



LUND UNIVERSITY

Utvecklad riskhantering för samhällsviktiga verksamheter avseende översvämningsrisker

Guldåker, Nicklas; Johansson, Jonas; Arvidsson, Björn; Svegrup, Linn

2019

Document Version:

Manuskriptversion, referentgranskad och korrigerad (även kallat post-print)

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Guldåker, N., Johansson, J., Arvidsson, B., & Svegrup, L. (2019). *Utvecklad riskhantering för samhällsviktiga verksamheter avseende översvämningsrisker*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Total number of authors:

4

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

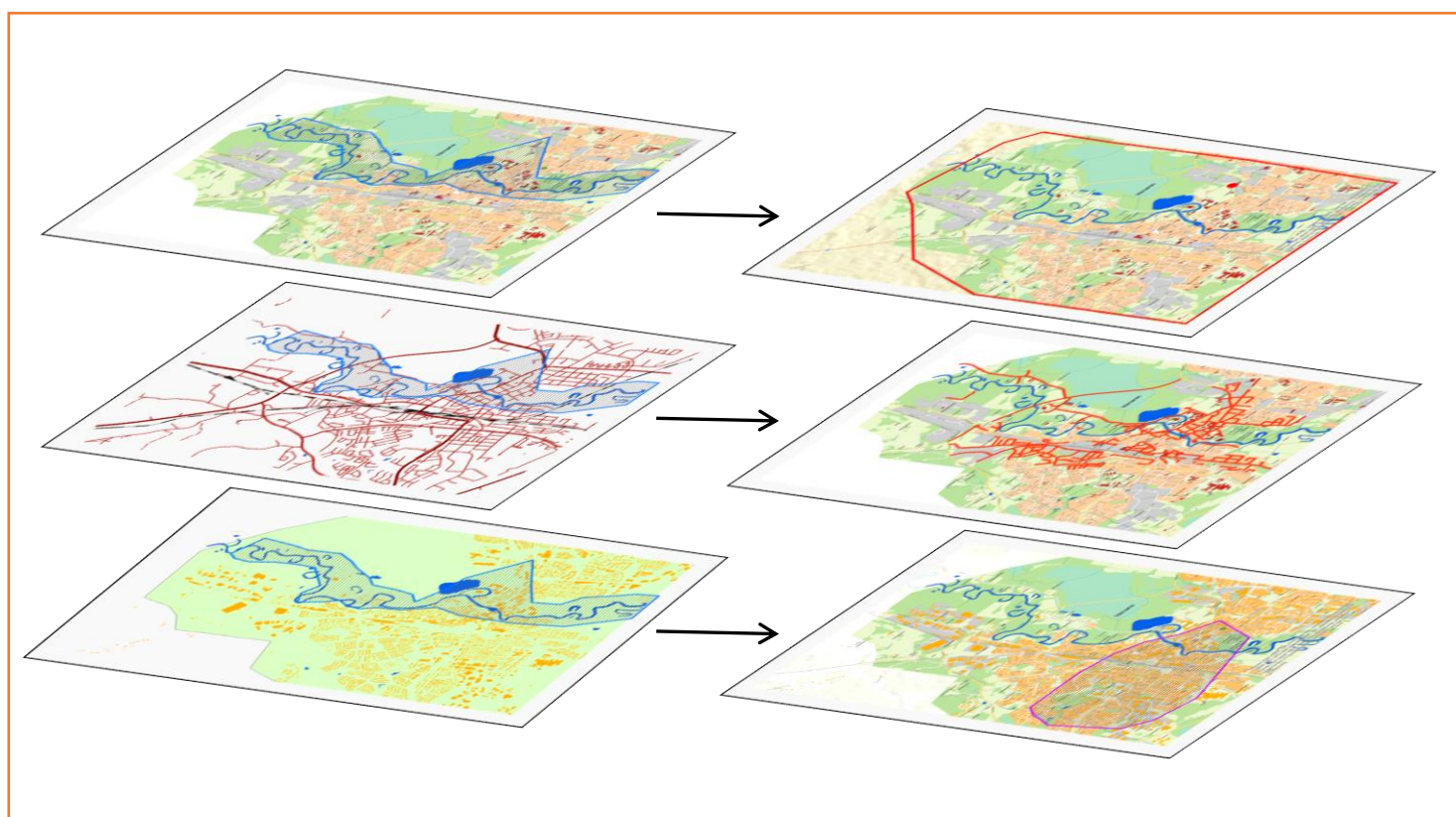


Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap



LUNDS UNIVERSITET

Utvecklad riskhantering för samhällsviktiga verksamheter avseende översvämningsrisker



Faktaruta

Uppdragsnamn: Utvecklad riskhantering med utgångspunkt i samhällsviktiga verksamheter, i arbetet med förordningen (2009:956) om översvämningsrisker

Tidsperiod: Augusti 2017 – Maj 2018

Utförare: Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi, Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, *Centre for Critical Infrastructure Protection (CenCIP)* vid Lunds universitet.

Ansvariga forskare och författare: Nicklas Guldåker, Jonas Johansson, Björn Arvidsson och Linn Svegrupp

I rapporten presenteras en utvecklad metod för att kartlägga, analysera och visualisera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en översvämning. Studiens resultat ska förhoppningsvis bidra till en utvecklad risk- och kontinuitetshantering för verksamheter i översvämningsdrabbade områden i Sverige. Studien är kopplad till översvämningsdirektivets arbetsprocess samt arbetet med skydd av samhällsviktig verksamhet.

MSB:s kontaktpersoner:

Barbro Näslund-Landenmark, 010-240 50 50

Jan-Olof Olsson, 010-240 5258

Bild: Nicklas Guldåker, Lunds Universitet

Publikationsnummer MSB1352 - 03 2019

ISBN 978-91-7383-919-8

MSB har beställt och finansierat genomförandet av denna studierapport. Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll.

Förord

Följande rapport är genomförd inom uppdraget "Utvecklad riskhantering med utgångspunkt i samhällsviktiga verksamheter, i arbetet med förordningen (2009:956) om översvämningsrisker". Projektet är finansierat av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap och utförts av forskare från Institutionen för Kulturgeografi och Ekonomisk geografi samt Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet vid Lunds universitet. Samtliga forskare är verksamma inom *Centre for Critical Infrastructure Protection (CenCIP)* vid Lunds Universitet.

Vi vill rikta ett stort tack till Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Länsstyrelsen i Hallands län, Länsstyrelsen i Jönköpings län, tekniska förvaltningen i Värnamo kommun, Räddningstjänsten i Värnamo och Värnamo energi. Vi vill också tacka referensgruppen för projektet, bestående av representanter från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Statistiska centralbyrån (SCB), Länsstyrelsen i Hallands Län och Länsstyrelsen i Örebro Län.

Författarna

Innehållsförteckning

1. Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Studiens syfte och forskningsfrågor	11
1.3 Övergripande metoder	11
1.3.1 Metodutveckling	11
1.3.2 Fallstudie	12
1.3.3 Workshop	13
1.3.4 Litteraturstudie	13
1.4 Avgränsningar	14
1.5 Medverkande och referensgrupp	15
1.6 Disposition	15
2. Forsknings-, myndighets- och policyarbeten	16
2.1 GIS-orienterade konsekvensanalyser	16
2.1.1 Metoder, modeller och verktyg	16
2.1.2 Empiriska studier	19
2.1.3 Slutsatser GIS-orienterade konsekvensanalyser	20
2.2 Metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter	20
2.2.1 Expertbaserade metoder	20
2.2.2 Händelsebaserade eller empiriska metoder	23
2.2.3 Simuleringsbaserade metoder	23
2.2.4 Slutsatser metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter	24
2.3 Viktning av samhällskonsekvenser	25
2.3.1 Expertbaserade viktningar	26
2.3.2 Aktörsbaserade viktningar	26
2.3.3 Slutsatser viktning/värdering av samhällskonsekvenser	28
2.4 Myndighets- och policyarbete	28
2.4.1 Queensland, Australien	28
2.4.2 Skottland	29
2.4.3 RISC-KIT	30
2.4.4 Circle - Critical Infrastructures: Relations and Consequences for Life and Environment	31
2.4.5 Sammanfattning av internationella myndighets- och policyarbeten	31
3. Förslag på metod för konsekvensanalys	33
3.1 Utgångspunkter för metoden	33
3.2 Övergripande metodsteg för konsekvensanalys av samhällsviktig verksamhet	35
3.2.1 Metodsteg 1: Information från material och experter	36
3.2.2 Metodsteg 2: Direkt drabbad samhällsviktig verksamhet	37
3.2.3 Metodsteg 3: Registrering av samhällsviktig verksamhet	37

3.2.4 Metodsteg 4: Konsekvenser	38
3.2.5 Metodsteg 5: Påverkan på och beroende av annan samhällsviktig verksamhet.....	39
3.2.6 Metodsteg 6: Sammanställning enskild verksamhet.....	39
3.2.7 Metodsteg 7: Sammanställning av samtliga samhällsviktiga verksamheter.	40
3.2.8 Metodsteg 8: Övergripande analys och visualisering	41
3.3 Exempelanalys	42
3.4 Test och synpunkter	49
3.4.1 Metoden och dess behov	49
3.4.2 Sekretess	49
3.4.3 Redundans och komplexitet vid händelser	49
3.4.4 Användning av GIS.....	50
3.4.5 Skilda uppfattningar om krisberedskap.....	50
3.5 Sammanfattande slutsatser	50
4. Förslag på viktning av konsekvenser	54
4.1 Viktningar är kontextberoende	54
4.2 Vidare arbete med viktning.....	54
5. Slutsatser och förslag på fortsatt utveckling	56
5.1 Forskning och policys om skydd av samhällsviktig verksamhet.	56
5.2 GIS och analys av störningar i samhällsviktig verksamhet	57
5.3 Metod för analys av direkta och indirekta konsekvenser utifrån drabbad SVV	58
5.4 Viktning som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder .	59
5.5 Fortsatt utveckling.....	60
6. Referenser	61
Bilaga A – Workshop i Värnamo kommun	68
Bilaga B – Formulär konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet	70
Bilaga C – Excelmall konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet	71
Bilaga D – Exempel på ifyllt formulär och konsekvensanalyser .	72

