SINTEF Teknologi og samfunn
Sikkerhet og pålitelighet

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: S P Andersens veg 5
7031 Trondheim
Telefon: 73 59 27 56
Telefaks: 73 59 28 96

Foretaksregistreret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Overordnet risiko- og sårbarhetsanalyse for samferdselssektoren

FORFATTER(E)

Per Hokstad

OPPDRAGSGIVER(E)

Samferdselsdepartementet

RAPPORTNR.	GRADERING	OPPDRAGSGIVERS REF.	
STF50 A05152	Åpen	Anders R. Hovdum	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
Åpen	82-14-02-600-8	504030	32/3
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)
SAMROS sept 2005.doc		Per Hokstad	Lars Bodsberg
ARKIVKODE	DATO	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)	
	2005-09-27	Lars Bodsberg, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Rapporten beskriver et opplegg for risikoanalyse innen samferdselssektoren. Det er fokus på beskrivelse og analyse av delsystemer, for å kartlegge deres sårbarhet med hensyn til større ulykker, evt. bevisste skadelige handlinger (sabotasje/terrorisme). Scenarioanalyser og vurdering av tiltak er behandlet på et meget overordnet nivå. Rapporten er et innspill til Samferdselsdepartementets SAMROS prosjekt.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Risikoanalyse	Risk Analysis
EGENVALGTE	SAMROS	SAMROS

INNHOLDSFORTEGNELSE

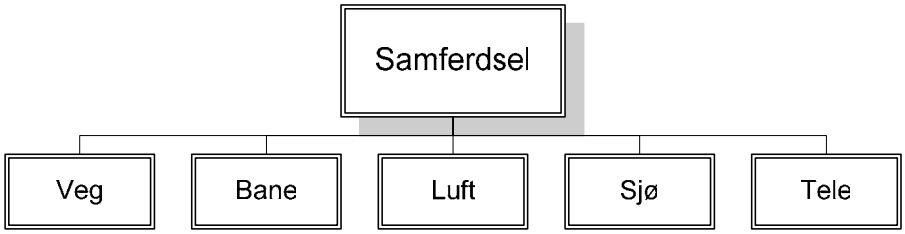
Forord

Rapporten er utarbeidet som et innspill til Samferdselsdepartementet og aktuelle etater i forbindelse med gjennomføringen av SAMROS 2005/2006 (Risiko-og sårbarhetsanalyse for samferdselssektoren), der en ønsker å komme fram til en helhetlig og konkret strategi for sikkerhet og beredskap mot alvorlige hendelser innen samferdselssektoren. Vi vil takke Anders R. Hovdum for godt samarbeid og mange nyttige innspill. Vi vil også takke for gode kommentarer under arbeidsmøter med representanter fra de aktuelle etater.

Per Hokstad
Prosjektleder

1 Innledning

Rapporten skal bidra til en felles begrepsforståelse og metodisk tilnærming til SAMROS-prosjektet. Den gir forslag til strukturering av risiko-og sårbarhetsanalyser (ROS[1]-analyser), primært for de innledende faser av SAMROS. Metodikken som beskrives, skal benyttes for de etater/områder som faller inn under Samferdselsdepartementets ansvarsområde, se Figur 1.



Figur 1 Samferdselsområder/etater som skal analyseres.

Metodikken er tilpasset det ”løp” Samferdselsdepartementet har lagt opp til ved gjennomføringen av SAMROS. Dette innebærer at en først har en innledende felles Fase 1 med beskrivelse av det totale samferdselsområdet som skal analyseres, og at de ulike etatene så gjennomfører etatsvise ROS-analyser av sine system (Fase 2). Deretter utvikles scenarier for svikt som berører flere samferdselsgrener (Fase 3), og disse analyseres med hensyn til påvirkende faktorer og effekt/nytte av tiltak (Fase 4), før det til slutt utvikles felles tiltaksstrategier (Fase 5); se Figur 2.

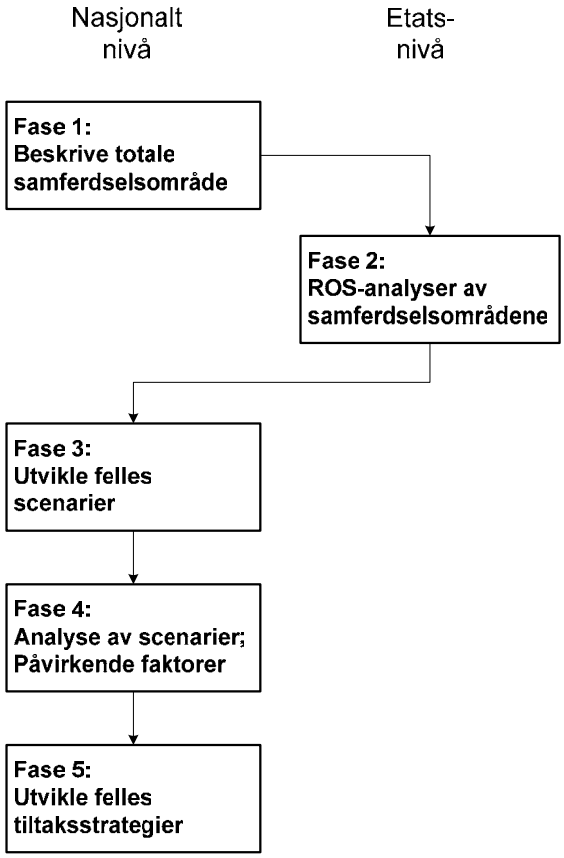
Analysemetodikken som skisseres i rapporten fokuserer på Fase 2, dvs. ROS-analysemetodikk, som den enkelte samferdselsgren skal utføre hver for seg. Disse analysene skal kartlegge de ”kritiske objektene” innen den aktuelle etaten, og er beskrevet i kapittel 3 av rapporten. Fasene 3-5 er kun kort skissert i kapittel 4.

Selv om rapporten fokuserer på konsekvenser av at objekt svikter og ikke går inn på frekvenser/sannsynligheter og hva som er de relevante truslene, er det i Vedlegg B gitt en oversikt over aktuelle trusler med en kategorisering av relevante tap som følge av truslene.

Det er gitt at analysen skal fokusere på framføring over stamnettet. Det er likevel aktuelt å trekke inn omkjøringsmuligheter ved svikt (dvs. manglende evne til trafikkavvikling) på stamnettet.

Mens en standard risikoanalyse fokuserer på akutte hendelser, som resulterer i skade på menneske, miljø og materiell vil en her ha fokus på ”villede handlinger” og tap av ”produksjon” i vid forstand, (i dette tilfelle fremføring av personer, varer, data/IKT). Videre vil en fokusere på alvorlige konsekvenser for samfunnet, (viktige funksjoner, vitale nasjonale interesser), som følge av regularitetsbrudd.

[1] ROS = Risiko Og Sårbarhet



Figur 2 Fasene i SAMROS

Vedlegg A gir en del relevante definisjoner. Det finnes en rekke standarder for risikoanalyse (se f.eks. en liste gitt på http://www.ntnu.no/ross/srt). Standarden IEC60300-3-9 [21], (”Risk analysis of technological systems”) angir tre trinn i risikostyringsprosessen:

1. Risikoanalyse
   - Definisjon av analysens mål og omfang (systembeskrivelse/nedbrytning)
   - Identifisere trusler (“hva kan gå galt”)
   - Estimere risikoen (frekvens og konsekvens av uønskede hendelser)

2. Risikovurdering
   - Vurdering/beslutning om aksept av risiko
   - Analyse av opsjoner

3. Risikoreduksjon/kontroll
   - Beslutninger (valg av opsjoner)
   - Implementering
   - Overvåking av risiko

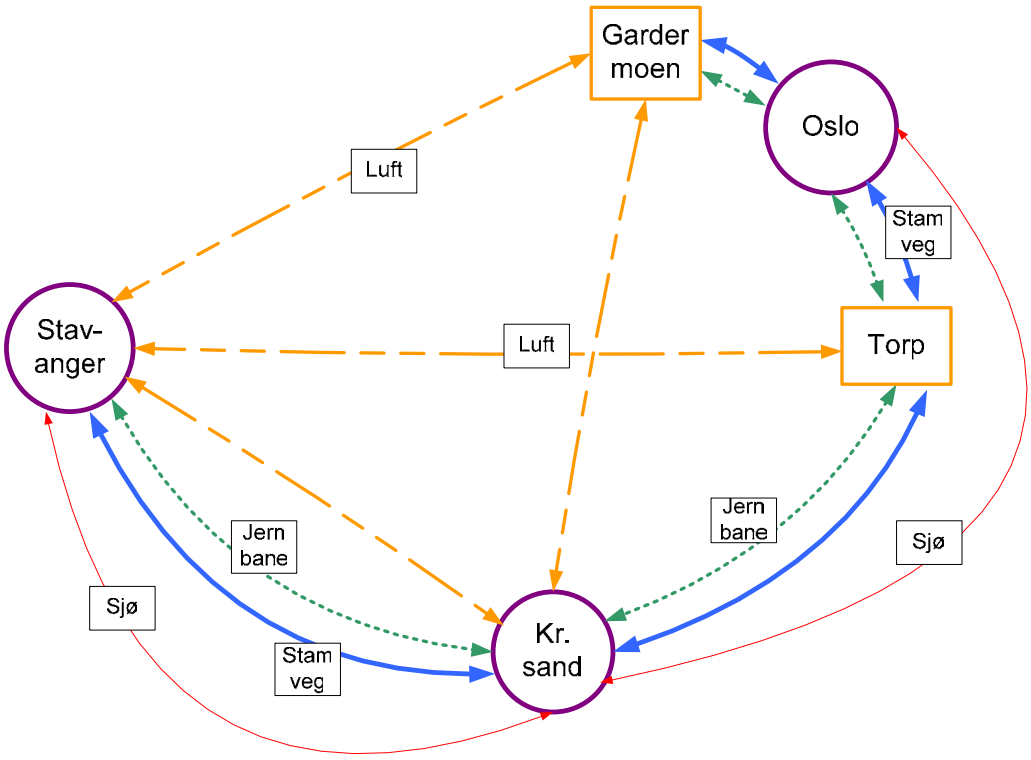
Denne rapporten vil kun dekke elementer av trinn 1 og 2. Vår tilnærming er inspirert av artikkelen [6], som fokuserer på risiko knyttet til terrorangrep på viktig infrastruktur

2 Beskrivelse av det totale samferdselsområdet

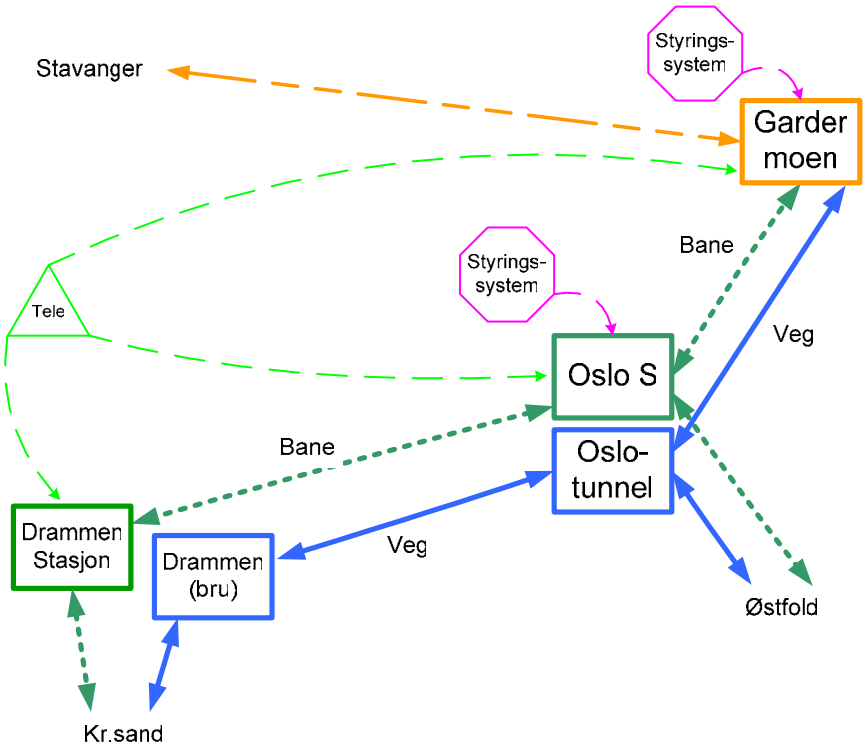
Figur 3 og Figur 4 gir en grov illustrasjon av nedbrytning av et totalt samferdselssystem i de enkelte samferdselsområder. Figur 3 er et eksempel på en overordnet/forenklet versjon av ”Korridor 3” i Stortingsmelding nr 24, se [20]. Denne korridoren inkluderer stamnett for veg, bane, luft og sjø- transport på strekningen Oslo-Stavanger, der også Kristiansand og flyplassene Gardermoen og Torp er tatt med; (Grenland er med i [20] men er for enkelhets skyld fjernet i figuren). Videre er verken tele eller ulike hjelpesystem tatt med her. Et alternativt til å beskrive en *korridor* er å lage en skisse f.eks. av Oslo-*regionen,* (som viser hovedsamferdselsveger rundt og ut av Oslo). Merk at i Figur 3 benyttes sirkler for byene. Hver sirkel omfatter dermed system/knutepunkt for flere samferdselsgrener, og figuren gir dermed bare en meget grov oversikt.

