

DECRIS ARBEIDSNOTAT 4

TITTEL

DECRIS –Beskrivelse av grovanalyse-metodikk

FORFATTERE

Jørn Vatn, Ingrid B. Utne, Gunhild Åm Vatn, Per Hokstad

SAMMENDRAG

Dette notatet beskriver DECRIS metodikk for ”grov-analyse” av kritisk infrastruktur.

Viser også til Notat 3 som beskriver verktøyet Infrarisk (engelsk) og Notat 5 som oppsummerer grovanalyse gjennomført i Oslo.

ISBN	DATO
	2009-08-30
GRADERING	ANTALL SIDER
ÅPEN	30
KONTAKT DETTE NOTAT	ADRESSE
Jørn Vatn	Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk, NTNU
NØKKEWORD NORSK	NØKKEWORD ENGELSK
Risiko, sårbarhet, kritisk infrastruktur, risikokommunikasjon	Risk, vulnerability, critical infrastructure, risk communication

Innhold

Innhold	2
1 Innledning.....	3
1.1 Bakgrunn og formål med notatet.....	3
1.2 Organisering av notatet	3
2 Oppstart og målsetting	5
2.1 Målsettinger for grovanalysen.....	5
2.2 Organisering av arbeidet	5
2.3 Dimensjoner av risiko	6
3 Risikokommunikasjon.....	7
3.1 Diskusjon av risiko med beslutningstaker eller eier av analysen i en tidlig fase.....	7
3.2 Dialog om risiko med interessenter og berørte parter (stakeholders)	7
3.3 Gjennomgang av det identifiserte risikobildet	8
3.4 Risikokommunikasjon i krisesituasjoner	8
4 Kalibrering av sannsynlighetskategorier, konsekvenskategorier og risikomatriser.....	9
5 Uønskede hendelser	11
5.1 Uønskede hendelser	11
5.2 Hendelseshierarki for infrastruktur.	12
6 Analyse av uønskede hendelser	15
6.1 Forhold som inngår i analysen	15
6.2 Årsaksanalysen.....	17
6.3 Konsekvensanalysen	17
6.4 Supplerende informasjon	18
6.5 Dokumentasjon i InfraRisk	18
6.6 Vurdering av risikoreduserende tiltak.....	20
Referanser	22
Vedlegg – Utfyllende tabeller og figurer	23

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål med notatet

Det er utviklet en metode for risiko- og sårbarhetsanalyser av kritisk infrastruktur. Denne metoden betegnes DECRIS metoden. Viktige trinn analysen er:

1. En ”grovanalyse” for å identifisere flest mulig uønskede hendelser, og fastsette risikoen for disse ved grove vurderinger.
2. Utvelging av viktige uønskede hendelser som skal analysere nærmere i en ”detalj-analyse”.
3. En detaljert analyse av utvalgte hendelser, hvor man studerer årsaker, barrierer, samspilleffekter/avhengigheter mellom ulike infrastrukturfunksjoner osv.

Selve analysearbeidet utføres derfor i hovedsak på to nivåer, et overordnet nivå hvor målet er å etablere et grovt bilde av risikoen uønskede hendelser representerer. De viktigste av disse hendelsene analyseres så i detalj for å gi innsikt i risikoforholdene som grunnlag for identifisering av risikoreducerende tiltak.

Formålet med dette notatet er primært å diskutere grovanalysen. I litteraturen finner vi mange navn på analyser av denne typen, f eks PHA (Preliminary Hazard Analysis), RRR (Rapid Risk Ranking), og HAZID (Hazard Identification). Slike analyser kjennetegnes ved at analysene gjennomføres som idé-dugnader hvor risikoforhold identifiseres, og sannsynligheter og konsekvenser fastsettes direkte uten støtte i abstrakte risikomodeller slik som feil- og hendelsestreakanalyse.

I notatet diskuteres en del utfordringer og avklaringer som må legges til grunn for å kunne gjennomføre en slik grovanalyse. I forhold til de vanligste formene for grovanalyse har vi funnet det hensiktsmessig å beskrive en uønsket hendelse ved flere aspekter enn kun ”sannsynlighet” og ”konsekvens”. De viktigste elementene i grovanalysekonseptet består av:

1. Identifikasjon av uønskede hendelser med utgangspunkt i generiske lister
2. Identifikasjon av risiko- og sårbarhetsfaktorer som kan påvirke sannsynlighet for, og konsekvens av de uønskede hendelsene
3. En liste av samfunnskritiske funksjoner som er knyttet til den uønskede hendelsen
4. En liste av generiske konsekvensdimensjoner som håndteres
5. Et skille mellom ”uønsket hendelse” og ”sluttkonsekvens” hvor man kan angi ulike sannsynligheter for at en uønsket hendelse gir en gitt alvorlighetsgrad for hver konsekvensdimensjon
6. Presentasjon av risiko ved hjelp av risikomatriser
7. Identifikasjon av risikoreducerende tiltak, og vurdering av nytten av tiltak

1.2 Organisering av notatet

I Notatet er DECRIS metoden for grovanalyse presentert. Prinsipielle avklaringer diskuteres fortløpende i teksten. Etter slike diskusjoner presenteres anbefalt tilnærming i tekstbokser. Nedenfor er angitt sidetall for disse anbefalte tilnærmingene (”kokebok”).

1 - Hovedtrinn for gjennomføring av grovanalyse	6
2 - Kalibrering	10
3 - Spesifisering av uønsket hendelse utføres i to trinn	11
4 - Elementer som inngår i årsaksanalysen	17
5 - Elementer som inngår i konsekvensanalysen	18
6 - Supplerende informasjon for å beskrive den uønskede hendelsen	18
7 - Tiltaksvurdering	21

2 Oppstart og målsetting

2.1 Målsettinger for grovanalysen

Et viktig trinn i enhver risikoanalyseprosess er at en først angir *målsettingen for analysen*. Når målsettingen er på plass er det lettere å vurdere omfang og ressursbehov for selve analysen. Viktige målsetninger er:

- Identifisere de "viktigste" hendelsene, de mest sårbare "elementene" for den infrastrukturen som analyseres.
- Identifisere konkrete risikoreduserende tiltak og bidra til evaluering og prioritering av ulike risikoreduserende tiltak.
- Bidra til dimensjonering av beredskapen (i Oslo).
- Velge ut hendelser for detaljert analyse, dvs at grovanalysen benyttes som en "screenings"-prosess

Det er bestiller av arbeidet som vanligvis avklarer målsetningen for analysen.

2.2 Organisering av arbeidet

Arbeidet ledes av en prosessleder (facilitator). Denne personen er ansvarlig for bringe inn relevante personer i analysen slik at ønsket resultat oppnås. Før selve analysen starter er det viktig å foreta en del avklaringer og diskusjon av prinsipielle forhold. Som en del av dette arbeidet må det avklares hvilke dimensjoner av risiko som skal inngå i analysen, hvilke kategorier som skal benyttes for "sannsynlighet", "konsekvens" osv. I tillegg må alvorlighetsgraden av ulike sannsynlighets- og konsekvenskombinasjoner fastsettes, typisk ved hjelp av risikomatriser. Denne avklaringen foretas primært i samarbeid med bestiller av arbeidet, og personer som er involverte i beslutninger som analysen skal lede opp til.

