

Sårbarhet og avhengigheter i kritisk infrastruktur

**Seminar arrangert av DECRIIS prosjektet
Lerkendal, Trondheim
Torsdag 12. februar 2009**

DECRIS: Agenda

- 0915 **Åpning**
- 0920 SINTEF/FFI/NTNU, *DECRIS-prosjektet og metodikk for ROS-analyser.*
Ulike elementer av DECRIS metodikken; bl.a.
- Grovanalyse, Verktøy, Detaljanalyse (bl.a. håndtering av avhengigheter)
- 1000 SINTEF+partnere, *Gjennomføring av detaljanalyser, case Oslo kommune (kaffepause):*
- Kritiske hendelser i strømforsyningen som kan medføre at bydeler får avbrudd?
- Hele Oslo uten vann. Hva blir konsekvensene for en viktig helseinstitusjon?
- Leveringssikkerhet for petroleumsprodukter fra Sjursøya
- 1200 **Lunsj**
- 1250 Torstein Nielsen, Beredskapssjef Stavanger kommune. *Teknikker for bruk av GIS i beskrivelse av risiko/sårbarhetsbildet knyttet til samfunnssikkerhet.*
- 1325 Dag Otto Skar, Beredskapssjef Sør-Trøndelag Fylkeskommune. *Resultater fra det utførte arbeidet med risiko og sårbarhetsanalyse for Trøndelagsfylkene - ROS Trøndelag 2009.*
- 1400 **Kaffe & kake**
- 1430 Egil A. Andersen, Fagansvarlig Samfunnssikkerhet i Telenor Norge, *Brukernes avhengighet til ekom-tjenester i relasjon til gjennomføring av ROS-analyser.*
- 1500 Jan Egil Bäckmark, Beredskapsetaten, Oslo Kommune, *Utfordringer knyttet til beredskap i Oslo Kommune.*
- 1520 Oppsummering. Utfordringer og veien videre.
- 1600 **Slutt**

DECRIIS: Prosjektet og Metodikk for ROS analyse

1. Kort om DECRIIS-prosjektet
 - Deltakere
 - Mål
2. Trinnene i DECRIIS analyse (Risiko og Sårbarhet av Kritisk Infrastruktur)
3. Resultater fra prosjektet.
Utfordringer / Veien videre [Avslutning på dagen]

Per Hokstad; Ingrid Bower Utne; Jørn Vatn
SINTEF Teknologi og samfunn

DECRIIS: Prosjektet

DECRIIS: Risk and Decision Systems for Critical Infrastructure

- Et prosjekt under SAMRISK-programmet
- Partnere:
 - SINTEF Technology and Society, Safety Research
 - FFI Norwegian Defence Research Establishment
 - NTNU Faculty of Arts, Dept. of language and communication studies
 - SINTEF Building and Infrastructure, Infrastructure
 - SINTEF Energy Research, Energy Systems
 - SINTEF, Technology and Society, Transport Research
 - SINTEF ICT, Software engineering, Safety and Security
- Andre SAMRISK prosjekt I Trondheim:
 - CISS
 - AdaptCRVA

DECRIIS: Prosjektet

Mål:

- Utvikle eksisterende ROS (Risiko og Sårbarhets)-metodikk
- Fokus på å se ulike sektorer (vann, EI, veg, IKT) under ett.
- En "all hazards" metodikk, som skal kunne brukes av myndigheter og selskap med ansvar for kritisk infrastruktur.
- Utvikle "tool" for ROS-analyse.
- Også se på risikokommunikasjon og aksept av risiko.

Utgangspunkt:

- Generell ROS metodikk;
- Utførte ROS-analyser (av ulike infrastrukturer) på kommune/fylkesnivå.
- BAS-prosjektene (BAS5 – Sårbarhet i kritiske IKT systemer).
- SINTEF-analyser/prosjekt av ulike infrastrukturer.

DECRIIS: Analyseprosessen

Trinnene i DECRIIS-analyse :

1. Oppstart / Mål for analyse
2. Grovanalyse (=Utvidet "standard ROS-analyse")
3. Utvelging av hendelser for detaljanalyse
4. Detaljanalyser av utvalgte hendelser / scenarier
5. Oppsummering / tiltak

DECRIIS: Analysetrinn 1. Oppstart / Mål

1. Klargjør mål: Hvem utføres analyse for, og hva er formålet?
 - a) *Myndighet*, (e.g. kommune/fylke); ønsker totaloversikt over trusler (kritiske knutepkt. osv.)
 - b) *Infrastruktureier*, (e.g. Vannverk, Telenor); vil ha analysert sin leveransesikkerhet overfor ulike brukere.
 - c) *Bruker* av infrastruktur, (e.g. JBV, større sykehus); vil analysere avhengighet/sårbarhet med hensyn til kritisk infrastruktur.
Utforming av analysen vil avhenge av dette
2. Gi system-definisjon/avgrensing.
Bestem detaljeringsgrad av analysen.
3. Etablere forum/møteplass for aktørene.
 - Viktig med møteplass med kommunikasjon/kunnskapsutveksling mellom *alle* involverte aktører
 - Få fram ulike perspektiv/interesser
 - Klarlegge ansvarsforhold
 - Etablering av akseptkriterier?

DECRIIS: Trinn 2. Grovanalysen (ROS-analyse)

Input; (jfr. *InfraRisk* basert på BAS):

- Uønskede hendelser etter gitt klassifisering; der Nivå 1 er:
 1. Naturhendelse (N)
 2. Medisinsk/biologisk (M)
 3. Teknisk/menneskelig (systemfeil/ulykke), (T)
 4. Destruktive handlinger (D)
- Frekvens av hendelse: inndelt i fem "klasser": 1-5.
 - Også Andel av hendelsene som gir "alvorlige utfall"

DECRIIS: Trinn 2. Grovanalysen: SKFer

Identifiser **Samfunnskritisk funksjoner (SKF)** som blir berørt av hendelsen:

- **Strøm**
 - Elektronisk kommunikasjon (IKT)
 - **Vann og avløp**
 - Olje- og gassforsyning
 - **Transport** (Veg, jernbane,)
 - Bank og finans
 - Matforsyning
 - Sanitær
 - Helse, sosial og trygdetilbud
 - Politi, nød- og redningstjenester
 - Offentlig styring
 - Media
 - Viktige industrier
 - Nasjonalsymboler
- Dessuten angis: "*Før*", "*Etter*" eller "*Truet av*", for å vise på hvilken måte SKF kommer inn; (årsak/konsekvens).