Figur 4 skisserer en viss detaljering for veg, bane og luft for området Oslo/Gardermoen. Her har vi lagt inn Oslo S og Oslo-tunnelen som knutepunkt i henholdsvis bane og vegtrafikk. Tilsvarende foreslås Drammen hovedjernbanestasjon og det sentrale vegknutepunkt i Drammen, (som muligens kan lokaliseres til brua med E-18). Figuren er ufullstendig og meget skjematisk og må detaljeres videre, bl.a. med øvrige hjelpesystem. (Det er etatenes analysegrupper som har den relevante kompetanse til å bryte ned og evaluere totalsystemene)

I figurene benyttes firkanter for å angi ”knutepunkt” innenfor en gitt samferdselsgren. Når det gjelder f.eks. Oslo S og Gardermoen vil disse knutepunkt, sammen med sine styringssystem og diverse hjelpesystem, betegnes et ”system”. Disse systemene kan så brytes ned i sine enkelte delsystem (objekter). For andre knutepunkt (for eksempel en bru) har en kanskje ikke samme behov for videre nedbrytning og knutepunktet utgjør alene et ”objekt”.



Figur 3 Skisse av ”Korridor 3”: Hovedtransportvegen Oslo-Stavanger.



Figur 4 Eksempel på en viss detaljering av området Oslo/Gardermoen (veg, bane, luft, tele).

3 Etatsanalyser

”Fase 2” i SAMROS består i at de enkelte samferdselsetatene beskriver og analyserer sin infrastruktur (sine totalsystem) og identifiserer kritiske ”objekter” (delsystem/funksjoner). Analysene forventes å være forholdsvis grove. De skal kunne utføres av personell som ikke nødvendigvis er eksperter på ROS-analyse og resultatene skal være lette å kommunisere til andre samferdselsgrener.

Totalsystemet for en etat er dets stamvegnett med tilhørende hjelpesystem osv. Dette totalsystemet brytes ned i de enkelte delsystem/funksjoner, og deretter kartlegges analyseobjektenes kritikalitet og avhengigheter mot andre samferdselsgrener. Større knutepunkt, som Oslo S eller Gardermoen flyplass, omtales som ”system”, og brytes videre ned i en rekke objekter/delsystem. Den videre analyse går så ut på å klargjøre konsekvensene ved svikt av de ulike objektene.

3.1 Nedbrytning av samferdselsgren

En hver fremføringslinje (kabeltrase, veg, bane osv) med tilhørende hjelpesystem er et potensielt ”kritisk objekt”. Men listen over de objektene som identifiseres i etatenes analyse bør begrenses, og vi foreslår følgende liste av objekter (som altså skal vurderes og analyseres videre):

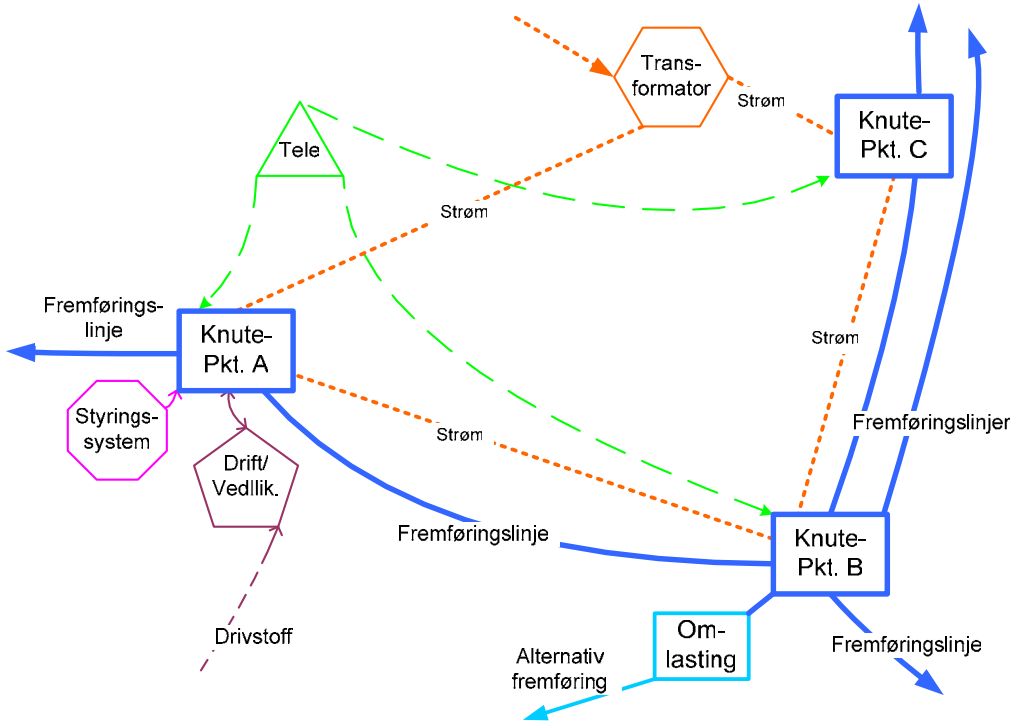
- Kritisk element av en framføringslinje for den aktuelle samferdselsgrenen. Det gjelder
  - Knutepunkt, dvs. møtepunkt for flere fremføringslinjer
  - Bruer
  - Tunneler
  - Øvrig sårbare strekninger; f.eks. rasutsatt veg , utsatt kabeltrase, fysisk nærhet til andre framføringslinjer, osv
- Trafikk- og styringssystem
- Omlastingsterminaler (bl.a. mellom samferdselsgrener)
- Oppstillingsplasser og vedlikeholdsområder for transportmidler (tog, buss, fly osv)
- Passasjerterminaler
- Øvrige hjelpesystem
  - Strøm/omfordeling av strøm
  - Tele/kommunikasjonssystemer
  - Lokalisering av organisasjon (drift/vedlikehold)
  - Drivstofflager.

Observer at denne lista begrenser seg til selve infrastrukturen inklusiv transportmidler (tog, buss, trailer, fly osv), men derimot ikke menneskelige ressurser (nøkkelpersonell), og nødvendige funksjoner som f.eks. sikkerhetskontroll (på flyplasser). Det må vurderes for hvert enkelt system om en finner det nødvendig å inkludere dette allerede i Fase 2, eller kan utsettes til Fase 3. (Omvendt kan en finne at noen av punktene på lista over kan utsettes til Fase 3.)

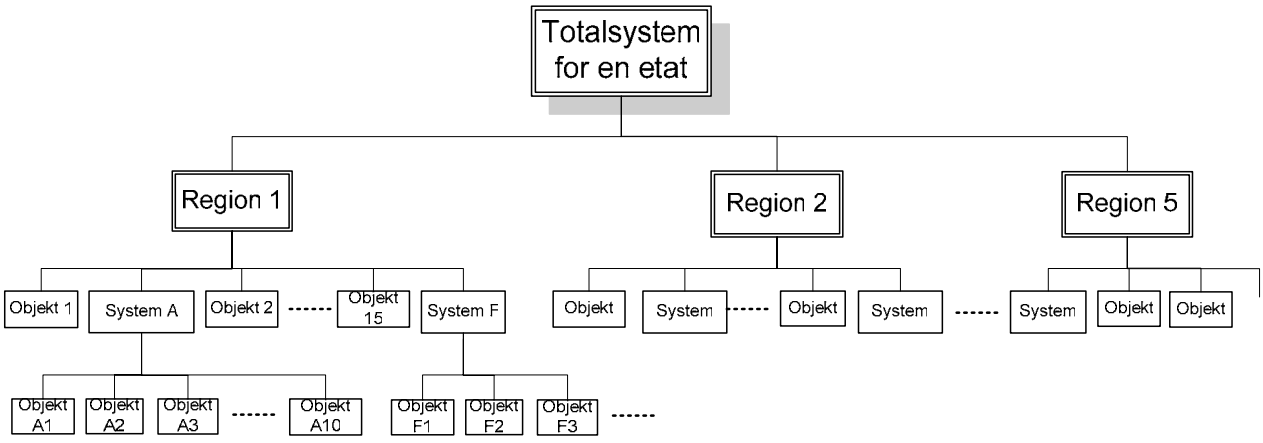
Figur 5 skisserer utsnitt av en mulig systembeskrivelse for én samferdselsgren (f.eks. bane). Her har vi et område med tre knutepunkt (system) A, B og C. Fremføringslinjene (f.eks. tog) er heltrukne med tykk strek. En sentral for trafikkstyring er lokalisert ved Knutepunkt A. Også driftsorganisasjon og vedlikehold er plassert her. Ved knutepunkt B kan en foreta omlasting til annen transportform (f.eks. veg). Et slikt større knutepunkt vil, sammen med sine styrings- og

hjelpesystem utgjøre et ”system”, mens altså de enkelte delsystem omtales som objekter. Videre er på denne skjematiske figuren også strømtilførsel og tele-system skissert.

Den systematisk nedbrytning av samferdselssystemene i sine enkelte (analyse)objekt er skissert i Figur 6, der vi har ett totalsystem (hele samferdselsnettet for en etat). Dette er først splittet på fem regioner, og hver region er deretter splittet opp i sine enkelte system og objekter. Region 1 er her som eksempel tegnet inn med 15 objekter pluss Systemene A-F, som hver har en rekke delsystem/objekt. Tilsvarende gjelder for de øvrige regionene. Behovet for å benytte ”system” i analysen kan variere mellom samferdselsgrenene, og er vel mindre for eksempel for veg enn for bane.



Figur 5 Utsnitt av systembeskrivelse for én samferdselsgren (f.eks. bane). Figuren illustrerer et område med tre knutepunkt/system, et styringssystem og en del hjelpesystem.

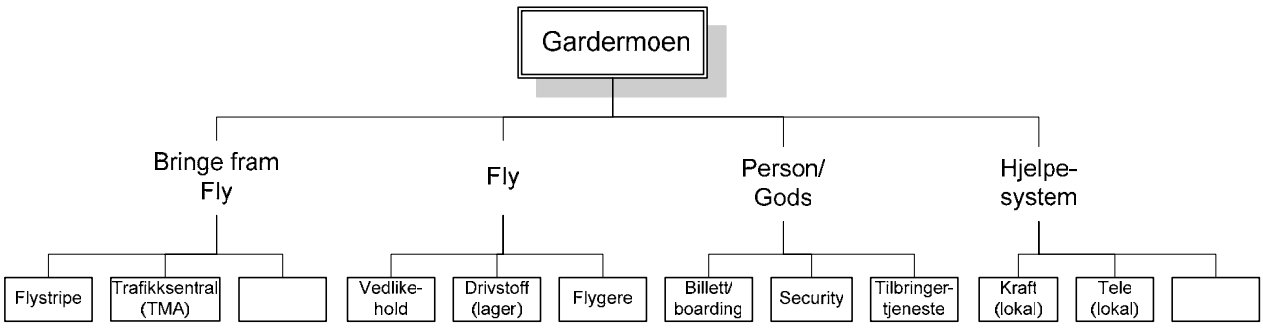


Figur 6 Nedbrytning av totalsystemet for en samferdselsgren.