Sammanfattning

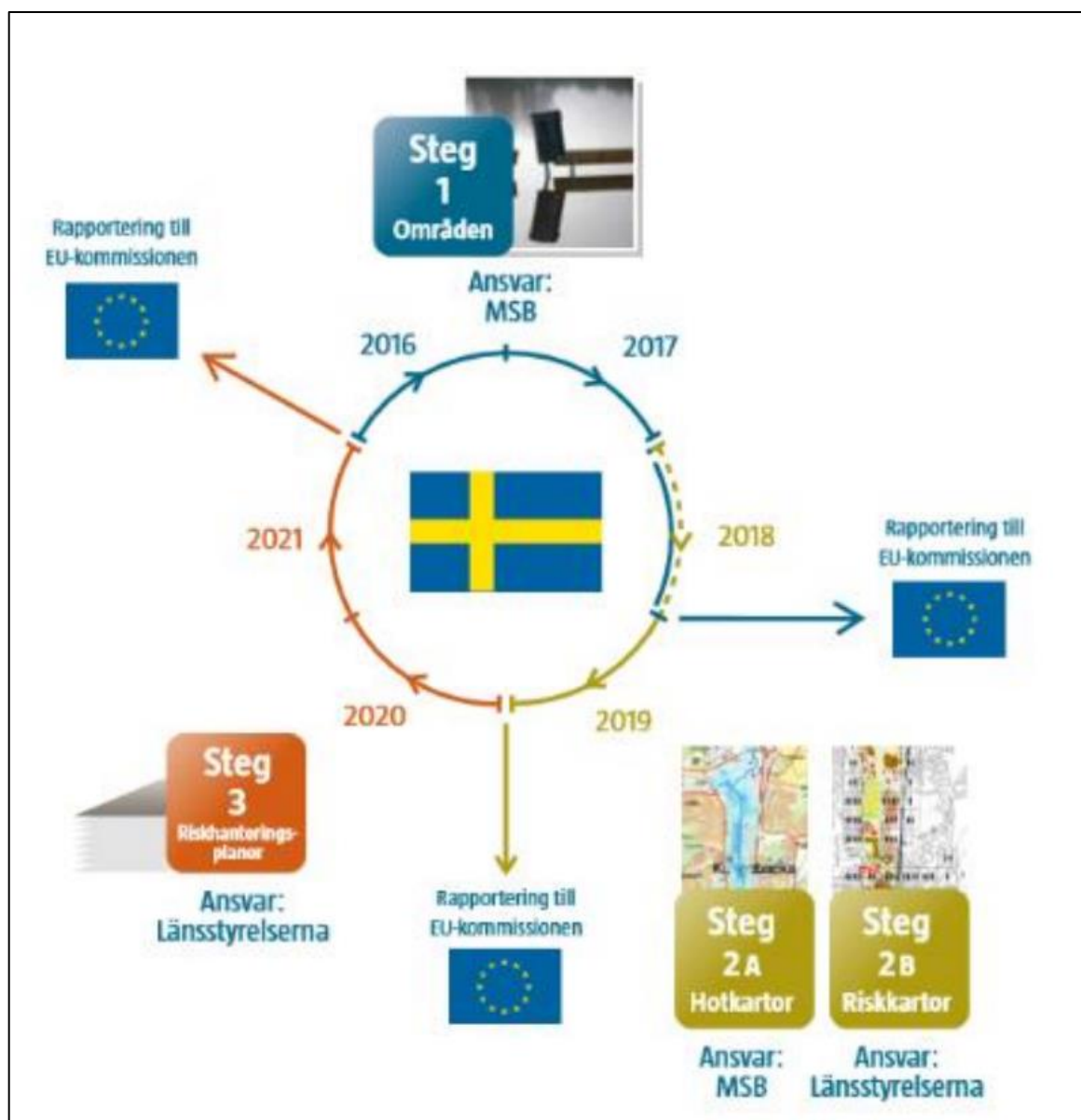
Konsekvenser till följd av stora översvämningar och andra geografiskt utbredda händelser är ett återkommande fenomen världen över. Befolkningstäta områden med sammanflätade nätverk av kritiska infrastrukturer och samhällsviktiga verksamheter tillhör de mest drabbade. De komplexa beroendena mellan olika former av samhällsviktiga verksamheter kan leda till kaskadeffekter, där konsekvenserna utifrån exempelvis en översvämning kan sprida sig i flera led och ge lokala, regionala, nationella och till och med globala konsekvenser. För att kunna genomföra ett mer strukturerat och anpassat säkerhetsarbete inom området samhällsviktig verksamhet behöver olika verktyg och metoder kontinuerligt utvecklas. Detta uppdrag är relaterat till dessa utmaningar. Utifrån befintlig forskning samt lokala, regionala och internationella analyser och policyarbeten, har en metodik för att kartlägga, analysera och visualisera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet utvecklats. Metoden har i huvudsak framställts utifrån ett översvämningsscenario med anknytning till översvämningssdirektivets arbetsprocess, men anses vara applicerbar även för andra typer av scenario och krishanteringsorienterade arbetsprocesser. Ett ytterligare mål med projektet har varit att presentera ett underlag för viktning/värdering av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder. I uppdraget har detta mål i huvudsakligen utgått från ansatser och metoder från forsknings- och myndighetsbaserade arbeten. Några av studiens resultat visar på att vissa viktningssansatser fungerar, men endast i specifika sammanhang. Andra visar på svårigheter med att ta fram generella förutsättningar för viktning/värdering av konsekvenser på samhällsnivå. Resultatet av detta uppdrag i form av föreliggande rapport ska förhoppningsvis bidra till en utvecklad risk- och kontinuitetshantering för samhällsviktiga verksamheter i översvämningssdrabbade områden för att kunna vidta hållbara och klimatanpassade åtgärder.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Konsekvenser till följd av stora översvämningar och andra geografiskt utbredda händelser är ett återkommande fenomen världen över. De negativa effekterna blir oftast mest omfattande i befolkningstäta miljöer med sammanflätade nätverk av kritiska infrastrukturer och samhällsviktiga verksamheter. De komplexa beroendena mellan olika former av samhällsviktiga verksamheter kan leda till kaskadeffekter, där konsekvenserna utifrån exempelvis en översvämning kan sprida sig i flera led och ge lokala, regionala, nationella och till och med globala konsekvenser. Ett utslaget sjukhus med specialistsjukvård och akutsjukvård kan ge negativa effekter på regionala och nationella verksamheter. En översvämmad europaväg kan försena transporter och ge ogynnsamma följder för verksamheter i andra länder. Att utgå från geografiskt utbredda händelser som översvämningar för att vidare analysera olika samhällskonsekvenser förefaller vara ett av flera möjliga tillvägagångssätt. Översvämningar tenderar dessutom att återkomma relativt frekvent och ge allvarliga konsekvenser på olika geografiska nivåer i flertalet länder världen över. Bara i Sverige finns uppgifter om närmare 700 större och mindre historiska översvämningar i olika sjöar och vattendrag från i början 1900-talet (MSB 2012a; 2012b).

Sverige arbetar i likhet med andra europeiska länder, med att minska översvämningars negativa effekter och värna för människors hälsa, miljö, kulturarv och ekonomisk verksamhet. Detta arbete sker inom ramen för EU:s översvämningsdirektiv (MSB 2012a), där Sveriges insatser regleras genom förordningen om översvämningsrisker (SFS 2009:956) och föreskrifter om riskhanteringsplaner (MSBFS 2013:1). Själva arbetsprocessen sker i cykler över 6 år med tre definierade steg för varje period (Figur 1). Den första cykeln har genomförts under perioden 2011–2016 och en ny har påbörjats 2017 (MSB 2018). De tre stegen omfattar: 1) identifiering av områden med översvämningsrisker; 2a) framställande av översvämningskartor eller hotkartor för 50-, 100- och 200-årsflöden samt beräknat högsta flöde; 2b) framställande av riskkartor genom att kartlägga riskobjekt inom översvämmade områdena från hotkartorna; samt 3) framtagande av riskhanteringsplaner (MSB 2011a; MSB 2012a). Det övergripande arbetet leds av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap som tillsammans med involverade länsstyrelser ser till att de olika stegen genomförs, följs upp och återrapporteras till EU-kommissionen.



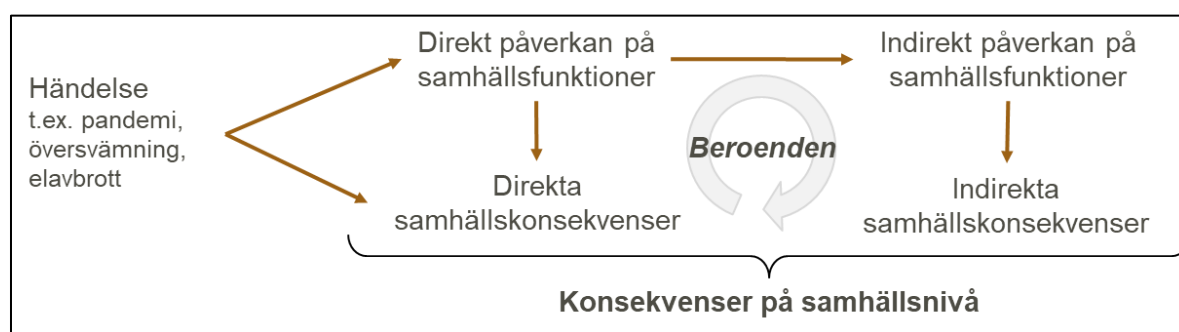
Figur 1. Översämningsdirektivets tre steg och rapportering till EU-kommissionen (MSB 2018).

I Sverige har arbetet med översvämningsförordningen mynnat ut i en mängd studier, styrdokument, vägledningar, analyser, rapporter, hot- och riskkartor samt relaterade publikationer och undersökningar (se bl.a. MSB 2011a; 2012a; 2012b; 2012c; 2013a; 2013b; 2014a; 2014b; 2018). Åtskilliga hot- och riskkartor samt riskhanteringsplaner från olika utpekade områden finns tillgängliga på MSB:s och ansvariga länsstyrelser hemsidor (MSB 2018-03-14). En viktig del i arbetsprocessen med översvämningsrisker är att bedömningen av översvämningshotade områden anpassas och förändras över tid. I en MSB-rapport från 2011 avseende steg 1 i den första 6-årscykeln identifierades exempelvis 18 områden med betydande översvämningsrisker (MSB 2011a). Inom den andra 6-årscykeln som startade 2016 har antalet översvämningshotade områden längs med vattendrag och nytillkomna kuststräckor ökat till 25. Vissa områden från den första identifieringen har försvunnit och tätorter slagits samman som en följd av ändrade kriterier och tillämpning av en ny noggrannare höjddatamodell och klimatanpassade flöden (MSB 2018). Ett för denna studie inspirerande arbete utgörs av ett regeringsuppdrag om konsekvenser på olika samhällssektorer som en följd av en översvämning i Mälaren (MSB 2012c). Studien visar på historiska översvämnings och deras effekter på olika

samhällssektorer, noggranna översvämningskarteringar och GIS-analyser samt inte minst detaljerade analyser och redogörelser för de direkta konsekvenserna på samhällsviktig verksamhet (MSB 2012). Studien tar dock i mindre grad upp problematiken med beroenden och spridningseffekter mellan samhällsviktiga verksamheter.

En väsentlig del i arbetet med översvämningsförordningen både tangerar och överlappar arbetet med skydd av samhällsviktig verksamhet (MSB 2011b; 2013c). Med skydd av samhällsviktig verksamhet avses kortfattat åtgärder och aktiviteter som kan behöva vidtas för att säkerhetsställa funktionalitet och kontinuitet hos samhällsviktig verksamhet och indirekt även för hela samhället (MSB 2013c; 2014c). Tätt kopplat till arbetet med skydd av kritisk infrastruktur på EU-nivå är även det så kallade ECI-direktivet (Europeiska rådets direktiv 2008/114/EG) från 2008 och NIS-direktivet (Europeiska rådets direktiv 2016) som trädde i kraft 2016. NIS-direktivet fokuserar dock främst på stärkandet av cybersäkerhet för vissa samhällsviktiga sektorer och tjänster inom elektronisk kommunikation. Inom ramen för denna rapport likställer vi begreppen skydd av samhällsviktig verksamhet med skydd av kritisk infrastruktur, tjänster, noder etc.