Selve arbeidet med å identifisere uønskede hendelser og fastsette risiko gjennomføres primært for de ulike infrastrukturene hver for seg. Ved behov vil man måtte hente inn kompetanse fra andre infrastrukturer. For eksempel når man analyserer vannforsyningen, kan det bli behov for å se på strømforsyningen for å kunne vurdere regulariteten til f eks pumpestasjoner, og vannbehandlingsanlegg. Som en del av grovanalysen er det imidlertid begrensede muligheter for å kunne analysere samspill mellom flere infrastrukturer. I situasjoner hvor man ser at slike samspill er viktig, må dette merkes av, slik at detaljanalysen kan fange slike fenomener i den grad det er mulig innenfor tids- og kostnadsrammene for analysen. Gangen i arbeidet blir da i hovedsak:

1 - Hovedtrinn for gjennomføring av grovanalyse

1. Etablering av analysegruppe bestående av prosessleder(e), brukere av analyseresultatene, personer med kompetanse fra de ulike infrastrukturene som skal omfattes av analysen, og eventuelt personer som er berørt av risikoen.
2. Avklaring av rammebetingelser for analysen, hvilke dimensjoner som skal inngå, og skalering av risikomatriser.
3. Gjennomføring av selve analysearbeidet, hvor analysene gjennomføres hver for seg for de ulike infrastrukturene. Her inngår følgende delaktiviteter: (i) identifikasjon av uønskede hendelser, (ii) årsaksanalyse, (iii) konsekvensanalyse, (iv) visualisering av risikobildet, og (v) identifisering og vurdering av risikoreduserende tiltak.
4. Fellesmøter mellom to eller flere infrastrukturgrupper dersom samspill og/eller avhengigheter mellom infrastrukturene avdekkes.
5. Presentasjon av resultater.
6. Videre arbeid for å nyttiggjøre seg resultatene, for eksempel til dimensjonering av beredskap, identifikasjon av risikoreduserende tiltak, valg av hendelser for videre analyse

2.3 Dimensjoner av risiko

Et sentralt punkt som må avklares tidlig i analysen er hvilke dimensjoner av risiko som skal vurderes. I DECRIS metoden har vi identifisert sju hoveddimensjoner, som også støttes av verktøyet InfraRisk som kan benyttes for å dokumentere resultatene fra analysen:

- Liv og helse
- Miljø
- Økonomi (Finans-, realøkonomi, materielle ressurser)
- Styringsevne (Redning og krisehåndtering, nasjonal handlefrihet, myndighetsutøvelse)
- Politisk tillitt (Demokratisk rettstat, befolkningens trygghetsfølelse, sosial kapital, fellesskap, tillit til politiske og sosiale systemer)
- Kvalitet på leveransen til viktige infrastrukturelementer (F eks vannkvalitet)
- Tilgjengelighet av viktige infrastrukturelementer (F eks tilgjengelighet av vann)

Om nødvendig kan lista utvides, men regelen er nok heller at man fokuserer på et begrenset antall av dimensjonene listet ovenfor. I DECRIS prosjektet har hovedfokus vært på "Liv og helse", "Økonomi", og "Tilgjengelighet av viktige infrastrukturelementer".

3 Risikokommunikasjon

I dette kapitlet gis en generell innføring i problemstillinger knyttet til risikokommunikasjon, med følgende hovedtema:

1. Diskusjon av risiko med beslutningstaker eller eier av analysen i en tidlig fase
2. Dialog om risiko med interessenter og berørte parter (stakeholders)
3. Gjennomgang av det identifiserte risikobildet
4. Risikokommunikasjon i krisesituasjoner

3.1 Diskusjon av risiko med beslutningstaker eller eier av analysen i en tidlig fase

Det bør være en diskusjon av risiko med beslutningstaker eller eier av analysen i en tidlig fase, hvor det er behov for å avgrense hvilke risikodimensjoner som skal inngå i analysen, hvordan risikomatrixene skal kalibreres osv.

3.2 Dialog om risiko med interessenter og berørte parter (stakeholders)

I Storulykkesforskriften heter det mellom annet i § 12. Informasjon til allmennheten om sikkerhetstiltak: *”Virksomhetene skal uoppfordret sørge for at personer, samt institusjoner som betjener offentligheten, og som kan bli berørt av en storulykke, får nødvendig informasjon regelmessig og uten å måtte be om det. Informasjonen må gis i mest hensiktsmessige form og omhandle sikkerhetstiltak og hensiktsmessig atferd dersom en storulykke inntreffer ved virksomhet omfattet av § 9.”* Dette betyr at dersom grovanalysen har som mål å identifisere risiko knyttet til objekter som er underlagt storulykkesforskriften er det altså et forskriftskrav å informere om risikoen. Her er det to forhold som er viktig:

1. Informasjon mht hensiktsmessig atferd til berørte parter, påvirkning som er viktig for berørte parter sitt beredskapsarbeid osv
2. Kommunikasjon og dialog i forhold til ”rimelighet” objektet (anlegget) representerer risikomessig.

Begge disse punktene er viktig enten storulykkesforskriften kommer til anvendelse eller ikke.

Når det gjelder informasjonsaspektet er det viktig å presentere risikobildet slik at de berørte parter kan forholde seg til informasjonen. Det kan være knyttet til eskalering (dominoeffekter) hvor andre virksomheter evt må begrense deler av sin aktivitet eller iverksette spesielle tiltak, og det kan være snakk om koordinering av beredskap mht felles ressurser, dimensjonerende hendelser osv. I regelen vil det her være snakk om diskusjon mellom ulike virksomheter som på et faglig grunnlag i mer eller mindre grad er kjent med risikotenkning. Det kan likevel være en utfordring å oppnå felles forståelse om hva som legges for eksempel i sannsynlighetsbegrepet i risikobildet som presenteres.

Når det gjelder kommunikasjon og dialog viser erfaringen at utbygger i en startfase får store utfordringer på dette punktet. Dersom utbyggingen eller virksomheten det er snakk om representerer en risiko for naboer vil det ofte være svært liten aksept blant disse til å godta en økt risiko nesten uansett hvor liten risikoen er. Selv om noen naboer får nytte av virksomheten i form av f eks arbeidsplasser, vil det være noen som kun ser ulempene og derfor er svært skeptiske. Erfaring viser at denne problemstillingen ofte leder til en åpen konflikt, og det er en *krise* i risikokommunikasjonen. I litteraturen rapporteres det om ulike tilnærminger for å jobbe med risikokommunikasjon i slike tilfeller (se f eks Vatn,2007). Nedenfor skisseres kort hovedtrekkene i en slik tilnærming hvor konseptet baserer seg på et samspill mellom berørte parter og innhold og presentasjon i risikoanalysene som gjennomføres. Her arbeider man ofte

med gruppediskusjoner for å klarlegge de ulike perspektiv og synspunkter som har gitt opphav til, eller som kan komme til å resultere i, åpen konflikt. Iblant anvendes terminologien ”fokusgrupper” i denne sammenheng. Gruppediskusjonene gjennomføres i to faser. Det første trinnet i gruppediskusjonene omfatter å samle et fåtall representanter for hver part eller ”interessegruppe” slik at man innen hver gruppe kunne finne ut hva som ansås å være de vesentligste risikoene, og de akseptable avgjørelsene i forhold til virksomheten det er snakk om. Utvelgelse av personer til slike grupper er ofte basert på respons etter et folkemøte hvor det gis tidlig informasjon om planlagte arbeider. Selve møtene i gruppene har varighet i om lag 3 timer per gruppe. Ofte gjennomføres arbeidet i to faser. I fase I er det møter i rimelig homogene grupper, mens man i en fase II velger ut en representant for hver gruppe slik at synspunktene gruppene i mellom kan diskuteres. Stikkord for arbeidet er:

- Det er ingen bestrebelse etter konsensus eller felles oppfattelse etter avsluttet samtale.
- Arbeidet skal gi viktig innspill til arbeidet med risikoanalysene, se nedenfor. Særlig er det den rangerte lista av trusselsscenarioer og relevante risikoreducerende tiltak man vil ta tak i, i det videre arbeide med risikoanalysene.
- Sammendrag fra gruppediskusjonene i fase I blir sendt til de respektive gruppene for kommentarer før de blir delt ut til samtlige i det påfølgende møtet. Disse sammendragene blir bakgrunnen for en fase II.
- Resultatet fra diskusjonene i fase II dokumenteres også, og det lages en egen felles rapport som oppsummerer fase I og fase II.

Ved gjennomføring av risikoanalysene er det viktig at de risikoforhold og trusselsscenarioer som er identifisert belyses. Etter hvert som resultatene fra ulike risikoanalyser som gjennomføres blir tilgjengelig er det da naturlig å presentere disse på ett eller flere folkemøter. Et viktig mål ved presentasjonen blir da å sette resultatene i sammenheng med bekymringene som kom fram i gruppediskusjonene. I den videre dialogen om risiko blir det nå viktig å være åpen om hvordan risiko håndteres. Viktige stikkord for diskusjon og dialog kan være:

- Bruk av risikoakseptkriterier
- Sammenligning av risiko med andre risiko i samfunnet (se Vatn m.fl 2008)
- Bruk av nytte/kost analyser og ALARP tenking
- Bruk av kriterier som ikke er ”risikobasert”, f eks føres det ofte argumentasjon om at noen konsekvenser er uakseptable uavhengig av sannsynlighet

Vi vil her ikke ta stilling til hvilke kriterier som skal legges til grunn for beslutninger som fattes. Det er imidlertid viktig at man i en slik sammenheng er åpen for at ulike perspektiver kan legges til grunn.

