



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

Översikt över metoder för komplex beroendeanalys på sektoriell & tvärsektoriell nivå



MSB:s kontaktpersoner:
Tobias Rosander, 010-240 54 82

Publikationsnummer MSB904 – september 2015
ISBN 978-91-7383-593-0

Studie och översiktlig utvärdering kring applicerbara metoder för komplex beroendeanalys på såväl sektoriell som tvärsektoriell nivå

Jonas Johansson
Linn Svegrup
Henrik Hassel

LUCRAM
Lunds universitets centrum för riskanalys och riskhantering
Lunds universitet

Studie och översiktlig utvärdering kring applicerbara metoder för komplex beroendeanalys på såväl sektoriell som tvärspektoriell nivå

Jonas Johansson
Linn Svegrupp
Henrik Hassel

Rapport 3177
ISSN: 1404-2983

Antal sidor: 39

Sökord: Beroenden, interdependenser, analys, metoder, inventering, utvärdering, samhällsviktig verksamhet, viktiga samhällsfunktioner, infrastruktur, sektorer, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB.

Abstract: This report presents a project, financed by the Swedish Civil Contingencies Agency (MSB), which addresses methods for performing interdependency assessments of critical infrastructures and critical societal functions. The purpose of the project was to make an inventory of existing methods and approaches in the subject area, to perform an analysis of MSB's needs of method support, and finally to evaluate the methods in light of these needs. The conclusion is that there exist some methods that to larger extents fulfills MSB's needs, although in order to apply these methods comprehensive data collection is needed and in some cases additional method development and method adaptation.

LUCRAM
Lunds universitets centrum för
riskanalys och riskhantering
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

<http://www.lucram.lu.se>

LUCRAM
Lund University Centre for
Risk Analysis and Management
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

<http://www.lucram.lu.se>

Sammanfattning

Denna rapport utgör slutredovisningen av ett uppdrag som Lunds universitets centrum för riskanalys och riskhantering (LUCRAM) har utfört åt Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Syftet med uppdraget var att genomföra en inventering av befintliga metoder för beroendeanalys på tvärsektoriell och sektoriell nivå, att genomföra en analys av MSBs behov av metodstöd, och slutligen att genomföra en utvärdering av metoderna utifrån MSBs behov. Arbetet är nära kopplat till MSBs arbete inom ramen för strategin och handlingsprogrammet för skydd av samhällsviktig verksamhet, som på ett övergripande plan syftar till att skapa ett mer resilient samhälle.

De metoder som identifierades i inventeringen klassades i ett antal olika kategorier: 1) Ramverk för beskrivning och kartläggning av beroenden, 2) Empiriska metoder 3) Agentbaserade metoder, 4) Systemdynamikmetoder, 5) Input-Output metoder, 6) Infrastrukturbaserade metoder, 7) Flödesbaserade metoder och 8) Hybridmetoder.

Analys av MSBs behov genomfördes genom en workshop med representanter från MSB där ett antal utvärderingskriterier beskrevs och identifierades, t.ex. i vilket beslutsskede och på vilken system- eller geografisk nivå metoden är tänkt att användas. Dessa kriterier användes sedan som underlag för utvärderingen av de olika metoderna.

Den övergripande slutsatsen från uppdraget är att några metoder verkar kunna uppfylla MSBs behov, men för att tillämpa metoderna krävs i många fall omfattande datainsamling och i vissa fall ytterligare metodutveckling och metदानpassning. Framtida arbete bör fokusera på att ytterligare kartlägga och specificera MSBs behov av metodstöd. Detta för att kunna tydliggöra rekommendationer kring lämpliga metoder och arbetssätt inom området.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte och mål.....	3
1.3	Genomförande	3
2.	Metod	5
2.1	Inventering.....	5
2.2	Behovsstudie.....	6
2.3	Utvärdering.....	6
3.	Inventering.....	7
3.1	Ramverk för beskrivning och kartläggning.....	7
3.2	Empiriska metoder	8
3.3	Agentbaserade metoder.....	9
3.4	Systemdynamikmetoder	10
3.5	Input-Output metoder	10
3.6	Infrastrukturbaserade metoder.....	11
3.7	Flödesbaserade metoder.....	13
3.8	Hybridmetoder.....	14
4.	Behovsstudie	15
4.1	Beslutsskede.....	15
4.2	Typ av analys.....	15
4.3	Tidsperspektiv	16
4.4	Systemnivå	16
4.5	Geografisk nivå.....	16
4.6	Indata.....	16
4.7	Typ av beroenden.....	17
4.8	Mognadsgrad.....	17
4.9	Modellkomplexitet	17
5.	Utvärdering.....	19
5.1	Ramverk för beskrivning och kartläggning.....	19
5.2	Empiriska metoder	20
5.3	Agentbaserade metoder.....	20
5.4	Systemdynamikmetoder	21
5.5	Input-output metoder	21
5.6	Infrastrukturmetoder	21
5.7	Flödesbaserade metoder.....	22
5.8	Hybridmetoder.....	22
6.	Slutsats.....	23
7.	Referenser	25
	Bilaga A – Anteckningar behovsstudie.....	I

1. Inledning

Föreliggande dokument är en studie som LUCRAM (Lunds Universitets Centrum för Riskanalys och Riskhantering) genomför inom ramen för ett uppdrag av MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap). Syftet med uppdraget var att genomföra en behovsanalys och en inventering och utvärdering av befintliga metoder för beroendeanalys. Uppdraget avrapporterades den 20 december 2013 i form av denna rapport.

1.1 Bakgrund

MSB tog 2011 fram en samlad nationell strategi för skydd av samhällsviktig verksamhet [1]. Strategin syftar till att skapa ett mer resilient samhälle med en förbättrad förmåga att motstå och återhämta sig från allvarliga störningar i samhällsviktiga verksamheter samt att skapa förutsättningar för att samhället ska fortsätta fungera på en acceptabel nivå vid allvarliga händelser och störningar. Strategin ska leda till att aktiviteter avseende skydd av viktiga samhällsfunktioner på olika nivåer i samhället förstärker och kompletterar varandra.

I strategin för skydd av samhällsviktig verksamhet tas tre principer upp som säkerhetsarbetet inom samhällsviktiga verksamheter ska baseras på:

1. Använda ett systemperspektiv
2. Åtgärder före, under och efter
3. Omfatta alla slags hot och risker

Den första principen, som är den princip som tättast kopplar till uppdraget som presenteras i denna rapport, delas i sin tur in i tre steg.

- Steg I: Identifiera samhällsviktig verksamhet
- Steg II: Genomföra konsekvensanalyser på samhällsnivå
- Steg III: Prioritera samhällsviktig verksamhet

De elva samhällssektorer inom vilka viktiga samhällsfunktioner kan identifieras i Steg I ovan är följande:

- Energiförsörjning
- Finansiella tjänster
- Handel och industri
- Hälso- och sjukvård samt omsorg
- Information och kommunikation
- Kommunalteknisk försörjning
- Livsmedel
- Offentlig förvaltning – ledning
- Skydd och säkerhet
- Socialförsäkringar
- Transporter

Baserat på strategins principer och prioriterade aktiviteter har en handlingsplan tagits fram med målet att konkretisera strategin [2]. Detta ska ske genom att initiera åtgärder och aktiviteter för att skapa förutsättningar för att all samhällsviktig verksamhet har integrerat ett systematiskt säkerhetsarbete i sin verksamhet på lokal, regional och nationell nivå senast år 2020. I handlingsplanen framgår hur aktörerna kan stödjas och hur tillämpningen av strategin kan följas upp. Enheten ROS-SSV vid MSB har haft en ledande funktion i arbetet med handlingsplanen som publicerades i december 2013. I denna definieras viktiga begrepp som samhällssektor, samhällsviktig funktion och samhällsviktig verksamhet enligt nedan.

Samhällssektor

"Med samhällssektor avses i detta sammanhang de olika områden inom vilka viktiga samhällsfunktioner finns och samhällsviktig verksamhet kan identifieras." [2]

Samhällsviktig funktion

"Samlingsbegrepp för de verksamheter som upprätthåller en viss samhällsviktig funktionalitet. Varje sådan funktion ingår i en av tolv samhällssektorer och upprätthålls således av en eller flera samhällsviktiga verksamheter."¹ [2]

Samhällsviktig verksamhet

Samhällsviktig verksamhet ur ett krisberedskapsperspektiv definieras som verksamhet som uppfyller ett av eller båda följande villkor: [2]

- "Ett bortfall av eller en svår störning i verksamheten kan ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid leda till att en allvarlig kris in-träffar i samhället."
- "Verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad allvarlig kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt."

Samhällsviktig verksamhet ur ett krisberedskapsperspektiv är verksamhet som också uppfyller ett av eller båda följande villkor: [2]

- "Verksamheten är av sådan betydelse för befolkningens liv och hälsa, samhällets funktionalitet, våra grundläggande värden samt egendom och miljö att den måste kunna bedrivas även vid en allvarlig händelse eller kris."
- "Verksamheten är av särskild betydelse för att en pågående allvarlig händelse eller kris ska kunna hanteras med så små skadeverkningar som möjligt."

¹ Notera att antalet sektorer varierar mellan 11 och 12 i dessa dokument då det ännu inte är bestämt huruvida Elektroniska kommunikationer ska betraktas som en egen sektor.