För att kunna genomföra ett mer strukturerat och anpassat säkerhetsarbete inom området samhällsviktig verksamhet behöver olika verktyg och metoder för t.ex. konsekvensanalys av störningar inom olika typer av verksamheter kontinuerligt utvecklas (Johansson m.fl. 2015). De befintliga metoderna för analys av beroenden som finns är relativt resurskrävande avseende mängden av data som behövs, den kompetens som aktörerna skall besitta och den tid det tar att genomföra analyserna. Många av dessa är dessutom forskningsbaserade och svåra att tillämpa för icke-expert (Johansson m.fl. 2015; kapitel 2). Det finns följaktligen ett behov av förhållandevis enkla, transparenta och strukturerade metodstöd för bl.a. länsstyrelser, kommuner, verksamhetsutövare, aktörer, fastighetsägare etc., där resultaten kan analyseras, och visualiseras med stöd av t.ex. Geografiska informationssystem (GIS). Denna studie är relaterad till dessa utmaningar. Ansatsen som presenteras senare i rapporten berör möjligheterna att utveckla en förenklad metodik för att systematiskt samla in och aggregera relevant information för GIS-baserade analyser och visualisering av direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet. I Figur 2 presenteras en principskiss över flera av rapportens centrala begrepp och vad som avses med exempelvis direkta och indirekta konsekvenser.



Figur 2. Principskiss över förhållanden mellan händelser samt direkt och indirekt påverkan på samhällsfunktioner genom beroenden (Källa: Johansson m.fl. 2015).

Ett väsentligt mål med studien är att försöka erbjuda ett metodologiskt stöd för kartläggning av hur effekterna av en störning i samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur genom kaskadeffekter kan få långt fler kostsamma och omfattande följder än de vad de direkta konsekvenserna indikerar (Johansson m.fl. 2015). En ytterligare del i detta arbete gäller viktning och värdering av analyserade och bedömda konsekvenser för vidare prioriteringar av åtgärder.

Denna studie berör även viktning av olika typer av konsekvenser genom att hämta inspiration från forskning och myndighetsbaserade studier som bedrivs världen över. Viktning av konsekvenser berörs dock inte i själva metodutvecklingen inom denna rapport.

1.2 Studiens syfte och forskningsfrågor

En central utgångspunkt med denna studie är att bidra till utvecklade risk- och kontinuitetshanteringsprocesser för aktörer och verksamheter i översvämningshotade områden i Sverige. Syftena med denna studie är att:

- Dels utveckla ett förslag på metodik för att kartlägga, analysera och visualisera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en i första hand geografisk utbredd oönskad händelse. I detta arbete läggs huvudsakligt fokus på översvämning med anknytning till översvämningsdirektivets arbetsprocess. Studien utgår från befintliga och relevanta forskningsstudier, dokument, analyser, översvämningskarteringar och identifieringar av samhällsviktig verksamhet. Ett indirekt mål är att ge väsentlig input till arbetet med riskkartorna (steg 2b enligt Översvämningsdirektivet) och riskanalyserna avseende de samhällskonsekvenser som kan uppstå samt bidra till en fördjupad och mer effektiv risk- och kontinuitetshantering. Ett annat indirekt mål är att identifiera samhällsviktig verksamhet som påverkas men som inte ligger inom översvämmat område, och;
- Dels presentera ett förslag på viktning/värdering av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder.

Utifrån ovan syften utgår uppdraget från följande forskningsfrågor:

- I vilken grad tas det hänsyn till både direkta och indirekta konsekvenser i nationell och internationell forskning och policys om skydd av samhällsviktig verksamhet? Vilken potential finns?
- Vilken roll spelar Geografiska informationssystem (GIS) i nationella och internationella forskningsfält och policys som berör analys av störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en geografiskt oönskad händelse?
- Vilka är förutsättningarna för att utveckla en metod för analys av både direkta och indirekta konsekvenser som kan användas inom ramen för arbetet med översvämningsdirektivet och i arbetet med skydd av samhällsviktig verksamhet? Vilka fördelar och utmaningar finns?
- Hur kan viktning av olika typer av konsekvenser som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder genomföras? Vilka metoder och tillvägagångssätt för viktning används i nationell och internationell forskning och policys om skydd av samhällsviktig verksamhet?

1.3 Övergripande metoder

1.3.1 Metodutveckling

Det förslag på metod som utvecklats inom ramen för uppdraget har arbetats fram genom en serie workshops samt en test av metoden i en svensk kommun. Extern feedback har erhållits löpande från MSB och Länsstyrelsen i Hallands län, samt under ett referensgruppsmöte med representanter från SCB, Länsstyrelserna i Hallands och Örebro län och MSB. Själva metodiken som presenteras i Kapitel 3 bygger delvis på inspiration från tidigare undersökningar och

metoder inriktade mot konsekvensanalyser och risk- och sårbarhetsanalyser och delvis på resultat från ett intensivt utvecklingsarbete inom ramen för uppdraget.

Bland tidigare inspirationsstudier återfinns rapporten *Konsekvensanalys på samhällsnivå* (KAS-studien) som identifierar problematiken med att studera beroenden och kaskadeffekter i flera led. I studien understryks vidare behovet av metoder för systematisk identifiering av beroenden och framtagande av jämförbara konsekvensmått (Johansson m.fl. 2015). I denna rapport presenteras även ett ramverk för hur arbetet med beroende skulle kunna integreras med det nationella risk- och sårbarhetsarbetet. En annan inspirationsstudie är det så kallade Mälaruppdraget. Studien utgör ett bra exempel på en utförlig inventering och analys av samhällsviktig verksamhet/objekt utifrån en översvämning i Mälaren och dess konsekvenser för olika samhällssektorer (MSB 2012c). I studien ligger dock fokus främst på direkta effekter. Några viktiga slutsatser från Mälaruppdraget är att samhällsviktiga verksamheter är sårbara mot fler hot än endast översvämning samt att det finns konstaterade kritiska beroende mellan olika samhällsviktiga verksamheter. En samhällskritisk verksamhet kan genom beroendekedjor vara sårbart även om det ligger utanför ett översvämmat område. Utslagna pumpstationer och transformatorstationer kan exempelvis ge upphov till utebliven leverans av fjärrvärme och vatten långt utanför det översvämmade området, vilket ger konsekvenser inom samhällssektorerna energiförsörjning och kommunal teknisk försörjning (MSB 2012c). Konsekvenserna utifrån en översvämning stannar inte i ett led eftersom icke fungerande värme- och avloppssystem i sin tur påverkar andra samhällsviktiga verksamheter, som t.ex. skola och omsorg, samt kan ge drabbade hushållsmedlemmar stora svårigheter att stanna kvar i sina hem under årets kallare månader.

En annan inspiration till metodutvecklingen inom detta uppdrag härrör från arbetssättet områdesbaserad risk- och sårbarhetsanalys (ORSA) (se Blom m.fl. 2013). ORSA handlar övergripande om att utveckla användningen av geografisk information och geografiska analyser inom ramen för kommunala och regionala risk- och sårbarhetsanalyser (RSA). Arbetssättet ska hjälpa till att förenkla och framförallt sammanställa och geografiskt visualisera prioriterade delar av kommunala och regionala RSA-arbeten. I metodutvecklingen i Kapitel 3 lyfts systematisering av information, kartor och GIS-analyser fram som viktiga delar i arbetsprocessen med att analysera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur utifrån en geografiskt utbredd önskad händelse.

1.3.2 Fallstudie

Under arbetets tester och förankring av metoden har samverkan och input från nyckelpersoner med lokal kännedom varit en nödvändighet. Därför valdes ett geografiskt fallstudieområde ut. En avgörande bedömningsgrund för urvalet var att fallstudieområdet skulle vara ett av de 18 identifierade områdena med betydande översvämningsrisker (MSB 2011a). Fallstudieområdet har också identifierats genom samverkan med framförallt länsstyrelserna i Kronobergs, Jönköpings och Hallands län. Arbetsgången har varit att forskargruppen tog del av länsstyrelsernas pågående arbete med samordnad hantering av höga flöden och dammbrott i södra Sverige (Länsstyrelserna i Hallands, Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Skåne Kalmar och Blekinge län 2018). Forskargruppen medverkade även på en träff i oktober 2017 inom projektet *Samordnad beredskapsplanering i Lagan* och tillsammans med Älvgrupp Lagan som består av länsstyrelserna i Kronobergs, Jönköpings och Hallands län, inblandade kommuner, Statkraft Sverige AB, polisen, räddningstjänsten och andra aktörer (Statkraft Sverige AB 2013).¹ Under mötet presenterades konsekvensbeskrivningar för olika kommuner utifrån dammhaverier och

¹ Referens och sammankallande: Catrin Käldman, beredskapshandläggare på Länsstyrelsen i Hallands län

100-årsflöden. Vidare fick forskargruppen ta del av utförligare konsekvensbedömningar och konsekvensbeskrivningar från översvämningshotade kommuner och tätorter längs Lagans avrinningsområde. Värnamo framstod i detta sammanhang som ett särskilt intressant fallstudieområde som en följd av tidigare översvämningsrisker 2004 och förhållandevis allvarliga konsekvenser för flera olika samhällsviktiga sektorer och verksamheter. Konsekvensproblematiken för Värnamo lyftes även fram inom ramen för det pågående arbetet med hantering av höga flöden och dammbrott. Efter en vidare genomgång av Värnamos risk- och sårbarhetsanalys och Länsstyrelsens plan för hantering av översvämningsrisker i Värnamo (Länsstyrelsen i Jönköpings Län 2016; Värnamo kommun 2015) fastställdes kommunen som fallstudieområde.²

1.3.3 Workshop

För att utvärdera och testa förutsättningarna för den metodik som presenteras senare i denna rapport anordnades en workshop med Värnamo kommunen, berörda länsstyrelser och centrala aktörer (se Bilaga 1). Inbjudna och deltagande representanter kom från Länsstyrelsen i Halland, Länsstyrelsen i Jönköping, tekniska förvaltningen i Värnamo kommun, Räddningstjänsten i Värnamo, Värnamo energi och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Från länsstyrelserna deltog representanter från beredskapsenheten (Jönköping och Halland), enheten för naturskydd och tillsyn (Jönköping) samt samhällsbyggnadsförvaltningen (Halland). Från Värnamo deltog räddningschef, ställföreträdande räddningschef, VA-chef och VA-specialist och kommunens beredskapssamordnare. MSB representerades av Avdelningen för utveckling av samhällsskydd via länk. MSB deltog endast under uppsummeringen av mötet. Från Lunds Universitet deltog samtliga fyra forskare som står bakom denna studie.

Inför workshopen fick forskargruppen ta del av nödvändigt material i form av kommunens risk- och sårbarhetsanalyser (Värnamo kommun 2015), länsstyrelsens plan för hantering av översvämningsrisker i Värnamo (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2016) och ovan nämnda konsekvensbedömningar och konsekvensbeskrivningar från översvämningshotade kommuner och tätorter längs Lagans avrinningsområde. Material och ingångsvärden från dessa källor användes sedan som input till den föreslagna metodikens konsekvensanalyser. Detta anknyter till metodsteg 1 i den presenterade metodiken i Kapitel 3.

Under själva workshopen presenterades inledningsvis studiens bakgrund och det förslag på metodik som arbetats fram (se Bilaga A). Vidare ställdes även ett antal frågor om möjligheterna att med stöd av deltagande experter komplettera och fylla i den information som saknades och därmed konstruera den arbetsprocess och konsekvensanalys som metodiken syftar till att stödja. Genomgången anknyter även till metodsteg 2–7 i den presenterade metodiken i Kapitel 3.

Efter workshopen uppdaterades metodiken utifrån de synpunkter som framfördes av deltagarna. Synpunkter och kommentarer på arbetssättet dokumenterades och resultatet av testen presenteras i Kapitel 3.

