næringer og samfunnsaktiviteter er data om barrierer trolig så godt som fraværende. Selv innenfor petroleumsvirksomheten på sokkelen er det lite data tilgjengelig om barrierer. Dersom slike data ikke er tilgjengelige, må modellene settes opp uten disse, basert på data om tilløp og nestenulykker samt konsekvensdata.

#### 4.4.3 Konsekvensdata

Konsekvensdata innebærer data som reflekterer konsekvenser når et tilløp eller nestenulykke oppstår, eventuelt med hensyn tatt til data om barrierer, hvis de er tilgjengelige. Det som inngår i vurderingene er primært statistisk forventede konsekvenser,  $EX_{ij}$ , se delkapittel 4.3.2. Disse bestemmes med basis i risikoanalyser og målinger av barrierenes ytelse.

Om en benytter kollisjon mellom to personbiler i en lang veitunnel som eksempel, kan det bli svært varierende konsekvenser av en slik hendelse:

- Betydelige materielle skader, men mindre personskader
- Omfattende personskader i en eller begge kjøretøyer
- Brann i en bil, men likevel ikke personskader i andre kjøretøyer
- Brann som brer seg til flere biler, og fører til betydelig antall omkomne (som det har skjedd noen ganger i Mellom-Europa i de seinere år)

For å bestemme statistisk forventningsverdi (i eksemplet her begrenset til personskader) må vi bestemme sannsynlighetsfordelingen for konsekvensene, som her kan innebære en diskret fordeling for antall omkomne, dvs:

- $P(1); P(2); \dots; P(n)$ ,  $n=N_{\max}$ ,

der

$P(x)$  betegner sannsynligheten for  $x$  antall omkomne, og

$N_{\max}$  er det maksimale antall personer som kan bli eksponert inne i tunnelen

#### 4.5 Endringer i aktivitetene

Det er to typer endringer i aktivitetene som det er aktuelt å ta hensyn til:

- Endringer over tid av volumet av aktivitet (aktivitetsnivået) med samme aktiviteter
- Endringer over tid som innebærer endringer av aktiviteter, kanskje med nye aktiviteter som en ikke har data for.

Slike endringer blir et problem, fordi en ønsker å uttrykke risiko for en fremtidig periode, der slike endringer kan gjøre seg gjeldende. Den første typen endringer er enkle å forholde seg til, de tas vare på gjennom såkalt "normalisering", se delkapittel 5.2.2.

Den andre typen endringer kan sjelden reflekteres inn i beregningene før i ettertid. Dette kan gjøre beregningene noe usikre, men når en hel bransje eller en samfunnsaktivitet betraktes, vil slike endringer som oftest komme forholdsvis gradvis, slik at problemet er begrenset.

De kvalitative vurderinger (se delkapittel 4.6) kan vanligvis ta høyde for slike endringer med nye aktiviteter, slik at en får en dekning av de, selv om ikke de kvantitative data dekker de.

#### **4.6 Kvalitative vurderinger**

For å kartlegge kvalitative aspekter ved en organisasjon benytter man ofte flere tildels overlappende metoder, ofte benyttes fire ulike metoder:

- intervjuer
- deltakende observasjon
- innholdsanalyser av skriftlig materiale som rapporter
- spørreskjema

Spørreskjema-undersøkelser er i utgangspunktet en kvantitativ metode (det er kun en eventuell fritekst som strengt tatt er kvalitativ). Deltakende observasjon vil normalt av praktiske og økonomiske årsaker være lite aktuelt.

De mest aktuelle verktøy er dermed:

- dybdeintervjuer med utvalgte informanter i den aktuelle bransjen
- periodevis gjennomført spørreskjemaundersøkelse av et representativt utvalg
- gjennomgang av aktuelle rapporter (granskingsrapporter, tilsynsrapporter, mv.)

#### **4.7 Bruk av ekspert- og referansegrupper**

Et av de viktige aspektene med risikovurdering på samfunnsnivå er å sørge for at det skapes en rimelig grad av samstemmighet omkring hva som er det aktuelle risikonivå, både ut fra bredest mulig faglig tilnærming, og ved å investere i selve prosessen, for å oppnå konsensus. For å oppnå dette ble en tilnærming utprøvd i Oljedirektoratets prosjekt. Opplegget har bestått av å involvere forskjellige aktører i arbeidet:

- Faglig referansegruppe med fagekspert på de aktuelle områder
- Partssammensatt gruppe med representanter for ulike grupperinger i samfunnet med interesser i den aktuelle virksomhet, bransje eller aktivitet.

Den faglige referansegruppen skal gi faglige innspill når det gjelder blant annet fremgangsmåte, underlagsmateriale og analyser og gi sitt syn på utviklingen generelt. De vil også ha en viktig rolle i kvalitets-sikringen av arbeidet.

Den partssammensatte gruppen er et forum for å diskutere, initiere og følge opp aktuelle sikkerhets-spørsmål, legge til rette for et godt samarbeid mellom partene i næringen og myndighetene, samt å vurdere de risikovurderinger som foretas for å sikre at alle viktige faktorer som partene er opptatt av, kommer med i arbeidet.

Opplegget ble testet ut i Oljedirektoratets prosjekt i 2000/2001 (se delkapittel 1.4.1) og funnet å være et meget effektivt virkemiddel i den aktuelle sammenhengen.

## 5. Presentasjon av risikotrender og –utvikling

### 5.1 Risikoindikatorer

Metoden anvender risikoindikatorer på forskjellige nivåer. Når en skal framstille slike indikatorer, skilles det ofte i engelskspråklig fag litteratur mellom:

- ”Leading indicators”
- ”Lagging (trailing) indicators”

Det finnes ikke gode norske oversettelser for disse begrepene, selv om tilsvarende begreper benyttes innenfor økonomisk teori. Begrepene kan forklares som følger:

- ”Leading” ”Ledende” (eventuelt ”forløper-”) indikatorer, dvs. indikatorer som før uønskede hendelser inntreffer, registrerer forløp av faktorer og forhold som påvirker sannsynligheten for opptreden, slik sannsynligheten kan påvirkes i forkant
- ”Lagging” ”Etterslepene” indikatorer, dvs. indikatorer som registrerer uønskede hendelser etter at de har inntruffet (”historiske data”)

(”Ledende” og ”etterslepene” indikatorer er foreslått etter jamføring med bruk av indikatorer innen økonomifaget.)