Ett deluppdrag inom ramen för arbetet med handlingsplanen inom MSB är att utveckla en vägledning för identifiering av samhällsviktig verksamhet och konsekvensbedömning [3], som främst behandlar steg I och II i principen om systemperspektiv. Fokus i vägledningen ligger på enskilda verksamheter och deras direkta beroenden. Det finns dock även ett behov av att kunna aggregera information om beroenden från flera samhällsviktiga sektorer/funktioner/verksamheter för att kunna skapa helhetsbilder tvärssektoriellt eller sektoriellt på kommunal, regional och nationell nivå. Dessa helhetsbilder bör användas för att stödja sektorer, samhällsfunktioner, samhällsviktig verksamhet, kommuner och regioner i åtgärdsrioriteringar genom en insikt i högre ordningens beroenden.

Metoder för sådana konsekvens- och beroendeanalyser behöver kartläggas och utvärderas utifrån det behov av metodstöd som föreligger inom ramen för MSBs arbete med skydd av samhällsviktig verksamhet

1.2 Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att ge ingångsvärden till MSB i deras arbete inom ramen för "Handlingsplan för skydd av samhällsviktig verksamhet" vad gäller metodstöd för beroendeanalys på tvärssektoriell och sektoriell nivå.

De specifika målen och avgränsningar för uppdraget är:

- Inventering av befintliga nationella och internationella metoder för sektoriell och tvärssektoriell beroendeanalys. Inom ramen för uppdraget fokuseras det ej på metoder för analys av enskilda system såsom till exempel, simuleringsmetoder för järnväg, elkraftsystem, telekommunikationssystem, vattenförsörjningssystem, finansiella system, o.s.v. som avser analys av enskilt system snarare än beroenden mellan system.
- Att kartlägga MSBs behov av analysstöd inom ramen för beroendeanalys på tvärssektoriell och sektoriell nivå.
- Att utvärdera de identifierade metoderna utifrån dessa behov.

1.3 Genomförande

Uppdraget har genomförts under hösten 2013 av Doktor Jonas Johansson (Lunds Tekniska Högskola, Avdelningen för industriell elektroteknik och automation), doktorand Linn Svegrupp (Lunds Tekniska Högskola, Avdelningen för brandteknik och riskhantering) och Doktor Henrik (Hassel Lunds Tekniska Högskola, Avdelningen för brandteknik och riskhantering).

2. Metod

Här beskrivs tillvägagångssättet för inventeringen av befintliga metoder och hur behovsanalysen och framtagandet av utvärderingskriterier genomfördes. Slutligen beskrivs utvärderingsmetoden för de identifierade metoderna utifrån kriterierna framtagna i behovsanalysen.

2.1 Inventering

Befintliga metoder för sektoriell och tvärspektoriell beroendeanalys identifierades genom sökningar i följande två vetenskapliga databaser:

- Scopus
- Web of knowledge

För att hitta relevanta metoder användes två olika kombinationer av sökord. Dessa valdes ut utifrån syfte och mål med uppdraget och inventeringen.

- dependen* AND infrastructure* AND model* OR simulation*
- interdependen* AND infrastructure* AND model* OR simulation*

I de första urvalsstegen valdes artiklar ut som uppfyllde vissa förutbestämda urvalskriterier. Det första urvalet baserades på titlar som ansågs vara relevanta för syftet. I det andra urvalssteget utvärderades endast de artiklar som behandlade beroendeanalys i en riskhanterings- eller sårbarhetskontext, och då baserades utvärderingen på abstracts och i vissa fall hela artiklar. I det sista steget utvärderades metoderna utifrån följande urvalskriterier:

- De ska vara välbeskrivna (antal artiklar/tydlig metodbeskrivning)
- De ska vara kopplade till beroendeanalys inom en riskhanterings- eller sårbarhetskontext
- Det ska vara fokus på beroenden mellan olika typer av system/funktioner.

Slutligen, i utvärderingen tas de metoder med som bäst uppfyller kriterierna ovan utifrån kriterierna framtagna vid behovsstudien. En del metoder som valts bort i detta steg kan därmed uppfylla någon eller alla kriterierna (dock anses de ej uppfylla dem till samma grad som de utvalda metoderna). Detta innebär givetvis inte att de ej är applicerbara för beroendeanalys av den typ som behandlas i rapporten, men en djupare analys av dessa metoder har inte varit möjlig inom ramen för uppdraget. Utöver metoder identifierad enligt ovan beskrivna inventeringsprocess har även metoder som författarna tidigare kände till och som ansågs relevanta för studien tagits med i inventeringen. Resultatet från inventeringen presenteras i kapitel 3.

2.2 Behovsstudie

Behovsstudien utfördes i form av en workshop vid MSB i Karlstad den 22 november 2013. Syftet med workshopen var att kartlägga vilket behov MSB har av en metod för beroendeanalys. Målet med workshopen var att fastställa kriterier som metoderna, identifierade i inventeringen, skall utvärderas utifrån. För att uppdraget skulle vara genomförbart inom angiven tidsram fastställdes att dessa kriterier ska:

- Vara på en generell nivå, dvs. applicerbara för alla typer av sektorer
- Kunna användas för utvärdering av metoderna
- Vara hanterbart många

Minnesanteckningar från workshopen finns i Bilaga A och resultatet i form av de fastställda kriterierna presenteras i kapitel 4. Under workshopen togs det fram vilka kriterier som metoderna skall utvärderas utifrån samt vilken nivå för varje kriterium som är tillräcklig (miniminivå).

Följande personer deltog vid mötet:

- Jonas Johansson - LUCRAM
- Henrik Hassel - LUCRAM
- Linn Svegrupp – LUCRAM
- Tobias Rosander – ROS-SSV
- Jonas Eriksson – ROS-SSV
- Alexandra Grundel – ROS-SSV
- Anja Holmgren – ROS-SSV
- Bertil Dahl – ROS-SSV
- Anna Rinne – ROS-SSV

2.3 Utvärdering

Metoderna som identifierades i inventeringen utvärderas utifrån kriterierna som togs fram under behovsstudien i kapitel 5. Utvärderingen presenteras i form av en tabell där samtliga metoder utvärderas utifrån hur de bedöms uppfylla kriterierna och är färglagda utifrån hur väl de anses uppfylla kriteriernas som fastställdes i behovsanalysen.

3. Inventering

I detta kapitel presenteras inventeringen av befintliga metoder för beroendeanalys som genomförts inom ramen för uppdraget.

I litteratursökningen i de vetenskapliga databaserna hittades 2779 träffar med de valda sökorden som beskrevs i kapitel 2.1. I det första urvalssteget valdes 324 träffar ut som ansågs vara relevanta för syftet. I det andra urvalssteget togs 199 träffar fram som ansågs behandla beroendeanalys i en riskhanterings- eller sårbarhetskontext. I det sista urvalssteget definierades 8 kategorier av metoder för att skapa en struktur i presentationen av metoderna. Det kan dock finnas ett visst överlapp mellan de olika kategorierna, dvs. en och samma metod skulle kunna placeras i fler än en kategori. I dessa fall har metoden placerats i kategorin som ansågs stämma bäst. Under varje kategori i efterföljande avsnitt beskrivs vad som generellt kännetecknar metodtypen samt ett representativt urval av artiklar och metoder refereras, det finns i de flesta fall dock betydligt fler artiklar om metoderna inom respektive kategori. Det finns även review-artiklar, se t.ex. Ouyang [4], Satumtira et al. [5], Pederson et al. [6], som belyser metoder inom området ur olika perspektiv. En generell iakttagelse vid inventeringen är att det skett en stor ökning i antalet publicerade artiklar per år inom området beroendeanalys de senaste åren, vilket pekar på att forskningen inom området fortfarande är i sin vagga.

3.1 Ramverk för beskrivning och kartläggning

Denna kategori av ramverk och metoder syftar till att beskriva och kartlägga beroenden mellan samhällsfunktioner. Ramverk ger stöd till en beroendeanalys genom att beskriva aspekter av beroenden som bör tas hänsyn till vid en kartläggning. Metoder för vägledning ger även en viss vägledning till hur en beroendeanalys faktiskt bör genomföras, oftast med ett visst begränsat analysstöd (t.ex. visualisering av beroenden).

Rinaldi et al.

Rinaldi et al. [7] är ett välciterat ramverk inom forskningsområdet för att beskriva beroenden mellan infrastrukturer/samhällsfunktioner. I ramverket föreslås olika dimensioner som författarna anser bör tas hänsyn till vid en beroendeanalys, exempelvis typ av spridningseffekt som beroendet förmedlar, hur snabbt en effekt sprids, grad av spatial upplösning, första och högre ordningens beroenden etc. Ramverket är tänkt att underlätta vid identifiering, förståelse och analys av kritiska beroenden genom att visa på viktiga karakteristika som bör fångas in i beroendeanalyser. Det är dock inte en metod i den bemärkelsen att den ger metodstöd för att faktiskt genomföra kartläggning av beroenden.

Beroendehjulet

MSB tog 2009 fram rapporten ”Faller en, faller då alla?”, där en metod presenterades, Beroendehjulet, som syftar till att kartlägga beroenden mellan sektorer [8]. I denna metod identifieras och värderas en verksamhets/funktions beroenden med hjälp av expertbedömningar. Beroendehjulet består av ett antal kategorier av beroenden (Värderingar och regelverk, Personal, Infrastruktur, verksamhetsnära system, Kapital och insatsvaror-/tjänster samt Information) som ska underlätta identifiering av beroenden. Det är endast de beroenden som är externa som sedan värderas i form av en styrka (kritiskt, tydligt eller osäkert). Styrkan beror på huruvida verksamheten har t.ex. stötdämpare och/eller uthållighet att klara sig utan beroenden (om en störning inträffar). Resultat är sedan tänkt att samlas in från flera verksamheter/funktioner och aggregeras, men det finns begränsat med metodstöd för hur aggregeringen bör gå till. Slutligen finns ett antal förslag på hur aggregerade data kan visualiseras och användas för initiala analyser av beroenden.