Eksempel 1. Gardermoen: Nedbrytning av et system i objekter (delsystem og funksjoner)
Et komplekst system som Gardermoen må brytes systematisk ned i sine enkelte delsystem, og en kan da gjerne lage grafiske fremstillinger av de enkelte delsystem/funksjoner: Dette kan også være en støtte når en senere skal synliggjøre avhengigheter til andre (del)system. Figur 7 skisserer en systematisk nedbryting som synliggjør hvilke delsystem/funksjoner som er nødvendig for å utføre person- og gods-transport på Gardermoen (Oslo lufthavn). Delsystemene / funksjonene er delt i følgende 4 hovedgrupper (nivå 2 i figuren):

1. Nødvendig for avvikling av flytrafikk, (fungerende flystripe, flygeledertjeneste, osv)
2. Nødvendig for å ha flyvedyktige fly, (vedlikehold, drivstoff, piloter, osv.)
3. Nødvendig for betjening av passasjerer/gods, (tilbringertjeneste, sikkerhetskontroll, osv)
4. Hjelpesystem: Mange funksjoner/delsystem er avhengige av kraft og tele. Vi har derfor tegnet inn dette på linje med de andre delsystem. For å forenkle figuren er ikke de enkelte delsystemers avhengighet av kraft/tele illustrert her.

De viktigste delsystem/funksjonene er inntegnet som nivå 3 i denne figuren (som omfatter mer enn de rent fysiske objekt). Merk at denne figuren ikke er ment å være komplett; noe som er antydet med et par tomme bokser. F.eks. viser *ikke* figuren at en ren (bombe)trussel kan være nok til å sette driften ute av funksjon. Det vil være en del av analysen å fremskaffe en full oversikt over alle trusler mot drift, og det kan være aktuelt å benytte feiltre[2] i en mer detaljert analyse. Men på dette trinn i analysen bør en holde seg til en enkel fremstilling som antydet i figuren. Den enkelte etat må identifisere de delsystem/funksjoner som inngår i hvert system.



Figur 7 Eksempel på nedbrytning av system (Gardermoen flyplass). Tredje linje gir objekter, (delsystem/funksjoner) som er nødvendig for drift. Ikke komplett figur!

3.2 Identifisering av de mest sårbare/kritiske objektene

Når totalsystemet er beskrevet og brutt ned i de enkelte analyseobjekt, er neste punkt i analysen å finne fram til de mest kritiske objektene. Dette baserer seg på informasjon om berørt trafikk og ulike vurderinger knyttet til konsekvenser ved svikt. I Tabell 1 under gis en liste av momenter som bør inngå i vurderingen. Disse er splittet på to ”nivå”. Når det er et system (Gardermoen, Oslo S) som analyseres, foreslås at punktene 1-3, og i hovedsak også 4, vurderes på systemnivå, mens punktene 5-7 behandles for hvert delsystem (objekt). For objekt som ikke inngår i et system gjør en ikke noe slikt skille.

[2] Feiltre er en vanlig brukt analyseteknikk i pålitelighetsanalyse og risikoanalyse, se for eksempel [22]

Tabell 1 Innsamling av informasjon om og vurderinger av systemer og delsystem for en etat

Nivå	Type informasjon/vurdering	Kommentar
System	1. Mengde trafikk (person, gods, data), som er avhengig av at systemet (objektet) er operativt.	Mengde farlig gods er relevant med hensyn til storulykkesrisiko.
System	2. Sårbare og viktige brukere som blir ”betjent” av systemet (objektet).	Det kan gjelde viktig/sårbar industri, offentlige tjenester, eller samfunnskritisk funksjoner generelt, som får store konsekvenser ved bortfall av denne type samferdsel
System	3. Avhengigheter innen aktuelle samferdselsgren. Gjelder både ”positiv og negativ avhengighet”.	(i) ”Positiv avhengighet” i form av erstatninger (”omkjøringsmuligheter”) ved svikt/utfall av system. (ii) ”Negativ avhengighet”, dvs. muligheten for at samferdsels-problemer eskalerer til større regioner.
System evt Delsystem	4. Koplinger og avhengigheter mot andre samferdselsgrener: a. Fysisk nærhet til (del)system fra annen samferdselsgren b. Er avhengig av samme hjelpesystem som (del)system fra annen samferdselsgren, c. Funksjon av (del)system avhenger av annen samferdselsgren, eller omvendt d. Annen transport kan være redundans/erstatning ved utfall av (del)systemet	a. F.eks. veg, jernbanelinje og telelinje ligger nær inntil hverandre, slik at disse blir sårbare objekt. b. F.eks. (del)system fra annen samferdselsgren benytter samme telesentral eller transformatorstasjon c. F.eks. at drivstoff for fly bringes fram med jernbane. Evt. ”dominoeffekter”. d. ”Positiv avhengighet”: f.eks. gods kan fraktes på jernbane istedenfor veg.
Delsystem	5. Grad av innebygd beskyttelse (barrierer) mot aktuelle trusler.	Inkluderer planlagte erstatnings-løsninger og beredskap ved utfall.
Delsystem	6. Varigheten av bortfall av objektets hovedfunksjoner etter svikt (reparasjonstid)	Vurder intervall for typisk varighet ved utfall. Dessuten er ”worst case” interessant (reparasjons/-gjenoppbyggings - tid ved full ødeleggelse).
Delsystem	7. Potensialet for at det inntreffer storulykke (i form av mange omkomne) i forbindelse med svikt av dette objektet.	Vurder om det er enkelt å ”skape” en storulykke i forbindelse med at objektet settes ut av spill.

Den enkelte analysegruppe må vurdere disse punkter, og tilpasse til aktuelle samferdselsgren. Ikke alle vurderinger/spørsmål er like aktuelle for alle. For noen er det f.eks. ikke så aktuelt å bruke de to ”nivåene”, eller det passer bedre å flytte noen vurderinger mellom de to nivåene, avhengig av systemet som analyseres.

Det antas at det i hovedsak blir grove vurderinger som utføres i denne fasen. Men en må ha i tankene at hovedoppgaven for totalprosessen er å vurdere potensialet for alvorlige samfunnsmessige konsekvenser i tilfelle et gitt objekt svikter, (ved bortfall av en av dets hovedfunksjoner). Vurderingene bør derfor understøtte en slik målsetting. Videre er det gitt at en

rekke vurderinger skal utsettes til senere faser. Det gis ingen vurdering av sannsynligheter og årsaker i denne omgang. Dette betyr også at mange sider ved konsekvensene blir usikre: f.eks. vil varigheten avhenge av ”hva som egentlig har skjedd”, hva er årsaken til utfallet av (del)systemet. Siden dette ikke vurderes, bør en i stor grad legger opp til en ”worst case” tankegang og vurdering. Hva er *potensialet* for alvorlige konsekvenser, (spesielt mht. nedetid og antall omkomne), som det er en realistisk mulighet for å kunne inntreffe, (eller bevisste skadevoldere antas å få til med tilgjengelige ressurser).

Med utgangspunkt i vurderingene listet i Tabell 1 bør det lages skjema som dokumenterer evalueringene av de enkelte objekt og system. Under gis forslag til en slik skjematikk; splittet på tre tabeller (Tabell 2, Tabell 3 og Tabell 4):

I. Evaluering av system
II. Evaluering av (del)system mht avhengigheter mot andre samferdselsgrener
III. Evaluering av delsystem mht beskyttelse og konsekvenser

Disse tabellene bør ikke oppfattes som fasit men som utgangspunkt for gjennomgangen. Generelt bør en inkludere kommentarfelt i tabellene.

I. Evaluering av system (Tabell 2):

1. Trafikkmengde, (dvs direkte konsekvens for trafikkavviklingen lokalt). Her angis hvor stor trafikk systemet betjener, for eksempel målt i antall personer pr døgn (og/eller godsmengde pr døgn, osv). Enten oppgis konkrete tall, eller en angir klasser, f.eks. *Lav* (L), *Middels* (M), *Høy* (H).

2. Sårbare og viktige brukere som blir berørt. Avmerk med stikkord sårbar/viktig industri som berøres (fisketransport, leveranse av industriprodukt med tette frister, osv). Tilsvarende vurderes offentlige tjenester som berøres og problem for privatpersoner generelt. Også her kan en bruke f.eks. L, M, H.

3. Avhengigheter og konsekvenser for den aktuelle samferdselsgrenen. Vurder først omkjøringsmuligheter og godhet av disse. Dessuten om det i tillegg til umiddelbar effekt for trafikkavvikling lokalt, også er regionale/nasjonal konsekvenser for trafikkavvikling: (Angi omfang f.eks. ved L, M, H).

Disse vurderingene antas å være gyldige for alle delsystem som hører til systemet og gjennomføres derfor kun på systemnivå.

Tabell 2 Opplysninger/vurderinger på systemnivå, internt for aktuelle samferdselsgren.

System	1. Trafikkmengde				2. Sårbare og viktige brukere som blir berørt			3. Avhengigheter internt i etat	
	Person	Gods	Farlig gods	Data	Indu-stri	Offent-lig	Privat	Erstat-ninger	Eskaler-ing

II. Evaluering av (del)system mht avhengigheter mot andre samferdselsgrener (Tabell 3)
Her har vi vurderinger som går på avhengigheter til *andre samferdselsgrener*.

Vi påpeker at under punktet 4c) dekkes avhengighet "begge veier": både at aktuelle system (evt. objekt) som undersøkes er avhengig av tjenester fra andre samferdselsgrener, men også at andre samferdselsgrener er avhengig av tjenester fra det systemet (evt. objektet) som undersøkes. Merk at vi ikke her tar med avhengigheter av hjelpesystem (tele osv), da dette er dekket ved at tele evt. er definert som hjelpesystem.

Tabell 3 Beskrivelse og vurdering av avhengigheter mot (del)system i andre samferdselsgrener

System: XX

(Del)-system	4a) Fysisk nærhet til andre system	4b) Felles Hjelpesystem	4c) Avhengighet, andre samferdselsgrener	4d) Annen transport gir erstatning/ redundans

III. Evaluering av delsystem (Tabell 4)
I andre kolonne av tabellen foreslås å gi en definisjon/beskrivelse av aktuelle delsystem. Videre vurderes:

5. *Beskyttelse/Erstatning*: Har en muligheter til å etablere erstatning ved bortfall av gitte delsystem? Angi type erstatning, evt prosentvis dekning ved en delvis erstatning.

6. *Varighet*: Gi intervall for forventet tid (antall dager e.l.) til delsystemet igjen er operativt etter svikt, dvs reparasjonstid. Den øvre grense (Max) angir "worst case". Kan evt også anslå tid til delsystemet er gjenoppbygd til f.eks. 50 % kapasitet.

7. *Storulykkespotensiale*. Kan angis som sannsynlighet (pr år) for storulykke, evt. kategoriene L, M og H. En storulykke er ofte definert som ulykke med 5 omkomne eller flere. Da svært mange ulykker innen samferdsel har et potensial for minst 5 omkomne, kan en også bruke et høyere tall.

Tabell 4 Vurderinger knyttet til utfall av delsystem.