Ledende indikatorer er klart å foretrekke framfor etterslepene indikatorer, da de registrerer data i forkant og dermed gir anledning til å påvirke utviklingen også i forkant. Dessuten er ledende indikatorer ofte forbundet med positive faktorer, for eksempel antall øvelser, antall inspeksjoner, osv, mens etterslepene indikatorer ofte er forbundet med negative forhold, så som opptreden av nestenulykker og tilløp.

På den annen side er inngangsdata for etterslepene indikatorer ofte lettere tilgjengelig, fra ulykkesstatistikker og and statistikker over uønskede hendelser.

Ofta vil en finne følgende sammenheng:

- Indikatorer som reflekterer tilløp og nestenulykker er etterslepene indikatorer
- Indikatorer som reflekterer godhet av barrierer som skal hindre en ulykke i å oppstå, er ledende indikatorer

### 5.2 Beregning av risikoindeks

Beregning av risikoindeks har følgende trinn:

1. Beregning av risikomål
2. Normalisering
3. Vekting
4. Beregning av indeksverdi

Hvert av trinnene er kort beskrevet i de etterfølgende delkapittel.

### 5.2.1 Beregning av risikomål

Sammenhengen mellom hendelser og risikonivå er gitt i delkapittel 4.3.2. Formelen i delkapittel 4.3.2 viser at risikoen vil uttrykkes som statistisk forventet konsekvens, altså med samme enhet som den som benyttes for å beskrive konsekvensen.

For storulykkesrisiko kan dette være antall omkomne, antall tonn forurensing, antall km strandlinje ødelagt, antall dager uten elektrisk kraft tilgjengelig i et samfunn, osv.

### 5.2.2 Normalisering

Det kan vurderes om en skal justere antall hendelser ut fra aktivitetsnivået, eller oppgi det som et observert antall hendelser for den aktuelle aktiviteten. Begge tilnærminger kan gi nyttig informasjon, og bør gjennomføres i parallell.

Dersom det blir dobbelt så høyt aktivitetsnivå (eller dobbelt så mange systemer), må det forventes at antallet ulykker kan øke. I en del sammenhenger forventes at ulykkesantallet skal være konstant uansett hvor mange som er eksponert. Det kan i noen sammenhenger være en god målsetting, særlig dersom ikke er store endringer fra ett år til neste.

I andre sammenhenger, for eksempel når antallet eksponerte systemer av en bestemt type øker drastisk, er det urimelig å forvente at total antallet skal være uforandret eller gå ned. Bruken av undersjøiske veitunneler har for eksempel økt drastisk de siste 10-15 år. Dersom en vurderer risiko forbundet med slike traséer, er det naturlig at en tar hensyn til økning av eksponerte systemer.

I Oljedirektoratets prosjekt ble det valgt en parameter som gjennomgående for all normalisering. I tillegg ble det også normalisert mot andre parametre, der det var mest relevant, blant følgende:

- Produsert volum hydrokarboner
- Antall km rørledning
- Antall stigerør
- Antall innretninger av hver type
- Antall brønner boret
- Antall dykkertimer, i metning og relatert til overflatedykk

Det kan være nødvendig å skjele til hvilke data som er lett tilgjengelig som normaliseringsdata. En parameter som kan være ønsket for normalisering kan måtte utelates, hvis det er umulig eller urealistisk kostbart å samle data for den aktuelle parameteren.

### 5.2.3 Vekting

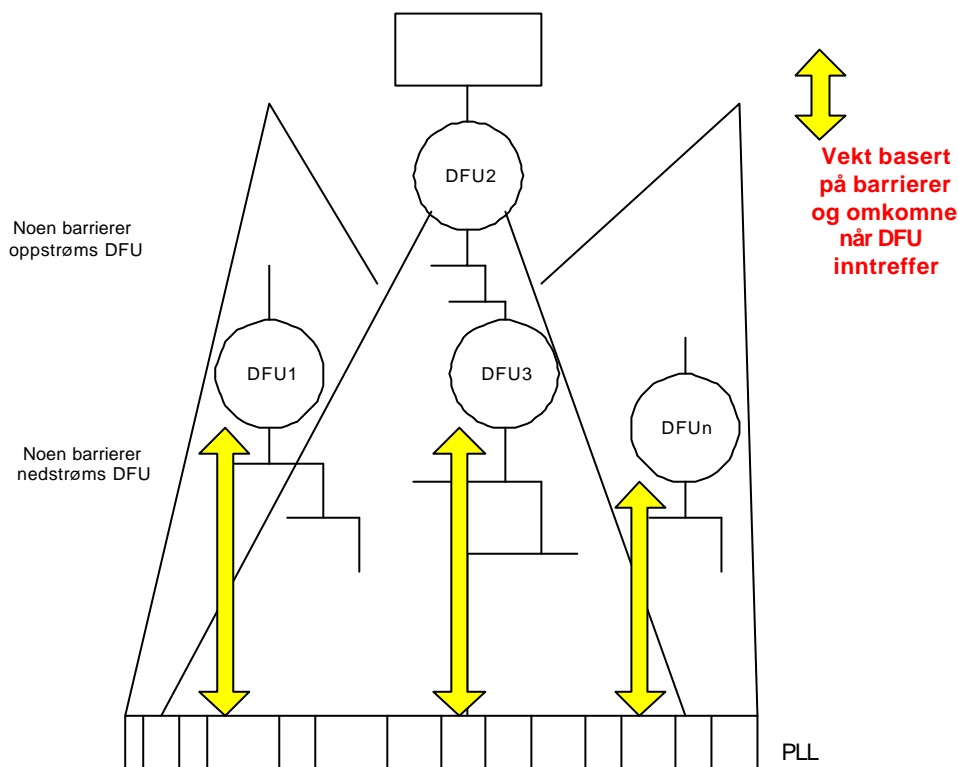
Vekting er aktuelt når indikatorer for tilløp og nestenulykker skal benyttes for å uttrykke risiko for storulykker eller andre typer hendelser med alvorlige konsekvenser.