DECRIIS: Trinn 2. Grovanalyse: Konsekvenser

Totalt kan en vurdere konsekvenser og risiko med hensyn til, følgende "dimensjoner" (Fem kategorier for hver, 1-5):

1. Liv/Helse

2. Miljø

3. Økonomi

4. "Styrbarhet"

5. Omdømme

6. Tilgjengelighet (utfall) av infrastrukturer

- Ofte (i grovanalysen) vil en kun se på noen av disse konsekvenstypene.
- Infrarisk gir støtte til å definere de 5 konsekvenskategoriene (neste side).

DECRIIS: Trinn 2: Definisjon av konsekvenskategori

	0 - 6 hours	6 - 24 hours	1 - 7 days	1 - 4 weeks	One to 6 months	More than 6 months
1 - 10 persons	Delimited	Delimited	Delimited	Some Damages	Some Damages	Serious
10 - 100 persons	Delimited	Delimited	Some Damages	Some Damages	Serious	Serious
100 - 1 000 persons	Delimited	Some Damages	Some Damages	Serious	Serious	Critical
1 000 - 10 000 persons	Some Damages	Some Damages	Serious	Serious	Critical	Critical
10 000 - 100 000 persons	Some Damages	Serious	Serious	Critical	Critical	Catastrophic
More than 100 000 persons	Serious	Serious	Critical	Critical	Catastrophic	Catastrophic

DECRIIS: "InfraRisk"

Frequency (3) Av og til

Social security critical functions (SCF)

SCF	Bef./After	Importance	Add
C327	Threat'nd		Delete
C336	Threat'nd		Delete
			Delete

Critical infrastructure, remaining (C);
Transport (3); Railway (2); Train (7)

Causes behind the main event

Destruktivt motivert lovbrudd

Improvement measures

Created by HFR
Infra el. Transportation

Main event

Level 1 Malicious acts or dysfunctional human behav

Level 2 Terrorism (T)

Level 3 Conventional terrorism (1)

Level 4

Change event New event

Vulnerabilities/risk factors

Vulnerability/RIF	Bef/After	Value

ID Oslo97/04
ID 952

Pr(CIE)

Consequence

Risk

1	Life and health	(5) Katastrofal	High risk
1	Environment		
1	Economy	(3) Alvorlig	Medium risk
1	Manageability		
1	Political trust		
1	Lifeline quality		
1	Lifeline unavail.	(4) Kritisk	Medium risk

Quality impact

Duration

Involved persons

Delivery impact

Duration

Involved persons

- Special conditions
- Gross Accident Potential
 - Dependence between SCFs
 - Internal/external communication issues
 - This is a specific event (location)

Scenario description

10 kg bombe settes av inne i tog/t-banevogn.

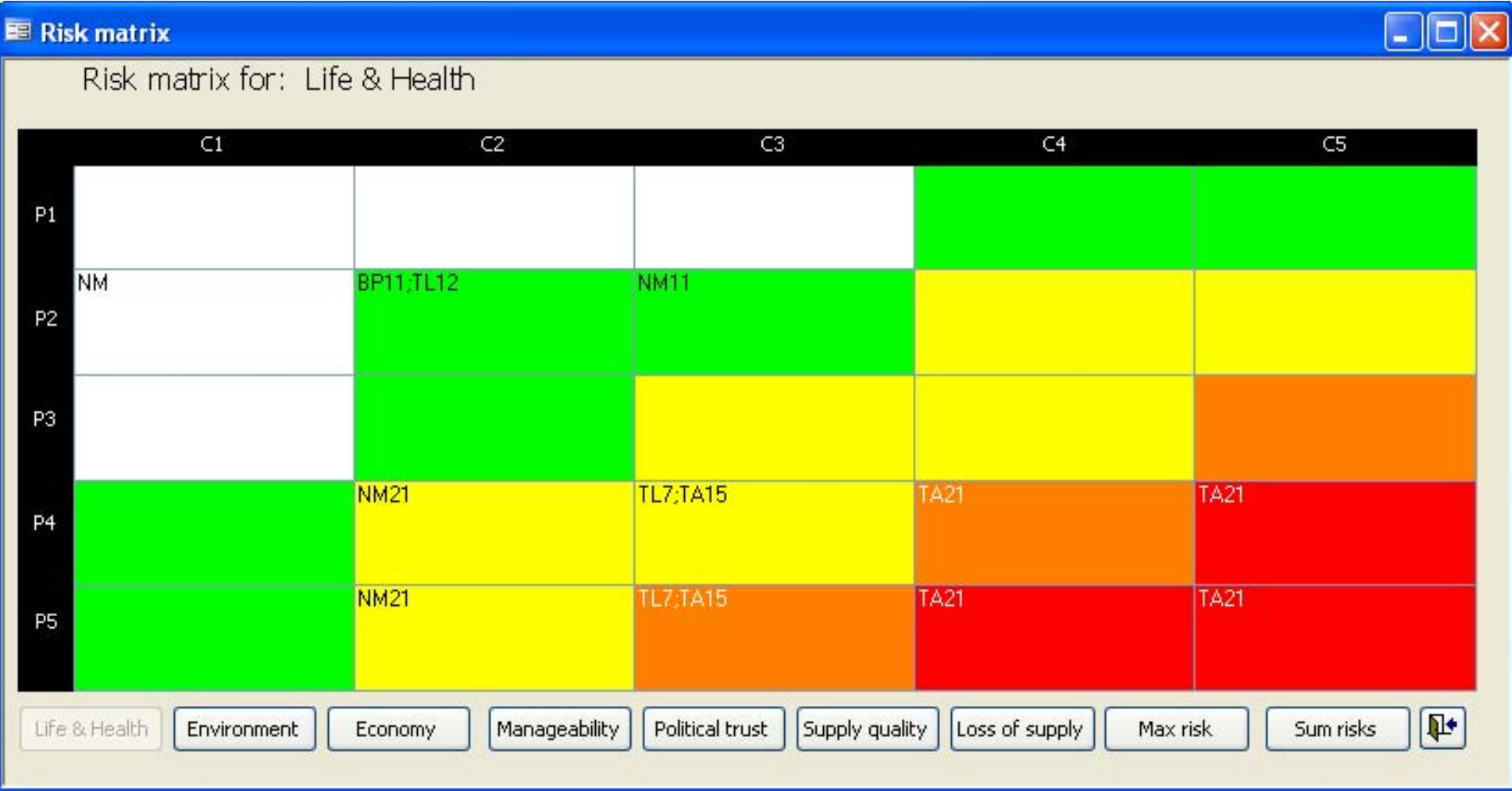


- Risikovurderingen oppsummeres i **risikomatrise** (eksempel neste side for "Liv og helse"). Her vil de enkelte uønskede hendelsene plasseres.
- Hendelsene i grovanalysen vil videre oppsummeres;
 - Viktige sårbarheter/trusler
 - Vurdering/prioritering av tiltak