3.3 Gjennomgang av det identifiserte risikobildet

Det må foretas en gjennomgang av det identifiserte risikobildet sammen med beslutningstaker(e) før beslutninger om risikohåndtering fattes.

3.4 Risikokommunikasjon i krisesituasjoner

En del aktuelle pkt.:

- Hvordan oppfattes og forstås risiko i en krisesituasjon?
- Forstår folk hva som skal gjøres.
- Er man forberedt på hva vanskelige valg, (f.eks. at foreldre ikke skal dra til barnehagen å hente barn dersom det blir et jordskjelv / ”Åknes”).

4 Kalibrering av sannsynlighetskategorier, konsekvenskategorier og risikomatriser

I den innledende grovanalysen skal de uønskede hendelser beskrives med en sannsynlighetskategori og en konsekvenskategori. Vi må derfor etablere kategorier som dekker de sannsynligheter og konsekvenser vi venter å finne. Kombinasjonen av sannsynlighet og konsekvens utgjør et risikomål, og vi ønsker også å inndele slike kombinasjoner i en begrenset mengde av risikokategorier. DECRIS metoden har valgt å inndele i fem ulike kategorier for både sannsynlighet, konsekvens, og risiko. Følgende generelle kategorier benyttes:

Tabell 1 Sannsynlighetskategorier

Kategori	Tekst	Forklaring
1	Svært lite sannsynlig	Mindre enn 1 gang pr 1 000 år
2	Lite sannsynlig	1 gang pr 100-1 000 år
3	Noe sannsynlig	1 gang pr 10-100 år
4	Sannsynlig	1 gang pr 1-10 år
5	Svært sannsynlig	Mer enn 1 gang pr år

Sannsynlighetskategoriene er i henhold til ROS analysen for Oslo kommune 1997 (Sklet m.fl 1997).

Tabell 2 Konsekvenskategorier

Kategori	Tekst	Forklaring
1	Begrenset	Se Tabell 5 for en detaljert beskrivelse for hver dimensjon (sikkerhet, miljø osv)
2	Noen skader	
3	Alvorlig	
4	Kritisk	
5	Katastrofe	

Konsekvenskategoriene er noe justert i forhold til Oslostudien fra 1997 med utgangspunkt i flere slike studier i Stavangerregionen, og ulike fylkesvise analyser. Disse risikokategoriene er satt av DECRIS-prosjektet som et startpunkt. En viktig del av det innledende arbeidet består i å gjennomgå konsekvenskategoriene med hensyn på hensiktsmessig kalibrering. Det er viktig at ”verdiområdet” for konsekvenskategoriene er definert slik de reflekterer ”spennet” i de konsekvensene vi forventer å avdekke gjennom analysen.

Tabell 3 Risikokategorier

Kategori	Tekst	Forklaring
1	Svært lav risiko	Risiko er en funksjon av sannsynlighet og konsekvens. I Figur 3 til Figur 78 i vedlegget er vist forslag til risikokategorisering ut fra sannsynlighet og konsekvens.
2	Lav risiko	
3	Middels risiko	
4	Høy risiko	
5	Svært høy risiko	

Kombinasjoner av risiko i Figur 3 til Figur 78 i vedlegg til slutt i dette notatet er forsøkt harmonisert slik at risikokategoriene for de ulike dimensjonene er sammenlignbare. Det finnes imidlertid ingen verdinøytral måte en slik harmonisering kan utføres på. Derfor er det

behov for en vurdering og gjennomgang av forslagene som ligger i forslagene gitt i Figur 3 til Figur 78. Merk at de gitte vurderingene gjelder hver enkelt dimensjon vurdert separat. Det er ikke her gjort noe forsøk på å beskrive en total risikovurdering for alle risikodimensjoner samlet.

Merk at for hver hendelse kan det angis flere konsekvensdimensjoner, slik at vi kan få flere ”risikotall” per hendelse. Dersom man ønsker kun ett risikotall for en hendelse kan man da enten ta maksimumsverdien av de ulike risikotallene, eller man kan lage et aggregert risikotall.

2 - Kalibrering

1. Det ansees ikke nødvendig å endre sannsynlighetskategoriene i Tabell 1 side 9.
2. De kvalitative beskrivelsene av konsekvenskategoriene i Tabell 2 side 9 skal vanligvis ikke endres, men beskrivende verdier i Tabell 5 24 må gjennomgås mht hva man for hver dimensjon kan vente å avdekke av nedre og øvre verdier.
3. De kvalitative beskrivelsene av risikokategoriene i Tabell 3 side 9 skal vanligvis heller ikke endres. Verdiene i Figur 3 side 25 til Figur 7 side 27 må imidlertid gjennomgås mht at kategoriene blir sammenlignbare mellom de ulike dimensjonene.
4. For kvalitet og leveringssikkerhet for kritisk infrastruktur må kombinasjoner av varighet og antall berørte vurderes med hensyn på alvorlighet. Et utgangspunkt er gitt i Figur 8 side 27. Det kan være aktuelt å differensiere på de ulike infrastrukturen.
5. Selve skalleringen av risikomatrixene (hva som f eks er høg risiko) må også gjennomgås

5 Uønskede hendelser

5.1 Uønskede hendelser

Selve grovanalysen starter med identifikasjon av uønskede hendelser. Viktige forhold som må avklares mht hva som legges i en uønsket hendelse er:

- Alvorlighetsgrad av hendelse mht hvilke hendelser som skal inkluderes i analysen;
- Detaljeringsgrad; for eksempel et "fullt scenario" eller primært angivelse av uønsket(e) konsekvens(er);
- Om den skal være "generisk" eller knyttet til konkret geografisk sted evt. tid;
- "Hvor i hendelseskjeden" blir hendelsen definert; for eksempel ved "første avvik" ("tog kjører inn på belagt spor"); eller ved den umiddelbare konsekvens ("to tog kjører mot hverandre og kolliderer, som fører til 20 døde").

Med hensyn til alvorlighetsgrad legger DECRIS metoden for grovanalyse ikke noen føringer mht hvilke alvorlighetsgrader som skal inkluderes. I den videre analysen hvor man skal velge ut kritiske hendelser for en mer detaljert analyse foreslås at "alvorlighetsgrad" benyttes som et mulig kriterium for utvelgelse av hendelser.

Når det gjelder detaljeringsgrad så legger DECRIS metoden opp til en litt mer utfyllende scenariobeskrivelse enn hva som er vanlig i en grovanalyse. Viktige elementer i DECRIS sin scenariobeskrivelse er (i) oppstilling av viktige risikofaktorer og sårbarheter i forhold til den uønskede hendelsen, (ii) hvilke infrastrukturelementer som påvirker eller er berørt av den uønskede hendelsen, og (iii) sannsynligheten for at den uønskede hendelsen leder til en alvorlig konsekvens.

I den innledende analysen foreslås at man kan velge hvorvidt man vil analysere en generisk hendelse, eller om man vil bli konkret. Ofte kan det være enklere å fastsette sannsynlighet og konsekvens for en hendelse om man blir konkret på hvor hendelsen kan inntreffe, når den inntreffer osv. I så måte er det viktig å angi om konkretiseringen representerer en "representativ" hendelse, eller om konkretiseringen representerer et "høyrisikoområde". Ved frekvensvurderingen som gjøres senere i analysen må man da ta stilling til hvordan man skal "telle opp" antall objekter.