1.3.4 Litteraturstudie

För att täcka både vetenskapliga och policyinriktade perspektiv inom området har en litteraturöversikt genomförts. Litteraturöversikten i sig bygger på en förenklad form av så kallad

² Värnamo tätort är inte bland de områden med betydande översvämningsrisk i som identifierats i cykel 2. Orsaken beror på nya kriterier och att dessa inte uppfylls. Det beror även på förebyggande åtgärder mot översvämningsrisker efter översvämningsrisker under 2004.

Scoping Study-metodologi. Metodologin går ut på att kartlägga litteratur inom ett forskningsområde för att hitta exempelvis nyckelbegrepp, kunskapsluckor eller stöd för praktiska tillämpningar, policyarbeten och forskning (Daudt, van Mossel, & Scott, 2013). En *Scoping Study* börjar vanligtvis med ett specifikt syfte, som med hjälp av passande sökord leder till ett antal relevanta artiklar (Arksey & O'Malley, 2005). Ofta behöver sökningarna justeras för att uppnå ett relevant resultat, exempelvis genom att addera eller ta bort sökord efter behov. Artiklarna granskas i olika steg, först översiktligt genom titel och abstrakt och sedan allt mer noggrant genom att läsa sammanfattningen och själva huvudtexten. Det är i processen viktigt att försäkra sig om att artiklarna och dess innehåll är relaterade till syftet. När ett lämpligt antal centrala artiklar har valts ut kan de sedan exempelvis koder efter typ av artikel, slutsatser eller syfte. Resultatet av kodningen kan sedan analyseras, summeras och presenteras på lämpligt sätt. I vissa fall är det även nödvändigt att konsultera andra akademiker eller experter inom området för att försäkra sig om relevansen i analysens resultat (Levac, Colquhoun, & O'Brien, 2010).

Urvalet av artiklarna, som utgår från denna studies syften och forskningsfrågor, är baserat på centrala sökord för områdena: 1) GIS-orienterade konsekvensanalyser; 2) Metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter; samt 3) Viktning av samhällskonsekvenser (se Tabell 1). I huvudsak genomfördes sökningarna i *Scopus*, som är den största databasen för expertgranskade vetenskapliga publikationer. Databasen innehåller 69 miljoner artiklar från ca 5 000 tidskriftsutgivare och täcker i det närmaste samtliga vetenskapliga discipliner. Relevanta artiklar har således valts ut, sammanställts och sammanfattats. Litteraturens relevans har diskuterats och fastställts inom projektgruppen. Vi har dock valt att inte konsultera utomstående forskare, eftersom fokus främst legat på att hitta inspiration och ingångsvärden till metodutvecklingen, snarare än att ge en komplett forskningsöversikt över området. *Scoping Study*-resultatet har även kompletterats med förslag på studier och referenser från representanter från t.ex. MSB och Länsstyrelser och andra experter som varit inblandade i metodutvecklingsarbetet.

GIS-orienterade konsekvensanalyser	Metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter	Viktning av samhällskonsekvenser
Geographical Information OR GIS OR GIScience AND Critical Infrastructure OR Infrastructure Protection OR Lifeline Systems OR Societal Infrastructure	Critical Infrastructure OR Societal Functions AND Interdependencies OR Dependencies AND Elicitation OR Expert Judgement	Disaster OR Hazard AND Weight OR Prioritisation OR Ranking AND Risk Management OR Critical Infrastructure

Tabell 1. Exempel på sökord som har använts i *Scopus* för att hitta artiklar som är relevanta för de tre områdena.

1.4 Avgränsningar

Metodiken som inom detta uppdrag ska ses som preliminärt och utvecklingsbart. Inom ramen för uppdraget har endast ett begränsat antal interna och externa empiriska tester genomförts. Metoden är vidare begränsad avseende stöd för identifiering av samhällsviktig verksamhet. Input

till metoden utgår ifrån redan genomförda risk- och sårbarhetsanalyser, konsekvensanalyser, risk- och hotkartor, riskhanteringsplaner, övrig identifiering av samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur, osv. (se metodsteg 1 i Kapitel 3). De förslag på viktning/värderingar av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder som presenteras i rapporten är av övergripande karaktär och utgår endast från exempel från olika forsknings-, policy- och myndighetsdokument (se Kapitel 2 och Kapitel 4).

1.5 Medverkande och referensgrupp

Uppdragsgivare är MSB och utförare är Lunds Universitet, Institutionen för Kulturgeografi och Ekonomisk geografi och Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet. Huvudansvariga för uppdraget är Nicklas Guldåker (Institutionen för Kulturgeografi och Ekonomisk geografi) och Jonas Johansson (Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet). Doktoranderna Björn Arvidsson och Linn Svegrup från Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet har även väsentligen bidragit till arbetet. Samtliga forskare är verksamma inom *Centre for Critical Infrastructure Protection (CenCIP)* vid Lunds Universitet. Projektets referensgrupp har bestått av tre representanter från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), en representant vardera från Statistiska centralbyrån (SCB), Länsstyrelsen i Hallands Län och Länsstyrelsen i Örebro Län.

1.6 Disposition

I nästföljande kapitel framställs en översikt över relevanta forsknings-, myndighets- och policyarbeten som anknyter till skydd av samhällsviktig verksamhet, konsekvensanalyser med stöd av GIS samt beroendeanalyser och viktning av samhällskonsekvenser. I Kapitel 3 återges den tentativa metodiken inkluderat utgångspunkter, arbetsområden, metodsteg och exempelanalys. Även erfarenheter från metodtest och externa synpunkter på den framtagna metoden tas upp i detta kapitel. Med utgångspunkt från forskning och policys diskuteras i Kapitel 4 olika förutsättningar för viktning av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder. I Kapitel 5 presenteras studiens sammanfattande slutsatser och förslag på fortsatt utveckling.

2. Forsknings-, myndighets- och policyarbeten

I detta kapitel presenteras en översikt över relevanta vetenskapliga publikationer, myndighets- och policyarbeten. Litteraturöversikten består således av ett urval av artiklar, rapporter och dokument relevanta för analyser av direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur utifrån en geografiskt utbredd oönskad händelse, i detta fall översvämningsrisker. Mer specifikt handlar det om referenser som väsentligen tar upp användning av *GIS-orienterade konsekvensanalyser* utifrån översvämning och andra hot och risker, *metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter* samt *metoder för viktning av samhällskonsekvenser*.

2.1 GIS-orienterade konsekvensanalyser

I detta avsnitt presenteras forskningsexempel som främst anknyter till huvudområdet GIS-orienterade konsekvensanalyser. Gemensamt för artiklarna är att de använder GIS som ett verktyg för riskhantering inom samhällsviktig verksamhet. Artiklarna omfattar bland annat olika metoder, modeller och tekniska system som adresserar och olika typer av risker, d.v.s. inte bara översvämningsrisker, i syfte att få en bredare inspirationsbas till metodutvecklingen.

2.1.1 Metoder, modeller och verktyg

Det första metodexemplet har utvecklats av forskarna Armenakis & Nirupama (2013b, 2013a). I deras forskning presenteras en metod för att bedöma risker som har en definierad rumslig utbredning och med ett särskilt fokus på analys av befolkningars och infrastrukturers sårbarheter. Forskarna utgår från ett fiktivt scenario med geografiskt utbredda explosionsrisker. Författarna hävdar även att metoden kan vara tillämpbara för andra typer av hot, exempelvis översvämningar eller skogsbränder. Just en händelseoberoende ansats utgör en viktig inspiration för den metodik som utvecklats inom ramen för detta uppdrag. I analysens första steg identifierades olika zoner (ytor) som explosionerna kan påverka. Explosionszonerna överlagras med andra GIS-lager där resultatet används vidare för att bedöma fyra olika typer av sårbarheter: social, fysisk, ekonomisk samt kritisk infrastruktur. Social sårbarhet beskrivs i artikeln som en oförmåga för befolkningen att sätta sig i säkerhet, hantera eller återhämta sig ifrån en omfattande explosion. Fysisk sårbarhet bedömdes utifrån explosionsområdets närliggande byggnaders skick och ålder, d.v.s. om de var i behov av reparationer eller var byggda utifrån gamla byggnadsregler. Faktorerna som låg till grund för den ekonomiska sårbarheten bestod av antalet arbetslösa och låginkomsttagare (mindre än 50 000 \$/år) i explosionsriskzonen. Slutligen räknades antalet kritiska infrastrukturer inom varje explosionsriskzon. Exempel på kritiska infrastrukturer som räknades var vägar, järnvägar, brandstationer, sjukhus och vårdcentraler, skolor och "andra byggnader". Resultatet av analysen består av en karta med en riskprofil utritad runt det studerade explosionsområdet, där områden med lägre och högre sårbarheter enkelt kan identifieras. Armenakis & Nirupama (2013b, 2013a) anser att användningen av GIS är effektivt för att identifiera bland annat risk- och evakueringszoner, kritisk infrastruktur, potentiellt drabbad befolkning, landanvändning och lämplig placering av industrizoner. De tillägger även att GIS

möjliggör kunskapsbaserad spatialt beslutsfattande som stödjer komplexa strategier för t.ex. landanvändning.

Ett annat exempel kommer från en grupp forskare från Australien som har tagit fram en modell för att bedöma sårbarheter vid översvämningar. I modellen fokuserar de på samhällsviktiga verksamheter och infrastrukturer såsom elnät, vägnät och avloppsnät (Espada m.fl. 2015). Till grund för sin analys använder de 13 GIS-baserade objektstyper. Dessa består till exempel av elkraftstransformatorer, hög- och lågspänningsledningar, vägar, evakueringscenters, busshållplatser, pumpstationer och vattenhuvudledningar. Utifrån dessa typer av objekt och kunskap om hur objekten är sammankopplade konstruerades, för respektive infrastruktur, en GIS-baserad nätverksmodell. I en av artiklarna (Espada m.fl. 2015) presenteras även en integrerad sårbarhetskarta över kritisk infrastruktur och dess beroenden. Det är dock oklart vad sårbarhetskartan representerar och hur beroenden bedöms mellan olika verksamheter. I en artikel från 2014 presenteras dessutom en modell för att optimera handlingsplaner och om riskreducerande åtgärder, förberedelser, respons eller återuppbyggnad är mest lämpligt att satsa på (Espada m.fl. 2014).

Forskarna Johnston, Slovinsky & Yates (2014) har utvecklat en metod för att identifiera sårbarheter i samhällsviktiga verksamheter och för att prioritera åtgärder. Som studieobjekt används ett område runt kuststaden Scarborough i delstaten Maine vid den amerikanska östkusten. I analysen används tre olika kustnära översvämningsscenarier med olika vattendjup, inklusive en säkerhetsmarginal för att ta framtida klimatförändringar i beaktning. De använder öppen GIS-data som t.ex. markhöjdnivåer över havet, vägnät, räddningstjänster, sjukhus, skolor, dricksvatten, avlopp och gasledningar för att analysera vilka objekt som riskerar att översvämmas baserat på de olika scenarierna. Objekten prioriteras bland annat utifrån bedömningar av deras sårbarheter genom ett poängsystem. Sårbarheten hos objekten bedöms efter vilket av de tre översvämningsscenarierna och vilka samhällskonsekvenser som uppstår.