DECRIIS: Definisjon risikomatrixe (personrisiko)

	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

DECRIS: Trinn 2. Grovanalyse: Risikomatrix



DECRIIS: Trinn 3. Velg hendelser for detaljanalyse

Forhold som kan vurderes (kriterier) ved utvelging av hendelse (eks.):

- **Hendelser som er i "Rødt område" av risikomatrixe**
 - Hendelser med alvorlig konsekvens; storulykkespotensial
 - Hendelser med store avhengigheter mellom infrastrukture
 - Spesielle årsakstyper, (tekn./menn. feil, destruktive handlinger, ...)
 - Spesielle konsekvenstyper (økonomi, "styrbarhet", liv/helse, ...)
- Valg av kriterier avhenger naturligvis av målsetting, (jfr. trinn 1).

DECRIIS: Trinn 3. Utvelging ("Case Oslo")

De utvalgte hendelser ("scenarier") for detaljanalyse er:

1. Hendelse ved kryssing av flere infrastrukturer, "fellesføringer"; (kulvert Oslo S)
 2. Kritiske hendelser i strømforsyning; (kabler, transformatorstasjoner)
 3. Svikt hovedvannforsyning; (konsekvenser for Ullevål sykehus).
 4. Leveringssikkerhet petroleumsprodukter fra Sjursøya.
- Dette utvalget er spesielt, da det primært skal dekke prosjektets behov for "variasjon".

DECRIIS: Trinn 4: Detaljanalyse(r)

Gjennomføring av detaljanalyse(r):

A. System/Scenariobeskrivelse:

- i. Konkretiser/utdyp den uønskete hendelse: sted, tid, rammebetingelser (basert på grovanalysen).
- ii. Angi aktører og mål for detaljanalyser
- iii. Identifiser samfunnskritiske funksjoner (SKF); (evt. utsettes til pkt. B)

B. Detaljanalyser:

- i. Analyser avhengigheter (og konsekvenser).
- ii. Årsaksanalyse (bruk av feiltre).
- iii. Konsekvensanalyse (bruk av hendelsestre, nettverksanalyse).

C. Totalvurdering av risiko med hensyn til aktuelle type hendelser.

Scenario: "Fellesføringer"

- *Utfall av (skade på) deler av strømforsyning og/eller IKT-nett i en "fellesføring"; med følgekonsekvenser for annen SKF (=samfunnskritiske funksjoner).*
- Konkret case: *Ødeleggelse av (skade på) Kulvert Oslo*

Aktører;

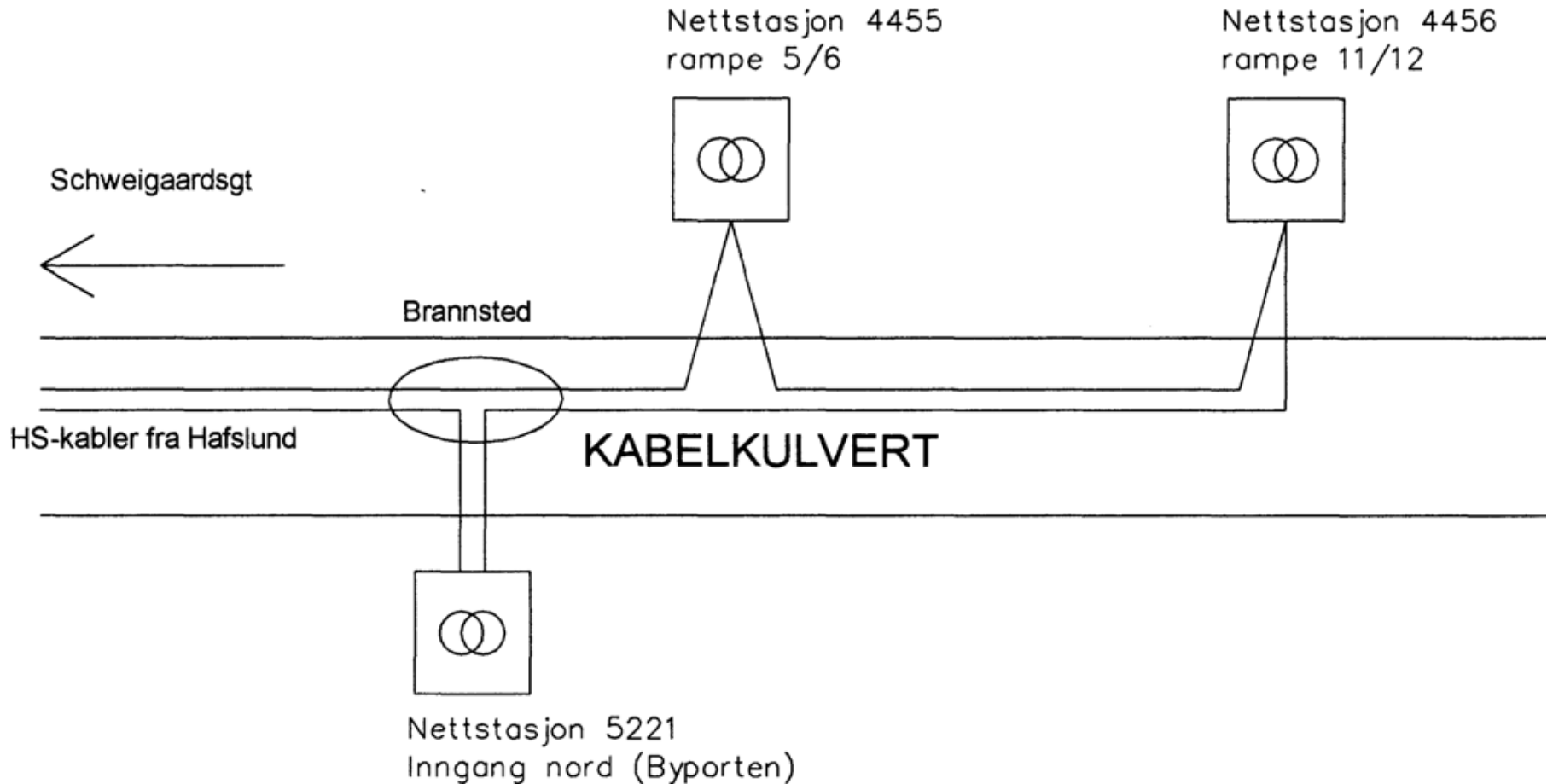
Informanter om system, ansvarsforhold, konsekvenser, beredskapstiltak osv.:

- Kulvert: ROM Eiendom
- Høyspentkabler: Hafslund
- IKT/Sambandskabler: JBV

Mål: (Metodeutvikling med hensyn til avhengighetsanalyse)

- Gir eksempel på **avhengighetsanalyse** i dette case

DECRIS: Eks. Detaljanalyse: Systembeskrivelse



DECRIIS: Detaljanalyse: Typer avhengighet

- Det er til dels komplekse *gjensidige avhengigheter*.
- Disse er det utfordrende å avdekke, beskrive og finne tiltak mot.

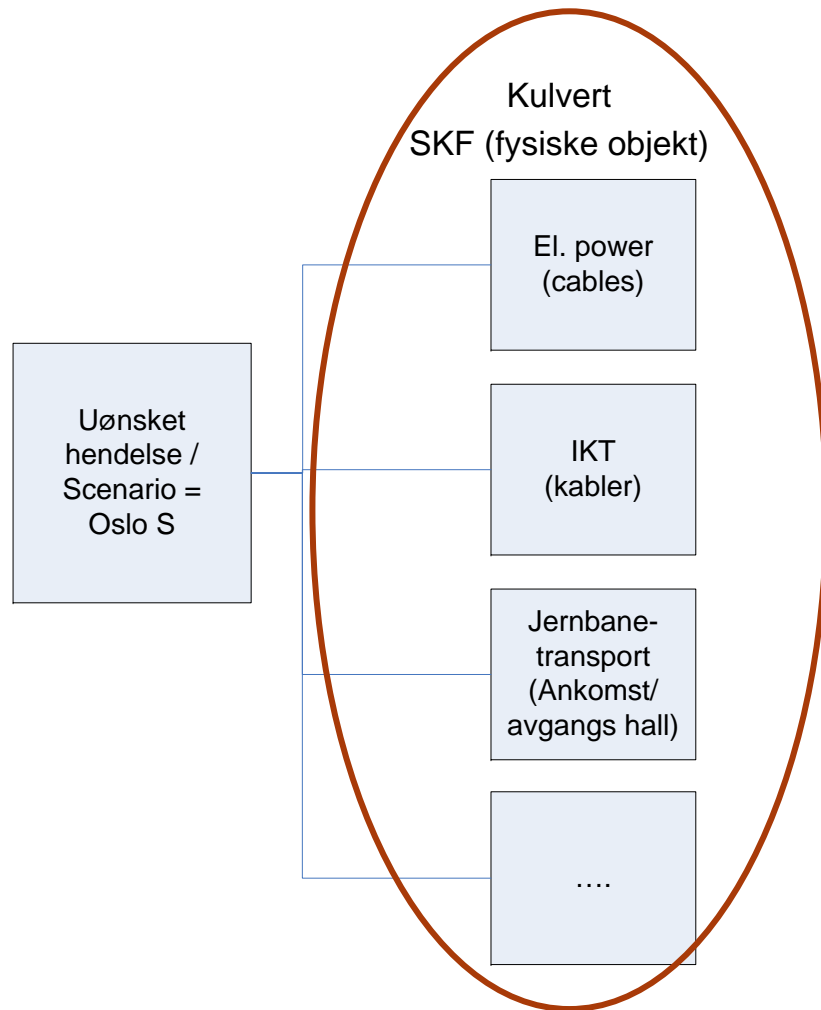
To hovedkategorier:

1. *Lokasjonsspesifikke* avhengigheter for SKF'ene, ("nærhet i tid og rom")?
 - i. Fysisk nærhet
 - Flere kabler i samme kulvert (både strøm og IKT)
 - Røykspredning (til oppholdssrom/avgangshall Oslo S)
 - ii. Manglende separasjon (kun "fellesbarriere" mot ytre trusler)
 - Tilgang til flere SKFer hvis innenfor "ytre barriere"
2. *Funksjonelle* avhengighetene? Følgekonsekvenser av utfall av SKFer
 - Hvilke funksjoner avhenger av berørte funksjoner under pkt.1?

Øvrige spørsmål i analysen:

1. Vil hendelsen forårsake *delvis* eller *totalt* utfall av SKF'ene?
 - For eksempel om det etter brannen i kulverten fortsatt vil være strøm (redundans)
2. Hva finnes av *barrierer* mot avhengige feil; (fellesfeil og kaskadefeil)?

DECRIS: Eksempel: Avhengighetsanalyse



Analyse av avhengigheter:

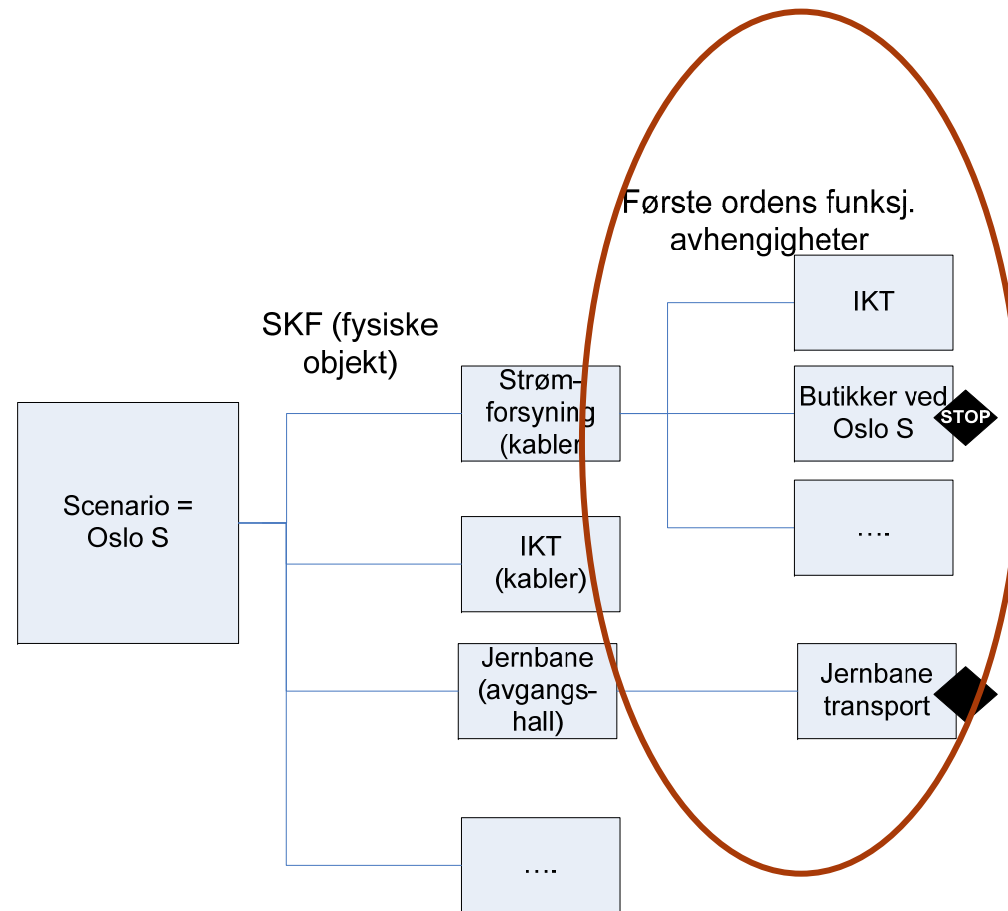
Lokasjonsspesifikke avhengigheter

- Dette er avhengigheter som her er knyttet direkte til selve hendelsen, dvs brannen
- Vi skiller på at
 - Flere SKFer slås ut samtidig
 - En redundant SKF slås ut pga felles årsak (brannen slår ut redundansen i strømforsyning, dvs "sirkelløsningen")

DECRIS: Eksempel: Avhengighetsanalyse

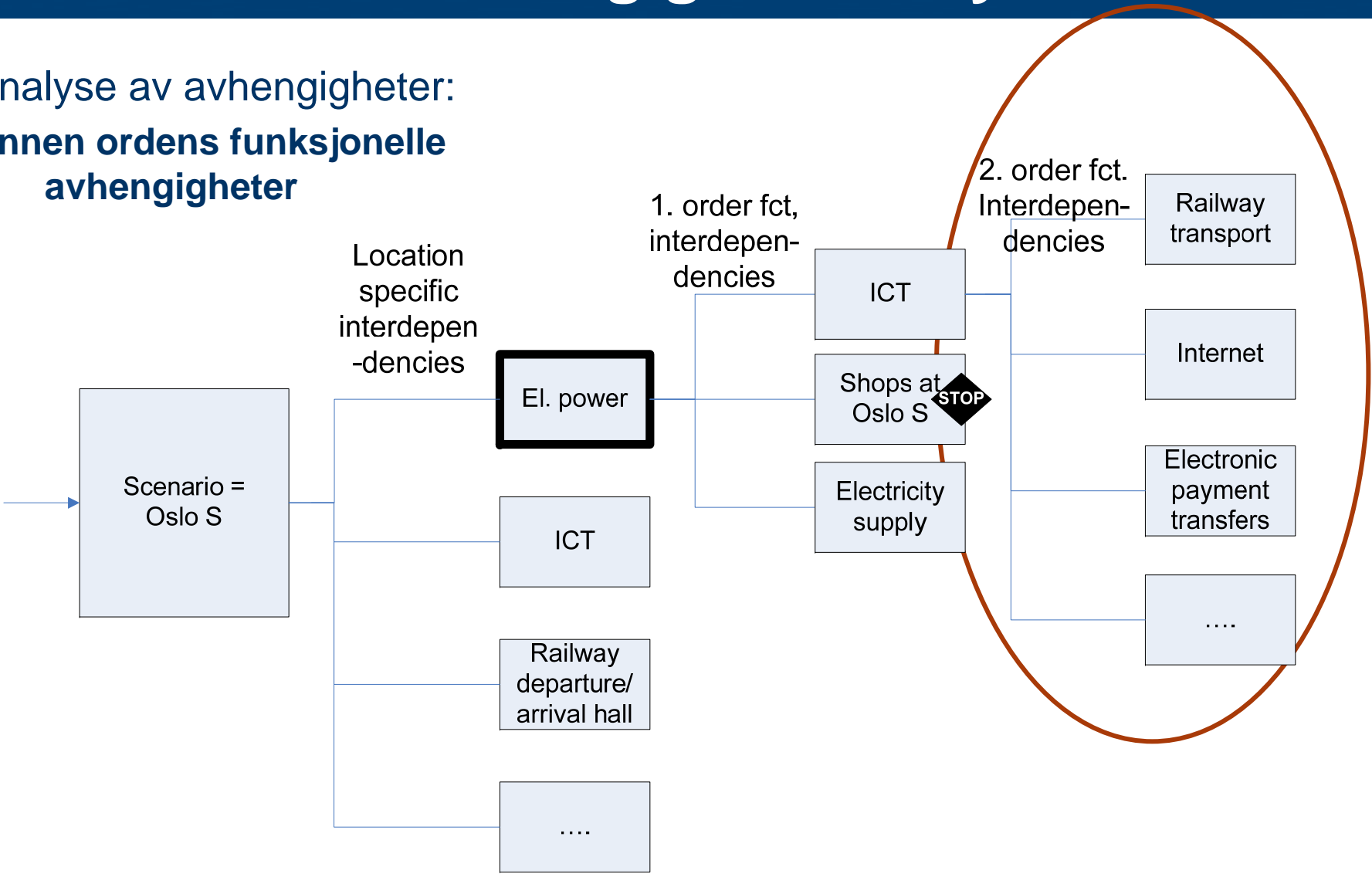
Analyse av avhengigheter: Første ordens funksjonelle avhengigheter