Vi har tatt utgangspunkt i BAS5-studien (Henriksen m.fl. 2007) for å kategorisere uønskede hendelser. En del justeringer i taksonomien er foretatt, og i tillegg til kategoriene anbefales også å benyttes fritekst for å presisere hva som egentlig legges i hendelsen. BAS5 har en kategorisering av uønskede hendelser i fire nivå, og man kan velge hvilket nivå man tar utgangspunkt i. Vanligvis vil en studie ligge på samme nivå for alle uønskede hendelser. Jo mer detaljert man velger å angi de uønskede hendelsene, jo flere hendelser må analyseres. Merk at det er mulig å angi flere uønskede hendelser for samme kategori dersom det f eks dreier seg om ulike årsaker til hendelsen. ROS-analysen i Oslo kommune fra 1997 er brutt ned på årsaker, og har derfor mange hendelser for samme kategori i henhold til taksonomien.

3 - Spesifisering av uønsket hendelse utføres i to trinn

1. Velg hendelser fra et forhåndsdefinert hendelseshierarki, se Tabell 4 side 14.
2. Gi en tilleggsbeskrivelse som bedre fanger det spesifikke med hendelsen. Her angis om det er en lokasjonsspesifikk hendelse, eller en generisk hendelse.

Det generiske hendelseshierarkiet er også implementert i verktøyet InfraRisk. Hierarkiet er i utgangspunktet utviklet for fire nivå, mens DECRIS metoden anbefaler å kun benytte de tre øverste nivåene. Det øverste nivået har fire (årsaks)kategorier:

- naturhendelser,
- medisinske/biologiske hendelser,
- tekniske/menneskelige hendelser, og
- destruktive handlinger.

Tabell 4 viser de tre første nivåene i hierarkiet. I metodebeskrivelsen for InfraRisk programmet er alle fire nivåene i hierarkiet listet. Selv om DECRIS metoden anbefaler å strukturere i kun tre nivåer, så er det fullt mulig å benytte fire nivåer. Merk at hierarkiet ikke representerer en komplett liste av hendelser, men gir en struktur der vi kan "plassere" de ulike hendelsene som identifiseres i analysen; m.a.o. kan det være flere hendelser som plasseres på samme sted i hierarkiet.

5.2 Hendelseshierarki for infrastruktur.

Nedenfor *skisseres* noen eksempler på uønskede hendelser relatert til de ulike infrastrukturen. Kan brukes som foreløpig sjekklister ifm identifisering av "sårbare punkter". Lista nedenfor representerer tilleggsbeskrivelser i forhold til strukturen i Tabell 4 for å forme beskrivelsen av en uønsket hendelse sett fra de ulike fagmiljøene sitt perspektiv.

Elektrisitetsforsyning:

- Utfall av transformeringspunkt.
- Utfall av tilførlingslinje(r) (kraftledning(er), kabl(er)).
- Utfall i innføringsstasjon.
- Utfall av driftssentral.
- Utfall på grunn av mange samtidige feil (i storm/ uvær, feil på kabler eller kraftledninger i samme trasé o.l.).

Bane (jernbane, t-bane, trikk):

- Hendelse på stasjon:
 - Toget kan ikke kjøre gjennom stasjonsområdet (Oslo S, Nasjonalteateret?).
 - Noe skjer på stasjonsområdet som gjør at det akutt dør mange mennesker.
- Hendelse på linje
- Hendelse i signalsystemet
 - Virker ikke (i 24 timer).
 - Gir feilinformasjon slik at flere tog kan kjøre på samme spor.

Veitransport:

- Hendelse på vei.
- Hendelse i trafikknutepunkt.
 - Brann
 - Farlig gods
- Hendelse i tunnel.
- Hendelse på bro.
- Meteorologiske forhold gjør veinettet ikke farbart.

Vannforsyning:

- Hendelser i vannkilde(r).
- Hendelse i vannreanseanlegg.
- Hendelse i hovedvannsledning(er).

I tillegg til hendelsene over, som har utspring i en av de aktuelle infrastrukturen, har vi en gruppe mer overgripende hendelser (som samtidig kan "angripe" flere infrastrukturen). Spesielt gjelder dette *naturgitte hendelser*:

- Flom.
- Orkan/ekstrem vind.
- Ekstrem nedbør (lav/høy).
- "Ekstreme" (spesielle) temperaturforhold, som gir
 - Nedising

Tabell 4 Hierarki for uønskede hendelser

Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	
Naturhendelse	Meteorologisk	Sterk vind	
		Flom	
		Ekstremnedbør	
		Ekstremtemperatur	
		Lyn og torden	
	Geologisk/Geoteknisk	Snøskred	
		Jord, leire eller steinskred	
		Jordskjelv	
		Tsunami	
		Vulkanutbrudd	
	Kosmiske objekter	Meteoritt (asteroide)	
		Komet	
	Medisinske / biologisk katastrofe	Planter og dyr	Overførbar sykdom
Mennesker		Pandemisk	
		Ikke pandemisk	
Teknisk hendelse	Utslipp av farlige stoffer	Kjemisk	
		Biologisk	
		Radioaktivt	
		Annet	
	Ulykke	Industribrann	
		Industriell eksplosjon	
		Transportulykke	
		Strukturell kollaps	
		IKT systemsvikt	
		Annet	
	Teknisk / menneskelig svikt i infrastruktur	Vannforsyning	
		Sikker mat	
		Avløp og avfallshåndtering	
		Transporttjenester	
		Finansielle tjenester	
		Energiforsyning	
		Kommunikasjon	
	Ondsinnet handling eller uønsket menneskelig handling	Kriminalitet	Organisert kriminalitet
			Sabotasje
Spionasje			
Terrorisme		Konvensjonell terrorisme	
		CBRN-terrorisme	
Uønsket menneskelig handling		Gjenger	
		Enkeltpersoner	

6 Analyse av uønskede hendelser

I dette kapitlet gis først en forklaring på de viktigste elementene som inngår i selve analysen av de uønskede hendelsene. Deretter listes opp de trinnene som man må gå gjennom i analysen.

6.1 Forhold som inngår i analysen

DECRIIS metoden legger opp til en mer omfattende grovanalyse enn det vi vanlig finner. Nedenfor diskuteres disse forholdene, og hvordan de er strukturert i InfraRisk verktøyet.

6.1.1 Samfunnskritiske funksjoner

I DECRIIS metoden foretas et prinsipielt skille mellom uønskede hendelser, og tilhørende samfunnskritiske funksjoner (SCF = Societal Critical Function). De uønskede hendelsene angir hva som kan gå galt, mens SCFene angir hvilke funksjoner som enten trues av den uønskede hendelsen, eller hvilken hendelse som inntreffer dersom SCFen svikter. I DECRIIS har vi hatt hovedfokus på de SCFene som svarer til infrastrukturelementer slik som strømforsyning, vannforsyning osv. Også for de samfunnskritiske funksjonene er det etablert et hierarki med utgangspunktet i BAS 5 studien. Se Tabell 7 side 29 i vedlegg.

For SCF ene kan vi angi fire typer relasjoner til hendelsene:

1. *Før den uønskede hendelsen.* Dette betyr typisk at SCFen er årsak til den uønskede hendelsen, eller har en viktig funksjon for å forhindre at den uønskede hendelsen inntreffer. Et typisk eksempel er svikt i trafikkstyringen i Jernbane som kan lede til en kollisjon mellom to tog.
2. *Etter at den uønskede hendelsen har inntruffet.* Dette er en situasjon hvor SCFen er viktig for å begrense omfanget av hendelsen. For eksempel aktiv brannbekjempelse er viktig dersom en brann har oppstått.
3. *Både før og etter at den uønskede hendelsen har inntruffet.* Et eksempel her er politiet som både er viktig for å forhindre kriminalitet, men som også er viktig f eks i en ranssituasjon.
4. *Truet av den uønskede hendelsen.* Her tenker vi på situasjonen at en uønsket hendelse medfører svikt i en SCF. Et typisk eksempel er flom som kan ødelegge for eksempel vannledninger, pumpestasjoner osv.

6.1.2 Årsaker

I DECRIIS metoden skal årsaker til den uønskede hendelsen så langt mulig angis. Det er imidlertid ikke angitt noen spesiell måte å strukturere årsakene på. Merk også at svikt i SCFene kan være en slik årsak. Dersom man har angitt at en SCF virker før selve hendelsen vil det ofte være unødvendig å liste dette forholdet som en årsak til den uønskede hendelsen.