3.2 Empiriska metoder

Empiriska metoder analyserar beroenden utifrån inträffade händelser, se t.ex. Van Eeten et al. [9], McDaniels et al. [10], Luiijf et al. [11], Rahman et al. [12], Zimmerman och Restrepo [13]. Genom att upprätta en databas över inträffade händelser kan en karakterisering göras av de konsekvenser som uppstår vid en händelse eller olycka på grund av beroenden, d.v.s. kaskadeffekter från en samhällsfunktion/verksamhet till en annan kan beskrivas. Ofta samlas data in från tidningar, Internet, officiella olycksrapporter och rapporter från privata aktörer. Resultaten från denna typ av metoder kan ge kunskap om beroenden och kaskadeffekter som faktiskt observerats vid inträffade händelser (och som därmed kan antas uppstå igen). Sådan kunskap kan användas som underlag för att komplettera expertbedömningar. Metoderna kan även ge stöd till att kvantifiera styrkan på beroenden mellan sektorer samt informera prediktiva beroendemodeller, men då metoderna är empiriska kan givetvis inte fenomen som ännu inte inträffat fångas in.

McDaniels et al.

Det analytiska ramverk som föreslagits av McDaniels et al. [10] kan användas för att identifiera samt kvantifiera konsekvenser (ur ett samhällsperspektiv) av en störning i exempelvis en infrastruktur. Ramverket tar sin utgångspunkt i stora elavbrott, men är inte begränsad till konsekvenser av elavbrott, för att förstå hur ett avbrott i en infrastruktur kan sprida sig till andra infrastrukturer och bygger på data insamlat från officiella olycksrapporter samt rapportering i media. De identifierade konsekvenserna av olika händelser karakteriserades utifrån vilka sektorer som påverkades samt vilka samhällskonsekvenser som uppstod, bland annat avbrottstid, geografisk spridning och antal drabbade personer. Ramverket har applicerats på flera stora händelser, bland annat isstormen i Quebec 1998 [14], elavbrottet i nordöstra Nordamerika i augusti 2003 [10] och tre olika orkaner i Florida 2004 [10].

Luijff et al.

Luijff et al. [11] har sammanställt en databas med 1749 infrastrukturstörningar i 29 europeiska länder. Informationen i databasen samlades in från publika rapporter från öppna källor som tidningar och internet, samt från officiella olycksrapporter. För alla händelser dokumenterades bland annat påverkade sektorer och tjänster, initierande händelse, påverkat geografiskt område, orsaker till avbrottet, skador/konsekvenser och återhämtningstid. Luijff et al. analyserade datamaterialet och kategoriserade händelserna utifrån hur varje initial händelse resulterade (eller inte resulterade) i följd effekter (kaskad effekter).

3.3 Agentbaserade metoder

Ett sätt att analysera system av infrastrukturer är med hjälp av agentbaserade metoder, se t.ex. Kaegi et al. [15], Basu et al. [16], Ehlen et al. [17], North [18], Dudenhofer et al. [19]. Infrastrukturer kan klassas som komplexa adaptiva system (complex adaptive systems) vilket förespråkare anser vara de agentbaserade metodernas styrka att hantera. Metoderna använder ett så kallat bottom-up perspektiv, vilket innebär att systemet byggs upp utifrån så kallade agenter. Det grundläggande antagandet för metoden är att alla komplexa fenomen uppstår genom det kollektiva agerandet av enskilda agenter. Varje agent interagerar med andra agenter i sin omgivning baserat på en uppsättning regler, som till exempel kan baseras på hur verkliga individer agerar. I denna inventering har vi endast studerat metoder som tittar på beroenden mellan system och utslutit agentbaserad modellering inom system².

Varje enskild applikation av agentbaserad modellering har ett särskilt fokus, som exempelvis prissättning eller marknadsstrukturer, då modellerna annars fort blir för omfattande och ohanterbara. Eftersom agentbaserad modelleringen ofta används i form av en specifik tillämpning, kombineras den ofta med andra typer av metoder (se vidare 3.8 Hybridmetoder). Resultaten kan framförallt användas för att erhålla kunskap om logiska beroenden (t.ex. hur människor/organisationer beter sig i olika kontexter).

Det är framförallt de stora nationella forskningsinstituten i USA som använts sig av agentbaserad modellering, och då främst för att simulera människors/organisationers beslutsfattande. Merparten av de agentbaserade modellerna avser fånga en hög nationalekonomisk nivå, exempelvis utvecklade Sandia National Laboratory (SNL) den agentbaserade metoden ASPEN [16]. Aspen används för att simulera individuella ekonomiska beslutsfattarens beteende (agenter) för att undersöka USAs nationalekonomi på makronivå. SNL utvecklade även N-ABLE [17] som analyserar komplexa beroenden mellan ekonomiska företag, hushåll, elsystem och telekommunikationssystem. Argonne National Laboratory (ANL) utvecklade SMART II [18] som

² Exempelvis vanligt att modellera system på mikronivå (utrymning av byggnader, simulering av restaurations- och responsenheter för ett enskilt system) med hjälp av agentbaserad modellering

modellerar elmarknaden (produktion av el) och transmissionssystemet (uttag av el) med hjälp av agenter. Idaho National Laboratory utvecklade CIMS [19] som analyserar kaskadeffekter genom grafisk representation av komponenter i en infrastruktur.

3.4 Systemdynamikmetoder

Systemdynamikmetoder tar ett top-down perspektiv (i kontrast till agentbaserad simulering som tar ett bottom-up perspektiv) vilket innebär att det är systemnivå som är i fokus, se t.ex. Brown et al. [20], Stapelberg [21], Sterman [22], Min et al. [23]. Systemdynamikmetoder kan sägas vara tillämpad systemteori, där de fundamentala begreppen inom systemteori utgörs av feedback loops (vilket indikerar beroenden mellan variabler i ett system), stocks (ackumuleringen av resurser) samt flows (förändringshastigheten för resurserna). Metoder baserade på systemteori innebär att systemet kartläggs genom så kallade casual-loop diagram (beskriver orsakssamband mellan olika variabler) och stock-and-flow diagram (beskriver flödet av information och produkter genom systemet).

Systemdynamikmetoder använder informationen från dessa diagram för att skapa matematiska beskrivningar (ekvationer) av förhållanden mellan olika variabler i systemet för att därefter kunna simulera hur systemet beter sig vid störningar och förändringar. De matematiska modellerna som används för att beskriva systemet bygger på reglerteori.

Då systemdynamikmetoder använder differentialekvationer för att beskriva variabler på systemnivå är metoden mindre lämplig att användas för att analysera komponents beteende, exempelvis förändringar i en infrastrukturens topologi. Med andra ord är det huvudsakliga användningsområdet inom beslutsfattande på systemövergripande nivå.

3.5 Input-Output metoder

Beroenden mellan samhällssektorer kan analyseras genom nationalekonomiska modeller, se t.ex. Haines et al. [24], [25], Leung et al. [26], Barker et al. [27], Xu et al. [28], Setola [29], Rose et al. [30], [31], Jung et al. [32]. Ekonomiska modeller som kan användas för beroendeanalys är ofta baserade på den s.k. input-output modellen. Den ursprungliga input-output modellen föreslogs 1941 av Wassily Leontief [33] och beskriver det ekonomiska jämviktsläget för exempelvis ett lands eller regions ekonomi. Modellen är baserad på nationalekonomisk teori och ger ett ramverk för att beskriva hur olika ekonomiska sektorer interagerar med varandra. Kort beskrivet delar modellen in landets ekonomi i olika industriella sektorer och mäter hur många enheter varje sektor måste handla från de andra sektorerna för att producera en enhet. För mer utförlig beskrivning av modellen se t.ex. Miller och Blair [34]. Utifrån Leontief's Input-output modell har de så kallade inoperability input-output modellerna (IIM) utvecklats med start strax efter millennieskiftet. Dessa använder input-output modellernas ramverk för att beskriva hur inoperabilitet (oförmåga att

utföra avsedd funktion) kan sprida sig genom ett system (t.ex. samhället). Givet en störning i en eller flera ekonomiska sektorer kan IIM-modellerna användas för att uppskatta kaskadeffekter, uttryckt i inoperabilitet eller i ekonomiska konsekvenser.

Det finns många varianter och tillämpningar av IIM-modellen. Bland annat analys av efterfrågebaserade störningar (demand-based perturbations) [24], [25] och analys av tillgångs-baserade störningar (supply-based perturbations) [26], [28]. Det finns tillämpningar som antar ett statiskt perspektiv (det nya ekonomiska jämviktsläget beräknas efter störningar) [24] och det finns de som antar ett dynamiskt perspektiv (där även kortsiktiga effekter, återhämtningsförmåga och stötdämpningsförmågor tas hänsyn till) [27]. IIM-modellerna fungerar bäst för system med begränsat utbyte med sin omgivning, men eftersom så inte alltid är fallet finns modeller som försöker ta hänsyn till internationell handel [32]. I de flesta IIM-modellerna används information om ekonomiska transaktioner mellan sektorer som approximation av deras beroenden av varandra. Eftersom detta i många fall är ett grovt antagande finns det tillämpningar av IIM där expertbedömningar används som indatakälla istället för nationalekonomisk data [29]. IIM modellerna antar linjära beroenden mellan sektorerna och Computable General Equilibrium (CGE) kan ses som en utvidgning av IIM där beroenden mellan sektorer inte behöver antas vara linjära [30], [31].