Når en totalrisiko for storulykker skal angis, må de ulike hendelser (tilløp og nestenulykker) måles med en felles målestokk. I Oljedirektoratets prosjekt ble dette valgt å være potensialet for å gi dødsfall (dvs. det statistisk forventede antall omkomne) på innretningene.

Figur 5 illustrerer bruken av ulike kategorier tilløp og nestenulykker, og deres relasjon til totalt antall forventede omkomne, illustrert ved "PLL-raden" nederst i figuren. I tillegg til antallet tilløp ("DFU-hendelser") skal vektningen reflektere den samlede effekt av barrierene mellom tilløpene og potensielt antall omkomne, illustrert med den hendeskjeden som er antydnet i figuren.

Figuren viser også at det er betydelig forskjell på alvorligheten av tilløpene (kalt DFUene), noen er tidlig i en hendeskjede og representerer et lavt potensiale. Andre registreres først når en eller flere barrierer er brutt, og har et større potensiale for å gi skader. Vektene tar hensyn til disse forskjeller.

De gule pilene illustrerer vektene, som inkluderer funksjon og godhet (dvs. pålitelighet, tilgjengelighet og motstand mot ulykkeslaster) av barrierer, samt potensiale for omkomne.



**Figur 5** Illustrasjon av hendeskjeder og DFUer

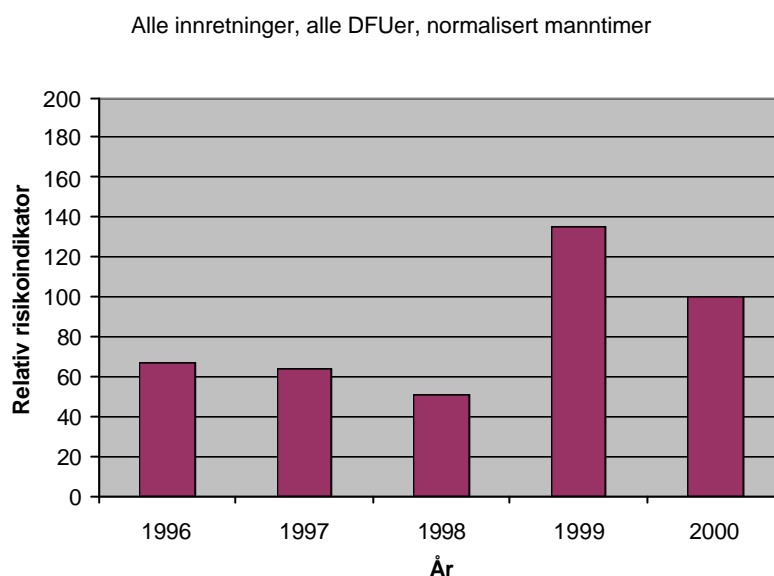
I figuren er det i hovedsak slik at alvorlighet av hendelsen øker jo lenger ned i figuren en kommer.

#### 5.2.4 Beregning av indeksverdi

Det sentrale moment i presentasjon av risikonivå for samfunnsaktiviteter er ofte å kunne bedømme en trend eller utvikling over en gitt [historisk] tidsperiode. Det kan dessuten være aktuelt å gjøre vurderinger av forventede fremtidige utviklingstrekk.

Dette innebærer at absolutt verdien av de gitte parametre ikke er av sentral betydning, men primært de relative verdier. Samtidig kan enheten som risikoverdiene ville bli uttrykt i være noe vanskelig tilgjengelig, i alle fall for ikke-eksperter. Det kan derfor være gode grunner til å beregne indeksverdier, slik som eksempelvis prisindeks er uttrykt. Dette kan innebære at verdien i et bestemt år eksempelvis settes til 100, og at alle verdier i tidligere og senere år relateres til denne verdien.

I Oljedirektoratets prosjekt ble dette gjennomført ved at verdiene for år 2000 ble satt lik 100, og at alle andre verdier er relatert til verdien i år 2000. Figur 6 viser utviklingen av indeksverdi for produksjonsinnretninger på norsk sokkel, 1996-2000, med 2000 som basisår.



**Figur 6** Totalindikator, produksjon, normalisert mot arbeidstimer

### 5.3 Trendanalyse

#### 5.3.1 Analyse av trender

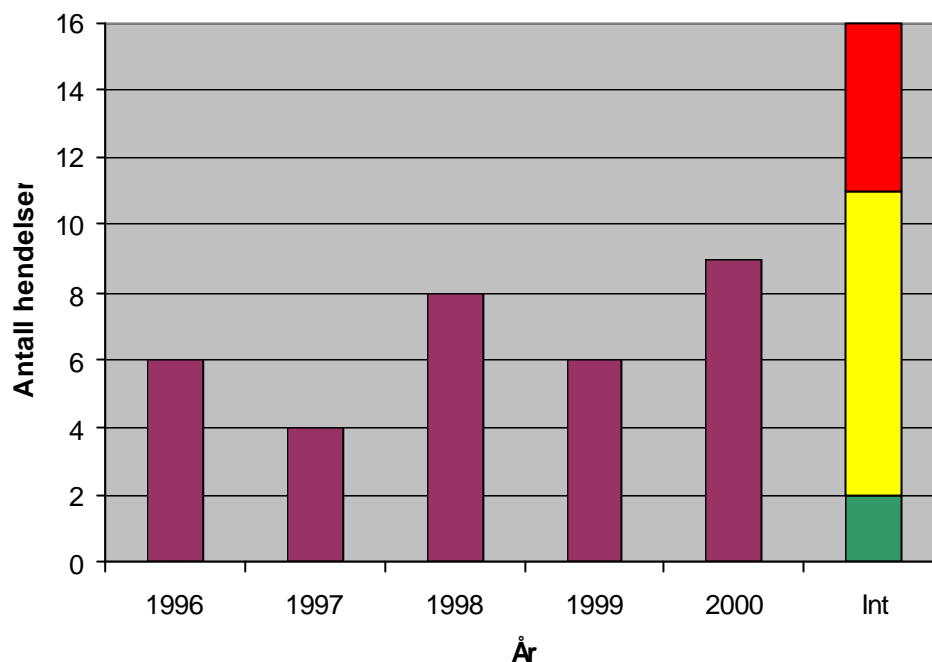
##### 5.3.1.1 Illustrasjon av trender

Som eksempel betraktes følgende målinger for en bestemt DFU i de fire foregående år:

6, 4, 8, 6,

Dette gir en gjennomsnittsverdi på 6 som såkalt prediksjon.