6.1.3 Sårbarheter og risikofaktorer

I DECRIIS metoden er det med utgangspunkt i BAS 5 studien etablert en liste med sårbarheter og risikofaktorer som kan ha betydning for både frekvensen av den uønskede hendelsen, og konsekvensene gitt at den uønskede hendelsen inntreffer. Relevante sårbarheter og risikofaktorer skal identifiseres med utgangspunkt i en forhåndsdefinert liste. For hver risikofaktor eller sårbarhetselement angis en "verdi" på en fem-trinns skala. Se Tabell 6 side

28 i vedlegg. Også for sårbarhetene og risikofaktorene angis om disse virker før, etter eller evt både før og etter selve hendelsen. Fastsettelse av sannsynlighet og konsekvens skal baseres på status for sårbarhetene og risikofaktorene, men det gis ingen eksplisitte føringer til hvordan argumentasjonen skal føres. Generelt forventes at dersom mange sårbarhetsfaktorer er listet opp til å virke etter at den uønskede hendelsen har inntruffet, så vil også konsekvensene bli forholdsvis alvorlige osv. Overskrifter for sårbarheter og risikofaktorer er:

- Sted
- Geografisk omfang
- Befolkningstetthet
- Utetemperatur (årstid)
- Tid på døgnet
- Varighet
- Avhengigheter i forhold til andre kritiske samfunnsfunksjoner
- Substitusjonsmuligheter, erstatning av komponenter, omgåelse av feil
- Grad av kobling
- Kultur
- Mental forberedelse
- Kaskadeeffekter
- Kvalitet i driftsprosedyrer og kunnskap om drift
- Nivå på vedlikehold og fornyelse

6.1.4 Betingede sannsynligheter for sluttkonsekvenser

I DECRIS metoden er det lagt opp til at man kan vurdere forholdsvis alvorlige konsekvenser av en uønsket hendelse selv om hendelsen vanligvis ikke har særlig alvorlig utfall. På denne måten kan man la frekvensen av en hendelse representerer alle forekomster av hendelsen, mens man i konsekvensvurderingen kun ser på de mest alvorlige utfallene. For eksempel om man analyserer ”brann” i T-bane tunell, så vil det kunne være en del branner, f eks at en avis som er kastet ut av et vindu tar fyr. En slik brann vil imidlertid svært sjeldent gi en alvorlig konsekvens mht sikkerhet. For å angi en mer alvorlig konsekvens av en brann kan man da gi en tilleggsvurdering i form av sannsynligheten for at en uønsket hendelse gir en viss alvorlighetsgrad. Jo lavere sannsynlighet som angis, jo mer alvorlig konsekvens kan man angi. Det er imidlertid ikke alltid nødvendig å angi verst mulig konsekvens. Det anbefales å angi konsekvenskategori som ikke er helt usannsynlig, f eks i størrelsesorden en til 10 prosent. Dersom resultatene skal benyttes til f eks å dimensjonere beredskap må man også tenke gjennom hvilken tenkning som skal legges til grunn mht ”dimensjonerende” hendelser når det gjelder sannsynlighetsbetraktninger.

Merk at sannsynlighetene for angitt konsekvenskategori kan variere fra dimensjon til dimensjon. For eksempel for T-bane eksemplet vil enhver brann gi forstyrrelse i trafikken. Dvs at ”tap av infrastruktur” vil helt sikkert bli resultatet, og det kan være hensiktsmessig å angi forventet konsekvens ved slike branner, og da med en sannsynlighet i nærheten av hundre prosent. Merk at man kunne se for seg at man for en gitt uønsket hendelse anga sannsynligheten for alle mulige konsekvenskategorier (i Tabell 2 side 9). Det ville gi et bedre bilde av hendelsen, men det vurderes for omfattende å angi fem slike sannsynligheter for hver av dimensjonene.

6.1.5 Konsekvenser

For hver av konsekvensdimensjonene i Tabell 5 side 24 angis en konsekvenskategori med utgangspunkt i de betingede sannsynligheter fra avsnitt 6.1.4. Merk at for kvalitetstap i en samfunnskritisk funksjon må vi ta inn både hvor mange som blir berørt, og varigheten av kvalitetstapet. Tilsvarende gjelder for totalt fravær av funksjonen. I Tabell 5 er typiske verdier for kombinasjon av antall berørte og varighet listet. For en fullstendig beskrivelse av slike kombinasjoner henvises til Figur 8 side 27. Det finnes ingen ”objektiv fasit” på hvordan konsekvenskategoriene skal etableres slik at for eksempel konsekvenskategori 3 for sikkerhet svarer til konsekvenskategori 3 for økonomisk tap. Verdiene i Tabell 5 må derfor sees på som et utgangspunkt for sammenligninger og prioriteringer på tvers av ulike funksjoner og infrastrukturer. For kritiske beslutninger vil det være naturlig å foreta ulike sensitivetsvurderinger hvor ulike skaleringer av Tabell 5 utprøves for å se effekt på prioriteringene av tiltak.

6.2 Årsaksanalysen

Ut fra diskusjonen ovenfor står vi igjen med følgende hovedelementer som inngår i årsaksanalysen av en uønsket hendelse:

4 - Elementer som inngår i årsaksanalysen

1. List opp samfunnskritiske funksjoner (SCF) som virker før den uønskede hendelsen.
2. For hver SCF angis hvor sterk koblingen er til den uønskede hendelsen på en skala fra 0 til 100.
3. List opp sårbarheter eller risikofaktorer som påvirker frekvensen av den uønskede hendelsen med utgangspunkt i Tabell 6 side 28.
4. Angi status på sårbarheter og risikofaktorer i henhold til Tabell 6.
5. List opp ytterligere årsaker til hendelsen som evt ikke er dekket av SCFene, sårbarheter eller risikofaktorer.
6. Angi frekvensen av den uønskede hendelsen ut fra en vurdering av SCFer, sårbarheter og risikofaktorer ved å velge fra frekvensklassene angitt i Tabell 1 side 9.

6.3 Konsekvensanalysen

Ut fra diskusjonen ovenfor står vi igjen med følgende hovedelementer som inngår i analyse av mulige konsekvenser *etter* en uønsket hendelse:

5 - Elementer som inngår i konsekvensanalysen

1. List opp samfunnskritiske funksjoner (SCF) som virker etter den uønskede hendelsen, eller som er truet av den uønskede hendelsen.
2. For hver SCF angis hvor sterk koblingen er til den uønskede hendelsen på en skala fra 0 til 100.
3. List opp sårbarheter eller risikofaktorer som påvirker utfallet av den uønskede hendelsen med utgangspunkt i Tabell 6 side 28.
4. Angi status på sårbarheter og risikofaktorer i henhold til Tabell 6.
5. For hver av konsekvensdimensjonene som er valgt for analysen (se Tabell 5) angis betinget sannsynlighet for å få en alvorlig konsekvens gitt at den uønskede hendelsen har inntruffet. Med alvorlig menes her en hendelse som er mer alvorlig enn forventet konsekvens gitt den uønskede hendelsen.
6. For hver av konsekvensdimensjonene angis tilhørende alvorlighetsgrad med utgangspunkt i Tabell 5 side 24.

6.4 Supplerende informasjon

6 - Supplerende informasjon for å beskrive den uønskede hendelsen

1. Mulige tiltak for å redusere risikoen.
2. En fritekst for å beskrive risikoscenarioet.
3. Om hendelsen er viktig mht følgende kriterier: (i) Hendelsen representerer et storulykkespotensiale, (ii) det er sterk avhengighet mellom to eller flere infrastrukturer, (iii) hendelsen representerer en utfordring mht risikokommunikasjon og (iv) hendelsen representerer en spesiell lokasjon og det kan være behov for ytterligere analyse av de lokasjonsspesifikke forholdene.

6.5 Dokumentasjon i InfraRisk

Det er utviklet et verktøy (InfraRisk) som kan benyttes til å dokumentere resultatene fra grovanalysen. Figur 1 viser hovedskjermbildet for å legge inn uønskede hendelser. Verktøyet er utviklet i engelsk språkdrakt. Noen koder er imidlertid lagt inn på norsk. Det arbeides med å utvikle verktøyet slik at man kan velge mellom norsk og engelsk språk.