System: XX

Del-System	Definisjon av delsystem (lokalisering osv)	5. Beskyttelse / erstatning	6.Varighet av utfall (dager)			7. Storulykkes-potensiale
			Min	Gjennom-snitt	Max	

Oppsummering.
Analysen må tilpasses de enkelte etater. Ikke alle kolonner i tabellene trenger å benyttes for ethvert system. Hovedformålet med skjemaene foreslått som tabellene 2-4 er å fremskaffe materiale for en vurdering av de samfunnsmessige konsekvenser av bortfall av system/delsystem. En ønsker å identifisere de mest kritiske, som bør analyseres videre. Det må derfor foretas en

oppsummering som ender opp med en rangering av objektene og systemene. Dette kan til dels gjøres kvalitativt, ”ut fra en totalvurdering”, men det kan også være fordelaktig å definere en ”risikoindeksindeks” for objektene. Som skissert foretas det en vurdering av objektenes kritikalitet relatert til hver av de 7 faktorene som listet i Tabell 1. Hvis en så gir hver av disse faktorene en ”vekt” etter hvor viktig det vurderes (relativt sett), kan en finne en ”veiet sum” av vurderingene som uttrykkes ved en ”risikoindeks”. En slik fremgangsmåte kan lette prioriteringsarbeidet.

I Tabell 5 har vi satt opp forslag til en oppsummeringstabell, hvor det som siste kolonne er lagt inn en slik risikoindeks. Denne tabellen er dermed en sammenfatning av tabellene 2-4. Når det f.eks. gjelder kolonnen ”Trafikkmengde” kan en velge enten å overføre alle de fire relevante kolonnene (person, gods, osv) fra Tabell 2, eller en kan velge å sammenfatte disse opplysningene i et totalmål for trafikkmengde (f.eks. som et tall på en skala fra 1-5).

Resultatene i Tabell 5 kan så videre fremstilles grafisk, f.eks. ved at de ulike objekter avmerkes på kart, der de gis farge rød, gul grønn avhengig av kritikalitet, dvs. verdi av risikoindeks, (jfr. presentasjonsformen benyttet i [24]).

Tabell 5 Mulig oppsummeringstabell for en etatsanalyse.

System: XX

Objekt	Trafikk-mengde	Sårbare brukere	Intern avhengighet		Koplinger andre samferdselsgrener	Beskyt-telser	Varighet	Storulykkes-potensiale	Risiko-indeks
			Positiv	Negativ					

Merk at det er visse begrensninger på de analyser som foreslås gjennomført i denne fasen. Konsekvensvurderingene er begrenset til primært å gjelde effekt for trafikkavvikling, (dvs. mengde trafikk som berøres, type og kritikalitet av trafikken, varighet av nedetid osv). Videre settes ikke noe krav om å vurdere *delvis funksjon*, dvs. at f.eks. 50 % av kapasiteten opprettholdes. I hovedsak beskrives dermed en av/på situasjon, der (del)systemet enten virker (med 100 % kapasitet) eller ikke virker i det hele tatt. Der det faller naturlig og en har data bør analysen også gi vurdering av den situasjonen at systemet f.eks. har en ”kapasitet på minst 80 %” av full funksjon.

Samfunnsmessige konsekvenser forfølges heller ikke i stor grad her, og evt. tap av omdømme for etat eller departement er ikke del av vurderingen i denne fasen. Det er heller ikke lagt opp til vurderinger mht tap av liv/helse, med det unntak at en ser på mulighet for storulykke. Disse forhold bør komme sterkere inn i neste fase av analysen (se neste kapittel).

Resultatene av denne fasen er dermed en systembeskrivelse, der en har brutt ned totalsystemene, har vurdert objektene, og videre etablert en liste med mest kritiske objekt. Disse vil være kandidater til å inngå i de fellesscenarier som skal analyser i neste fase av analysen.

Avslutningsvis illustrerer vi hvordan en analyse av avhengigheter for komplekse system kan understøttes av en figur, (som kan være like aktuell å benytte i Fase 3).

Eksempel 2. Sammenhenger og avhengigheter
Vi antyder her hvordan Figur 7 kan utvides til å vise avhengigheter mot andre objekt og system (inkl. andre samferdselsgrener). I Figur 8 er inntegnet piler som antyder påvirkninger ”fra - til”. (Det som ligger mellom de to stiplede linjene representerer Gardermoen flyplasss; det øvrige er eksternt til dette systemet.)

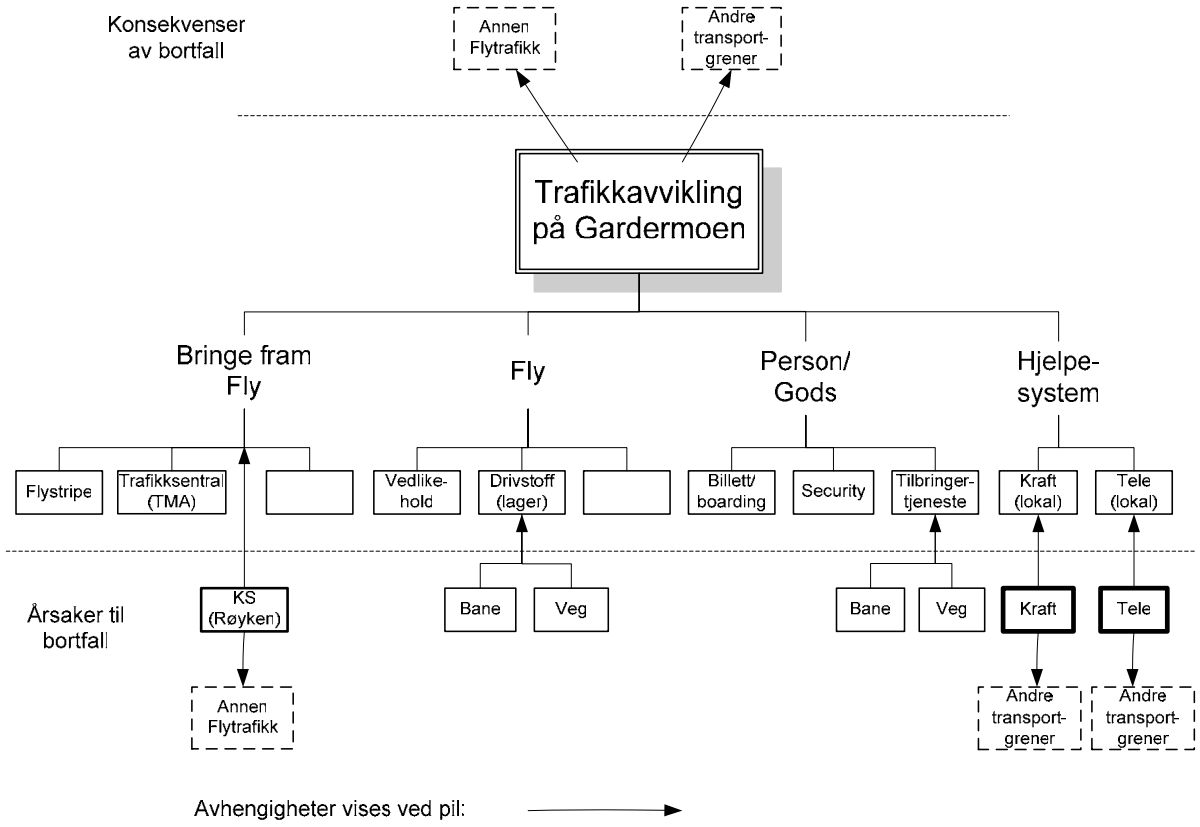
Øverst kan en legge inn konsekvenser av at Gardermoen flyplass ”faller ut”. Vi skiller mellom konsekvenser for annen flytrafikk, og eventuelle konsekvenser for andre samferdselsgrener, (jernbane, ….).

I nedre del av figuren har vi så skissert at drift av Gardermoen også er *avhengig av* andre system. Vi har lagt in KS (Røyken) som en forutsetning for avvikling av flytrafikken. Dette er et ”fellessystem” som også vil påvirke drift av andre ”system” (flyplasser).

Jernbane og/eller veg er nødvendig for å opprettholde drivstofftilførsel og også tilbringertjeneste for passasjerer/gods (spesielt fra/til Oslo S). Dette er en avhengighet som bare går en vei.

Videre vil det være kraft- og tele-system som er ”fellessystem” for Gardermoen og andre trafikktjenester.

Dermed skisserer figuren tre hovedtyper avhengighet: (i) Annen samferdsel avhenger av drift av Gardermoen (se øvre del av figur), (ii) Drift av Gardermoen er avhengig av andre system (bane, veg), (iii) Rene ”felleskomponenter” som direkte setter flere system ute av drift (kraft, tele). Figuren fokuserer på funksjoner og dekker ikke avhengigheter i form av fysisk nærhet.



Figur 8 Ulike typer avhengigheter mellom Gardermoen og annen samferdsel (skisse)

4 Sammenfatning av etatsanalysene og utvikling av scenarier

Dette kapitlet gir en oversikt over oppgaver i ”Fase 3” (analyse av scenarier), og skisserer så det videre løp i totalanalysen (Fasene 4-5).

4.1 Valg av scenarier

I ”Fase 3” antar vi at det innledningsvis vil være behov for å samkjøre/supplere analysene og systembeskrivelsene utført av de enkelte etater i ”Fase 2”. Deretter utvelges scenarier på tvers av etatene og som skal analyseres i detalj. Følgende trinn foreslås for en slik utvelgelse:

1. Ut fra kritiske objekter (evt. system) identifisert av etatene i Fase 2, lager man en liste over de som har betydelige avhengigheter mellom minst to av samferdselsgrenene.

2. Det lages en oversikt over kriterier for utvelging av scenarier, (type hendelser som en ønsker dekket totalt i scenariene); ut fra for eksempel ønske om
   - å ha geografisk spredning, (dekke både by og land?),
   - å dekke ulike typer objekter og samferdselsgrener
   - å ha med storulykke, f.eks. tunnelulykke, kollisjon der tog er involvert; (minst ett scenario?)
   - å ha med terror/sabotasje, evt kombinert med store menneskelige skader, (minst ett scenario?)
   - osv

3. Ut fra punktene 1 og 2 spesifiseres en (prioritert) liste med scenarier, dvs. konkrete *hendelser*, lokalisert til bestemte *objekt* (og geografiske steder), som til sammen antas å være ”dekkende”. Antall scenarier som skal utvelges avgjøres som en del av prosessen. En kan for eksempel starte med å utvikle et lite antall (3), og så se hvor mange en rekker innen de gitte tidsrammer.

4.2 Scenarioutvikling

Når en har valgt scenarier har en spesifisert en konkret uønsket hendelse, (f.eks. storulykke, terror/sabotasje), relatert til et gitt system/objekt (på et gitt sted). Dette scenariet skal så utvikles for å kartlegge de ulike konsekvenser. Dette blir en relativt omfattende og komplisert oppgave, siden det er ønskelig å vurdere et helt spektrum av konsekvenser, fra redusert trafikkavvikling og antall omkomne, til de videre effekter for viktige samfunnsfunksjoner. I denne analysen må en utnytte den informasjon som er samlet i Fase 2, men også supplere denne med mer detaljert kunnskap om akkurat det (del)system og den type hendelse som er valgt i scenariet.

Første trinn bør være å utvikle selve hendelsesforløpet av ulykken/angrepet. I den sammenheng identifiseres barrierer som måtte foreligge som beskyttelse mot denne type hendelser og hvilket beredskap en har for å redusere omfang og konsekvenser. Ved å beskrive de mulig forløp (bl.a. ut fra hvilke beskyttelser som fungerer), vil en kunne få et bilde av mulig/sannsynlig ødeleggelse av infrastrukturen (dvs system/objekt), samt antall skadde/omkomne personer.