Så observeres i siste år verdien 9. Dette er en økning i forhold til gjennomsnittet av de tidligere årene, det kan se umiddelbart. Men er det rimelig å si at økningen er stor eller vesentlig? En slik klassifisering ville være nyttig for å kunne identifisere mulige trender. Metoden som brukes er basert på et såkalt prediksjonsintervall, som vist i Figur 7.



**Figur 7** Illustrasjon av observerte verdier for en DFU og prediksjonsintervall ("int")

I figuren skal prediksjonsintervallet tolkes som et 90 % prediksjonsintervall for inneværende år, basert på de fire foregående årene:

- **Grønt felt:** Nivået i inneværende år er vesentlig lavere enn gjennomsnitt for de 4 foregående år
- **Rødt felt:** Nivået i inneværende år er vesentlig høyere enn gjennomsnitt for de 4 foregående år
- **Gult felt:** Ingen påvisbar endring

Med 9 hendelser i inneværende år har vi en økning, men den havner i gult felt, og er følgelig er ikke vesentlig (eller sikker).

Dersom 12 hendelser observeres i inneværende år, havner vi i rødt felt, som innebærer en vesentlig økning.

### 5.3.1.2 Matematisk formulering

For å illustrere hvordan analyse av trender gjennomføres og illustreres, kan følgende eksempel betraktes:

Det antas at følgende målinger av DFUer registreres for årene 1, 2, ..., k, og la

$X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{ik}$  betegne antall DFUer for disse årene for DFU av type i,  $i=1,2,\dots,n$ .

Hvordan skal så resultatene for inneværende år, k+1, vurderes?

---

Basert på målingene  $X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{ik}$  beregnes en prediksjon for antall DFUer for inneværende år,  $X_{i,k+1}$ . Denne prediksjonen vil normalt være snittet av  $X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{ik}$ , men den trenger ikke være det. Prediksjonen kan justeres i forhold til at det har skjedd vesentlige endringer i forhold til aktiviteten for dette året i forhold til tidligere år.

Prediksjonen betegnes for  $X_{i,k+1}^*$ . I tillegg til selve prediksjonen angis et prediksjonsintervall  $[a,b]$  som er slik at en vurderer det som 90 % sikkert at  $X_{i,k+1}$  vil falle innenfor dette intervallet. Dersom  $X_{i,k+1}$  skulle vise seg å bli for eksempel større enn  $b$ , vil en betegne økningen i antall DFUer som *vesentlig*. En Poisson-fordeling brukes for å uttrykke usikkerhet.

Denne framgangsmåten med basis i Poisson-fordelingen innebærer at en tenker seg at det er en "stabil prosess" der antall hendelser er forholdsvis konstant i hvert intervall. Da er det rimelig å prediktere antall hendelser for neste år ved snittet av de foregående og angi usikkerhet ved Poisson-fordelingen. Dersom en så oppdager at resultatet er overraskende i forhold til dette utgangspunktet, så er det grunn til å stille spørsmål ved utgangspunktet, en stabil prosess. Det er "avdekket" en endring, en utvikling, en trend. Det er ønskelig at metoden skal være rimelig følsom, slik at noen utslag fås. Intervallet som produseres er altså et prediksjonsintervall basert på de gitte dataene, under en streng betingelse.

Uten denne betingelsen, ville en prediktere og angi usikkerhet på en annen måte. Hvordan er ikke opplagt og er ikke foreløpig inkludert.

Med eksemplet ovenfor beregnes prediksjonsintervallet til  $[2,11]$ .

Usikkerheten knyttet til antallet beskrives altså ved en Poisson-fordeling med parameter 6.

Denne framgangsmåten kan også brukes uten at en har systematisk innsamlede data. Det gjøres en prediksjon av  $X_{i,k+1}$  basert på den tilgjengelige informasjon.

Tilsvarende kan det gjøres sammenligninger mellom tidligere år og de to siste årene for eksempel.

For å ta hensyn til skalering i forhold til arbeidstimer, etc., kan en justere prediksjonen og parameteren i Poisson-fordelingen. Antall DFUer kan som eksempel normaliseres i forhold til timer. Disse målingene uttrykkes som antall hendelser per tidsenhet og prediksjonen blir på samme form, eventuelt multiplisert med antall timer for å få en prediksjon for selve antallet. Antall hendelser betraktes fortsatt å være poisson-fordelt, med en parameter som er proporsjonal med antall timer.

Det understrekes at prediksjonsintervallet ikke skal oppfattes som operasjonelle akseptkriterier. Intervallet er å forstå kun som en screeningmetode slik at en får fokus der en bør. Tallene kan gi utslag uten at det nødvendigvis betyr en reell forverring i forhold til tidligere år – to svært store lekkasjer kan sies å være minst like alvorlig som flere mindre. Tallene uten en forståelse av hva som ligger bak dem er av begrenset verdi.

Når en skal velge signifikansnivå for å bruk i disse testene, er det et par forhold som må vurderes:

- Et høyt signifikansnivå (eksempelvis 95%) er ønskelig, for å kunne trekke sikrest mulig konklusjoner.
- Dersom det er et lavt antall hendelser, vil et høyt signifikansnivå medføre et vidt intervall, i slike tilfeller kan det være aktuelt å velge et lavere signifikansnivå.