Samhällskonsekvenserna är uppdelade efter ekonomisk påverkan, social påverkan, påverkan på hälsa och säkerhet samt miljöpåverkan. Dessa samhällskonsekvenser bedöms med stöd av ett frågeformulär med olika semi-kvantitativa skalor, beroenden på vilken konsekvens som bedöms. Exempel på frågor i formuläret är: Hur trafikerad är vägen? (t.ex. mindre än 1000, 1000–5000, 5000–10 000 eller 10 000+ fordon/dygn i genomsnitt?) Finns det alternativa vägar? Kommer vägen bli totalförstörd? Hur många invånare kommer förlora tillgång till vatten/gas/avlopp? Påverkas evakueringsmöjligheter? Hur allvarliga utsläpp kan ske? Slutligen presenteras åtgärdsförslag för några av de mest sårbara objekten eller områdena. Överlag förefaller metoden vara enkel och intuitiv. Det är framförallt tydligt vad som ligger till grund för slutbedömningen av de mest sårbara och högst prioriterade objekten. Nackdelen är att det inte finns någon egentlig grund för hur man har valt att ta fram formuläret eller konsekvensskalorna, om de baseras på expertkunskaper eller författarnas egna åsikter.

Ett annat exempel kommer från Liu m.fl. (2016) som har studerat sårbarheter i samband med översvämningar i ett område runt Chesapeake Bay på östkusten i USA. För att genomföra sårbarhetsanalyser använder de sig av tre grupper av sårbarhetsindikatorer som de anser vara relevanta för översvämningar orsakade av stormvågor (eng. storm surge). De tre grupperna utgörs av den fysiska miljön (höjd, lutning och medelvindstyrka), infrastruktur (närhet till skyddsrum, närhet till sjukhus och vägtäthet) samt hushållens beredskap (förberedelse, ekonomisk sårbarhet och hälsotillstånd). Informationen är GIS-baserad där den sammanvägda sårbarhetsanalysen i sig baseras på en multi-kriterieanalys. En kritik som författarna själva påpekar är att analysen inte tar någon hänsyn till vilka områden som faktiskt kan komma att

översvämmas. Områden som ligger 50 meter över havet och långt inåt land pekas t.ex. ut som problemområden p.g.a. långa avstånd till sjukhus, att det finns få skyddsrum samt att det finns för få vägar i området. Trots att analysen pekar ut vissa områden som sårbara är det inte troligt att de drabbas av översvämningar.

En annan intressant studie härrör från Storbritannien. Där har forskarna Pant m.fl. (2016) modellerat järnvägsnätet och genomfört en GIS- och nätverksbaserad sårbarhetsanalys, bland annat utvärderas slumpmässiga fel längs nätet utifrån ett översvämningsscenario. GIS-datan i studien består av sex olika system inom järnvägssystemet: strömtillförsel, övervakningssystem, signalsystem, belysning, värme/kyl-system och kontaktledningssystem. Analysen omfattar även de fem infrastrukturer som järnvägsnätet är beroende av: elnät, telekommunikation, vatten, gas och bränsle. I modelleringen används en dimensionering utifrån normala passagerarflöden, vilka tjänar som ett mått på störningarnas omfattning genom att uppskatta hur många passagerare som påverkas vid avbrott. Modelleringen tar även hänsyn till beroenden mellan olika infrastrukturer och hur de olika funktionerna inom järnvägsnätet påverkar driften. Några intressanta resultat från studien visar exempelvis att fel i signal- och övervakningssystem kan leda till större störningar i trafiken (fler försenade passagerare) än exempelvis elfel. Av infrastrukturerna bedöms elnätet och telekommunikationen inte oväntat som de viktigaste för att säkerställa driften. En analys och modellering av detta slag ger goda möjligheter att testa olika scenarier och komma fram till förslag på lösningar. Samtidigt kräver de en god tillgång till data och stora arbetsinsatser för att bli realistiska och användbara.

I en intressant studie använder Sitzenfrie m.fl. (2011) ett fiktivt vatten- och avloppssystem som grund för sin modellering i ett öppet GIS-program (SAGA-GIS). Även i detta fall fokuserar forskarna på sårbarheter i systemen. De är särskilt intresserade av hur multipla händelser och fel vid samma tidpunkt kan påverka vatten- och avloppssystemen. De ställer kritiska frågor, exempelvis vad som händer om en komponent i systemet går sönder samtidigt som räddningstjänsten behöver stora mängder vatten för att släcka en brand? Kan vattensystemet klara av det? De visar genom sina modelleringsexempel att multipla händelser och fel kan hjälpa till att identifiera kritiska komponenter i vatten- och avloppssystem. Fel som inte skulle bedömas som kritiska vid en analys av de enskilda felen eller händelserna var och för sig. Ansatsen mot multipla händelser bör också kunna tillämpas vid mer övergripande analyser av samhällsviktig verksamhet.

I Kulawiak & Lubniewskis (2014) studie utgår forskarna från ett mjukvaruverktyg som kallas *SafeCity* och som används för att analysera potentiella terrorhandlingar i Gdansk, Polen. Verktyget bygger på mjukvaran CARVER som utgår från sex kriterier: *Criticality* (Kritiskhet), *Accessibility* (Tillgänglighet), *Recuperability* (Återhämtningsförmåga), *Vulnerability* (Sårbarhet), *Effect* (Effekt) och *Recognizability* (Identifierbarhet). CARVER fokuserar framför allt på antagonistiska hot och poängsätter scenarier baserat på de sex kriterierna. Poängsättningen är grunden för allvarlighetsgraden utifrån olika antagonistiska attacker. En hög poäng innebär allvarliga konsekvenser. CARVER och GIS används tillsammans som en plattform för både analys och sammanställning av potentiella attacker på samhällsviktiga verksamheter. Som exempel kan verktyget stödja analyser av sprängdåd, gasutsläpp, översvämningar och var höga koncentrationer av samhällsviktiga verksamheter finns. Fokus ligger till största delen på vilka konsekvenser och skador som uppstår vid en antagonistisk attack, exempelvis drabbade användare, ekonomiska skador, dödsfall, etc. men även vilka intilliggande samhällsviktiga verksamheter som kan drabbas.

2.1.2 Empiriska studier

Förutom ovan exempel på modelleringsansatser finns det även forskningsbaserade empiriska studier som omfattar skador och konsekvenser i samband kriser och katastrofer, här illustrerat genom studier av jordbävningen i L'Aquila (Esposito m.fl. 2013), orkanen Katrina i Mississippi (Simpson m.fl. 2010) och orkanen Sandy i New York (Haraguchi & Kim 2016).

I en studie av jordbävningen i L'Aquila i Italien år 2009, granskades skadorna på gasnätverket i det mest drabbade området samt hur snabbt de återställdes till normal drift (Esposito m.fl. 2013). Författarna beskriver hur de successivt samlade in data om skador på gasnätet, hur reparationsarbeten framskred och hur informationen lades in i en GIS-databas tillsammans med gasnätverkets topologi och komponenter. De uppkomna skadorna jämfördes även med jordbävningsskator (eng. "Shakemaps") över området samt med generiska sårbarhetskurvor (eng. "Fragility curves") för gasledningar. Resultaten presenterades i form av återhämtningskurvor, d.v.s. andel fungerande infrastruktur över tid, tillsammans med en analys av vilka typer av komponenter i gasnätet som var mest skadade. En övergripande slutsats från analysen var att gasnätssystemet verkade ha en god resiliens. Nätet återhämtade sig relativt fort efter jordbävningen och snabbare än vad som kunde förväntas jämfört med de generiska sårbarhetskurvorna för gasnätverk. Studien visar tydligt på användbarheten av GIS som ett verktyg för att sammanställa skador och uppskatta återhämtningsförmågan för en infrastruktur efter en inträffad händelse.

I en annan empirisk studie har en grupp forskare från USA studerat hur två städer (Biloxi och Gulfport, Mississippi) återhämtade sig från orkanen Katrina. Som grund för sin analys använde de sig av intervjuer i kombination med sekundär data som t.ex. GIS-data, nyheter, finansiella rapporter, etc. (Simpson m.fl. 2010). Analysen är även här inriktad mot återhämtningen av kritisk infrastruktur i städerna. Forskarna studerade el-, vatten- och avlopp-, telekommunikation- och transportsektorn (vägar, broar, järnvägar, flygplatser, hamnar) samt brandkår och sjukvård. Resultaten presenteras i även här i form av så kallade återhämtningskurvor. Ett problem är att många aktörer normalt sett prioriterar de akuta problemen som uppstår under en kris och därmed inte har tid att samla in data. En slutsats som författarna härmed drar att det bör finnas en särskild nationell enhet som fokuserar på ett strukturerat och standardiserat sätt samlar in data om återhämtningen i kritiska infrastrukturer under och efter katastrofer. En databas som fångar återhämtningen i kritiska infrastrukturer kan användas för att jämföra skador, utvärdera respons samt möjliggöra för mer kostnadseffektiva investeringar i förebyggande åtgärder.

I en liknande studie om skador efter orkanen Sandy 2012 fokuserar forskarteamet på sambandet mellan översvämmade områden och avbrott i samhällsviktig verksamhet (Haraguchi & Kim 2016). I studien kartlades både de direkt (d.v.s. påverkan på grund av översvämningen) och indirekt (d.v.s. påverkan på grund av beroenden) drabbade områdena som påverkades av händelsen med stöd av GIS. De delade upp skadorna utifrån kategorier av kritiska infrastrukturer/samhällsviktiga verksamheter såsom elförsörjning, transporter, sjukvård och fastigheter. Dessa områden jämfördes sedan med de geografiskt översvämmade områdena (d.v.s. de direkt drabbade områdena). Exempelvis drabbades cirka 11 % av transportsystemen direkt av översvämningen och ytterligare 19 % kunde inte bedriva sin verksamhet på grund av andra orsaker än översvämning (p.g.a. av beroende som till exempel förlust av el, översvämmade stationer längs tunnelbanelinjer etc.). Studier som den här visar på nödvändigheten att ta hänsyn till indirekta effekter då de kan utgöra en stor del av konsekvenserna som uppstår vid översvämningar, i vissa fall till och med större än de direkta konsekvenserna. Denna slutsats är ett viktigt ingångsvärde för utvecklingen av föreslagen metod (se bl.a. Kapitel 3 och Figur 3).

2.1.3 Slutsatser GIS-orienterade konsekvensanalyser

Tidigare beskrivna forskningsexempel visar på möjligheten att använda GIS som analysverktyg i en riskhanteringskontext och vid empiriska studier av samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur. Huvuddelen av exemplen fokuserar på att bedöma risker eller sårbarheter relaterade till samhällsviktig verksamhet. De har som mål att beskriva vad som händer och konsekvenserna som uppstår när olika samhällsviktiga verksamheter utsätts för hot och påfrestningar. Följande övergripande slutsatser dras:

- GIS är ett effektivt och centralt metodstöd vid riskhantering, sårbarhetsanalys, och konsekvensanalys av samhällsviktiga verksamheter.
- Av de modeller och metoder som har identifierats fokuserar majoriteten på att identifiera sårbarheter snarare än att uppskatta konsekvenser. Här finns en stor utvecklingspotential.
- Det finns ett stort behov av att utveckla metoder och arbetssätt som fokuserar på att samla information om konsekvenser vid extraordinära händelser.
- Indirekta konsekvenser kan stå för en stor del av de uppkomna konsekvenserna. Studien av direkta och indirekta konsekvenser i samband med orkanen Sandy visar detta. Mer fokus behöver läggas på att studera och analysera indirekta konsekvenser.
- Detaljerade modelleringar och simuleringar av indirekta konsekvenser som uppstår på grund av samberoende infrastrukturer kräver ofta stora arbetsinsatser och detaljerad data.