Figur 1 Skjermbilde i InfraRisk for å analysere uønskede hendelser

En forklaring til de viktigste felter er gitt nedenfor. For en detaljert beskrivelse henvises til brukerveiledning for verktøyet InfraRisk.

Main event: Her legges inn type uønsket hendelse ut fra hendeshierarkiet listet i Tabell 4. Merk at man kan legge inn hendelsen på ulike nivå i analysen, mens anbefalingen i DECRIS er å benytte nivå tre.

Societal security critical functions (SCF): Her legges inn samfunnskritiske funksjoner, både de som er identifisert i årsaksanalysen, og i konsekvensanalysen

Vulernaribilty/risk faktors: Her legges inn identifiserte sårbarheter og risikofaktorer

Pr(C|E): For hver av konsekvensdimensjonene angis sannsynligheten for at den uønskede hendelsen gir et mer alvorlig utfall enn forventet utfall gitt den uønskede hendelsen.

Consequence: For hver av konsekvensdimensjonene angis alvorlig utfall gitt uønsket hendelse og betinget sannsynlighet, dvs Pr(C|E).

Programmet InfraRisk vil automatisk beregne risikoklasse. Det er også mulighet for å vise alle hendelser i en risikomatrix. Det er utarbeidet et eget notat (Notat 3) som beskriver verktøyet InfraRisk i detalj.

	C1	C2	C3	C4	C5
P1			TA2	TA3	MT2
P2	TA1		TA1;MT1;MC2	TA4;MC2	MT1;MT2
P3	TA1;TF3;MC2;MC2	TA5;NM2	NM4;MT1;NM3;MC1;NG2;MC2;TA3	TA1;TF1;TA3;TA5;TA1;NM2	TA2;TA1;MT1;MC2
P4	TF1;NM5;NM5;TF6;TF6;TF6;TA5;TA5;MC2	TA1;TF1;MD1;TF6	NM4;MD2		
P5					

Figur 2 Eksempel på risikomatriser fra verktøyet InfraRisk

6.6 Vurdering av risikoreducerende tiltak

Fastsettelse av sannsynlighet for, og konsekvens av en uønsket hendelse utføres i første omgang under forutsetning av at ingen nye risikoreducerende tiltak er iverksatt. Dersom risikoen er stor (gult, oransje og rødt område i risikomatrisa) vil det være naturlig å identifisere tiltak for å redusere risikoen. Dersom gode risikoreducerende tiltak gjennomføres kan man forvente at sannsynlighetskategori og eller en eller flere konsekvenskategorier kan reduseres.

Nedenfor diskuteres kort hvordan man kan foreta en grov vurdering av nytten av et risikoreducerende tiltak. Gangen i en slik vurdering er:

1. Det tas utgangspunkt i risikomatrisa for økonomi gitt i Figur 5 side 26.
2. For hver kombinasjon av frekvens og konsekvens i denne matrisa kan man fastsette en årlig kroneverdi som en uønsket hendelse representerer mht økonomi.
3. Slik Figur 5 er kalibrert vil kroneverdien for konsekvenskategori K være omtrent $3 \cdot 10^{K+4}$, for $K = 1, 2, \dots, 5$.
4. Slik Figur 5 er kalibrert vil sannsynlighetskategori S representere en årlig frekvens på omtrent $3 \cdot 10^{S-5}$, for $S = 1, 2, \dots, 5$.
5. Årlig forventet kroneverdi for en hendelse med konsekvenskategori K og sannsynlighetskategori S blir da omtrent 10^{K+S} .
6. Under forutsetning av at de andre risikomatrisene i Figur 3 til Figur 8 er rimelig harmonisert med risikomatrisa for økonomi kan man også pragmatisk gi en ekvivalent kroneverdi for kombinasjoner av K og S for de andre dimensjonene lik 10^{K+S} .
7. For de dimensjoner tiltaket reduserer sannsynlighet og/eller konsekvens med ett eller flere trinn vil nytt risikobidrag bli under 10% av opprinnelig risikobidrag, slik at risikoreduksjonen i praksis er lik opprinnelig verdi 10^{K+S} for disse dimensjonene.
8. For å finne en nytte kost brøk for tiltaket beregnes årlige kostnader for å realisere tiltaket. La dette beløpet betegnes TK.

9. Nytte/kost brøken av tiltaket blir da: $\rho = \frac{\sum_i 10^{K_i+S_i}}{TK}$ hvor summen tas over de dimensjoner hvor tiltaket har effekt.

Merk at dersom tiltaket ikke reduserer verken konsekvenskategori eller sannsynlighetskategori vil bidraget bli null i formelen ovenfor. Dette vil ofte være tilfellet fordi det skal en del til for å redusere konsekvens eller sannsynlighet med en faktor 10 som essensielt er nødvendig i og med at det er logaritmiske skalaer. I situasjoner hvor man kan redusere både konsekvens og sannsynlighet med "en halv kategori" er det rimelig å slå sammen gevinsten til en "enhet", og vi kan da benytte formelen. Dersom reduksjonen er svakere enn dette kan man innføre et korreksjonsledd KL_i som man multipliserer tilhørende ledd i summen med. KL_i settes lik $\frac{1}{2}$ dersom effekten av tiltaket typisk er en "halvering" av enten sannsynlighet eller konsekvens. Dersom både konsekvens og sannsynlighet halveres settes KL_i lik $\frac{3}{4}$.

7 - Tiltaksvurdering

1. For uønskede hendelser i området gult, oransje og rødt identifiseres mulige risiko-reducerende tiltak.
2. Anslå årlig kostnad for å realisere tiltak, og betegn denne kostnaden TK.
3. For hver konsekvensdimensjon vurderes om tiltaket reduserer enten sannsynlighet eller konsekvens med minst ett trinn.
4. Dersom "summen" av sannsynlighets- og konsekvensreduksjonen er minst ett trinn settes $KL_i = 1$.
5. Dersom reduksjonen er mindre, typisk en halvering (i nominell verdi) av både sannsynlighet og konsekvens settes $KL_i = \frac{3}{4}$.
6. Dersom kun enten sannsynlighet eller konsekvens halveres (i nominell verdi) settes $KL_i = \frac{1}{2}$.

7. Nytte/kost brøken av tiltaket blir: $\rho = \frac{\sum_i KL_i 10^{K_i+S_i}}{TK}$ hvor summen tas over de dimensjoner hvor tiltaket har effekt, og hvor K_i er konsekvenskategori for dimensjon i , og S_i er sannsynlighetskategori for dimensjon i .

Regneeksempel:

For en uønsket hendelse er det vurdert at risikoen mht sikkerhet er $S_1 = 3$ og $K_1 = 4$ (middels risiko). For leveringssikkerhet er risikoen vurdert til $S_6 = 5$ og $K_6 = 2$ (også middels risiko). Et tiltak er identifisert, og det er vurdert at mht sikkerhet vil sannsynlighetskategorien kunne reduseres med en enhet. For leveringssikkerhet vil tiltaket kun halvere sannsynligheten, men ikke redusere konsekvensen. Tiltaket er vurdert å koste 7 millioner kroner hvert år. Nytte/kost brøken av tiltaket blir da:

$$\rho = \frac{\sum_i KL_i 10^{K_i+S_i}}{TK} = \frac{1 \cdot 10^{3+4} + \frac{1}{2} \cdot 10^{5+2}}{7000000} = \frac{15000000}{7000000} \approx 2.1$$

Tiltaket virker lønnsomt å implementere.

Referanser

Arbeidsnotat 2: Sammendrag over Ros analyser

Aven, T. (2007) Risikostyring. Prinsipper og ideer. Universitetsforlaget.

Henriksen, S., K. Sørli og L. Bogen (2007) Metode for identifisering og rangering av kritiske Samfunnsfunksjoner. FFI-rapport 2007/00874. ISBN 978-82-464-1192-7. (BAS 5 – metoden).

Langdal, E. og G. Aastorp. (2004). Oppdatering av ROS-analyse. Safetec rapport ST-25497-RA-1-Rev01.

Sklet, S, R.K.Tinmannsvik og K. Øien (1997). Sikkerhet og beredskap i Oslo kommune. SINTEF rapport STF38 F97409.