I Oljedirektoratets prosjekt valgte en følgende signifikansnivåer:

- 95% for arbeidsulykker, der det er betydelig antall hendelser hvert år.
- 90% for tilløp til storulykker, der det er begrenset antall hendelser per år.

#### **5.4 Syntese av kvantitative og kvalitative data**

Det vil være avgjørende for å skape tillit at en kan syntetisere kvantitative og kvalitative data, slik at de trender en ser fra kvantitative data kan bekreftes og helst forklares med utgangspunkt i de kvalitative data. Det kan ikke foreskrives noen spesiell metode for denne syntesen, den må gjøres på den mest adekvate måten i hvert enkelt tilfelle.

## **6. Bruk av metoden**

### **6.1 Storulykke – HMS-relatert**

Storulykker innen HMS-sektoren kan deles i:

- Personrisiko
- Miljørisiko
- Risiko for materielle verdier

Mulige bruksmåter for hver av disse skisseres kort i det følgende. Risiko for materielle verdier er omtalt under sårbarhet i delkapittel 6.2.

Eksempler på bruk i tilknytning til risiko for storulykker med personrisiko kan være innen transport-sektoren, ulykker knyttet til energiproduksjon, og storulykker innen spesielle bransjer. Naturfenomener med stort skadepotensial kan også oppstå, eksempelvis knyttet til stormskader og oversvømmelser.

Miljørelaterte storulykker har ikke skjedd i Norge i stor målestokk på mange år, men det har vært en rekke tilløp. Aktuelle mekanismer er kyst- eller havforurensing fra skipstrafikk, alvorlig industriforurensing og forurensing fra godstransport.

De etterfølgende kapitler diskuterer disse områdene.

### **6.2 Alvorlige hendelser – ”Sårbarhets”-relatert**

Hendelser med omfattende konsekvenser relatert til sårbarhet kan innbefatte:

- Alvorlig svikt i energiforsyning
- Alvorlig svikt i drikkevannsforsyning
- Alvorlig svikt innen helse- og omsorgssektoren
- Alvorlig svikt i tele- og datakommunikasjon
- Alvorlig svikt i elektroniske betalingsformidlingssystemer

De etterfølgende kapitler diskuterer disse områdene.

### **6.3 Begrensninger**

For at det skal være mulig å benytte denne metoden for vurdering av risikonivå for samfunnsaktiviteter, må følgende betingelser være oppfylt:

- Det må være praktisk mulig å få til en god registrering av data.
- Som et minimum må det være data tilgjengelig om tilløp og nestenulykker
- Data om godhet av barrierer bør fortrinnsvis være tilgjengelig, men er ikke absolutt nødvendig
- Aktivitetsdata bør også foreligge, som et minimum bør det være grove aktivitetsdata tilgjengelig.
- Data som underlag for å fastsette vektorer må foreligge. Dette kan være data fra tilløp til og alvorlige ulykker, men vil i såfall kreve et betydelig omfang av erfaringsdata som er relevante for de aktuelle forhold. Et mer realistisk alternativ er å benytte erfaringsdata fra risikoanalyser, for å bestemme data om vektorer. Dette fordrer at risikoanalyser for de aktuelle forhold er tilgjengelig.

### **6.4 Hva gir risikoindeks som ikke analyser og statistikk gir?**

For storulykker og andre sjeldne hendelser med stort skadepotensial er det sjelden tilstrekkelig ulykkesstatistikk tilgjengelig, slik at oppmerksomhet og fokus i samfunnet (inkludert media) ofte er på tilløp og nestenulykker.

Oppmerksomheten i samfunnet på tilløp og nestenulykker har økt betydelig i de seinere år, bl.a. i media. Ofte blir unormale hendelser framstilt i media som om det er ”på randen av katastrofe”, uansett hva det reelle potensialet i hendelsen er. Eksempelvis er det betydelig forskjell i potensialet (i alle fall det umiddelbare) dersom en betrakter følgende eksempler:

- Rutefly som må foreta nødlanding på nærmeste flyplass pga. svikt av en motor.
- Rutefly som returnerer til flyplassen der turen startet, fordi en branndetektor varsler brann om bord, men ingen brann observeres (falsk alarm).

Det er klart at første eksemplet er en alvorlig hendelse, selv om de fleste moderne fly er konstruert for å kunne lande trygt med bare en motor.

Det andre eksemplet har et betydelig mindre potensial, ettersom feilen er på et sikkerhetssystem. Først dersom det oppstår en hendelse der sikkerhetssystemet er viktig for rask deteksjon, kan en slik feil få et stort potensial. Slike hendelser er sjeldne, og sannsynligheten for at det skulle oppstå i løpet av kommende flytur er lav. Når flyet returnerer til utgangspunktet, er det av føre var hensyn, men uten at det er særlig kritisk.

Sondering mellom potensial i ulike typer tilløp og nestenulykker vil kunne gi mer presis informasjon om risikopotensial, på basis av slike tilløp.

Bruk av den beskrevne måten med risikoindeks basert på data om tilløp og nesteulykker gir en mer nyansert fremstilling av risikoforhold og –potensial enn bruk av ulykkesstatistikk og analyser av disse.

---

## **6.5 Erfaringer fra prosjektet "Utvikling i risikonivå - norsk sokkel"**

### 6.5.1 Avgrensninger i pilotprosjektet

I delkapittel 1.4.1 er det gitt en kort beskrivelse av prosjektet, inklusiv de viktigste begrensninger som ble gjennomført i pilotprosjektet.

### 6.5.2 Konklusjoner og anbefalinger

Pilotprosjektet har vist at de fleste av indikatorene fungerer som planlagt, men at det også er potensiale for ytterligere forbedring, ved eksempelvis:

- Bruk av mer detaljerte indikatorer for barrierer
- Utvikling av mer detaljerte indikatorer for arbeidsulykker og arbeidsbetinget sykdom, for å reflektere eksponering
- Gjennomgå en del av de indikatorer som er benyttet i pilotprosjektet, for om mulig å finne bedre indikatorer, som kan gi klarere konklusjoner om trender, i alle fall på sikt.