2.2 Metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter

Det finns en mängd metoder och ramverk för beroendeanalys och analys av kaskadeffekter för kritisk infrastruktur/samhällsviktig verksamhet i den vetenskapliga litteraturen. Metoderna delas här in i tre olika grupper utifrån huvudsaklig metodansats: *expertbaserade metoder*, *händelsebaserade (empiriska) metoder* samt *simuleringsmetoder*. Genomgången har ett primärt fokus på expertbaserade metoder och expertbedömningar. Anledningen till detta är att metoderna inom området är särskilt viktiga för detta uppdrags utveckling av en metod som är enkel att implementera och praktiskt användbar utan krav på omfattande metodkunskaper. Detta innebär att metoden inte får vara för avancerad, kräva för mycket indata och kräva fördjupad kunskap inom t.ex. datorsimulering och programmering. Händelsebaserade (empiriska) metoder kräver ofta omfattande datainsamlingar och statistiska analyser av tidigare inträffade händelser som kan utgöra goda ingångsvärden för den metod som utvecklats inom ramen för uppdraget, därmed tas denna grupp av studier även upp kortfattat. Den data som erhålls genom enklare expertbaserade metoder eller händelsebaserade metoder kan även utgöra en väsentlig indata för datorstödda simuleringsmetoder. Denna typ av metoder kan användas för att djupare analysera beroendeproblematiken och kaskadeffekter som kan uppstå. De kräver dock olika former av specialkunskaper och tas därför upp i begränsad omfattning.

2.2.1 Expertbaserade metoder

Metoder inom kategorin expertbaserade metoder går ofta ut på att beskriva och kartlägga beroenden mellan samhällsfunktioner utifrån expertbedömningar. De inkluderar även vanligen enklare analysansatser som inte kräver mer avancerat datorstöd eller datorsimuleringar.

Det första expertbaserade metodexemplet kommer från MSB-rapporten "Faller en, faller då alla?". I rapporten presenteras metoden *Beroendehjulet* (MSB 2009). Metoden syftar till att kartlägga beroenden mellan samhällsviktiga sektorer genom expertbedömningar men beskriver

även en enklare form av manuellt metodstöd för t.ex. visualisering och analys av beroendekedjor. Beroendehjulet består av ett antal kategorier av interna och externa beroenden för att underlätta bedömningarna. Dessa utgörs exempelvis av: värderingar och regelverk, personal, infrastruktur, verksamhetsnära system, kapital och insatsvaror-/tjänster och information. Endast de externa beroendena bedöms, så efter nivåerna kritiskt, tydligt eller osäkert. Värderingen beror vidare på huruvida verksamheten har t.ex. stötdämpare som kan mildra effekterna, exempelvis reservkraft, och/eller uthållighet att klara sig utan ett beroende om en störning inträffar. Resultat samlas sedan in från flera verksamheter/funktioner och aggregeras med hjälp av enklare manuella metoder. Med hjälp av metoden kan beroenden sedan på ett strukturerat sätt identifieras och beskrivas med stöd av experter. Det finns dock begränsningar i metodstödet för aggregering av data och mer omfattande konsekvensanalyser.

Ett annat expertbaserat metodexempel härrör från en studie av *Laugé m.fl.* (2014). Forskarna presenterar en metod för att analysera hur ett avbrott i en kritisk infrastruktur påverkar andra kritiska infrastrukturer genom beroenden. Metoden utgår från flera kritiska infrastrukturer samt försöker även inkorporera ett dynamiskt perspektiv i form av hur effekterna av ett avbrott i en kritisk infrastruktur kan utvecklas över tid. Indata till analysmetoden samlas in via en enkät. I studien samlas data in från experter på kritiska infrastrukturer, inom olika sektorer, från flertalet länder i Europa, Nordamerika och Asien. Enkäten består av frågor av hur stor effekten på expertens egen infrastruktur skulle bli om den inte fick tillgång till tjänster och varor från flertalet andra definierade infrastrukturer. Effekten bedöms genom en skala från 0 (ingen effekt) till 5 (väldigt hög effekt). Vidare genomförs dessa bedömningar för fem olika avbrottstider, från ca två timmar till en vecka. Metoden som presenteras i studien ger även ett visst stöd för hur svaren kan sammanställas i en beroendematrix. Studien presenterar även en enklare analys av hur beroende respektive infrastruktur är av andra infrastrukturer samt hur respektive infrastruktur påverkar andra infrastrukturer. Vidare analyseras även avbrottstidens betydelse för dessa beroenden.

I en annan studie av *Moon m.fl.* (2015) presenteras en metod för att kvantitativt bedöma beroenden mellan kritiska infrastrukturer med stöd av en gruppdiskussionsteknik och utifrån expertbedömningar. Metoden grundar sig i likhet med ovan exempel på framtagandet av en beroendematrix utifrån två perspektiv: 1) vilka infrastrukturer respektive infrastruktur är beroende av samt 2) vilka infrastrukturer som respektive infrastruktur påverkar. Första stegen i metoden går ut på att utvalda experter besvarar och fyller i det/de steg i beroendematriserna som de har kännedom om. Minst två experters svar för varje beroende inkluderas i beroendematrisen. Dessa svar ligger sedan till grund för en gruppdiskussion med samtliga experter, där syftet är att komma fram till ett gemensamt beslut för bedömningar av alla beroenden i matrisen. Metoden är testad i en fallstudie i Sydkorea som inkluderar totalt 19 kritiska infrastrukturer. Fallstudien visar tydligt hur olika experters perspektiv kan påverka bedömningen av beroenden men hur en samsyn kan uppnås.

Forskarna *Toubin m.fl.* (2012) har utvecklat en expertbaserad metod för att identifiera och hantera beroenden som baseras på vilka resurser som varje infrastruktur är beroende av samt vilka resurser som varje infrastruktur tillhandahåller. Syftet med metoden är att varje infrastrukturägare ska få kunskap om vilka andra infrastrukturer de är beroende av och till vilken grad. Metoden går ut på att varje infrastrukturägare anger information om exempelvis vilka resurser de är beroende av samt vilken mängd av resursen, på vilka geografiska platser och vem som förser dem med resurser, hur kritiska resurserna är för deras system, hur länge systemet klarar sig utan resurser, hur tillförlitlig tillgången till resurserna är samt hur snabbt återställningen av systemet normalt kan ske efter ett avbrott. Varje infrastrukturägare anger även

vilka resurser de tillhandahåller, om de vet vem som använder resurserna de tillhandahåller samt hur kritiska deras resurser är för användarna. Denna metod kan framförallt ses som en kartläggningsmetod. Metoden saknar stöd för mer djupgående analyser av beroendena förutom att intressenter bör träffas och diskuterar möjliga åtgärder för de identifierade kritiska beroendena. Författarna presenterar även en fallstudie i Paris för olika transportsystem som t.ex. bussar, tunnelbana och lokaltåg. Metoden är intressant då den grundar sig på mer detaljerad information kring resurser för att kartlägga beroenden mellan infrastrukturer. Den omfattar även mer detaljerade beskrivningar av beroendena i jämförelse med andra liknande metoder.

En ytterligare metod presenteras av de Bruijn m.fl. (2016). I deras studie presenteras en metod för att kartlägga och analysera olika risker som de applicerar inom ett översvämningsscenario på Irland. Metoden kallas för *Storyline Method* och går ut på att stegvis analysera en sekvens av händelser under en större samhällsstörning, exempelvis en översvämning, inklusive responsen från de mest centrala aktörerna och direkta och indirekta konsekvenser som uppstår för både infrastrukturer och samhället. Metoden är framförallt utformad för att underlätta diskussion, kommunikation och informationsdelning på workshops där olika experter deltar. Vidare använder författarna även en metod som kallas *Circle* som används för att stödja aktörer vid analys av kaskadeffekter och bedömning av indirekta effekter (se Avsnitt 2.4.4.). Metoden stöder framförallt insamlandet av information från aktörer och experter genom workshops avseende både direkta och indirekta konsekvenser för både infrastrukturer och samhället. Ansatsen stöder även enklare manuella analyser i form av visualisering av beroenden samt överföring till en GIS-databas som kan användas för andra typer av händelser än enbart översvämningar, vilket är relevanta utgångspunkter för metoden som presenteras i Kapitel 3. En annan intressant del av metoden är att författarna menar på att den även är användbar i situationer där känslig data måste behandlas, dvs data som av sekretesskäl inte kan föras över till utomstående analytiker. Detta genom att denna information kan delas mellan aktörer genom mer strukturerade diskussioner, där sekretesskänsliga detaljer diskuteras men ej diarieförs.

Forskargruppen Chang m.fl. (2014) presenterar en expertbaserad metod för att analysera och beskriva samberoende infrastrukturers sårbarhet och resiliens. Metoden fokuserar främst på hur storskaliga infrastrukturstörningar utvecklas över tid. Metoden från denna studie baseras på användande av historiska erfarenheter samt intervjuer och workshops med infrastrukturexperters för att analysera hur en störning i en infrastruktur kan sprida sig till andra infrastrukturer. Metoden består av fyra steg. Det första steget fokuserar på att utveckla scenario för olika hot (t.ex. jordbävningar) samt att samla in information om liknande historiska händelser. Det andra steget fokuserar på att samla in data genom intervjuer med experter från olika sektorer. Intervjuerna i sig går ut på att samla in information om hur respektive infrastruktur påverkas av de olika scenarierna, dess resiliens samt hur respektive infrastruktur är beroende av och påverkar andra infrastrukturer. Det tredje steget består av att sammanställa den insamlade informationen i två diagram, ett diagram som visar hur infrastrukturens funktion påverkas av scenariona och ett diagram som visar funktionella samberoenden mellan infrastrukturerna. Dessa diagram används sedan i det fjärde steget som grund till diskussion i workshopformat där infrastrukturoperatörer träffas och diskuterar viktiga aspekter såsom informationsdelning, uppdatering av tidigare bedömningar och tvärsektoriella åtgärder. Metoden som tillämpats på en översvämning i Vancouver anses även vara användbar för andra typer av hot. Vidare kombinerar metoden historiska erfarenheter med expertbedömningar, vilket är viktiga aspekter som tagits med i metoden som presenteras i Kapitel 3.

2.2.2 Händelsebaserade eller empiriska metoder

I händelsebaserade eller empiriska metoder analyseras och vanligen beroenden mellan kritiska infrastrukturer utifrån inträffade händelser. Det finns ett flertal studier med denna inriktning, se bland annat Van Eeten m.fl. (2011), McDaniels m.fl. (2007), Luijff m.fl. (2009), Rahman m.fl. (2009), Zimmerman och Restrepo (2006), Johansson m.fl. (2015). Ett vanligt tillvägagångssätt är att utifrån empirisk data, som samlats i någon form av databas över inträffade händelser, kategorisera och beskriva de konsekvenser och kaskadeffekter som uppstår vid en händelse eller olycka på grund av beroenden. Ofta samlas data in från olika källor, t.ex. tidningsartiklar, internet, officiella olycksrapporter och utredningar. Studierna omfattar oftast även metodstöd för olika typer av statistiska analyser av insamlad data i syfte att försöka beskriva konsekvenser och beroenden för att i förlängningen kunna användas för prediktiva bedömningar. Resultaten ger ofta viktig kunskap om de beroenden och kaskadeffekter som observerats vid faktiska inträffade händelser. Metoden som utvecklas i denna rapport är främst data- och expertbaserad men skulle även kunna anpassas för insamling av empiri för inträffade händelser, ovan studier skulle då vara goda ingångsvärden för en sådan utveckling.