- For hver av SKF'ene som er slått ut (fysisk) av hendelsen analyseres hvilke andre SKFer som er avhengig av disse SKFene
- Kaskade eller følgeanalyse
- For noen hendelser (tap av SKF) vil vi avslutte analysen
- For andre "går vi videre"



DECRIS: Eks.: Avhengighetsanalyse

Analyse av avhengigheter:
Annen ordens funksjonelle
avhengigheter



DECRIIS: Avhengighetsanalyse: Kaskadediagram

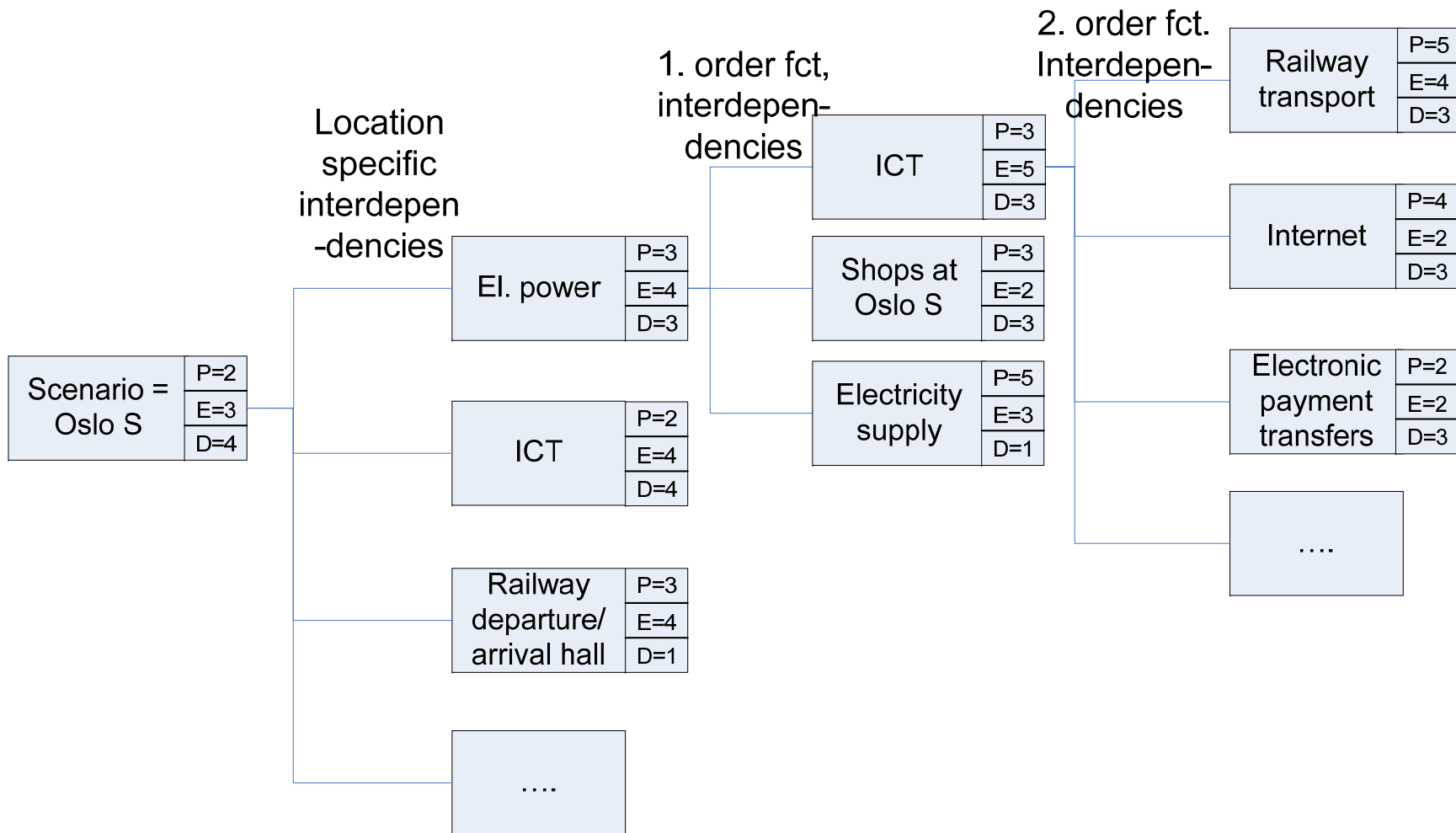
- Analysen minner om hendelsestreanalyse (ETA) men må ikke forveksles med en ETA
- En ETA forfølger en og en gren avhengig av hvilke barrierer som virker
- Kaskadediagrammet som vi benytter forfølger mange løp som kan inntreffe samtidig

DECRIIS: Avhengighetsanalyse: Semikvantifisering

- I analysen fastsettes fortløpende:
 - Frekvens/sannsynlighet for hendelsen (P)
 - Omfang av hendelsen ($E = \text{Extent}$)
 - Varighet av hendelsen ($D = \text{Duration}$)

Category	Frequency	Probability	Extent	Duration
1	Less than once pr 1000 year	$< 10^{-4}$	Minor	< 1 hrs
2	Once pr 100-1000 year	10^{-4} - 10^{-3}	Moderate	1 hrs – 6 hrs
3	Once pr 10-100 year	10^{-3} - 10^{-2}	Medium	6 hrs – 48 hrs
4	Once pr 1-10 year	10^{-2} - 10^{-1}	Large impact	48 hrs– 1 week
5	More than once a year	$> 10^{-1}$	Huge impact	> 1 week