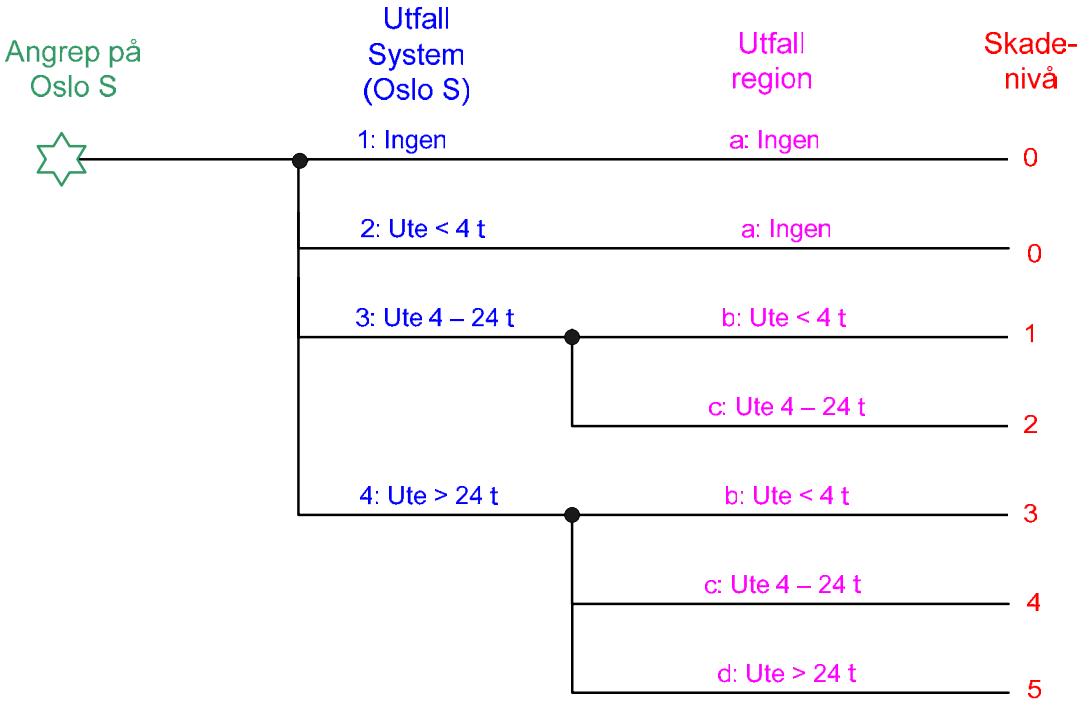
Neste trinn vil være å vurdere de kortsiktige og langsiktige konsekvenser for samferdsel (trafikkavviklingen). Viktige vurderinger er knyttet til varighet av nedetid, dvs. reparasjonstid av skadet (del)system, erstatningsmuligheter og potensialet for eskalering til å berøre samferdsel i større områder (region) og andre samferdselsgrener.
Endelige vurderes effekter for samfunnsfunksjoner og omdømme (for etater/myndigheter).

En viktig diskusjon blir i hvor stor grad (evt. hvordan) en skal gjennomføre kvantifiseringer; dvs. for sannsynligheter av scenarier og for de ulike konsekvenser.

Eksempel 3. Konsekvenser med hensyn til "nedetid".
Utvikling av mulige hendelsesforløp kan støtte seg på såkalte hendelsestre og tilsvarende grafiske framstillinger, som illustrerer de mulige konsekvenser av et scenario. Scenarioutviklingen i [6] benytter en form for hendelsestre for å identifisere/illustrere de mulige konsekvenser med hensyn til varighet av nedetiden og geografisk omfang (dvs. konsekvenser for samferdselen i regionen, evt. en "korridor").

Figur 9 gir en enkel illustrasjon av en slik analysemetode. La scenariet være knyttet til systemet, Oslo S, og la uønsket hendelse være "angrep på Oslo S". Her fokuserer vi på "primær"-konsekvenser (dvs "nedetid"), som kan beskrives for eksempel som:

Skadenivå 0: Nedetid for Oslo S er høyst 4 timer, og ingen nedetid for region.
Skadenivå 1: Nedetid for Oslo S er 4 – 24 timer, og høyst 4 timer for (deler av) region
Skadenivå 2: Nedetid for Oslo S er 4- 24 timer, og 4 – 24 timer for (deler av) region
Skadenivå 3: Nedetid for Oslo S er minst 24 timer, og høyst 4 timer for region
Skadenivå 4: Nedetid for Oslo S er minst 24 timer, og 4 – 24 timer for region
Skadenivå 5: Nedetid for Oslo S er minst 24 timer, og minst 24 timer for region



Figur 9 Utvikling av scenario med konsekvenser med hensyn til nedetid.

Andre kombinasjoner antas her for enkelhets skyld å ikke være aktuelle. Evt. kan det være ønskelig å innføre mer detaljerte skadenivå, bl.a. ved å spesifisere *hvor stor del av totalnettverket (regionen*) som er nede i et angitt tidsintervall. Vi vil imidlertid se bort fra denne problemstillingen her.

De ulike skadenivåene med hensyn til "nedetid" (for jernbanedrift) sammenfattes i et diagram av den typen som er gitt i Figur 9. For å kunne vurdere rimeligheten av disse utfallene må en vurdere/besvare en rekke spørsmål jfr. vurderingene i Fase 2. Bl.a. følgende pkt. er relevante:

i. Muligheten for at et spesifisert fysisk angrep på system eller delsystem vil lykkes, og Oslo S blir "satt ut av spill" for viss tid; dvs skaden overstiger Skadenivå 0 (vurder bl.a. antall, effektivitet og pålitelighet av barrierer; uavhengighet mellom disse; avhengigheter mellom delsystem).
ii. Varighet av evt. nedetid for Oslo S (vurder reservesystem, gjenvinningsmuligheter, beredskapsplaner).
iii. Muligheten for at hele, evt. deler av regionen settes ute av spill som følge av eskaleringseffekt; (vurder bl.a. kapasiteter og mulighet for overbelastninger, koplinger).
iv. Evt. varighet av konsekvens for region

Når konsekvensene med hensyn til nedetid er kartlagt, gjenstår viktige vurderingene med hensyn til de totale konsekvenser for trafikant og samfunn. En skal også vurdere

v. Mulige avhengigheter og konsekvenser for andre trafikkgrener og tele, (antall berørte etater, samordning, …).
vi. Totale konsekvenser for trafikkutøvere (mulighet for å få transport til arbeid, nødvendig varetransport for næringsliv, …..), evt konsekvenser for brukere av tele-tjenester.
vii. Konsekvenser for samfunnsfunksjoner forøvrig (skole, helse, næringsliv, …)
viii. Konsekvenser for omdømme av berørte etater

Scenarioutviklingen blir åpenbart ytterligere kompleks hvis en i tillegg må ta hensyn til at f.eks.

- hendelsen også resulterer mange omkomne/skadde, som kan vanskeliggjøre evt. ta noe av fokus vekk fra arbeidet med å få systemet opp igjen
- samtidig/samordnet angrep på tele/datasystem, som vil vanskeliggjøre gjenoppbygging.

Analysen av scenariene, med detaljering av de ulike typer konsekvenser som kan ventes/er mulige, er derfor en utfordrende oppgave. Videre må en vise hvordan disse scenariene kan gi en best mulig forståelse av det totale risikobilde; (her kommer representativitet av scenariene inn, jfr. Avsnitt 4.1.)

4.3 Tiltaksstrategier

Her skisseres kort hvordan de analyserte scenarier kan benyttes for å identifisere mest effektive tiltak (Fase 4) og utvikle tiltaksstrategier (Fase 5).

Fase 4: Analysere scenariene med hensyn til influens og effekt/nytte
Vurdering av tiltak kan naturlig starte med å identifisere/analysere hvilke faktorer som påvirker henholdsvis hyppighet av definert uønsket hendelse og konsekvens/omfang. For å få en god systematikk som gir en dekkende analyse, vil vi foreslå bruk av "risikopåvirkende faktorer" og influensdiagram. Det synes også naturlig å kombinere dette med en barrieretankegang, og det

antas at en i Fase 3 har identifisert de ulike barrierer (fysiske, organisatoriske,…) som kan bidra enten til redusere sannsynligheten for at den uønskede hendelsen inntreffer, eller at den bidrar til å stoppe utviklingen i scenariet, dvs. reduserer konsekvensen.

Videre foreslås nå å lage en oversikt over risikopåvirkende faktorer (se Vedlegg C) som påvirker sannsynlighet for bl.a.:

- Uønsket hendelse (ulykke/angrep) inntreffer
- Hendelsen avverges/"kveles i fødselen"
- Unngår eskalering (spredning til flere regioner/samferdselsgrener)
- Hurtig gjenvinning til normalsituasjon
- Stort antall omkomne
- Tap av omdømme

Disse generelle faktorene kan være både

- tekniske, (vedlikehold/modifikasjon barrierer, reservesystem, ….)
- menneskelige, (kompetanse kunnskap, ferdigheter, ….)
- organisatoriske (kvalitet prosedyrer, beredskapsplaner, sikkerhetskultur, tydelighet av ansvarsforhold, …)

En må også her vurdere avhengigheter som gir ekstra sårbarhet. En del faktorer kan være etatsspesifikke, andre på departementsnivå, (eventuelt "samfunnsnivå").

En slik systematisering av faktorer anbefales for å sikre en mest mulig komplett analyse, og vil være en støtte når en i Fase 4 skal foreslå og vurdere effekt av tiltak. Metodikken vil gi en relativt lik behandling av scenariene, gjøre det relativt enkelt å se hvilke tiltak som har effekt for flere scenarier, og gir også et felles rammeverk (på tvers av etater) for evaluering av fremtidige scenarier.

Fase 5: Utvikle felles tiltaksstrategier.
I Fase 5 legges strategien for videre arbeid. Vi ser for oss følgende tema i denne fasen

- Sammenfattende vurdering av de undersøkte scenariene, for å identifisere de viktigste tiltak totalt sett.
- For den enkelte etat, prioritere viktigste tiltak og legge strategi for hvordan og med hvilke tidsplan en skal gjennomføre disse.
- Tilsvarende gjennomføres for Samferdselsdepartementet. Her antas at det vil være en viktig deloppgave å identifisere og legge plan for nødvendig samarbeid med andre departement, for å ta fatt i overgripende problemstillinger, spesielt knyttet til beskyttelse mot "villede handlinger" generelt, (evt også knyttet til beredskap?)
- Vurdering av behov for og plan for ytterligere arbeid: metodeutvikling, nye scenario-analyser osv.