2.2.3 Simuleringsbaserade metoder

Simuleringsbaserade metoder kräver oftast djupare expertkunskaper och någon form av datorstöd i jämförelse med tidigare angivna metodexempel. Simuleringsbaserade metoder kräver oftast någon form av expertbaserad eller empirisk indata. Dessa metoder kan delas in olika undergrupperna, bl.a. agentbaserade, systemdynamik-baserade, infrastruktur- eller nätverksbaserade, ekonomiskt baserade samt flödesbaserade metoder. Här följer en översiktlig genomgång av några av dessa metoder.³

Agentbaserade metoder är relativt vanligt förekommande, se t.ex. Kaegi m.fl. (2009), Basu m.fl. (1998), Ehlen m.fl. (2005), North (2001), Dudenhoeffer m.fl. (2006). Denna metodkategori inbegriper system som byggs upp nedifrån (bottom-up) utifrån olika grunddelar, ofta kallade agenter. En agent kan exempelvis vara en teknisk komponent, en individ eller organisation som agerar utifrån en given uppsättning regler. Det grundläggande antagandet för metoden är att alla komplexa fenomen uppstår genom det kollektiva agerandet av de enskilda agenterna. Ett exempel på en applikation av agent-baserad modellering är ASPEN-EE som utvecklas av Sandia National Laboratory (Basu m.fl. 1998). Applikationen går ut på att analysera hur ett elavbrott kan påverka aktörer och användare av el, exempelvis samhällsviktiga verksamheter och hushåll.

Systemdynamikbaserade metoder är en annan vanlig simuleringsmetod som i motsats till agentbaserade metoder har ett top-down perspektiv, vilket innebär att den övergripande systemnivån är i fokus, se t.ex. Brown m.fl. (2004), Stapelberg (2008), Sterman (2000) och Min m.fl. (2007). Denna grupp av metoder beskriver systemet utifrån så kallade casual-loop-diagram som i sig beskriver orsakssamband mellan olika variabler, samt stock-and-flow-diagram som beskriver flödet av information och produkter genom ett system. Metoderna kan användas för olika typer av beroenden, t.ex. logiska och funktionella. Ett exempel på en applikation av systemdynamiska modeller är en modell utvecklad av Brown m.fl. (2007) som använder systemdynamisk simulering för att modellera en hamn samt deras funktionella beroende av telekommunikationer. Den beskriver exempelvis hur ett avbrott i telekommunikationerna kan

³ För en mer detaljerad beskrivning se rapporten "Studie och översiktlig utvärdering kring applicerbara metoder för komplex beroendeanalys på såväl sektoriell som tvärspektoriell nivå"(Johansson med flera 2013)

påverka flödet av varor genom hamnen samt de ekonomiska effekterna av ett avbrott. Metoden är relativt datorkrävande och appliceras oftast endast för enskilda system.

Andra vanliga typer av simuleringsmetoder för kritiska infrastrukturer utgörs av *infrastruktur- eller nätverksbaserade metoder*, se t.ex. Espada m.fl. (2015), Johansson m.fl. (2012), Zio m.fl. (2011), LaRocca m.fl. (2011), Johansson m.fl. (2011), Hines m.fl. (2010), Dueñas-Osorio m.fl. (2007), Lee m.fl. (2007), Patterson m.fl. (2007), Apostolakis m.fl. (2005). I sin enklaste form modelleras olika infrastrukturer i form av nätverk endast med hjälp av två typer av komponenter: noder och länkar som kopplar ihop och beskriver ett samband mellan noderna, även kallat topologiska modeller. I mer avancerade metoder tas även hänsyn till fysiska/funktionella aspekter av infrastrukturer som på ett mer realistiskt sätt beskriver hur nätverket reagerar och flöden förändras på grund av störningar. Ett exempel på en applikation av infrastrukturbaserad metod presenteras i Svegrup och Johansson (2015) där interna och externa beroenden inom samt mellan det svenska transmissionssystemet och järnvägssystemet beskrivs och modelleras.

Beroenden mellan samhällssektorer kan också analyseras genom användande av *nationalekonomiska modeller*, se t.ex. Kelly m.fl. (2016), Xu m.fl. (2011), Barker m.fl. (2010), Jung m.fl. (2009), Setola (2007), Haimes m.fl. (2005a, 2005b), Rose m.fl. (1995, 2005). De ekonomiska modeller som används för beroendeanalys baseras ofta på den så kallade input-output modellen. Modellerna som utgår från nationalekonomisk teori ger ett ramverk för att beskriva hur olika ekonomiska sektorer interagerar med varandra genom köp och försäljning av varor och tjänster. Givet en störning i en eller flera ekonomiska sektorer kan dessa modeller användas för att uppskatta kaskadeffekterna som uppstår i andra ekonomiska sektorer. Metoderna används framförallt för att fånga ekonomiska beroenden mellan samhällssektorer och används till mindre grad för att fånga beroenden av annan karaktär.

Flödesbaserade metoder är ett annat tillvägagångssätt för att beskriva och analysera beroenden där begreppet flöde får en central roll, se t.ex. Johansson m.fl. (2016a, 2016b). Flöden kan beskrivas som förflyttningar av exempelvis varor, tjänster, människor, energi, kapital eller information. Gemensamt för flödesbaserade metoder är att istället för att beskriva beroenden mellan olika funktioner eller aktörer, framställa funktioners/aktörers beroende av och påverkan på flöden (t.ex. produkter, tjänster, människor, resurser, etc.). Dessa flöden antas därmed förmedla beroenden mellan funktioner/aktörer. Metodbeskriven av Johansson m.fl. (2016a) använder främst expertbedömningar som indata och syftar till att fånga framförallt funktionella beroenden. I metoden ingår stöd för en simuleringsbaserad analys som kan användas för att analysera hur ett avbrott i ett flöde eller aktör kan påverka andra flöden/aktörer, exempelvis hur ett avbrott i flödet av el kan påverka andra samhällsviktiga aktörer som leverantörer av dricksvatten eller sjukhus.

2.2.4 Slutsatser metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter

Ovan forskningsexempel om metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter visar att det finns en mängd ansatser inom de olika huvudgrupperna expertbaserade, händelsebaserade (empiriska) och simuleringsbaserade metoder. Eftersom den metod som presenteras i Kapitel 3 i första hand bör vara praktiskt användbar för länsstyrelser och kommunala aktörer är slutsatserna som vi tagit med i metodutvecklingen främst relaterade till huvudgruppen expertbaserade metoder:

- Metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter bygger ofta på data som samlats in via exempelvis enkäter, intervjuer eller workshops. Datainsamling är även en viktig del av den metod som utvecklats inom detta uppdrag.

- I de flesta av metoderna ingår oftast endast en enklare beroendebedömning, t.ex. en procentbedömning av beroendestyrkan mellan 0–100. I vissa fall beskrivs beroendena något mer detaljerad, exempelvis vilken typ av resurs som beroendena består av och om det finns stöddämpare som kan mildra effekterna.
- I de beskrivna metoderna ingår oftast enbart enklare analysstöd, exempelvis stöd för visualisering av beroenden eller sammanställning/aggregering i exempelvis en matris.
- Endast i några av forskningsartiklarna beskrivs översiktligt hur informationen om beroenden kan sparas i databaser och kopplas till GIS.
- Det finns en tydlig problematik med sekretess och svårigheten att dela information mellan aktörer.
- Några metoder betonar tidsperspektivets betydelse både gällande avbrottstid samt att olika beroenden och deras styrka kan utvecklas och förändras över tid.
- De flesta av de beskrivna metoderna syftar till att vara användbara för olika typer av händelser och hot, även om de oftast endast är applicerade i begränsade fallstudier.
- De händelsebaserade metoderna är av något mindre intresse för metoden som presenteras i kapitel 3 eftersom de främst syftar till att samla in information om beroenden genom att analysera inträffade händelser och inte genom expertbedömningar av potentiella händelser. Denna typ av metoder kan dock vara av intresse för framtagande av ingångsdata till den utvecklade metoden.
- De simuleringsbaserade metoderna är även de av mindre betydelse för metoden som presenteras i kapitel 3 eftersom de oftast kräver djupare metodkunskaper samt avancerade datorstödda modelleringar och simuleringar. Denna typ av metoder kan dock vara av intresse för att kunna genomföra mer omfattande analyser av den insamlade datan.

2.3 Viktning av samhällskonsekvenser

Detta avsnitt anknyter till forskning om viktning och rankning av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder. Det finns en hel del utmaningar med att avgöra vilka konsekvenser som bör prioriteras (Fekete m.fl. 2012). En grundläggande problematik är att det finns mängder av värderingar och åsikter om vad som är viktigast att skydda. Riskanalyser är exempelvis i stor grad baserade på subjektiva bedömningar. Det är med andra ord svårt att avgöra vilka värderingar som är rätt eller fel. En följd av detta är att det saknas universella och standardiserade metoder för att prioritera risker. Det finns dock mer objektiva riskvärderingar baserade på t.ex. olycksstatistik, även om värderingarna har inslag av subjektivitet vid val och hantering av den information som används. I detta avsnitt presenteras två huvudgrupper forskningsbaserade tillvägagångssätt för viktning eller ranking. Dessa utgörs av expertbaserade respektive aktörsbaserade viktningförfarande. Med expertbaserade menas viktningar som baseras på forskares eller erfarna praktikers bedömningar och åsikter. Aktörsbaserade metoder involverar främst de organisationer, grupper eller människor som på något sätt påverkas eller påverkas av risk- eller konsekvensbedömningarna.

2.3.1 Expertbaserade viktningar

I det första exemplet på expertbaserad viktning använder Armenakis & Nirupama (2013a) i sin sårbarhetsanalys ett förhållandevis enkelt tillvägagångssätt för viktning av olika sårbarheter (se även Avsnitt 2.1). De fyra sårbarheterna social, ekonomisk, fysisk och kritisk infrastruktur viktas jämt med vardera en fjärdedel av den totala sårbarheten. Resonemanget bakom viktningssystemet beror, enligt författarna, på utvecklad forskning om hur olika sårbarheter kan viktas i förhållande varandra. Följaktligen väljer de att inte göra någon särskild prioritering av sårbarheter i sin analys. De betonar dock att vikterna kan komma att variera beroende på situationen och för olika typer av händelser (Armenakis & Nirupama 2013a).

Viktningssystemet i det andra forskningsbaserade exemplet (Johnston m.fl. 2014) används både för att beskriva konsekvenser, se även Avsnitt 2.1.1, och för att prioritera vilka sårbara objekt som bör åtgärdas. De använder sig av ett enkelt formulär som mynnar ut i en poängsättning av konsekvensernas och översvämningsscenarioers allvarlighetsgrad. Poängsystemet baseras på experters erfarenheter och bedömningar. Ansatsen kan ses som ett exempel på hur experter kan användas för att vikta olika typer av konsekvenser. Fördelen är att bedömningen bryts ned i en rad enkla frågor som går att besvara relativt enkelt. Ett problem utgörs av subjektiviteten kring vilka indikatorer som ska användas och att resultatet kan påverkas beroende på valet av indikatorer. För att ta fram ett mer gediget poängsystem behöver värderingen även göras med en stor mängd experter med olika specialkunskaper.