Resultaten från IIM-metoder kan t.ex. användas för att identifiera kritiska sektorer på samhällsnivå vilket kan användas som underlag för beslut kring vilka sektorer som är viktiga att stärka för att minska kaskadeffekter i samhället. Främst är metoderna dock anpassade för det långa tidsperspektivet (månad/år) snarare än effekter på kort sikt (timmar/dagar).

3.6 Infrastrukturbaserade metoder

Inom forskningslitteraturen finns det en hel del metoder inom området modellering av beroenden mellan komponenter och system för tekniska infrastrukturer. Här modelleras ofta infrastrukturer och beroende mellan infrastrukturer med hjälp av nätverksteori se t.ex. Zio et al. [35], Johansson et. al [36], Hines et al. [37], Dueñas-Osorio et al. [38], LaRocca et al. [39], Johansson et al. [40], Apostolakis et al. [41], Lee et al. [42], Patterson et al. [43]. I sin enklaste form modelleras dessa nätverk endast med hjälp av två komponenttyper: noder och länkar (som kopplar ihop och beskriver ett samband mellan noderna). I dessa fall används inga eller mycket enkla funktionella modeller som beskriver hur nätverket reagerar på systemnivå och effekten av beroenden vid störningar i form av att noder och/eller länkar tas bort, nedan kallade topologisk modeller. I mer avancerade metoder tas hänsyn till fysiska/funktionella aspekter av nätverket som på ett mer realistiskt sätt beskriver hur nätverket reagerar på störningar, nedan kallade funktionell modeller. Vidare finns det en del metoder som syftar till att fånga geografiska beroenden mellan infrastrukturer, nedan kallade geografiska modeller. Metoderna kan vidare delas upp i två kategorier,

de som studerar systemets robusthet och de som även tar med återställning för att tydligare beskriva systemets resiliens.

Resultaten från infrastrukturbaserade metoder kan användas för att analysera effekterna komponentbortfall på system och system-av-systemnivå genom beroenden. I hög grad utgör modellerna en "ett-till-ett"-representation av det verkliga systemet vilket innebär att det relativt enkelt går att identifiera kritiska komponenter och utvärdera effekterna av åtgärder. Dock kan datainsamlingen och modelleringen bli väldigt omfattande, vilket ofta sätter begränsningar för antal modellerade infrastrukturer samt detaljeringsgrad. Dessutom behöver analytikern relativt god domänskunskap om samtliga modellerade infrastrukturer.

Topologiska modeller

För topologiska modeller beskrivs infrastrukturerna endast utifrån dess struktur i form av noder och hur dessa noder är sammankopplade med länkar. Fördelen med modelleringssättet är att endast begränsad data av infrastrukturerna behövs och att det går att använda beräkningseffektiva metoder för analys. Främst kritiken mot denna typ av modelleringssätt är hur väl de faktiskt beskriver infrastrukturens funktion [36], [37]. Beroenden mellan infrastruktur kan modelleras som länkar mellan infrastrukturer [35] eller som sannolikheter att störningar i en infrastruktur sprider sig till andra [38]. En specialvariant på topologiska modeller är så kallade Muir-webs som främst använts för att studera ekologiska system men även applicerats i en infrastrukturkontext för att studera beroenden [39].

Funktionella modeller

För funktionella modeller tas mer fysiska aspekter av nätverket i beaktning, till exempel vilka noder i nätverket som är generatorer och till vilka noder som kunder är kopplade. Det går att beskriva den fysiska funktionen för infrastrukturer i olika nivåer, där lägre nivåer endast tar hänsyn till de mest grundläggande fysiska aspekterna och där den högsta nivån utgörs av ingenjörsmodeller av infrastrukturen (t.ex. lastflödesmodeller eller dynamiska modeller för elkraftsystem och tryckmodeller för vattenförsörjningssystem). Vid studier av samberoende infrastrukturer kan användande av avancerade ingenjörsmodeller omöjliggöra scenariorberoende studier då simuleringstider fort blir oöverstigligen vilket leder till att oftast endast enstaka scenario kan analyseras (dvs. endast scenariospecifika analyser kan genomföras). Då den fysiska funktionen för respektive infrastruktur representeras mer verklighetstroget är det även möjligt att tydligare beskriva och analysera beroendet mellan infrastrukturerna [40], [41], [42].

Geografiska modeller

Geografiska beroendeanalyser av infrastrukturer kan delas upp i två läger, de som tar med fysiska beroenden mellan infrastrukturer [40] och de som inte tar med fysiska beroenden [43] i analysen. Geografiska beroendeanalyser utgår från att det finns ett

spatialt beroende mellan infrastrukturerna på grund av komponenters samlokalisering (t.ex. kommunikationsfiber och elkabel förlagda i samma kulvert). Geografiska beroendeanalyser innebär att systematiskt gå igenom och slå ut komponenter som är närbelägna och studera konsekvenserna för de enskilda och sammankopplade infrastrukturerna. Antingen kan analysen vara generisk och studera utslagning av olika stora geografiska områden eller kopplas till en specifik riskkälla (t.ex. bombexplosion, översvämning eller stormar).

3.7 Flödesbaserade metoder

Flödesbaserade metoder är ett nytt tillvägagångssätt för att beskriva och analysera beroenden där begreppet flöde får en central roll, se t.ex. Johansson et al. [44], Hassel et al. [45], Toubin et al. [46]. Flöden kan beskrivas som förflyttningen av exempelvis varor, tjänster, människor, energi, kapital eller information. Gemensamt för flödesbaserade metoder är att istället för att beskriva beroenden direkt mellan olika funktioner/aktörer beskrivs funktioners/aktörers beroende av och påverkan på flöden (t.ex. produkter, tjänster, människor, resurser, etc.). Dessa flöden kan därmed sägas förmedla beroenden mellan funktioner/aktörer.

Resultaten från flödesbaserade metoder kan användas till att identifiera kritiska funktioner/aktörer och flöden utifrån ett holistiskt beroendeperspektiv samt kopplas till förmågebedömningar och risk- och sårbarhetsanalyser. Vidare är det möjligt att analysera effekterna av åtgärder, antingen genom att göra flöden mer robusta eller att minska aktörers beroende till flöden. Det är även möjligt att sammanfoga metoderna med infrastrukturbaserade metoder (med generella för- och nackdelar i enlighet med 3.8 Hybridmetoder). Indata är främst baserad på expertbedömningar då datainsamling i annat fall blir omfattande. Dessa metoder kan även leda till svärvaliderade modeller.

LUCRAM-metoden

Genom användning av begreppet flöde håller en ny metod på att utvecklas vid LUCRAM av författarna med målet att kunna identifiera och analysera av beroenden mellan aktörer på kommunal nivå [44], [45]. Dock är metoden tänkt att vara skalbar och analysenheten kan även vara på nivån funktioner eller sektorer samt på regional och nationell geografisk nivå. Metoden baseras på ett systematiskt sätt att representera en aktörs beroende av och påverkan på flöden, för att enhetligt aggregera aktörer och flöden och genomföra datorbaserad analys av komplexa beroendeförhållanden. Metoden stödjer även analys av hur utslagning av aktörer och flöden påverkar indikatorer och övergripande mål för kommunen.

Toubin et al.

Toubin et al. [46] har utvecklat en metod för att identifiera och hantera beroenden som baseras på vilka resurser (flöden) som varje aktör är beroende av samt vilka resurser som de tillhandahåller. Syftet med metoden är att varje aktör (infrastruktur)

ska få kunskap om vilka aktörer de är beroende av och till vilken grad. Denna metod är framförallt en kartläggningsmetod (dvs. skulle kunna placeras även i den första metodkategorin i detta kapitel). Analysmetod saknas i stort och analysen (sammanställningen) består framförallt av att intressenter träffas och diskuterar.

3.8 Hybridmetoder

Det finns flera exempel på så kallade hybridmetoder där man genom att koppla ihop olika typer av modeller kan motverka en del av nackdelarna med respektive metod genom att modellera olika delar av systemet med olika metoder, se t.ex. Bush et al. [47], Johansson et al. [48], MacKenzie et al. [49]. Genom att kombinera olika metoder kan styrkor hos respektive metod utnyttjas, samtidigt som svagheter till viss del kan minimeras. Resultatet från hybridmodeller kan oftast användas för att undersöka och belysa längre beroendekedjor, t.ex. att gå från komponentnivå i en infrastruktur till samhällsnivå.

CIP/DSS

CIP/DSS (Critical Infrastructure Protection/Decision Support System) [47] är ett verktyg som utvecklades gemensamt av de amerikanska nationella forskningsinstituterna (National Laboratories Los Alamos, Sandia och Argonne). Verktöget använder närmare 5000 variabler för att modellera alla infrastrukturer definierade som kritiska, i enlighet med Homeland Security Presidential Directive 7, samt deras starkare beroenden på en aggregerad nivå. Verktöget hjälper beslutsfattare att beräkna konsekvenser av störningar i infrastrukturer, undersöka mekanismerna och orsakerna till dessa konsekvenser samt utvärdera riskreducerande åtgärder. CIP/DD simulerar de enskilda infrastrukturernas dynamik och kopplar dem till varandra utifrån beroenden. CIP/DSS kan sägas vara en hybridmodell bestående av infrastrukturmodeller, systemdynamikbaserade och agentbaserade modeller.