5 Referanser

1. *Risikobasert tilsyn – Konseptstudie for Arbeidstilsynet*. SINTEF rapport STF38 A97418, 1997.
2. NOU 2000:24. *Et sårbart samfunn. Utfordringer for sikkerhets- og beredskapsarbeidet i samfunnet*.
3. *Risiko på tvers (RPT) Gjennomgående og helhetlig strategi for risikovurdering på HMS-området.* SINTEF rapport STF A01435, 2002.
4. *Viktige forhold knyttet til myndighetenes regulering av helse, miljø og sikkerhet i virksomhet med storulykkespotensial, med særlig fokus på petroleumsvirksomheten. Hva bør inngå i beslutningsunderlaget*? SEROS rapport nr 91886, 2004.
5. *Satsing på forskning om samfunnssikkerhet og sårbarhet. Samfunnsvitenskapelige og humanistiske tilnærminger*. Notat av Jan Hovden til Norges Forskningsråd av 10. mai 2004.
6. *Confronting the risk of terrorism: making the right decisions.* Spesialnummer av Reliability Engineering & System Safety, Vol. 86, No. 2, 2004.
7. Hokstad P & Steiro T, *Overall Strategy for risk valuation and priority setting of risk regulations.* Reliability Engineering and System Safety, Vol. 91, No. 1, 2006.
8. *Samfunnssikkerhet* – Forsøk på en begrepsfesting (Notat av B.I. Kruke, O.E. Olsen, J. Hovden.
9. Stortingsmelding Nr. 17 (2001-2002). *Samfunnssikkerhet. Veien til et mindre sårbart samfunn.*
10. Stortingsmelding Nr. 39 (2003-2004). *Samfunnssikkerhet og sivilt-militært samarbeid.*
11. Kaplan S, *The Words of Risk Analysis.* Risk Analysis, Vol 17, No. 4 pp 407-417, 1997.
12. Klinke A & Renn O, *Precautionary principle and discursive strategies: classifying and managing risk*. Journal of Risk Research, Vol. 4, No. 2, pp 159-173, 2001.
13. Einarsson S & Rausand M, *An Approach to Vulnerability Analysis of Complex Industrial Systems.* Risk Analysis, Vol. 18 No. 5, pp 535-546, 1998.
14. *Vurdering av samfunnssikkerheten ved etablering av NOKAS'anlegg i Stavanger*. SINTEF rapport STF50 A05053, 2005.
15. *Helicopter Safety Study 2*. SINTEF rapport STF38 A99423, 1999.
16. NOU 2002: 17. *Helikoptersikkerheten på norsk kontinentalsokkel. Delutredning nr. 2: Utviklingstrekk, målsettinger, risikopåvirkende faktorer og prioriterte tiltak.*
17. *HSC Safety Assessment. Summary report. Joint Nordic Project.* Marintek rapport MT60 Å98-163, 1998.
18. *Katastrofepotensialet ved uønskede hendelser innen transport; hvilke faktorer avgjør om en hendelse utvikler seg til en storulykke*. SINTEF Rapport STF38 A04411, 2004.
19. *Storulykker i Norge 1970 – 2001*. Utgave 3, SINTEF Rapport STF38 A02405, 2003.
20. Stortingsmelding Nr. 24 (2003-2004). *Nasjonal transportplan 2006-2015* (Kap 8: Transportkorridorer.), 2004.
21. IEC 60300-3-9, Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems, 1995.
22. Rausand M & Høyland A, System Reliability Theory. Models, Statistical Methods and Applications. Wiley, 2004.
23. ROS programmet: Risiko og Sårbarhetsforskning, NFR. http://www.sintef.no/static/tl/projects/ros/ros-publ.html
24. Risiko- og sårbarhetsanalyse av riksvegnettet i Buskerud. SINTEF rapport STF22 F01326 (Fortrolig), 2001.

VEDLEGG A: Referanser og definisjoner

Vi gir her noe bakgrunnsstoff for den foreslåtte analysemetodikken.

Det er etter hvert en ganske betydelig litteratur innen dette og beslektede områder. Rapporten [1] diskuterer risikobasert tilsyn, uten at en kommer inn på villede handlinger. Rapporten, *Risiko på tvers* [3], [7] diskuterer et bredt spektrum av trusler – også bevisst skadelige handlinger, uten å ha fokus på dette. Rapporten [4] ser på storulykkespotensialet, med fokus på petroleums-virksomheten.

Sårbarhetsutvalgets innstilling [2], gir en bred gjennomgang av problemstillingen der også villede handlinger har en bred plass, og dette er senere fulgt opp av to notat [5], [8]. Videre har vi to stortingsmeldinger om samfunnssikkerhet [9], [10].

Når det gjelder metodikk for risikoanalyser, nevnes standarden [21] og ROS-programmet [23] som har utgitt omfattende litteratur. På området sårbarhet nevnes artikkelen, [13]. Videre har Reliability Engineering & System Safety nylig utgitt et spesialnummer, *Confronting the risk of terrorism*, [6] som er meget relevant i vår sammenheng. Endelig nevnes at SINTEF nylig har utgitt rapporten, [14] som vurderer samfunnssikkerhet ved etablering av NOKAS' anlegg i Stavanger; men den håndterer primært risiko knyttet til et evt. "angrep", og ikke på eventuelle problem i etterkant.

En har ulike definisjoner av begreper som risiko og sårbarhet. Vi starter med å gi en kort diskusjon av de grunnleggende begrepene.

Risiko

- Norsk Standard definerer risiko som: Uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier. (Sannsynlighet og konsekvens.)

Det er nok her underforstått at de uønskede hendelser er ulykker(og ikke bevisst skadelige handlinger), og denne referansen er representative for et "tradisjonelt" risikobegrep. Imidlertid vil en nå også finne et noe "utvidet risikobegrep" ved f.eks. å inkludere flere typer tap/konsekvenser:

- Sårbarhetsutvalget, NOU 2000:24, (se Avsnitt 2.3 og Vedlegg 1 i [2]) sier at Risiko er en funksjon av sannsynligheten for mulige uønskede hendelser og konsekvensene av disse. Risiko uttrykker fare for tap av viktige verdier som følge av uønskede hendelser. Viktige verdier kan f.eks. være liv, helse, miljø, økonomi og gjennomføring av kritiske samfunnstjenester.

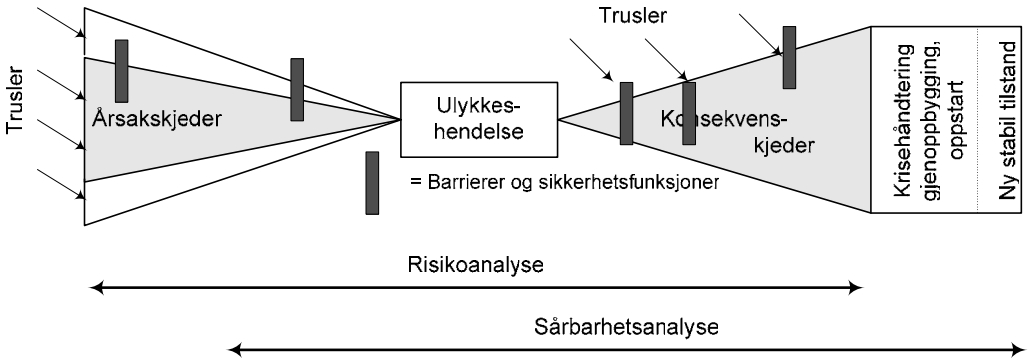
- Klinke og Renn [12]/"Risiko På Tvers"(RPT), [3, 7] legger spesiell vekt på å få en vid definisjon av risiko.:
  Risiko refererer til muligheten for at menneskelige handlinger eller hendelser leder til konsekvenser som påvirker aspekter av hva mennesket verdsetter.
  RPT [3, 7] gir også en kortversjon av dette: *"Mulighet for fremtidig tap av verdier"*.

Dette risikobegrepet vil ikke begrense seg til ulykker/naturkatastrofer. Og det er en utvikling mot at risikobegrepet utvides, og i dag vil det ofte inkludere både

- "beregnet risiko", og
- ulike sosiale / kulturelle / psykologiske aspekt (f.eks. "opplevd risiko").

Når en skal anslå/beregne risiko er fremdeles Kaplan [11] relevant

- Kaplan [11] sier at det er tre spørsmål som er relevante for risiko:
  - Hva kan gå galt? (liste av uønskede hendelser)
  - Hvor sannsynlig er det? (frekvens)
  - Hva er konsekvensene? (skade/tap)



Figur 10: Risiko og sårbarhet, (fra [13]).

Sårbarhet og krise
Sårbarhetsutvalget [2] gir definisjonen

- *Sårbarhet* er et uttrykk for de problemer et system vil få med å fungere når det utsettes for en uønsket hendelse, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntruffet.

Sammenhengen mellom en tradisjonell risikoanalyse og en sårbarhetsanalyse er illustrert i Figur 10. Risikoanalysen vil med utgangspunkt i ulykkeshendelser (”initierende uønskede hendelser”) diskutere mulighet/-sannsynlighet for uønsket hendelse (se ”årsakskjeden”) og dessuten mulige konsekvenser av det videre ulykkesforløp. Sårbarhetsanalyse vil imidlertid forfølge konsekvensene for virksomheten *i etterkant* av den uønskede hendelsen/ulykken, bl.a. muligheten til å gjenoppta virksomheten.

En annen forskjell er at sårbarhetsanalyse ofte tar for seg et bredere spektrum av trusler enn det som er vanlig i risikoanalyser. Tradisjonelle risikoanalyser vil oftest begrense seg til ulykkeshendelser og ikke inkludere bevisste skadelige handlinger (sabotasje osv).

Sårbarhetsanalysen atskiller seg dermed fra risikoanalysen på to måter, ved at den

- vurderer et videre spektrum av trusler og uønskede hendelser,
- ser på et videre spektrum av konsekvenser enn risikoanalysen, (som fokuserer på liv/helse miljø og materielle verdier som går tapt i selve ulykkeshendelsen).

Så mens risiko kan angis ved de *to* størrelsene sannsynlighet(frekvens) og konsekvens av de uønskede hendelser, kan sårbarhet angis ved de *tre* størrelsene sannsynlighet, konsekvens *og* virksomhetens krisehåndtering/gjenoppbyggingsevne.

Analysemetoden som blir skissert i dette notatet vil vi betegne en sårbarhetsanalyse, men tilsvarende metodikk vil svært ofte også anvendes i risikoanalyser.

På nasjonalt nivå (Makro), kan vi skjelne mellom (jfr. [5]) følgende kategorier sårbarhet:

- Politisk
- Militært
- Økonomisk
- Økologisk
- Sosialt
- Teknisk

Siden denne rapporten fokuserer på alvorlige hendelser, nevner vi også følgende begreper: *krise, katastrofe* og *beredskap* (se Avsnitt 2.3 i [2]):

- *Krise* er en hendelse som har potensial til å true viktige verdier og svekke en organisasjons evne til å utføre viktige funksjoner.
- En krise kan utvikle seg til en *katastrofe*; dvs. en hendelse med særlig alvorlige skader og tap.
- Med *beredskap* forstås tiltak for å forebygge, begrense eller håndtere kriser og andre uønskede hendelser.

I økende grad kjennetegnes kriser av (se [2])

- Globalisering
- Medias innflytelse
- Politisering

Noen øvrige kjennetegn på kriser er i følge [2]:

- Kommer overraskende
- Mangel på kontroll
- Viktige interesser står på spill
- Mange aktører
- Tidspress
- Sammenbrudd i den regulære beslutningsprosessen
- Søkelys på kortsiktige løsninger
- Stor usikkerhet
- Mangel på informasjon
- Desinformasjon kan forekomme
- Stor interesse og oppfølging fra ulike hold

Samfunnssikkerhet
Stortingsmelding nr. 17 (2001-2002), [9] definerer *Samfunnssikkerhet* som *Den evne samfunnet som sådan har til å opprettholde viktige samfunnsfunksjoner og ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for påkjenning.*