Prosjektet ble anbefalt videreført av alle parter: Oljedirektoratet, HMS faggruppe og Sikkerhetsforum. Det ble videre anbefalt at mulig utvidelse av prosjektet vurderes før plan for datainnsamling i år 2001 fastlegges.

### 6.5.3 Fremtidige utvidelser

Følgende mulige utvidelser er under vurdering, på kort og lang sikt:

- Mulig utvidelse i bredden, dvs ta med forhold som ligger under andre tilsynsorganer, og/eller andre aktører.
  - Sjøfartsdirektoratet, dvs med fartøyer som inngår i virksomheten
  - Statens Forurensingstilsyn
  - Rederier for flyttbare innretninger og andre fartøyer som inngår i virksomheten
- Mulig utvidelse i bredden, dvs å inkludere andre dimensjoner av risikobegrepet
  - Miljørisiko
  - Risiko for materielle skader
- Mulig utvidelse i dybden
  - Mer detaljerte data om barrierer
  - Data fra spørreskjema-undersøkelse

## **7. Mulig bruk i kommunal sektor**

Det er en rekke risikovurderinger som det er aktuelt å utføre på kommunalt nivå, der den foreslåtte metoden kan anvendes. De områder innenfor kommunal sektor der det kan være aktuelt å gjennomføre slike risikovurderinger er der kommunen har ansvaret for sikkerhet og beredskap innen eget område (de fleste bortsett fra enkelte innen transportsektoren), for eksempel gjennom politi, ambulans- og brannvesen.

Teksten nedenfor diskuterer kort de mest aktuelle anvendingsområdene, kategorisert som:

- Storulykker, personskader
- Storulykke, miljøskade
- Alvorlig sårbarhetshendelse

## **7.1 Storulykker – personskader**

### 7.1.1 Samferdselsulykker

Storulykker innen samferdselssektoren innebærer ulykker med mange omkomne og/eller skadde, eksempelvis:

- Bussulykker
- Togulykker (se kapittel 8.1)
- Flyulykker (se kapittel 8.1)
- Store kjedekollisjoner med personbiler

Innenfor et begrenset område er slike ulykker å betrakte som sjeldne, selv om de på nasjonalt nivå ikke alltid vil være det.

I samferdselssektoren er det betydelig omfang av tilløp og nestenulykker, slik at denne delen av erfaringsdata skulle være greit tilgjengelig. Registrering av tilløp og mindre hendelser kan imidlertid ha betydelige mangler i dagens registreringssystemer.

Fra studier på nasjonalt og internasjonalt nivå bør det være erfaringsdata tilgjengelig som kan benyttes for å bestemme vektfactorer, forholdet mellom tilløp og mindre hendelser og de alvorlige ulykker.

Normaliseringsdata er i noen grad tilgjengelig fra offentlige instanser (Vegvesenet osv.) som har diverse former for tellinger, men disse må trolig kompletteres.

### 7.1.2 Brann og eksplosjon

Brann og eksplosjon som storulykke i forhold til personskader er aktuelt innenfor flere sammenhenger, knyttet til næringsliv, skoler og institusjoner (transport av farlig god, se delkapittel 7.1.3)

- Storulykker på bedrifter som behandler/oppbevarer større mengder brann- og/eller eksplosjonsfarlig vare, med egne ansatte og naboer som utsatte grupper
- Brann i sykehus, aldersinstitusjon, skoler osv.

Det er naturlig å inkludere i denne kategorien også storulykker på bedrifter som behandler/oppbevarer større mengder giftige stoffer, (som i denne sammenheng kan sammenliknes med brann- og/eller eksplosjonsfarlig vare), med egne ansatte og naboer som utsatte grupper

Registrering av tilløp og mindre hendelser er per dags dato ikke tilfredsstillende, og må forbedres.

For mange av de aktuelle anlegg vil det trolig foreligge risikoanalyser (inkludert ROS-analyser) slik at underlaget for å fastsette vektfactorer er tilstede.

Normaliseringsdata registreres sjelden systematisk, men skulle være greit tilgjengelig.

### 7.1.3 Transport av farlig gods

Transport av farlig gods har effekter som minner mye om brann, eksplosjon og utslipp av giftige stoffer som diskutert i delkapittel 7.1.2 (miljøskade, se delkapittel 7.2.3).

Registrering av tilløp og mindre hendelser må forbedres, for å kunne benyttes for risikovurdering. Det samme gjelder for normaliseringsdata (aktivitetsdata), som det trolig er mangelfull oversikt over.

Det vil trolig foreligge risikoanalyser (inkludert ROS-analyser) for mye av den virksomheten som inngår, slik at underlaget for å fastsette vekt faktorer er tilstede.

### 7.1.4 Damulykker

Damulykker er meget sjeldne hendelser på nasjonalt nivå, og ennå mer på lokalt nivå. I de vassdrag der det er store dammer, er det en kilde til storulykkesrisiko.

Dambrudd er i betydelig grad resultat av teknisk svikt, som imidlertid kan være influert av menneskelige og organisatoriske feil i konstruksjons- og byggefase. Det kan likevel være usikkert om det er tilstrekkelig antall tilløp og mindre hendelser til at en skal kunne benytte dette som underlag for risikovurdering.

Det foreligger trolig risikoanalyser for de fleste anlegg slik at underlaget for vekt faktorer skulle være tilgjengelig. Likeledes skulle normaliseringsdata være greit tilgjengelig.

### 7.1.5 Naturfenomener

Naturfenomener omfatter flom, vind- og bølgeskader osv. Det er åpenbart at en har data for slike fenomener med varierende styrke og omfang. Vanligvis vil bruk av ordinær værstatistikk gi tilfredsstillende risikovurderinger.

## 7.2 **Storulykker - miljøskade**

### 7.2.1 Kystforurensing fra skipstrafikk

Norskekysten er lang, ofte værhard, og med mange økologisk sensitive områder. Det er betydelig skipstrafikk langs deler av norskekysten, som representerer en potensiell miljørisiko. På tross av flere grunnstøtinger og havarier de siste år, har det ikke vært omfattende miljøskade langs kysten.