Infrastruktur + IIM

En annan typ av hybridmodell består av kombinationen av infrastrukturmodell och ekonomisk input-output modell. Vid LUCRAM har författarna utvecklat en kombination av funktionell infrastrukturmodell och IIM för att kunna härleda komponentfel till konsekvenser för den enskilda infrastrukturen och sedan vidare till samhällskonsekvenser som uppstår på grund av beroenden. Denna modell har applicerats för att undersöka Sveriges elkraftsystem och samhällskonsekvenserna som uppstår vid infrastrukturstörningar [48]. Liknande modellerings-ansats har även använts för att studera hur hamnstörningar (med en modell av en hamn) leder till samhällskonsekvenser i olika delstater i USA [49]. I nuvarande applikationer har endast en infrastruktur modellerats och kopplats till IIM. En naturlig fortsatt utveckling inom området är att modellera flertalet samberoende tekniska infrastrukturer och koppla till en IIM eller Computable General Equilibrium modell. Således skulle beroenden mellan infrastrukturer, samhällets beroende till infrastrukturerna och analys av samhällskonsekvenser kunna analyseras.

4. Behovsstudie

I kapitlet presenteras resultatet från den workshop som syftade till att kartlägga MSBs behov av metodstöd, vilket används som underlag för utvärderingen i kapitel 5. Ett antal kriterier (med förkortningar inom parentes) identifierades och diskuterades under workshopen med fokus på den nivå som ansågs tillräcklig för respektive kriterium (understruken i avsnitten nedan). Det är viktigt att notera att de deltagande personerna i vissa fall hade delade åsikter och att det därmed var svårt att entydigt fastställa nivåer. En mer nyanserade diskussion kring kriterierna presenteras i minnesanteckningarna från workshopen i Bilaga A. Den tillräckliga nivån på respektive kriterium har därmed i vissa fall varit författarnas tolkning av diskussionerna.

Under workshopen diskuterades nio olika utvärderingskriterier. Nedan presenteras dessa kriterier mer noggrant och den tillräckliga nivån på respektive kriterium utifrån workshopen understryks. Inom parentes för respektive kriterium och nivå anges en förkortning som kommer att användas i utvärderingen i nästföljande kapitel.

4.1 *Beslutsskede*

Detta kriterium behandlar i vilket beslutsskede en metod för beroendeanalys skall kunna användas. Främst handlar kriteriet om metoden är beräkningstung och därmed passar bäst i ett förebyggande skede eller om den är tillräckligt beräkningsnabb för att användas även i ett operativt skede. Det bör dock klargöras att resultat från en förebyggande metod även i många fall kan användas i ett operativt skede.

- Förebyggande (Fö)
- Operativt (Op)

4.2 *Typ av analys*

En metod kan stödja beroendeanalys ur olika perspektiv. I en scenarieroende analys analyseras beroenden utifrån ett specifikt scenario och kontext. En strikt scenarieroende analys utgår inte från scenarier, utan generella slutsatser om kritiska sektorer, aktörer, och/eller styrkan i beroenden dras genom exempelvis olika typer av index eller en sammanvägning av en nulägesbild. En all hazards approach innebär en typ av medelväg, där beroenden analyseras genom ett stort antal scenarier (simuleringar) och utifrån dessa kan generella slutsatser dras.

- Scenarieroende (So)
- Scenarieroende (Sb)
- All hazard approach (Ah)

4.3 Tidsperspektiv

Metoder för beroendeanalyser kan i vissa fall endast stödja visa tidsperspektiv medan andra kan stödja flertalet olika tidsperspektiv. Beroenden ser oftast olika ut (t.ex. är olika starka) om man använder korta, medellånga eller långa tidsperspektiv.

- Korta (timmar) (Tk)
- Medellånga (dygn-vecka) (Tm)
- Långa (månader- år) (Tl)

4.4 Systemnivå

Olika metoder stödjer analys av olika systemnivåer mer eller mindre bra, en del metoder kan till och med anses vara skalbara mellan olika systemnivåer. Sektorsnivå behandlar beroenden mellan sektorer på en övergripande tvärsektoriell nivå, funktionsnivå behandlar beroenden mellan samhällsviktiga funktioner inom och mellan sektorer, verksamhetsnivå (eller aktörsnivå) behandlar beroenden mellan verksamheter inom och mellan sektorer och komponentnivå behandlar beroenden mellan komponenter inom och mellan system.

- Sektorsnivå (Se)
- Funktionsnivå (Fu)
- Verksamhetsnivå (Ve)
- Komponentnivå (Ko)
- Skalbar (Sk)

4.5 Geografisk nivå

I likhet med systemnivå kan även metoder för beroendeanalys vara anpassade för olika geografiska nivåer eller vara mer generiska och applicerbara för flertalet geografiska nivåer.

- Nationell (Na)
- Län (Lä)
- Kommunal (Ko)
- Skalbar (Sk)

4.6 Indata

Olika typer av data kan användas som input till en metod för beroendeanalys, i vissa metoder kan flera olika typer av indata kombineras. Med expertdata menas indata som baseras på expertbedömningar, historisk data är indata som baseras på information från inträffade (historiska) händelser, med teknisk data menas indata om tekniska (fysiska) system och ekonomisk data är indata som baseras på ekonomiska transaktioner. På workshopen var den allmänna uppfattningen att det är acceptabelt med en omfattande datainsamling till metoden och att exakt typ av indata var mindre

viktig. Därmed anses alla typer av indata vara acceptabla och kriteriet används snarare för att utvärdera tillgängligheten av indata.

- Expertdata (Ex)
- Historisk data (Hi)
- Teknisk data (Te)
- Ekonomisk data (Ek)

4.7 Typ av beroenden

Beroenden kan delas in i olika undergrupper som en metod klarar eller inte klarar att ta hänsyn till. Här delas de upp i fysiska, logiska samt geografiska beroenden. På workshopen var den allmänna uppfattningen att de fysiska och logiska beroendena var viktigast i nuläget, medan det i förlängningen kan vara intressant att även ta geografiska beroenden i beaktning. Som det togs upp vid workshopen krävs det generellt att metoden klarar av att fånga fysiska och logiska beroenden för att på ett kraftfullt sätt kunna analysera effekten av geografiska beroenden.

- Fysiska (Fy)
- Logiska (Lo)
- Geografiska (Ge)

4.8 Mognadsgrad

En metod kan befinna sig på olika utvecklingsnivåer. Den kan vara på nivån ramverk, endast kortfattat beskriven eller den kan vara exemplifierad med hjälp av begränsad, oftast fiktiv, data. En metod kan vidare vara applicerad med verklig data antingen småskaligt eller storskaligt och för den sista utvecklingsnivån har metoden använts praktiskt för att informera beslut.

- Ramverk (Ra)
- Beskriven (Be)
- Exemplifierad (Ex)
- Applicerad (Ap)
- Praktiskt använd (Pa)

4.9 Modellkomplexitet

En metod för beroendeanalys kan fånga olika nivåer av komplexitet av det modellerade systemet och därmed sätts ramar för vilken typ av analyser som metoden stödjer. Vissa metoder är enkla kartläggningsmetoder som ej kan anses stödja någon djupare analys medan andra metoder kan stödja en förenklad analys med antagandet att systemet som studeras kan anses vara linjärt. De mer avancerade metoderna kan ta hänsyn till exempelvis olinjäritet och mer komplexa beroendeförhållanden för de analyserade systemen.

- Icke existerande (Ie)
- Linjär modell (Lm)
- Olinjär modell (Om)

5. Utvärdering

Metoderna som identifierades i inventeringen, kapitel 1, utvärderas här mot kriterierna som fastställdes i behovsanalysen, kapitel 4. I tabell 1 ges en översikt över metoderna och utvärderingskriterierna. Förkortningarna i tabellen är i enlighet med kapitel 0. Vidare har en grov utvärdering gjorts avseende hur väl metoderna uppfyller identifierade behov: grönt fält innebär att metoden anses uppfylla kriteriet, gult fält att metoden till viss del uppfyller kriteriet och rött fält att metoden ej anses uppfylla uppsatt kriterium. För kriterierna anges vissa nivåer inom parantes, vilket innebär att metoden ej har utvecklats eller applicerats på denna nivå men potentiellt kan vidareutvecklas för att även var giltig för dessa nivåer. Efterföljande avsnitt beskriver mer detaljerat för- och nackdelar med respektive metod utifrån kriterierna. Notera att dessa beskrivningar i många fall är relativt grova generaliseringar då de gäller för en kategori av metoder som i sig innehåller en variation av specifika metoder.

Tabell 1 Sammanfattning av utvärderingen av metoderna.