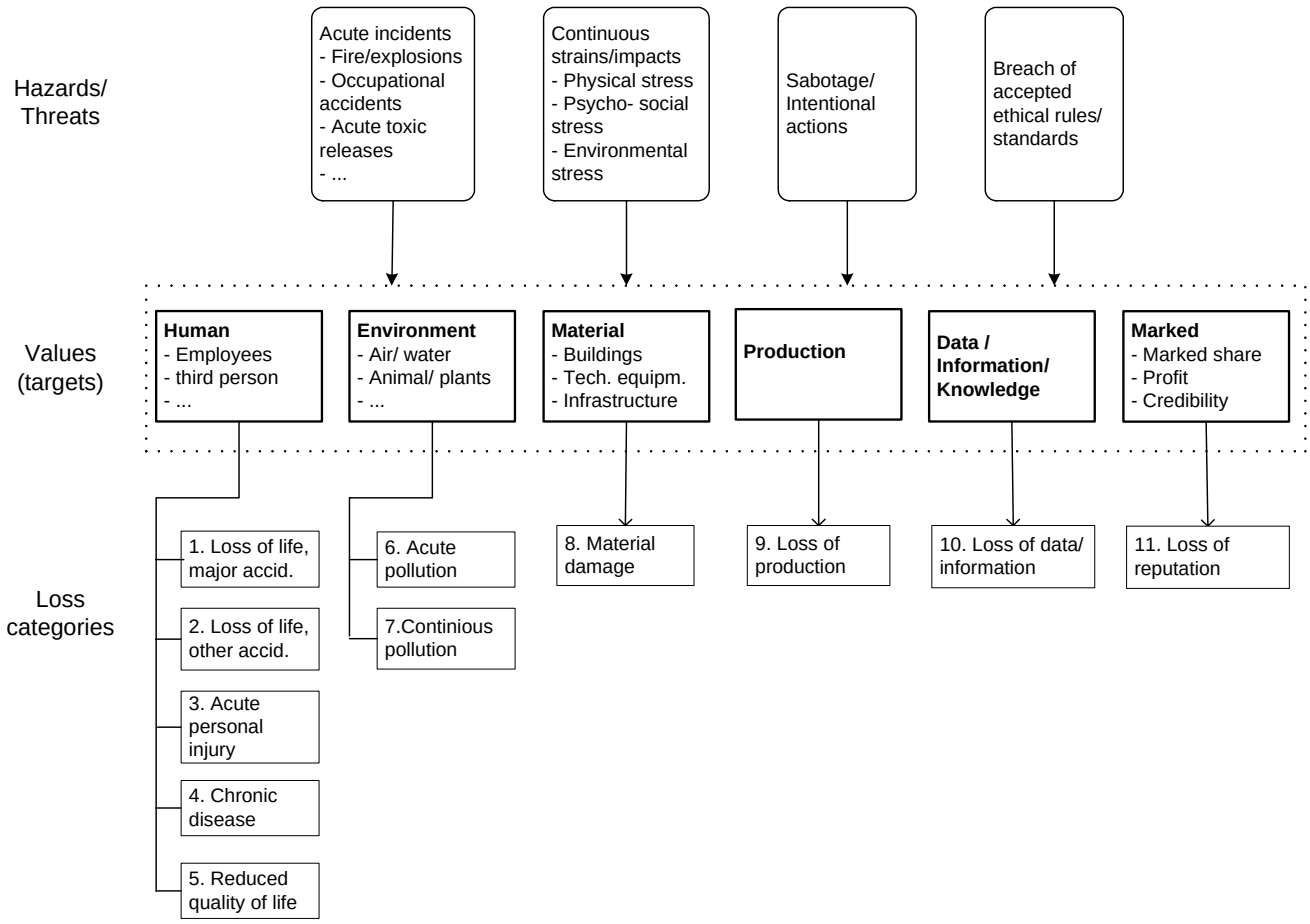
Ut fra dette er temaet for denne rapporten nært knyttet til begrepet samfunnssikkerhet. Dette begrepet er også diskutert i [5], [8]. Notatet [8] diskuterer en avgrensing av begrepet mot andre sikkerhetsrelaterte områder, se Figur 11.

Figur 11 Samfunnssikkerhet og avgrensing mot andre sikkerhetsrelaterte områder (fra [8])

VEDLEGG B: Trusler og tap

Ved analyse av risiko/sårbarhet, er det behov for en helhetlig klassifisering av trusler og tapskategorier, og dette diskuteres under. Merk at denne rapporten fokuserer på større hendelser av et visst nasjonalt omfang (jfr. samfunnssikkerhet), og gir dermed ikke noen komplett oversikt over tapskategoriene.

Dette er også resymert i Figur 12, som heller ikke gir et komplett bilde av *alle* trusler og "tapskategorier". Hovedpoenget er at en i denne rapporten opererer med et risikobegrep der en tar hensyn til flere typer trusler og konsekvenser. Mens en standard risikoanalyse fokuserer på akutte hendelser, som resulterer i skade på menneske, miljø og materiell, (se venstre del av figuren), vil en her ha fokus på "villede handlinger" og tap av "produksjon"(i vid forstand).



Figur 12 Trusler, verdier og tapskategorier (fra [7])

Hva er truslene/farene?

Ifølge [2] forstås med *trussel* ethvert forhold eller enhver enhet med potensial til å forårsake en uønsket hendelse. Under presenteres en relativt komplett liste over trusler/farer. Den er utvidet i forhold til [3], [7], se for øvrig også figur i [2], [5]. Merk at oversikten ikke dekker medisinske farer (for eksempel smittespredning/epidemier), og heller ikke krigshandlinger.

1. *Manglende kontroll med teknologi (operasjon/drift);* som enten kan gi ulykker (akutte uønskede hendelser) eller kontinuerlige belastninger/skader. Det kan i hovedsak beskrives som ”Energi ute av kontroll”, og kan skyldes en kombinasjon av flere årsaker; inkl. menneskelig svikt, og kan kategoriseres som
   - Manglende pålitelighet og/eller regularitet av utstyr for å opprettholde kontroll/sikker drift; (som gir akutt hendelse, f.eks. flystyrt, togkollisjon, brann/eksplosjon, utslipp av giftige/radioaktive stoffer, osv)
   - Manglende styrke, kollaps, (demninger, bruer, bygninger, ….)
   - ”Ukontrollert” utslipp av (klima)gasser, (dvs. kontinuerlig belastning)
   - Psykiske/fysiske belastninger på ansatte/kunder/tredje part, (dvs. kontinuerlig belastning)

2. *Naturkrefter*
   - (Akutte) naturkatastrofer, (flom, storm, jordskjelv, vulkanutbrudd…)
   - (Langsiktige) klimaendringer

3. *Villede (bevisste/tilsiktede) skadelige handlinger*
   - Intern sabotering i organisasjon/bedrift
   - Inntrengere (uten forbrytersk hensikt?), ”hackere”
   - Spionasje
   - Terroristhandlinger; ”angrep”/spreding av gift/sabotasje
   - Forbrytervirksomhet; gisseltaking/kidnapping, utpressing, ran
   - Vandalisme/Plyndring (”menneskemasser ute av kontroll”)
   - (Bombe)trussel/varslet angrep: evt. falsk alarm

4. *Mangelfulle (interne) regler/standarder; (evt. manglende etterlevelse av slike)*
   - Brudd på anerkjente etiske normer;
   - Lovbrudd, (korrupsjon, ….)

Hvem/hva blir truet og hvilke typer tap kan en få?

Vi vil i denne rapporten bruke ordet ”system” om alt som kan utsettes for trusler. Når det gjelder tap begrenser vi oss her til det som kan falle under området samfunnssikkerhet, og i hovedsak på en eller annen måte kan relateres til samferdsel. Hvert ”system” kan erfare ulike typer tap hvis truslene iverksettes, (en sier ofte at en har ulike ”dimensjoner” av risikoen). En kan grovt skille mellom følgende typer tap:

1. Tap knyttet til mennesker (liv/helse) og ytre miljø
2. Tap knyttet til infrastruktur (materiell skade og manglende evne til å utføre ønskede funksjoner)
3. Tap knyttet til myndigheters/organisasjoners utøvelse av sine oppgaver, evt. samfunnet som helhet

Under skisseres en nærmere kategorisering av tapene:

1. *Gruppe mennesker* (f.eks. togpassasjerer, ansatte i samferdselsbedrift, ……):
   a. Storulykke (f.eks. trafikkulykke) med mange omkomne/skadde
   b. Forgiftning av gruppe mennesker (f.eks. gass)

   Ytre miljø (f.eks ulykke med transport av farlig gods)

2. *Nasjonal infrastruktur* (trafikk/kommunikasjon):
   a. Materiell skade på (tap av) f.eks. samferdselsknutepunkt, (Gardermoen, Oslo S, Alnabru terminal, evt. tunnel, bru, havn), flytrafikkontrollsentral, tog, skip, telenett, kringkasting, internett, forsyning av strøm/drivstoff, ….

   b. Manglende regularitet, dvs. manglende evne til å utføre sine oppgaver; f.eks. veitrafikkavvikling, jernbane/fly-trafikk, telesamband; (evt. over lengre tid)
   c. Feillevering/feilforsendelse, (f.eks. telesamband)

3. *Myndigheter / organisasjoner* / (virksomheter):
   a. Tap av materiell, (jfr. pkt. 2 over); økonomiske tap
   b. Manglende evne til å gjennomføre sentrale funksjoner/samfunnsoppgaver, (evt tap av ”produksjon”)
   c. Tapt/ødelagt data, informasjon, kommunikasjon
   d. Spredning av fortrolig informasjon; (svikt i ”brannmur”)
   e. Tap av omdømme, troverdighet

Med så ulike typer tap, er det naturligvis problematisk å gi en felle kvantifisering (må ”sammenlikne epler og pærer”). Men uavhengig av det kan analysene også kompliseres ved at flere typer tap inntreffer i samme scenario; (f.eks. både store menneskelige tap, store skader på infrastruktur og angrep på datasystem som gjør det vanskelig å opprettholde viktige beredskaps-funksjoner).

VEDLEGG C: Risikopåvirkende faktorer (RPF) og tiltak

Bruk av RPF og influensdiagram generelt

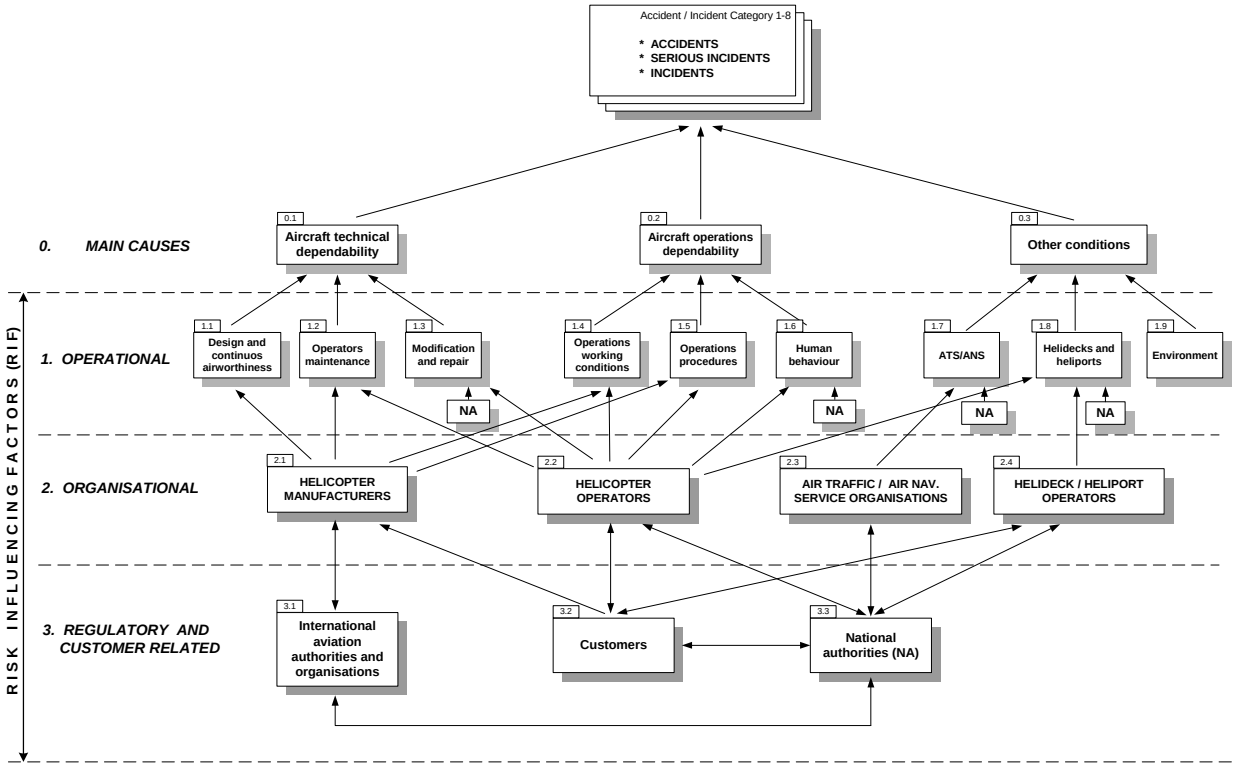
SINTEF har i en del risikoanalyser benyttet såkalt risikopåvirkende faktorer (RPF) som et ledd i risikoanalysen. Bl.a. gjelder det en generell analyse av risiko ved offshore helikoptertransport i Nordsjøen, [15]. Det ble definert 8 ulykkestyper og en rekke RPFer som påvirket henholdsvis frekvens og konsekvens av ulykkene. Disse RPFer var knyttet til både