DECRIIS: Eksempel, semikvantifisering



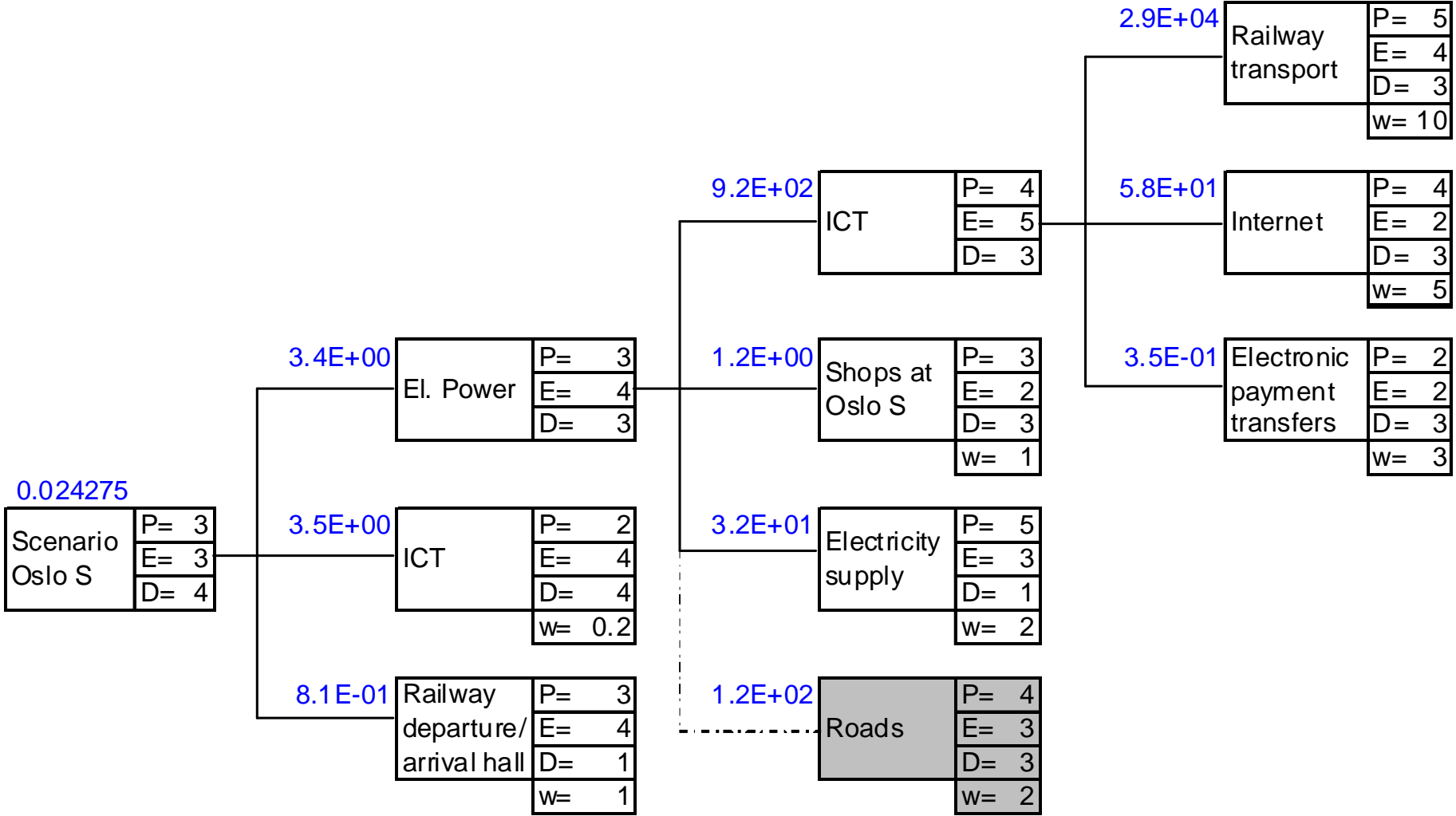
DECRIIS: Avhengighetsanalyse: Merknader

- Vi kan både forfølge hendelser som har inntruffet, og mulige fremtidige hendelser
- For erfarte hendelser "vet" vi hva som skjedde, og vi må tenke hvor sannsynlig var akkurat dette hendelsesforløpet
- Sannsynlighetene på "neste nivå" er betingede sannsynligheter gitt hendelsesforløpet til venstre
- Disse sannsynlighetene fastsettes på grunnlag av verdiene for E og D

DECRIIS: Avhengighetsanalyse: Beregningsformler

- Både P , E og D er angitt på logaritmisk skala
- For å kunne "regne" på kaskadediagrammet må vi transformere verdiene:
 - $p = 10^{P-5.5}$ (→ sannsynlighetsmål mellom 0 og 1)
 - $e = 5^E$ (→ for "løvnoder" svarer en "e-enhet" til en person)
 - $d = 6^{D-1.5}$ (→ for "løvnoder" svarer en "d-enhet" til en time)
- Forventet konsekvens per "løvnode"
 - $C_j = 10^{P_j-5.5} \cdot 5^{E_j} \cdot 6^{D_j-1.5}$
- Summerer (evt vektor) bidragene når vi går fra høyre mot venstre
 - $C_i = 10^{P_i-5.5} \sum_j w_j C_j$

DECRIS: Eksempel, kvantifisering



DECRIIS: Avhengighetsanalyse: Hva skal vi beregne?

- Total risiko knyttet til scenarioet
- Et mål for samspill
 - Vi kan øke omfanget (E) av en slutthendelse dersom effekten forsterkes av at flere hendelser inntreffer samtidig, f eks sammenbrudd i både vei og jernbane (krever ofte eksplisitt detaljanalyseanalyse)
- Et generell mål på funksjonell avhengighet SKF → tap av tjenester
- Et spesifikt mål på funksjonell avhengighet SKF → tap spesifikk tjeneste
- Eksempel
 - El.power → Jernbane (37.84%)

DECRIIS: Hva så?