Metod /Kriterium	Besluts-skede	Analys-typ	Tids-persp.	System-nivå	Geogr. nivå	Indata	Typ av beroende	Mognads-grad	Modell-komplex.
Kartläggning/ramverk	Fb, Op	So, Sb	Tk (Tm, Tl)	Sk	Sk	Ex	Fy, Lo	Pa	Ie
Empiriska metoder	Fb (Op)	Sb	Tk, Tm (Tl)	Fu (Sk)	Sk	Hi	Fy, Lo, Ge	Ap	Ie
Agent-baserade	Fb	Sb (Ah)	Tk, Tm, Tl	Ko	Sk	Ex, Hi, Te	Fy, Lo, Ge	Pa	Om
System Dynamics	Fb (Op)	Sb (Ah)	Tm, Tl (Tk)	Sk	Sk	Ex	Fy, Lo	Ap (Pa?)	Om
Input-Output	Fb (Op)	So, Ah, Sb	Tl (Tm, Tk)	Se (Sk)	Na, Lä (Sk)	Ex, Ek	Fy (Lo)	Ap	Lm (Om)
Infrastruktur	Fb	So, Sb, Ah	Tk, Tm (Tl)	Fu, Ve, Ko (Se)	Sk	Ex, Te	Fy, Ge (Lo)	Ap	Lm, Om
Flödes-baserade	Fb (Op)	Ah, Sb (So)	Tk, Tm, Tl	Sk	Sk	Ex	Fy (Ge)	Ex	Lm (Om)
Hybrid metoder	Fb (Op)	So, Sb, Ah	Tl, Tm (Tk)	Ko, Ve, Fu, Se	Sk	Ex, Te, Ek	Fy, Lo, Ge	Ex	Lm, Om

5.1 Ramverk för beskrivning och kartläggning

Ramverksbeskrivningar ger oftast en relativt enkel och greppbar översikt över olika typer av beroenden och beroendeförhållanden. Indata som krävs för att applicera metoden är relativt sparsam och av begränsad omfattning. Metoderna är skalbara och kan användas för olika system och geografiska nivåer. Dessa typer av metoder ger dock inget analysstöd eller simuleringsstöd, dvs. stöder ej djupare analys. En nackdel med dessa metoder är också att de oftast bygger på expertbedömningar och det finns då risk för att endast uppenbara och tidigare kända beroenden kartläggs. Beroende på

hur metoderna används kan den klara av olika tidsperspektiv, men är främst applicerade på korta till medellånga tidsperspektiv.

Slutsats: Uppfyller inte kravet för analys av mer komplexa beroendeförhållanden.

5.2 Empiriska metoder

De empiriska metoderna utvärderas framförallt utifrån metoden från McDaniels et al. då metoden från Luiijf et al. inte möjliggör analys utan framförallt består av en databas. De empiriska metoderna kan ge en historisk bild av typ och styrkan av beroenden mellan olika system och kan användas för att informera andra typer av modeller, t.ex. prediktiva. De ger dock endast en begränsad bild av beroenden, vars validitet till stor del beror på vilka källor som använts för den empiriska analysen. I metoderna som är beskrivna i inventeringen har främst data från mediakällor inhämtats, vilket kan ge en snedvriden bild av beroenden då orsak-verkansamband inte alltid är tydliga i sådana källor. Dessutom är det troligt med en underrapportering då mediakällor främst rapporterar händelser som de anser allmänheten är intresserade av. Resultaten från en empirisk metod är i första hand giltiga för scenarier som inträffat tidigare. Till viss del kan slutsatser generaliseras till liknande, framtida, händelser, men för händelser som ännu inte inträffat har metoderna starkt begränsad prediktiv förmåga. Fördelen, å andra sidan, ligger i att empiriska metoder ger kunskap om faktiska, observerade effekter snarare än hypotetiska.

Slutsats: Metoden uppfyller inte kravet för scenariooberoende analys, analys av mer komplexa beroendeförhållanden och fångar främst beroenden på funktionsnivå i samhället.

5.3 Agentbaserade metoder

Agentbaserade metoder används ofta i hybridmodeller för att modellera makronivå, t.ex. beslutsfattande relaterat till nationalekonomi eller mikronivå, t.ex. operatörens beteende/agerande. Agentbaserad modellering är i sig mer en programmeringsmetod än en faktisk metod för beroendeanalys. Här utvärderas de efter de metoder som tagits fram som använts inom ramen för beroendeanalys. För de agentbaserade metoderna är det i de flesta fall personer, komponenter eller beslutsfattare som modelleras, därav kan modelleringen anses vara på komponentnivå. Styrkan med de agentbaserade metoderna är framförallt att systemets funktion modelleras utifrån enklare regelstrukturer på agentnivå (bottom-up). Därmed kan systemaspekter studeras utan att behöva kunna modellera och förstå systemet i sin helhet. Metoden har främst applicerats för att fånga logiska beroenden. Agentbaserade metoder är väldigt kontextberoende eftersom agenterna anpassar sig till omgivningen som måste specificeras. Detta innebär att det kan vara svårt att specificera giltiga regler för agenterna för mer komplexa system och tillgängligheten för giltiga data ofta starkt begränsad.

Slutsats: Metoden uppfyller inte kriteriet för analystyp då agentbaserade metoder främst stödjer scenarieroende analyser. Vidare kan inte metoden generellt anses stödja kravet på skalbarhet, då det krävs tydliga agenter för att metoden ska vara applicerbar vilket oftast leder till att den endast är applicerbar på komponentnivå.

5.4 Systemdynamikmetoder

Systemdynamikbaserade metoder stödjer en process för att få förståelse för och analysera komplexa system. Metoderna kan anses vara skalbara, men främsta applikationsområde är på aktörs- och funktionsnivå. Metoderna har applicerats i verkligheten och använts för att informera beslut. Dock kräver dessa metoder omfattande datainsamling, relativt hög nivå av kunskap för användande av metoden och det är även ett omfattande arbete att validera en framtagen modell.

Slutsats: Uppfyller i stort uppsatta kriterier men kommer att kräva grundläggande utveckling av modeller, datainsamling och omfattande verifieringsarbete.

5.5 Input-output metoder

Input-output metoder är relativt matematiskt enkla till formen och beräkningssnabba. Om nationalekonomisk data används för att beskriva beroenden finns efterfrågad indata tillgänglig från SCB. Om nationalekonomisk data används görs det grova antagandet att alla beroenden mellan sektorer approximeras till det ekonomiska utbytet mellan sektorer, vilket gör att resultatens validitet kan ifrågasättas. Vid expertuppskattning av beroenden krävs en omfattande datainsamling, dock kan resultaten bli mer användbara. Vidare är metoden (i sin grundform) linjär, d.v.s. konsekvenserna är linjärt proportionella med storleken på en störning, och den kan inte fånga mer komplexa system och beroenden. Det finns många utvecklingar av den grundläggande modellen som syftar till att utöka applikationsområdet, men grundproblematiken kvarstår, nämligen att validiteten kan ifrågasättas och är samtidigt svår att utreda.

Slutsats: Uppfyller relativt väl uppsatta kriterier om metoden baseras på expertuppskattad data. För att detta ska uppfyllas krävs dock omfattande datainsamling för att kunna ta hänsyn till olika systemnivåer, geografiska nivåer samt tidsperspektiv. Vidare kan modellen vara något för förenklad för att kunna fånga komplexiteten i verkliga system.

5.6 Infrastrukturmetoder

Infrastrukturmetoder kan fånga effekterna av fel på komponentnivå upp till konsekvens på systemnivå och även sammankopplad system-av-systemnivå. Det är relativt enkelt att koppla analysresultat till en beslutkontext och åtgärder för att förbättra systemet. Metoderna kräver dock omfattande sektorsspecifik indata både angående system och beroenden mellan systemen. Till viss del finns denna data tillgänglig avseende specifika infrastrukturer, dock oftast ej för beroenden mellan

infrastrukturer. Dessa metoder mäter systemkonsekvenser vilket inte nödvändigtvis är likvärdigt med samhällskonsekvenser [48], exempelvis kan en systemkonsekvens vara mängd icke-levererad el vilket inte nödvändigtvis behöver representera samhällskonsekvenser särskilt väl.

Slutsats: Metoden uppfyller de flesta av kriterierna. Främsta nackdelen är att på grund av det modellerade systemets komplexitet är den främst applicerbar på funktion, verksamhet och komponentnivå. Fördelen är att mer komplexa system och beroendeanalyser kan genomföras, där effekterna av komponentfel kan studeras för sammankopplade system, dock krävs det en mycket omfattande datainsamling, framförallt för beroenden mellan system.

5.7 Flödesbaserade metoder

Flödesbaserade metoder är skalbara och kan användas på olika geografiska nivåer och systemnivåer samt har ett uttalat metodstöd för analys av beroende ur olika tidsperspektiv. Vidare klarar metoden av något mer olinjära beroendeförhållande. Dock är indata, i LUCRAM-metodens nuvarande form, av typen expertbedömningar, vilket kan leda till omfattande datainsamling beroende på vilken nivå som ska analyseras. Dessutom krävs det att de tillfrågade experterna har stor kännedom om verksamheten de representerar samt även har tillfredställande kunskap om flödesbegreppet. För att applicera metoden behövs en del förenklande antagande göras vilket leder till begränsningar kring komplexiteten som kan fångas med metoden. Metoden är dessutom endast i tidig utveckling och det krävs mer forskning och utveckling innan metoden är applicerbar i större skala. Till exempel är det en utmaning att få data insamlad från olika aktörer att vara jämförbara/kompatibla (vilket är en förutsättning för att metoden ska fungera)

Slutsats: Metoden är skalbar både på geografiska nivåer och på systemnivåer. Dock beroende på appliceringsområde krävs omfattande datainsamling och på grund av utvecklingsnivån krävs forskning och vidareutveckling av metoden.