- tekniske (f.eks. helikopterdesign),
- operasjonelle (menneskelig oppførsel, prosedyrer) og
- organisatoriske (hos f.eks. helikopterfabrikanter og helikopteroperatører)

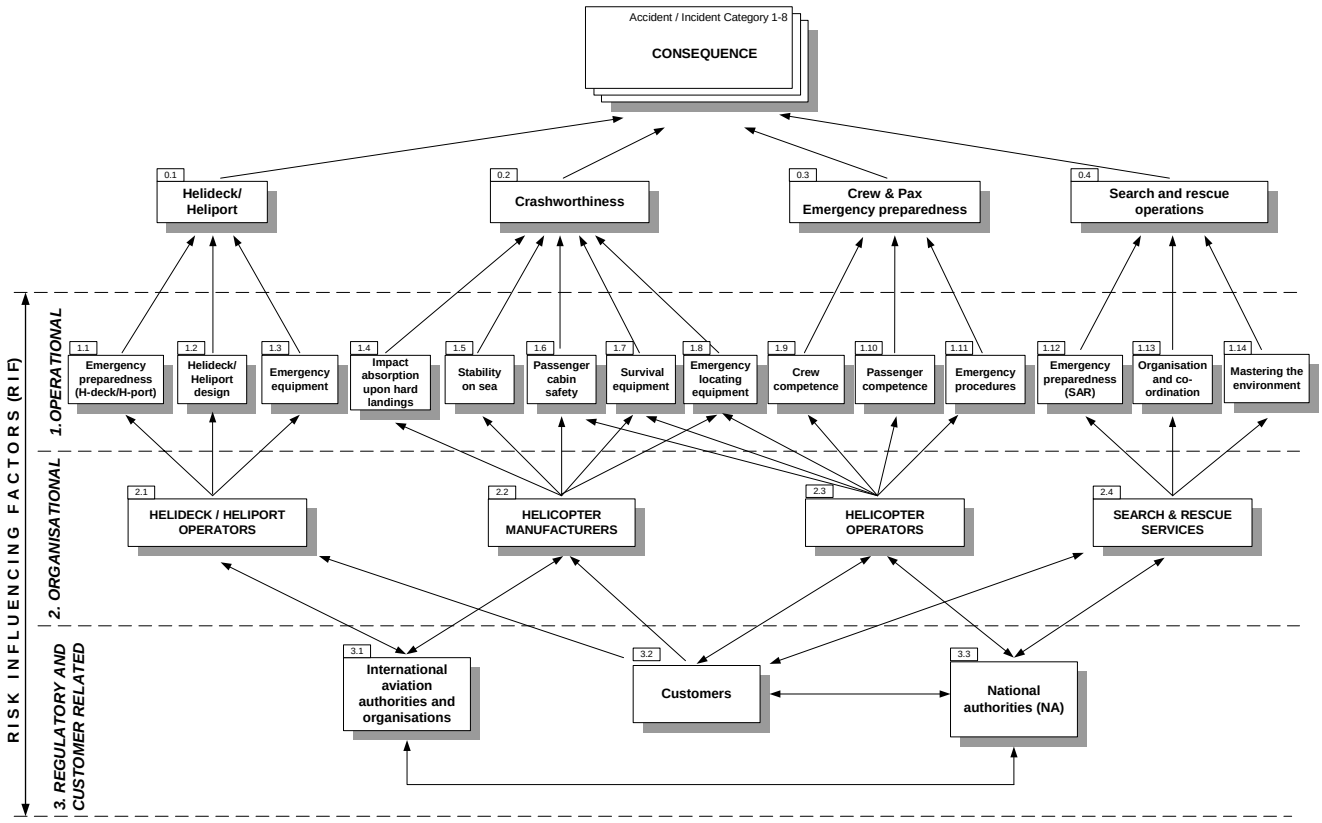
forhold. Videre ble de satt sammen i et influensdiagram som illustrerer gjensidige påvirkninger og påvirkninger på ulykkes-frekvens og –konsekvens, se Figur 13 og Figur 14. I disse influens-diagrammene har vi også lagt inn et nivå med ”risikopåvirkende aktører” (f. eks. myndigheter).

En slik teknikk er ikke minst viktig når en har overordnede analyser der de enkelte scenarier ikke er utviklet i detalj. En bruker da en kombinasjon av hendelses-/ulykkesdata og ekspert-vurderinger til anslå effekten av de ulike RPFer på frekvens og konsekvens. Det ferdige influens-diagram er ikke minst viktig ved vurdering og prioritering av risikoreduserende tiltak, (dette ble konkretisert videre i [16]). En tilsvarende teknikk er utarbeidet for hurtigbåt, kun sammendragsrapporten [17] er åpen.

Figur 13 og Figur 14 presenterer influensdiagram med RPF (=RIF = *Risk Influencing Factor*) for helikoptertrafikk i Nordsjøen. Merk at disse er organisert i tre ulike nivå: operasjonelt, organisatorisk og myndigheter/kunder; (kunder er i dette tilfelle oljeselskapene som benytter seg av helikoptertjenesten).



Figur 13 Influensdiagram for frekvens ved ulike typer helikopterulykker, [15]



Figur 14 Influensdiagram for konsekvens ved ulike typer helikopterulykker, [15]

RPF og tiltak i foreslått sårbarhetsanalyse

Ut fra beskrivelsen i avsnittet over bør den foreslåtte sårbarhetsanalysen (Kapittel 4) suppleres med å innføre RPFer. Disse faktorene er slik at ved å endre tilstanden til dem vil en samtidig endre risikoen/sårbarheten. I risikoanalysen for helikoptertrafikk [15] skjelnet en mellom de RPFer som var viktige for frekvensen, og de som hadde effekt for konsekvens. I den skisserte sårbarhetsanalysen for samferdsel vil det være naturlig å foreta en *tredeling*, ved at en skjelner meller RPFer som påvirker sannsynligheten for

1. at det skjer en uønsket/initierende hendelse, (iverksettes et ”angrep”)
2. å avverge ”angrepet” (uten betydelig skade på angrepne system)
3. eskalering og hurtig å gjenvinning av funksjon (oppstart) hvis angrep lykkes

En del RPFer vil være med i mer enn en av disse tre kategoriene. Merk også at sårbarhetsanalysen vil inkludere noe andre RPFer enn risikoanalysen. For det første vil vår sårbarhetsanalyse fokusere på villede handlinger (og ikke ulykker). Videre vil den fokuserer på andre typer konsekvenser; (risikoanalysen for helikopter hadde fokus på tap av menneskeliv).

En del aktuelle RPF for vår sårbarhetsanalyse er skissert i Tabell 6: Vi starter med å spesifisere scenariet ved å angi trussel og truet system (betegnet SX). Deretter lister vi RPFer innen de tre områdene. Arbeidet vil ende opp med å etablere et sett med generiske RPFer.

Når en skal arrangere disse RPFer i et influensdiagram vil en ordne disse i ulike nivåer, f.eks. ved (jfr. Figur 13 og Figur 14):

- Virksomheten/systemet som angripes, når det gjelder teknologi, mennesker, prosedyrer, kultur, osv.
- Øvrige relevante virksomheter/organisasjoner, f.eks.: jernbaneverk, jernbanetilsyn (og tilsvarende etater for andre samferdselstyper), trafikkontrollsentral, leverandører av relevant utstyr, vedlikeholdsorganisasjoner, byggefirma, politi/etterretning, brann/redningsvesen, frivillige organisasjoner.
- Overordnede myndigheter: Samferdselsdepartement/regjering, internasjonale organisasjoner.

Merk at listen med foreslåtte RPFer i Tabell 6 ikke i særlig grad er knyttet opp til alle de ulike virksomheter/myndigheter som kan være relevante ifølge denne ”bullet-lista”. Det gjenstår altså et betydelig arbeid for å utvikle denne tabellen til et influensdiagram!

Neste trinn er altså å etablere ulike influensdiagram knyttet til henholdsvis sannsynlighet for å få angrep, avverge angrep (uten konsekvens for angrepne system), og forhindre eskalering/rask tilbakeføring.

Tabell 6 Forslag til RPFer

Trussel: Villet handling/Terroristangrep	**Truet System:** SX tilknyttet en gitt virksomhet i Område A
1. Risikopåvirkende faktorer: Sannsynlighet for angrep	
(Antall og kvalitet/effektivitet av) tekniske barrierer mot aktuelle trussel; tilgang til SX	
(Kvalitet av) Vedlikehold/modifikasjon av barrierer mot aktuelle trussel	
Menneskelige ressurser/pålitelighet i virksomheten; (kompetanse: kunnskap, ferdigheter, holdning.)	
Kvalitet av prosedyrer i virksomheten, (f.eks. adgangsprosedyrer til bygninger; grad av ”åpenhet”)	
Virksomhetens ”attraktivitet” for terrorister (antatt vilje/intensjon til å angripe denne type virksomhet)	
Behov for og generell tilgang på nødvendige ressurser for den aktuelle type angrep	
Kvalitet av myndighetene etterretning (mht. villede handlinger)	
Konfliktnivå i samfunn	
Etisk refleksjon/holdninger i samfunnet, (lovlydighet; felles normsystem?)	
2. Risikopåvirkende faktorer: Sannsynlighet for å avverge angrep	
(Antall og kvalitet/effektivitet av) Tekniske barrierer mot aktuelle trussel; tilgang til SX	
(Kvalitet av) Vedlikehold/modifikasjon av barrierer mot aktuelle trussel	
Menneskelige ressurser/pålitelighet i virksomhet og f.eks. politi; (kompetanse: kunnskap, ferdigheter, holdning).	
(Sikkerhets)kultur i virksomhet	
(Kvalitet av) Beredskapsplaner	
3. Risikopåvirkende faktorer: Sannsynlighet for eskalering/hurtig gjenvinning	
(Kvalitet av) Beredskapsplaner (virksomhet/samfunn)	
(Grad av) Samarbeid /klare ansvarsforhold mellom ulike berørte ”parter”/etater	
Omfang av redundante løsninger (reservesystem ved bortfall av funksjoner)	
(Grad av) Koplinger mellom ulike ”system”; • sårbarhet mht eskalerings-effekter; • Felles avhengighet av samme ”hjelpesystem” (f. eks. elektrisk strøm)	
Avhengigheter/koplinger mot andre land	
(Håndtering av media?)	

Kvantifisering av risiko; data.
Deretter vil en ved hjelp av data og ekspertvurderinger gi et estimat av dagens risiko/sårbarhet knyttet til hendelsen. Sårbarheten kan anslås ved f.eks.:

1. Antatt hyppighet, *f,* av aktuelle type aksjon/angrep (for det gitte system)
2. Estimert sannsynlighet, *p,* for at en gitt aksjon blir fullført og tilsiktet skade påført
3. Antatt sannsynlighet for skadenivåene 0, 1, 2, ..., gitt angrep ikke er avverget.
   (evt. vurderinger av de tider, t_1, t_2, …. , som vil gå inntil det angrepne totalsystemet igjen er 25%, 50%, 75% og 100% operativt.)

Den type data en har behov for er bl.a.:

- Registrering av (tilløp til) hendelser av relevant eller liknende type nasjonalt / internasjonalt (med utfall av disse).
- Antall system av sammenliknbar type (som risiko fordeles over)
- Etterretning/vurderinger av eksistens av grupper som kan tenkes å iverksette aktuelle type ”angrep”.
- Dagens status på de RPFer som inngår i influensdiagrammet, se Tabell 6
  -
-

Tiltak
I tillegg må de enkelte RPF i influensdiagrammene gis vekter som beskriver deres effekt på risikoen/sårbarheten, se [16]. Disse vektene vil da gjøre det mulig å vurdere risikoreduksjon som fås ved å bedre status på spesifiserte RPF med en gitt %.