- Disse avhengighetsmålene kan aggregeres opp for å gi en mer eksplisitt vurdering av "koblingen" mellom SKF'er (infrastrukturelementer)
- I litteraturen finner vi generelle "matriser", men disse reflekterer ikke sårbarheter som finnes for en gitt layout av infrastrukturen, f eks Oslo
 - Dette vil være nyttig ved vurdering av tiltak for å "løse" opp avhengighetene, dvs vi tar utgangspunkt i de viktigste "årsakene" til "tette koblinger"
- Det vurderes slik at metoden kan gjennomføres semikvantitativt og gi ett godt bilde, uten at det er behov for detaljert modell, f eks "flytmodell"
- Detaljerte modeller vil gi enda bedre innsikt, men vil bare kunne forsvares for noen få hendelsestyper

DECRIS: Detaljanalyse: Trinn C

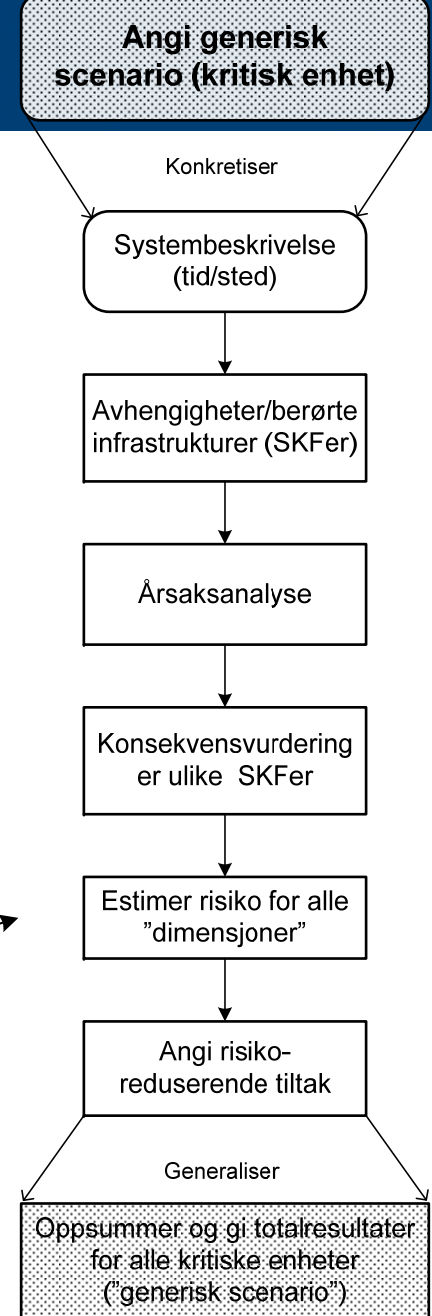
Oppsummer detalj-
(avhengighets)-analyse.

Totalvurdering av bidrag til
risiko fra denne type hendelser

Tiltak (nye barrierer; redundans;
evt. konsekvensreduksjon)

Risikodimensjoner:

- Liv/helse
- Miljø
- Økonomi
- "Styrbarhet"
- Omdømme
- Tilgjengelighet av infrastruktur



DECRIIS: Trinn 5: Oppsummering av Risikoanalyse

- Gi kort sammenfatting av resultater og vurderinger av grovanalyse og detaljanalyser.
 - Viktige sårbarheter/trusler.
 - Overordnet plan og ansvar for gjennomføring av tiltak.
 - Behov for ytterligere analyser

DECRIIS: Oppsummering: Resultater fra DECRIIS

- Testet ut BAS5-metodikk; (tilpasset og videreutviklet).
- *Grovanalyse* (ROS) for infrastruktur på tvers av sektorer, bl.a.:
 - Håndtere ulike konsekvenstyper (dimensjoner) på tvers av sektorer: f.eks. *tapte liv, utilgjengelighet (strømutfall), kvalitet (forurenset drikkevann)* osv.
 - Systematikk for å definere trusler og samfunnskritiske funksjoner
 - Videreutviklet verktøy (InfraRisk) for beslutningsstøtte og dokumentasjon av ROS-analysen
- I grove trekk utviklet metodikk for detaljanalyse (scenario-analyse), spesielt:
 - Systematikk for å identifisere og analysere avhengigheter.
 - Årsaks- og konsekvens-analyser.
- Utført eksempel-case i nært samarbeid med Oslo Kommune og partnere:
 - Delresultater for case.
 - Møteplass for gjensidig forståelse av verdi/nytte av ROS-analyser.
- Publikasjoner

Notater er og vil bli lagt ut på DECRIIS hjemmeside:
<http://www.sintef.no/Projectweb/SAMRISK/DECRIIS/>

DECRIIS: Oppsummering (kl 1520)

DECRIIS: Oppsummering: Resultater fra DECRIIS

- Tilpasset og videreutviklet
 - *Grovanalyse* (ROS) for infrastruktur på tvers av sektorer, bl.a.:
 - Ulike konsekvens-typer på tvers av sektorer
 - Systematikk for å definere trusler og samfunnskritiske funksjoner
 - Videreutviklet verktøy (InfraRisk)
 - I grove trekk metodikk for *detaljanalyse*:
 - Analysere avhengigheter.
 - Årsaks- og konsekvens-analyser.
- Eksempel-case i nært samarbeid med Oslo Kommune og partnere:
 - Delresultater
 - Møteplass for gjensidig forståelse av verdi/nytte av ROS-analyser.

DECRIIS: Oppsummering: utfordringer

1. Aktørenes ansvar og interesser
 - Klargjør mål for analysen
 - Hvordan skal aktørene bidra? Hva er deres kompetanse?
 - Hvem har ansvar for oppfølging; totalansvar?
 - Behov for å videreutvikle samarbeid mellom alle aktører (over sektor/fag- grenser)!
 - Risikoaksept

2. Problem knyttet til åpenhet / deling av sensitiv informasjon
 - Hva er sensitivt?
 - Behovet for utveksling/spredning av informasjon
 - Hvem skal få tilgang?
 - Hvordan unngå spredning (utilsiktet/destruktivt)?

3. Utfordringer knyttet til EU-direktiv:

Vern av europeisk kritisk infrastruktur

- Gjelder i første omgang energi (strøm, olje og gass) og transport (veg, jernbane, luft, vann og sjø)
- Fokus på sårbarhet som kan gi konsekvenser utenfor moderlandet
- Innmelding av sårbarhet og tiltak i løpet av to år
- Blir etter alt å dømme tatt inn i EØS-avtalen

**Hvem skal ha ansvaret for disse analysene,
og hvordan skal de gjennomføres**

4. Metodeutvikling / metodiske utfordringer

- Utvikling av nettverksmodeller for ulike infrastrukturer og "samkjøring" av disse?
- Bruk av GIS?
- Håndtering av destruktive handlinger
- Videreutvikle metodikk/verktøy for beregning av leveringspålitelighet
- Kunnskap om faktiske avhengigheter/koplinger

5. Videreutvikle InfraRisk (ta i bruk?)

6. Analyse (som dekker flere infrastrukturer) blir omfattende og ressurskrevende

- Hvordan tilpasse detaljeringsnivå?