5.8 Hybridmetoder

Hybridmetoder kombinerar styrkor hos olika metoder och minimerar svagheter. De kan användas för att analysera fel på komponentnivå hela vägen upp till effekterna på sektors och tvärsektoriell nivå. Hybridmetoder kan även användas för att fånga både fysiska, logiska och geografiska beroenden. De flesta hybridmetoder kräver i stort omfattande indatinsamling och aggregering av data från flera olika typer av datakällor (expert, ekonomisk, infrastruktur). Metoderna resulterar ofta i en relativt avancerad analysmetod som kräver omfattande kunskap inom flera domäner och för flera metoder för genomförande av valida analyser.

6. Slutsats

Den övergripande slutsatsen är att fåtal metoder uppfyller samtliga behov som fastställdes i behovsanalysen. En del av metoderna, främst hybridmetoden, kan anses uppfylla många av de kriterier som fastställdes. Dock krävs det i stort omfattande datainsamling och vidare forskning rörande metoderna för att uppnå de mer övergripande målen för MSBs arbete med framtagande av handlingsplan och för att möjliggöra transparenta och valida beroendeanalyser på sektor och tvärssektoriell nivå, speciellt avseende forskning och utveckling för att kunna analysera längre beroendekedjor från komponentnivå upp till nationell sektorsnivå.

Det ska även sägas att området skydd av samhällsviktig verksamhet, där beroendeanalyser är en viktig del, är ett oerhört stort och komplext område. Beroende på vilket syfte en analys har, såsom vilken typ av sektor/system som är i huvudfokus (t.ex. finansiell, elektroniskt kommunikation, energiförsörjning, sjukvård och omsorg etc.), vilken geografisk nivå i fokus, etc., kommer metoderna att vara lämpliga till olika grad. Det är inte troligt att det kommer att finnas någon enskild metod som tillgodoser samtliga behov som kan finnas inom området skydd av samhällsviktig verksamhet.

Det föreslås att MSBs behov, lång- och kortsiktigt, av metod- och analysstöd samt specifika tillämpningar utforskas ytterligare för mer konkreta rekommendationer. Detta skulle exempelvis kunna ske genom att mer konkret specificera syftet och ramarna för specifika problem som avses studeras. Beroende på syfte kommer troligen val av lämplig metod variera alternativt utveckling av metod behövas.

7. Referenser

- [1] MSB (2011). 'Ett fungerande samhälle i en föränderlig värld, Nationell strategi för skydd av samhällsviktig verksamhet', Karlstad: MSB.
- [2] MSB (2013). 'Handlingsplan för skydd av samhällsviktig verksamhet', Karlstad: MSB.
- [3] MSB (2013). 'Vägledning för identifiering av samhällsviktig verksamhet', Karlstad: MSB.
- [4] Ouyang M. (2013). 'Review on modeling and simulation of interdependent critical infrastructure systems', *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 121, pp. 43-60.
- [5] Satumtira G., Duenas-Osorio L. (2010). 'Synthesis of Modeling and Simulation Methods on Critical Infrastructure Interdependencies Research', in Gopalakrishnan K., Peeta S. (Eds.), *Sustainable and Resilient Critical Infrastructure Systems*, Springer, Berlin.
- [6] Pederson P., Dudenhoefter D. D., Hartley S., Permann M. (2006). 'Critical Infrastructure Modeling: A Survey of U.S. and International Research', Idaho National Laboratory, Idaho Falls.
- [7] Rinaldi, S., Peerenboom, J., and Kelly, T. (2001). 'Identifying, Understanding and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies', *IEEE Control System Magazine*, Vol. 21, No. 6, pp. 11-25.
- [8] MSB (2009). 'Faller en, faller då alla?', Karlstad, MSB.
- [9] Van Eeten, M., Nieuwenhuijs, A., Klaver, M., Cruz, E., (2011). 'The state and the threat of cascading failure across critical infrastructures: The implications of empirical evidence from media incident reports', *Public Administration*, vol. 89, No 2, pp. 381-400.
- [10] McDaniels T., Chang S., Peterson K., Mikawoz J., Reed D. (2007). 'Empirical Framework for Characterizing Infrastructure Failure Interdependencies', *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 13, No. 3, pp. 175-184.
- [11] Luijff E., Nieuwenhuijs A., Klaver M., Eeten M.V., Cruz E. (2009). 'Empirical findings on critical infrastructure dependencies in Europe', in Setola R., Geretshuber S. (eds.), *Critical information infrastructure security, lecture notes in computer science*, Berlin, Germany: Springer Berlin/Heidelberg.
- [12] Rahman, H.A., Beznosov, K., Martí, J.R. (2009). 'Identification of sources of failures and their propagation in critical infrastructures from 12 years of public failure reports', *International journal of critical infrastructures*, Vol. 5, No. 3, pp. 220-244.
- [13] Zimmerman, R., Restrepo C.E. (2006). 'The next step: quantifying infrastructure interdependencies to improve security', *International Journal of Critical Infrastructures*, Vol. 2. No. 2-3, pp. 215-230.
- [14] Chang S.E., McDaniels T.L., Mikawoz J. Peterson K. (2007). 'Infrastructure failure interdependencies in extreme events: power outage consequences in the 1998 icestorm', *Natural Hazards*, Vol 41, pp. 337-58.

- [15] Kaegi M., Mock R., Kruger W. (2009). 'Analyzing maintenance strategies by agentbased simulations: a feasibility study', *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 94, No. 14, pp. 16–21.
- [16] Basu N., Pryor R., Quint T. (1998). 'ASPEN: a microsimulation model of the economy', *Computational Economics*, vol. 12, No. 2, pp. 23–41.
- [17] Ehlen M.A., Scholand A.J. (2005). 'Modeling interdependencies between power and economic sectors using the N-ABLE agent based model'. in *Proceedings of the IEEE conference on power systems*, San Francisco
- [18] North M.J. (2001). 'SmartII: the spot market agent research tool version 2.0', *Natural Resources and Environmental Issues*, Vol. 8, No. 1, pp. 69–72.
- [19] Dudenhoefter D.D., Permann M.R., Manic M. (2006). 'CIMS: a framework for infrastructure interdependency modeling and analysis', in *Proceedings of the 2006 winter simulation conference*. In Perrone L.F., Wieland F.P., Liu J., Lawson B.G., Nicol D.M., Fujimoto R.M. (eds), pp. 478–85.
- [20] Brown T., Beyeler W., Barton D. (2004). 'Assessing infrastructure interdependencies: the challenge of risk analysis for complex adaptive systems', *International Journal of Critical Infrastructure*, Vol. 1, No. 1, pp. 108–17.
- [21] Stapelberg R.F. (2008). 'Infrastructure systems interdependencies and risk informed decision making (RIDM): impact scenario analysis of infrastructure risks induced by natural ,technological and intentional hazards', *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, Vol. 6, No. 5, pp. 21–7.
- [22] Sterman J.D. (2000). 'Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world'. New York, NY: McGraw-Hill
- [23] Min H.J., Beyeler W., Brown T., Son Y.J., Jones A.T. (2007). 'Toward modeling and simulation of critical national infrastructure interdependencies', *IEEE Transactions*, Vol. 39, pp. 57–71.
- [24] Haimes, Y. Y., Asce, F., Horowitz, B. M., Lambert, J. H., Asce, M., Santos, J., Crowther, K., et al. (2005a). 'Inoperability Input-Output Model for Interdependent Infrastructure Sectors. I: Theory and Methodology', *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 11, No. 2, pp. 67–79
- [25] Haimes, Y. Y., Asce, F., Horowitz, B. M., Lambert, J. H., Asce, M., Santos, J., Crowther, K., et al. (2005b). 'Inoperability Input-Output Model for Interdependent Infrastructure Sectors'. II: Case Studies', *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 11, No. 2, pp. 80–92.
- [26] Leung M., Haimes Y.Y., Santos J.R. (2007). 'Supply- and output-side extensions to the inoperability input–output model for interdependent infrastructures', *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 13, No.4, pp. 299–310.
- [27] Barker K., Santos J.R. (2010). 'Measuring the Efficacy of Inventory with a Dynamic Input-Output Model', *International Journal of Production Economics*, Vol. 126, No. 1, pp. 130-143.