Erfaringer fra hele verden tilsier at grunnstøting eller havari med tankskip vil gi katastrofal miljøskade, særlig hvis det skjer nær eller ved kysten. Omfattende trafikk med tankskip er først og fremst knyttet til raffinerier og oljeterminaler, på Vestlandet og i Oslofjorden. Det innebærer tanktrafikk langs Vestlandskysten, deler av Oslofjorden og Sørlandskysten.

Det vil være naturlig å begrense risikovurderingen til å omhandle trafikk med tankskip langs norskekysten og til norsk havner.

I fremtiden kan den største miljøtrusselen bli tankskip fra oljeproduksjon til havs i Nordvest Russland, med transport langs store deler av norskekysten. Så lenge transporten foregår i internasjonalt farvann kan ikke norske myndigheter gripe inn overfor slik transport.

Det er liten tradisjon innenfor shipping for å rapportere tilløp og nestenulykker med mindre det er lov-pålagt. Det kan derfor være vanskelig å oppnå en pålitelig registrering av tilløp og nestenulykker som kan innebære økt fare for omfattende oljeforurensing. For skip som anløper norske havner må det forutsettes at krav til slik registrering kan stilles. Men for trafikk langs kysten er det trolig ingen slik muligheter.

Det foreligger mange risikoanalyser for tanktrafikk som kan benyttes for å bestemme vektfactorer.

For anløp i norske havner er informasjon om aktiviteten lett tilgjengelig. For trafikk i internasjonalt farvann langs kysten er det ikke lett tilgjengelig informasjon om trafikken. Det skal i hht. informasjon i media foreligge en avtale med Russland om varsling av miljøfarlig last langs kysten. Det er ikke kjent om denne avtalen gir pålitelig rapportering.

## 7.2.2 Industriforurensing

Industriforurensing innen kommunal sektor innebærer potensiell forurensing fra et stort antall virksomheter som produserer, behandler og lagrer miljøfarlige stoffer. Virksomhetene spenner fra småbedrifter til store konserner, og har åpenbart vidt forskjellige ressurser og forutsetninger.

Miljøfarlig utslipp skal meldes til forurensingsmyndighetene, men det er ikke systematisk registrering av tilløp og nestenulykker. Dette vil begrense muligheten for å komme opp med gode indikatorer.

Det foreligger en del risikoanalyser fra den kommunale sektor (deriblant ROS-analyser), det skulle slik sett være data tilgjengelig for å bestemme vektfactorer.

Normaliseringsdata kan derfor være mer vanskelig, det er ikke alltid gode data som kan beskrive aktivitetsnivået i ulike bransjer og næringer.

## 7.2.3 Forurensing fra godstransport

Delkapittel 7.1.3 diskuterte risikovurderinger av transport av farlig gods med potensielle konsekvenser for personsikkerhet. I dette delkapitlet omhandles tilsvarende transport, men begrenset til stoffer som kan gi miljøforurensing.

Som beskrevet i delkapittel 7.1.3 må registrering av tilløp og mindre hendelser forbedres, for å kunne benyttes for risikovurdering. Det samme gjelder for normaliseringsdata (aktivitetsdata), som det trolig er mangelfull oversikt over.

Det vil trolig foreligge risikoanalyser (inkludert ROS-analyser) for mye av den virksomheten som inngår, slik at underlaget for å fastsette vektfactorer er tilstede.

---

### **7.3 Alvorlig sårbarhetshendelse**

#### **7.3.1 Alvorlig svikt i energiforsyning**

Alvorlig svikt i energiforsyning skjer fra tid til annen, men er ofte forholdsvis kortvarige. Dette skjer ofte i forbindelse med naturfenomener (for eksempel lynnedslag, trevelt i stort omfang pga. vind), men kan også skyldes teknisk svikt eller menneskelige/organisatoriske feil. Jo mer sentralt i distribusjonsnettverket en slik feil inntreffer, jo større vil ofte konsekvensene være.

Alvorlig svikt kan ha store konsekvenser for liv og helse (særlig i institusjoner og sykehus), men kan også ha store økonomiske konsekvenser.

Det forutsettes å være gode registreringer av tilløp og nestenulykker gjennom sentrale organer så som Statkraft og Statnett. Samme kilder skulle også kunne gi gode data for normalisering, i forhold til produserte/forbrukte energimengder. Risikoanalyser som har vært gjennomført de siste år, skulle videre kunne gi et brukbart underlag for å bestemme vektfactorer.

#### **7.3.2 Alvorlig svikt i drikkevannsforsyning**

I den kommunale sektor er alvorlig svikt i drikkevannsforsyning en kritisk sårbarhetshendelse for lokalsamfunnet, særlig hvis det varer lengre tid.

Det finnes neppe noe systematisk registrering av tilløp og nestenulykker.

Det er trolig i noen grad gjennomført risikoanalyser (inkludert ROS-analyser) som kan benyttes for å bestemme vektfactorer.

Det er usikkert hva slags data som er tilgjengelig for å bestemme normaliseringsfactorer.

#### **7.3.3 Alvorlig svikt innen helse og omsorgssektoren**

Det er flere forhold som kan medføre alvorlig svikt innen helse- og omsorgssektoren. Alvorlig svikt i energiforsyning (distribusjon og tilførsel, se delkapittel 7.3.1). Lokal svikt i strømforsyning inne på institusjonen (eksempelvis pga. brann i elektrisk utstyr) er et annet eksempel på en hendelse som kan gi slik alvorlig svikt. Matforgiftning blant pasienter (eller ansatte) er et annet eksempel.

Det er usikkert om det er tilfredsstillende, systematisk registrering av tilløp og nestenulykker.

På den annen side er det trolig i noen grad gjennomført risikoanalyser (inkludert ROS-analyser) som kan benyttes for å bestemme vektfactorer.