Storulykkesforskriften. Forskrift om tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer. FOR-2005-06-17-672. (<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20050617-0672.html>)

Arbeidsnotat 3. Method for identification and ranking of societal critical functions (beskrivelse av verktøyet InfraRisk).

Vedlegg – Utfyllende tabeller og figurer

På de neste sider er lagt inn ulike tabeller.

Først gis forslag til inndeling i fem konsekvenskategorier for hver av sju risikodimensjonene”, (se Avsnitt 2.3 for omtale av disse). Vi understreker at dette er et forslag. Det er opp til den enkelte bruker å angi hvilke risikodimensjoner en vil benytte og definere de ulike konsekvenskategorier for disse, tilpasset formålet med analysen.

Videre angis forslag til risikomatrise for hver av de angitte risikodimensjonene (figurene 3-7).

Til slutt angir Tabell 6 såbarhets- og risiko-faktorer, og Tabell 7 gir en liste over samfunnskritiske funksjoner på nivå 2 og nivå 3.

Tabell 5 Forslag til konsekvenskategorier (1-5) for hver av de sju risikodimensjonene

Kons. - kategori	Liv og helse	Miljø	Økonomi	Styringsevne	Politisk tillit	Kvalitet	Tilgjengelighet/leveringssikkerhet
(1) Begrenset	Opp til 5 skadde/alvorlig syke	Ubetydelig miljøskade	< 1 mill. NOK	Ingen eller mindre forstyrrelser	Ingen vesentlige effekter	Opp til hundre personer berørt med fare for sykdom i opp til 6 timer	Opp til hundre personer uten service i opp til 6 timer
(2) Noe skade	Opp til 40 skadde/alvorlig syke	Miljøskader som krever mindre tiltak	1 til 10 mill. NOK	Kortere forstyrrelser	Passivt konstruktiv, lojalitet, tilpasning	10 til 1 000 personer berørt med fare for sykdom i 6 – 12 timer	10 til 1 000 personer uten service i 6 -12 timer
(3) Alvorlig	1-2 drepte, opp til 100 skadde/alvorlig syke	Miljøskader som krever større tiltak	10 til 100 mill. NOK	Betydelige forstyrrelser	Aktivt konstruktiv, uro, protest, krav om endringer	100 til 10 000 personer berørt med fare for sykdom i 1 til 7 dager	100 til 10 000 personer uten service i 1 til 7 dager
(4) Kritisk	3-10 drepte, opp til 500 skadde/alvorlig syke	Omfattende og langvarig miljøskade	100 til 1000 mill. NOK	Alvorlige forstyrrelser	Passivt destruktiv, ikke-deltagelse, substitusjonsadferd	1 000 til 100 000 personer berørt med fare for sykdom i 1 til 4 uker	1 000 til 100 000 personer uten service i 1 til 4 uker
(5) Katastrofal	Mer enn 10 drepte, mer enn 500 skadde/alvorlig syke	Omfattende og uopprettelig miljøskade	> en milliard kroner	Kritiske forstyrrelser, permanente endringer	Aktivt destruktiv, politisk exit, vold, systemdelegitime ring, systemendring	Mer enn 10 000 personer berørt med fare for sykdom i over 1 månede	Mer enn 10 000 personer uten service i over 1 månede

	Opp til 5 skadde-/alvorlig syke	Opp til 40 skadde-/alvorlig syke	1-2 drepte, opp til 100 skadde-/alvorlig syke	2-10 drepte, opp til 500 skadde-/alvorlig syke	Mer enn 10 drepte, mer enn 1000 skadde/alvorlig syke
Mindre enn en gang pr 1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko
En gang pr 100-1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko
En gang pr 10-100 år	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko
En gang pr 1-10 år	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko
Oftere enn en gang per år	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko	Svært høy risiko

Figur 3 Risikomatrix for liv og helse

	Ubetydelig miljøskade	Miljøskader som krever mindre tiltak	Miljøskader som krever større tiltak	Omfattende og langvarig miljøskade	Omfattende og uopprettelig miljøskade
Mindre enn en gang pr 1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko
En gang pr 100-1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko
En gang pr 10-100 år	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko
En gang pr 1-10 år	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko
Oftere enn en gang per år	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko	Svært høy risiko

Figur 4 Risikomatrix for miljø

	< 1 mill. NOK	1 til 10 mill. NOK	10 til 100 mill. NOK	100 til 1000 mill. NOK	> en milliard kroner
Mindre enn en gang pr 1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko
En gang pr 100-1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko
En gang pr 10-100 år	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko
En gang pr 1-10 år	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko
Oftere enn en gang per år	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko	Svært høy risiko

Figur 5 Risikomatrix for økonomi

	Ingen eller mindre forstyrrelser	Kortere forstyrrelser	Betydelige forstyrrelser	Alvorlige forstyrrelser	Kritiske forstyrrelser, permanente endringer
Mindre enn en gang pr 1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko
En gang pr 100-1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko
En gang pr 10-100 år	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko
En gang pr 1-10 år	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko
Oftere enn en gang per år	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko	Svært høy risiko

Figur 6 Risikomatrix for styringsevne

	Ingen vesentlige effekter	Passivt konstruktivt, lojalitet, tilpasning	Aktivt konstruktivt, uro, protest, krav om endringer	Passivt destruktivt, ikkedeltagelse, substitusjonsadferd	Aktivt destruktivt, politisk exit, vold, systemdelegitimering, systemendring
Mindre enn en gang pr 1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko
En gang pr 100-1000 år	Svært lav risiko	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko
En gang pr 10-100 år	Svært lav risiko	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko
En gang pr 1-10 år	Lav risiko	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko
Oftere enn en gang per år	Middels risiko	Middels risiko	Høy risiko	Svært høy risiko	Svært høy risiko

Figur 7 Risikomatrix for politisk tillit

	0 - 6 timer	6 - 12 timer	1 - 7 dager	1 - 4 Uker	1 - 6 Måneder	Mer enn 6 måneder
1 - 10 personer	Begrenset	Begrenset	Noen skader	Noen skader	Alvorlig	Alvorlig
10 - 100 personer	Begrenset	Noen skader	Noen skader	Alvorlig	Alvorlig	Kritisk
100 - 1 000 personer	Noen skader	Noen skader	Alvorlig	Alvorlig	Kritisk	Kritisk
1 000 - 10 000 personer	Noen skader	Alvorlig	Alvorlig	Kritisk	Kritisk	Katastrofe
10 000 - 100 000 personer	Alvorlig	Alvorlig	Kritisk	Kritisk	Katastrofe	Katastrofe
Mer enn 100 000 personer	Alvorlig	Kritisk	Kritisk	Katastrofe	Katastrofe	Katastrofe

Figur 8 Risikomatrix for i) kvalitet og ii) tilgjengelighet av infrastruktur/leveringssikkerhet

Merk at risikomatrixen for kvalitet er satt lik matrixen for leveringssikkerhet. Videre er det ingen differensiering av matrixene i forhold til hvilket infrastrukturelement det er snakk om. Ideelt sett bør det utvikles ulike matrixer for hver av infrastrukturene. Det kan for eksempel argumenteres at det er mer alvorlig om 10 000 mennesker mister strømforsyning i ett døgn enn at 10 000 mennesker mister internett i ett døgn.