- [28] Xu, W., Hong, L., He, L., Wang, S., and Chen, X. (2011). ‘Supply-Driven Dynamic Inoperability Input-Output Price Model for Interdependent Infrastructure Systems’, *J. Infrastruct. Syst.*, Vol. 17 No. 4, pp. 151–162.
- [29] Setola R. (2007). ‘Availability of healthcare services in a network-based scenario’, *Int J Networking and Virtual Organisations*, Vol. 4 No. 2, pp. 130–144.
- [30] Rose A. (1995). ‘Input–output economics and computable general equilibrium models’, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 6, pp. 295–304.
- [31] Rose A., Liao S. (2005). ‘Modeling regional economic resilience to disasters: A computable generale quilibrium analysis of waterservice disruptions’, *Journal of RegionalScience*, Vol. 45, pp. 75–112.
- [32] Jung, J., Santos, J.R., Haimes, Y.Y. (2009). ‘International Trade Inoperability Input-Output Model (IT-IIM): Theory and Application’, *Risk Analysis*, Vol. 29, No. 1, pp. 137-154.
- [33] Leontief W. (1941). ‘The Structure of American Economy’, 1919–1929. Cambridge: Harvard University Press.
- [34] Miller, R. E., Blair, P. D. (1985). ‘Input-Output analysis: Foundations and extensions’. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [35] Zio E., Sansavini G. (2011). ‘Modeling Interdependent Network Systems for Identifying Cascade-Safe Operating Margins’, *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 60, N. 1, pp. 95-101.
- [36] Johansson J., LaRocca S., Hassel H., Guikema, S. (2012). ‘Comparing Topological Performance Measures and Physical Flow Models for Vulnerability Analysis of Power Systems’, in *Proceedings PSAM 11 / ESREL 2012 - June 25-29, 2012*, Helsinki, Finland
- [37] Hines P., Cotilla-Sanchez E., Blumsack S. (2010). ‘Do topological models provide good information about electricity infrastructure vulnerability?’, *Chaos*, Vol. 20, No. 3.
- [38] Dueñas-Osorio L., Craig J.I., Goodno B.J., Bostrom A. (2007). ‘Interdependent response of networked systems’, *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 13, pp. 185.
- [39] LaRocca S., Guikema S.D., Cole J., Sanderson E. (2011). ‘Broadening the discourse on infrastructure interdependence by modeling the “Ecology” of infrastructure systems’, Faber, Kohler, Nishijima (Eds.), *Application of statistics and probability in civil engineering*, Taylor & Francis Group, London, pp. 1905-1912.
- [40] Johansson J., Hassel H., Cedergren A. (2011). ‘Vulnerability analysis of interdependent critical infrastructures: case study of the Swedish railway system’, *International Journal of Critical Infrastructures*, Vol. 7, No. 4, pp.289-316.
- [41] Apostolakis G.E., Lemon D.M., (2005). ‘A screening methodology for the identification and ranking of infrastructure vulnerabilities due to terrorism’, *Risk Analysis*, Vol. 25, No. 2, pp.361–376.
- [42] Lee E.E., Mitchell J.E., Wallace W.A. (2007). ‘Restoration of services in interdependent infrastructure systems: a network flow approach’, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews*, Vol. 37, No. 6, pp.1303–1317.

- [43] Patterson S.A., Apostolakis G.E. (2007). 'Identification of critical locations across multiple infrastructures for terrorist actions', *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 92, No. 9, pp.1183–1203.
- [44] Johansson, H., Åhsberger, A. (2012). 'Beroendeanalys ur ett flödesperspektiv - jämförelse av metoder för datainsamling, Lund': Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University
- [45] Hassel H., Johansson J. (2013). 'Mapping societal functions flows and dependencies to strengthen community resilience – results from an initial study', Society for Risk Analysis Annual Meeting, SRA 2013, Baltimore, USA.
- [46] Toubin M., Serre D., Diab Y., Laganier R. (2012). 'An auto-diagnosis tool to highlight interdependencies between urban technical networks', *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, Vol. 12, pp. 2219–2224.
- [47] Bush B., Dauelsberg L., LeClaire R., Powell D., DeLand S., Samsa M. (2005). 'Critical infrastructure protection decision support system (CIP/DSS) overview'. Los Alamos National Laboratory Report, Los Alamos.
- [48] Johansson J., Svegrup L., Hassel H. (2013). 'Societal consequences of critical infrastructure vulnerabilities: integrating power system and regional inoperability input-output models' in *Proceedings of European Safety and Reliability, ESREL 2013*, Amsterdam.
- [49] MacKenzie C.A., Barker K., and Grant F.H. (2012). 'Evaluating the Consequences of an Inland Waterway Port Closure with a Dynamic Multiregional Interdependency Model', *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, Vol. 42, No. 2, pp. 359-370.

Bilaga A – Anteckningar behovsstudie

För att utreda MSBs behov och fastställa kriterier att utvärdera metoderna mot genomfördes en workshop vid MSB (ROS-SSV) i Karlstad 2013-11-22. Bilagan innehåller kortfattade anteckningar från mötet. Workshopen genomfördes utifrån ett av författarna framtaget diskussionsmaterial, till del utifrån tidigare diskussioner med Tobias Rosander (ROS-SSV). I diskussionsmaterialet beskrevs övergripande kriterier och nivåer för de olika kriterierna, med möjlighet för deltagarna att lägga till ytterligare kriterier och nivåer.

Deltagare

Jonas Johansson (JJ) – LUCRAM
Henrik Hassel (HH) – LUCRAM
Linn Svegrupp (LS) – LUCRAM
Jonas Eriksson (JE) – ROS-SSV
Tobias Rosander (TR) – ROS-SSV
Alexandra Grundel (AG) – ROS-SSV
Anja Holmgren (AH) – ROS-SSV
Bertil Dahl (BD) – ROS-SSV
Anna Rinne (AR) – ROS-SSV

Vad ska resultaten användas till?

Metoden skall framförallt användas i förebyggande syfte. Men om indata krävs samlas in så kan den troligtvis även användas i operativt syfte.

Scenariooberoende var de flesta överens om. JE mer inne på scenarioanalys. Detta av anledningen att det blir alltför komplex och omfattande att genomföra en scenariooberoende beroendeanalys på samhällsnivå.

AH – Brist i en sektor. Vad är jag sårbar mot? Om verksamheten försvinner så är jag sårbar mot detta. Oberoende av vad som gör att verksamheten försvinner.

Slutsats: Förebyggande och scenarioberoende.

Tidsperspektiv?

AR - Medellångt perspektiv. Det längsta tidsperspektivet är väldigt osannolikt.

TR - Vill helst ha det tidsberoende. Hur viktigt är något för samhället? Om medellångt perspektiv finns risk att man missar något som är osannolikt men om det inträffar får det väldigt hög konsekvens. (vill klara alla tidsperspektiv). Behöver titta på alla tidsperspektiv. Bör kunna variationshantera, tidsperspektiv i viktning.

JE - Kopplat till RSA så är det ej särskilt uttalat med vad man menar med medellångt tidsperspektiv.

Slutsats av TR: Tidsperspektivet är viktigt att hantera.

Tvärsektoriellt eller inomsektoriellt?

JE - Beroendehjulet finns ju som täcker tvärsektoriellt. Något mer komplicerat än så blir svårt. Att försöka hitta både inomsektoriellt och tvärsektoriellt blir för mycket. Vi borde istället ha en all hazard approach, där vi analyserar olika scenarier. Fungerar nog inte att koppla ihop system med system, vi vill ju endast identifiera samhällsviktig verksamhet och inte beroenden.

TR- Komponentnivå efterfrågas, som visar vad i ett system som är viktigt för nästa systemnivå. Det är viktigt att alla systemen hänger ihop, så att vi inte missar något. För mig är inomsektoriellt att vi dels tittar internt inom sektorn och sedan även externt vad vi är beroende av.

Slutsats: Alla överens om att varje sektor måste göra inomsektoriella kartläggningar av beroenden.

Titta på sina interna beroenden och sen även externa (direkta beroenden men inte längre än så). Uppfattningen är att behov finns av metod för att bygga en övergripande bild av alla sektorer (aggregera ihop), även om prio 1 är att kunna göra beroendeanalyser inom sektorer. Dock finns det skilda åsikter kring detta.

Applicerbarhet?

AH - Viktigt med flexibilitet. På lång sikt bör det kunna täcka både geografiskt och sektorsvis. Men man bör nog börja med sektorer men det måste finnas med en geografisk dimension (AH, JE).

TR - Vill ha in mer komponentnivå. Det är för övergripande med "sektor" till sektor". Men man kan mena olika saker med komponentnivå, måste inte vara väldigt små och detaljerat (ex. "kabelskåp"). Kan även vara ex. bansträcka som är extra viktig.

AR, AG - Metoden måste vara flexibel, bör vara skalbart. Måste minst ner på funktions-/verksamhetsnivå för att ge något nytt. Ex. sektor till sektor vet vi redan.

Vi måste ta hänsyn till geografisk indelning, särskilt med tanke på det kommunala självstyret.

Sektorsanalys på kommunnivå är särskilt intressant (AH, AR).

Med sektorsnivå menar vi inte "sektor till sektor".

Slutsats: Viktigt med flexibilitet och skalbarhet. Kanske kan börja med sektorsnivå och beroenden mellan funktionerna i sektorn (inomsektoriella beroenden) till andra funktioner i övriga sektorer (tvärsektoriella beroenden).

Indata?

Inte rädsla för "omfattande datainsamling" om det finns en bra metod som kräver detta. Vill gärna se kvantitativ data, ej enbart kvalitativ.

Typ av beroenden?

Allt önskvärt. Men kan se olika ut för olika sektorer.

AR - vi jobbar ju generellt och inte med specifika scenarier då kanske det geografiska perspektivet inte är så viktigt. I RSA kopplar vi däremot till scenariohantering och där är geografiska beroenden mer viktigt. Ex. vad för verksamheter ligger i översvämningshotade områden.

Metodens mognadsgrad?

JE, AR - På MSB har vi problemet att vi oftast håller oss på ramverksnivå, möjligtvis exemplifierat. Går aldrig längre.

TR - Vill ej ha en metod som är på för hög nivå, ex. "samhällsimpact" pga. politisk- och utrikespåverkan. Vi måste ha metoder som vi kan börja skicka ut i sektorerna snart. Aggregeringsverktyg kanske inte lika bråttom. AR håller ej riktigt med angående "tidsplanens" kortsiktighet.

Slutsats: Metoder på nivån beskriven eller exemplifierad är ok.

Övrigt?

TR – Metoden måste ju vara "bortom prat vid ett bord". Måste finnas/tas fram ett teknikstöd.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se

Publ.nr MSB904 – september 2015 ISBN 978-91-7383-593-0