Gjennom rikstrygdeverket forutsettes det å være tilstrekkelig data tilgjengelig for å bestemme normaliseringsfactorer.

---

## 8. Mulig bruk innen transportsektoren

### 8.1 Oversikt

Innenfor transportsektoren er det flere aktiviteter som ikke åpenbart inngår i det kommunale ansvarsområdet, slik at andre offentlige myndigheter har ansvar for sikkerhet og beredskap. Dette gjelder bl.a.:

- Luftfart, inklusiv helikoptertrafikk til anlegg på sokkelen
- Fergetrafikk, riksveisambandet
- Passasjertransport med hurtigbåt
- Internasjonal fergetrafikk
- Persontransport med tog
- Kystforurensing fra skipstrafikk

Mulig bruk av den foreslåtte metoden for risikovurdering i forbindelse med passasjertransport med hurtigbåt skisseres kort i det følgende, som et aktuelt eksempel.

### 8.2 Passasjertransport med hurtigbåt

Sikkerhet i forbindelse med passasjertransport med hurtigbåt langs kysten har vært i fokus i flere år, pga. enkelte ulykker opp gjennom årene, men har særlig vært i fokus etter Sleipner-ulykken i november 1999. I ettertid har det også blitt satt fokus på tilløp og nestenulykker.

Det er slik sett kartlagt at det er et ikke uvesentlig omfang av tilløp og nestenulykker, slik at denne delen av erfaringsdata skulle være greit tilgjengelig. Registrering av tilløp og mindre hendelser kan imidlertid ha betydelige mangler i dagens registreringssystemer.

Fra risikoanalyse og andre studier på nasjonalt og internasjonalt nivå bør det være erfaringsdata tilgjengelig som kan benyttes for å bestemme vekt faktorer, forholdet mellom tilløp og mindre hendelser og de alvorlige ulykker.

Antall rederier som har hurtigbåttrafikk er forholdsvis begrenset. Det er også et felleskontor for disse rederier. Selv om normaliseringsdata må samles inn fra hvert enkelt rederi, skulle ikke dette være en spesielt omfattende oppgave.

Det skulle slik sett ligge godt til rette for å benytte metoden for risikovurdering for transport av passasjerer langs kysten med hurtigbåt.

## 9. Mulig bruk på nasjonalt nivå

### 9.1 Oversikt

Det er en del samfunnsaktiviteter (andre enn innenfor transportsektoren) som inngår i nasjonale myndigheters ansvarsområde. Dette gjelder bl.a.:

- Personulykker på sokkelen
- Personulykker med handelsskip

- 
- Ulykke med miljøskade innen petroleumsindustrien på sokkelen
  - Ulykke med miljøskade innen internasjonal skipsfart
  - Omfattende svikt i energiforsyning og –distribusjon
  - Omfattende svikt i drikkevannsforsyning
  - Omfattende svikt i tele- og datakommunikasjon
  - Omfattende svikt i elektroniske betalingsformidlingssystemer

Mulig bruk av den foreslåtte metoden for risikovurdering i forbindelse med omfattende svikt i tele- og datakommunikasjonssystemer skisseres kort i det følgende, som et aktuelt eksempel.

## **9.2 Omfattende svikt i tele- og datakommunikasjon**

Sommeren 2001 skjedde en alvorlig feil i det sentrale systemet for elektroniske betalingsformidling som benyttes av mange sparebanker i Norge. Feilen oppstod i datasystemet, men kunne like godt skjedd i kommunikasjonsdelen av systemet. Feilen oppsto også på et forholdsvis gunstig tidspunkt. Sommeren 1999 ble en sentral telekabel i Kristiansand ødelagt under graving, med omfattende brudd på teleforbindelser (inkludert nødtenester) i området over lengre tid. I etterkant av begge hendelser ble det en offentlig debatt om sårbarheten og beredskap mot slike hendelser.

Disse to enkelthendelsene kan illustrere det potensialet som slike hendelser har for infrastrukturen i samfunnet. Begge hendelser hadde heldigvis forholdsvis begrensede konsekvenser.

Så vidt vites er det ingen sentral registrering av hendelser med betydning for sårbarhet, ei heller for hendelser som kan betraktes som tilløp til svikt av systemer for tele- og datakommunikasjon. Det må etableres en slik registrering av hendelser.

For å etablere vekt faktorer, må en ta utgangspunkt i risikoanalyser, i den utstrekning de måtte foreligge. Dette antas å være i beskjeden grad.

Det må trolig benyttes forholdsvis generelle normaliseringsdata, ettersom detaljerte normaliseringsdata neppe kan forventes å være tilgjengelig.

---

## 10. Referanser

---

- 1 Et sårbart samfunn - utfordringer for sikkerhets- og beredskapsarbeidet i samfunnet, NOU 2000:24
- 2 Om redningshelikoptertjenesten, NOU 1997:3
- 3 Utvikling i risikonivå - norsk sokkel, Pilotprosjektrapport 2000, Sammendrag, Rapport nr OD-01-018
- 4 Utvikling i risikonivå - norsk sokkel, Pilotprosjektrapport 2000, Rapport nr OD-01-017
- 5 Utvikling i risikonivå - norsk sokkel, Metoderapport 2000, Rapport nr OD-01-0??
- 6 Øien og Sklet. Metode for å utarbeide tekniske risikoindikatorer, SINTEF-rapport STF38, A98434, Trondheim, Januar 1999
- 7 Øien & Sklet. Bruk av risikoanalyser i driftsfasen, etablering av sikkerhetsindikatorer og modellering av organisatoriske faktorerens effekt på risikonivået. En "state-of-the-art" beskrivelse. SINTEF-rapport STF38 A99416, Trondheim, Oktober 1999
- 8 Øien og Sklet, 2001. Metodikk for utarbeidelse av organisatoriske risikoindikator, STF38 A00422 (vil bli publisert)
- 9 Forskrift om styring i petroleumsvirksomheten, Oljedirektoratet, 3.9.2001
- 10 Reason, James: "Managing the Risks of Organizational Accidents", Ashgate, Aldershot, 1997