Tabell 6 Sårbarheter og risikofaktorer

Sårbarhetsfaktor	Påvirkning	Kommentar
Sted	(1) Svært liten	Åpent lende
	(2) Liten	Transporttrasé
	(3) Middels	Gate i (stor)by, tett bygningsmasse, rasfarlig område etc
	(4) Stor	I / ved farlig installasjon, fabrikk etc
	(5) Svært stor	Terminal for persontrafikk eller tunnel
Geografisk omfang	(1) Lokal/kommune	+ Bydel i storby og tilsvarende
	(2) Fylke	+ Storby, stor forstadskommune
	(3) Landsdel	Begrenset til 1 av de 5 landsdelene
	(4) Nasjonal	+ Hovedstaden
	(5) Internasjonal	Hvis Norge rammes
Befolkningstetthet	(1) 1 - 4	Isolert gårdsbebyggelse
	(2) 5 - 29	Spredt gårdsbebyggelse
	(3) 30 - 199	Åpen boligbebyggelse, fortettet gårdbebyggelse
	(4) 200 - 499	Spredt forstad, mindre tettsted
	(5) 500 - 15200	By, fortettet forstad, større tettsted
Utetemperatur (årstid)	(1) +20 °C – +30 °C	Ingen oppvarmingsbehov, noe kjølebehov
	(2) +5 °C – + 20 °C	Noen oppvarmingsbehov
	(3) -5 °C – +5 °C, > +30 °C	Betydelig oppvarmingsbehov; alt. stort kjølebehov
	(4) -20 °C – -5 °C	Stort oppvarmingsbehov
	(5) < -20 °C	Oppvarming er kritisk overlevelsesfaktor
Tid på døgnet	(1) Natt	Stille
	(2) Kveld	De fleste er hjemme
	(3) Arbeidstid	De fleste er på arbeidsplass
	(4) Tidlig morgen	Morgenstell, frokost, travelhet
	(5) Rushtid	Til og fra arbeid, skole etc
Varighet	(1) < 1 dag	Rask normalisering vanlig
	(2) < 1 uke	Normalisering innen tilsvarende tid (ytterligere 1 uke eller 2)
	(3) > 1 måned	Normalisering tar vesenlig mer tid enn ytterligere 1 måned
	(4) > 3 måneder	Normalisering tar 6 mndr til 1 år i tillegg
	(5) Kvasi permanent	Normalisering tar mer enn 1 år til flere år, tiår
Avhengigheter i forhold til andre kritiske samfunnsfunksjoner	(1) Svært liten	Små avhengigheter
	(2) Liten	Middels asymmetrisk avhengighet
	(3) Middels	Middels symmetrisk avhengighet
	(4) Stor	Sterk asymmetrisk avhengighet
	(5) Svært stor	Sterk symmetrisk avhengighet
Substitusjonsmuligheter, erstatning av komponenter, omgåelse av feil	(1) Svært stor	Kan erstattes uten problemer
	(2) Stor	Kan erstattes med visse problemer
	(3) Middels	Kan erstattes gjennom omfattende innsats
	(4) Liten	Kan vanskelig erstattes
	(5) Svært liten	Uunnværlig
Grad av kobling	(1) Svært liten	Anarkisk
	(2) Liten	Enkelt regelsett tilstrekkelig for virksomhetens funksjon
	(3) Middels	Komplisert regelsett nødvendig for virksomhetens funksjon
	(4) Stor	Operative styringsfunksjoner nødvendig
	(5) Svært stor	Sterkt sentralstyrt med liten avvikstoleranse

Sårbarhetsfaktor	Påvirkning	Kommentar
Kultur	(1) Svært gunstig	Åpenhet, ydmykhet, satsingsvilje, realkompetanse, ærlighet
	(2) Gunstig	Samarbeidsklima, ser muligheter, bevissthet
	(3) Middels	Forsiktighet, utsettelse, naivitet, ukunnskap
	(4) Lite gunstig	Preget av forsvarsreaksjoner, angst, isolasjon
	(5) Svært ugunstig	Preget av maktkamp, hubris, lukkethet, uærlighet
Mental forberedelse	(1) Svært gunstig	Jevnlige målrettede øvelser
	(2) Gunstig	Omfattende effektive tiltak
	(3) Middels	God risikobevisssthet, noen tiltak
	(4) Lite gunstig	U(nder)kommunisert risiko
	(5) Svært ugunstig	Manglende bevissthet om mulig risiko
Kaskadeeffekter	(1) Svært gunstig	Veldig liten funksjonell avhengighet mellom infrastrukturer
	(2) Gunstig	Liten funksjonell avhengighet mellom infrastrukturer
	(3) Middels	Svikt i en infrastruktur kan gi svikt i en annen infrastruktur
	(4) Lite gunstig	Svikt i en infrastruktur vil gi svikt i en annen infrastruktur
	(5) Svært ugunstig	Svikt i en infrastruktur vil eskalere til flere andre infrastrukturer
Kvalitet i driftsprosyder og kunnskap om drift	(1) Svært gunstig	Veldig godt trent organisasjon mht drift av infrastruktur
	(2) Gunstig	Veltrent organisasjon mht drift av infrastruktur
	(3) Middels	Tenet organisasjon mht drift av infrastruktur
	(4) Lite gunstig	Organisasjon med liten erfaring mht drift av infrastruktur
	(5) Svært ugunstig	Organisasjonen er ukjent med drift a infrastrukturen
Nivå på vedlikehold og fornyelse	(1) Svært gunstig	God planlegging og utføring av vedlikehold og fornyelse
	(2) Gunstig	Noe planlegging og utføring av vedlikehold og fornyelse. Noe knapphet på ressurser.
	(3) Middels	Noe planlegging av fornyelse og vedlikehold. Knapphet på ressurser
	(4) Lite gunstig	Lite planlegging av vedlikehold og fornyelse. Veldig knapphet på ressurser. En del aldring.
	(5) Svært ugunstig	Organisasjonen kjennetegnet ved korrektivt vedlikehold. Sort aldringsproblem

Tabell 7 Liste over samfunnskritiske funksjoner på nivå 2 og nivå 3

SCF Nivå 2	SCF Nivå 3
Elektrisk kraft (1)	Produksjonsanlegg (1)
	Transformatorer og bryterfelt (2)
	Distribusjonsnett (3)
	Dammer, demninger (4)
	Styringssentraler og SCADA-systemer (5)
	Mobile reservesystemer (6)
Elektronisk kommunikasjon (2)	Fast telefoni og kabelsystemer (1)
	Mobiltelefoni (2)
	Internett (3)
	Lukkede sambandssystemer for myndigheter (4)
	Radiokommunikasjon (5)
	Satelittbaserte infrastrukturer, jordstasjoner (6)
Vann og avløp (1)	Mobile reservesystemer (7)
	Vannkilder (1)
	Reservesystemer for vann (2)
	Renseanlegg (3)
	Distribusjonsnett (4)
	Kloakksystem (5)
Styringssentraler og SCADA-systemer (6)	

SCF Nivå 2	SCF Nivå 3
Olje- og gassforsyning (2)	Offshore installasjoner (1)
	Rørledninger (2)
	Landterminaler og raffinerier (3)
	Depoter (4)
	Styringssentraler og SCADA-systemer (5)
Transport (3)	Luffart (1)
	Jernbane (2)
	T-bane/trikk (3)
	Vegtransport (4)
	Sjøfart (5)
Bank og finans (4)	Nasjonale clearingsystemer (1)
	Betalingsformidlingssystemer (2)
	Systemer for verdipapiravregning (3)
Matforsyning (1)	Systemer for logistikk (1)
	Hygiene og sikkerhet (2)
Renovasjon (2)	Avfallstransport (1)
	Avfallsdeponi (2)
Helse-, sosial- og trygdetjenester (3)	Spesialisthelsetjenestens hospitaler (1)
	Primærhelsetjenester (2)
	Sosialtjenester (3)
	Medisinalforsyning (4)
	Laboratorier (5)
	Trygdesystemer (6)
Politi og Nød- og redningstjenester (4)	Politiregistre (1)
	HRS; LRS; politikammer (2)
	AMK (3)
	Brannvakt (4)
Offentlig ledelse (5)	Storting (1)
	Regjering og administrasjon, Kriseledelse (2)
	Domstolene (3)
	Forsvarets ledelse (4)
Medier, nyhetsformidling (6)	Radio- og TVselskaper (1)
	Presse, trykt (2)
	Internettaviser (3)
	Offentlige informasjonstjenester (4)
Industrier, viktige og/ eller med potensial for store ulykker (7)	Kjemiske anlegg og depoter (1)
	Atomreaktorer og nukleærdeponier (2)
	Forsvarsindustri (3)
	Styringssentraler og SCADA-systemer (4)
Nasjonale nøkkelsymboler (8)	Vernede bygninger, kulturinstitusjoner og monumenter (1)
	Mobile gjenstander, "umistelige" (2)
	Evenementer, institusjonaliserte (3)
	Personer, institusjonaliserte (4)