I ett exempel från Kanada har Cockburn & Tesfamariam (2012) bedömt jordbävningsrisken för 11 kanadensiska städer med hjälp av expertbedömningar och ett jordbävningsindex, som i sig är baserat på ett antal variabler. De totalt 31 variablerna är övergripande för städerna och är relaterade till risk, sårbarhet och återhämtningsförmåga. För att uppskatta skador och förluster, konsekvenser vid jordbävning och slutligen ett jordbävningsindex använder sig Cockburn & Tesfamariam (2012) av ett så kallat *bayesianskt nätverk*. I ett bayesianskt nätverk har variabler olika tillstånd och tillståndet för en variabel kan bero på tillståndet för en föregående variabel. Sambanden mellan variablerna är ofta framtagna utifrån experters bedömningar och brukar sammanställas i tabeller som ingångsvärden till nätverket. Även om resultaten av viktningarna presenteras i artikeln, beskrivs själva viktningssystemet inte närmare än att det är baserat på subjektiva expertbedömningar som skulle behöva utvecklas ytterligare innan modellen appliceras i fler sammanhang (Cockburn & Tesfamariam 2012). Fördelen med bayesianska nätverk är att tabellerna kan uppdateras utefter experters löpande bedömningar. Det går även att kombinera statistik med expertbedömningar, vilket kan vara användbart i fall där inkomplett statistik finns tillgänglig. Ett exempel är att vid bedömning av, t.ex. nanoteknologi, kan ett bayesianskt nätverk först utgå från experters bedömningar för att sedan integrera statistik efterhand som det blir tillgängligt. Metoden förefaller vara lämplig för att aggregera information från många källor till en övergripande bedömning. Bayesianska nätverk kan dock leda till omfattande bedömningar och viktningar av många kombinationer även för relativt små nätverk. Om det exempelvis finns tre ingående variabler (t.ex. tre olika typer av konsekvenser), som vardera har tre olika tillstånd (t.ex. låg, medel, hög) så behöver de deltagande experterna utföra bedömningar för 27 olika kombinationer. En annan aspekt är att det är svårt att avgöra hur tillförlitliga experternas bedömningar är, vilket kan leda till stora osäkerheter kring viktningarna.

2.3.2 Aktörsbaserade viktningar

Inom fältet aktörsbaserade viktningar återfinns bland annat metoden *Deliberative Method for Ranking Risks*. För att ranka allvarligheten i de risker som föreslås av Morgan m.fl. (2001), tillåts

personer läsa sig in på framtagna informationsblad om risker och sedan ranka dem först individuellt, sedan i grupp och en slutligen återigen individuellt efter att ha deltagit i en gruppdiskussion. Deltagarna rankar både risken som helhet och hur olika aspekter av risken påverkade deras bedömning i alla de tre omgångarna. Aspekterna innefattade bland annat dödsfall, allvarliga skador eller hur lång tid det tog från händelse till uppkomna konsekvenser. Rankingen som utförs är relativ, det vill säga riskerna rankas inbördes att den värsta risken rankas som nummer ett, näst värsta rankas som nummer två, och så vidare. Författarna menar att metoden visade på hög giltighet i sina resultat eftersom deltagarna i hög grad var konsekventa i sina svar, samt att deltagarna var nöjda med processen. I en uppföljande studie där deltagare bland annat rankade 20 olika hälso- och miljöaspekter visade att hälsoaspekter generellt betraktades som mer allvarliga än miljöaspekter (Willis m.fl. 2004). De varnar dock för att resultaten i den här studien inte bör användas som ett generellt beslutsunderlag för andra riskhanteringsproblem, eftersom resultaten är beroende av vilka risker som presenteras och hur de kommuniceras till deltagarna. Metoden kräver även en stor arbetsinsats, inte minst hur man förbereder och presenterar olika riskbedömningar. Arbetsinsatsen kan dock vara motiverad för mer omfattande projekt eller vid utveckling av riktlinjer och policys där det är oklart hur allmänheten uppfattar allvarligheten av olika risker. På liknande sätt skulle en studie kunna undersöka vilka konsekvenser som allmänheten eller näringsliv anser är mest allvarliga för samhället.

I en artikel av Fekete m.fl. (2012) diskuteras vad som gör vissa verksamheter kritiska för samhället och andra inte. De presenterar även ett initialt förslag för hur man kan ranka och prioritera olika samhällsviktiga tjänster enligt tre steg och tre kriterier. Först gäller det att identifiera vilket kritiskt värde som ett avbrott i tjänsten påverkar, exempelvis liv och hälsa, miljö och kultur, frihet och ordning eller välbefinnande och ekonomi. Sedan föreslår författarna att man bedömer tidsaspekten inom olika sektorer, d.v.s. hur lång tid tar det innan ett fel påverkar medborgare? Detta kan lämpligen exemplifieras i tabellform, se Tabell 2.

Sektor	Tjänst	Värde: Liv och Hälsa	Tids- kritiskt inom	Värde: välbefinnande och ekonomi	Tids- kritiskt inom
Vattenförsörjning	Vatten till räddningstjänst	Ja	Sekunder	Okänt	Okänt
Finans	Börsen	Nej	Okänt	Ja	Sekunder
Vattenförsörjning	Vatten till bostadsområden	Ja	Timmar	Okänt	Okänt

Tabell 2. Exempel på underlag för prioritering av samhällsviktiga tjänster. Anpassat från Fekete m.fl. 2012.

Slutligen analyseras vilka som är de viktigaste leverantörerna av varje tjänst, t.ex. sjukvård eller elkraft, enligt följande skala:

1. Är det undersökta objektet/funktionen den största leverantören av en samhällsviktig tjänst?
2. Är det undersökta objektet/funktionen den enda leverantören av samhällsviktig tjänst?
3. Är det undersökta objektet/funktionen också den enda leverantören av en tjänst som en annan samhällsviktig tjänst behöver? (d.v.s. är någon annan samhällsviktig tjänst beroende av den här tjänsten?)

De verksamheter som faller inom den sista kategorin är de mest kritiska. Tillsammans utgör det underlag för att ranka olika samhällsviktiga verksamheter inbördes inom exempelvis en kommun. Metoden riktar in sig på att vara användbar för lokala beslutsfattare. En fördel med angreppssättet är, enligt författarna, att det tydliggörs vilka värderingar som har använts till grund för bedömningarna. Den är heller inte baserad på gränsvärden, exempelvis antalet drabbade kunder, eftersom det ofta är svårt att säkerställa exakt hur många som kommer bli drabbade av en händelse (Fekete m.fl. 2012). Fokus ligger istället på att avgöra vilka infrastrukturer och samhällsviktiga verksamheter som är viktigast, vilket författarna anser vara mer genomförbart och praktiskt.

2.3.3 Slutsatser viktning/värdering av samhällskonsekvenser

De viktigaste slutsatserna från de studier som behandlar viktning av samhällskonsekvenser är:

- Det finns inga vedertagna sätt att vikta olika typer av konsekvenser eller rangordna olika samhällsviktiga verksamheter. Viktningarna varierar från studie till studie.
- Vilka risker eller konsekvenser som är allvarligast är kontextberoende.
- De mest vetenskapligt gedigna metoderna (Morgan m.fl. 2001; Cockburn & Tesfamariam 2012) är också de mest arbetsintensiva.
- Ingen viktningss metod är fri från subjektiva bedömningar.

2.4 Myndighets- och policyarbete

I detta avsnitt presenteras utvalda exempel av internationella myndighets- och policyarbeten. Urvalet är baserat på rekommendationer från MSB och deras kontakter inom Europeiska gemenskapens kommission samt övriga dokument som kommit författarna till kännedom under arbetet. Urvalet bygger på tre huvudkriterier: de ska 1) vara GIS-baserade, 2) innefatta riskhantering samt 3) ha fokus på översvämningar. I slutet av detta avsnitt sammanfattas de beskrivna myndighets- och policyarbetena utifrån kopplingen till de tre huvudområdena i rapporten: GIS-orienterade konsekvensanalyser, metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter samt viktning av samhällskonsekvenser.

2.4.1 Queensland, Australien

Under december 2010 och januari 2011 gav kombinationen av två olika väderfenomen upphov till stora översvämningar i Queensland, Australien. MSB genomförde senare en observationsstudie för att kartlägga hanteringen av översvämningarna (MSB424 2012). Översvämningarna orsakade stora skador på infrastruktur, bland annat låg större delarna av el- och telenäten nere, 25–30 % av järn- och landvägarna var oframkomliga och flera hamnar fick stängas. Befolkningen drabbades hårt, uppskattningsvis påverkades runt 2,5 miljoner människor, ca 30 miste livet och ca 30 000 bostäder och företagslokaler förstördes. Studien omfattar långt fler aspekter av krishanteringen i Queensland än vad som tas upp här: de delar som återges relaterar främst till genomgångens huvudområden: GIS-orienterade konsekvensanalyser, metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter samt viktning av samhällskonsekvenser.

Utifrån ett GIS-perspektiv framstår de australiensiska myndigheternas GIS-verktyg *Total Operational Mapping* som ett effektivt verktyg för kartläggning och hantering av konsekvenserna som uppstod. Det framgår bl.a. i rapporten "Hanteringen av de omfattande naturkatastroferna i Queensland 2011" (MSB424 2012). Verktöget, som är mer operativt än proaktivt, består av en

GIS-plattform där nästan hela krishanteringsorganisationen har möjlighet att ta del av väsentlig information om t.ex. vattennivåer, insatser från räddningstjänst, vilka vägar som är farbara etc. Plattformen innehåller också viktiga geodata om t.ex. uppdaterade vägnät och byggnader samt hydrologiska nätverk. Arbetet med att samla in geografisk information i fält är av särskilt intresse. Myndigheterna i Australien utförde bl.a. ett pilotprojekt för att kartlägga konsekvenserna och behovet av reparationer genom att frivilliga i fält utrustade med fältdatorer. I fältdatorerna användes ett GIS-baserat och användarvänligt program, *Brigade Mapping Toolset*, där de frivilliga bl.a. kunde fylla i skadeinformation och ta bilder. Informationen samlades upp och myndigheterna kunde producera kartor med geografiskt lokaliserade skador. Rapporten MSB424 (2012) innehåller inte någon specifik metod för beroendeanalys eller kaskadeffekter. Dock lyftes vissa viktiga beroenden fram, t.ex. livsmedelssektorns beroende av el, vatten och diesel (till reservaggregat). Annan väsentlig information handlar om hur prioriteringsarbetet bedrevs under återuppbyggnadsfasen efter översvämningarna. Exempelvis skapade den australiensiska motsvarigheten till trafikverket en mindre expertgrupp av erfarna medarbetare. Gruppen använde sedan kartmaterial och expertkunskap om transportleder för att ta fram en 60-dagarsplan för att åtgärda prioriterade vägar. En slutsats från studien och översvämningskatastrofen i Queensland i Australien är att en väl förberedd och fungerande GIS-plattform med olika lämpliga tillämpningar, tillsammans med en effektiv datainsamling i fält och tillgängliga experter, kan utgöra en effektiv och tidsbesparande resurs i samband med översvämningar och andra geografiskt utbredda katastrofer.

2.4.2 Skottland

Skottlands arbete med EU:s översvämningsdirektiv leds av *Scottish Environment Protection Agency* (SEPA 2015). En väsentlig grund för Skottlands arbete har varit att utifrån olika översvämningshot ta fram hotkartor med stöd av GIS. I detta arbete särskiljs mellan olika orsaker till översvämningar i form av pluviala flöden (nederbörd), fluviala flöden (vattendrag) och översvämningar i kustområden (oftast på grund av nordatlantiska cykloner). Kartorna liknar hotkartorna i enlighet med det svenska översvämningsdirektivet och omfattar 10-, 50-, 100-, 200- och 1000-årsflöden. Kartorna hjälper till att identifiera och prioritera översvämningshotade områden. Kartorna täcker tillsammans ca 90 % av alla fastigheter som riskerar att översvämmas i Skottland (SEPA 2015).

För att bedöma skadorna inom de utvalda problemområdena inventeras olika objekt och verksamheter, t.ex. antalet bostäder, näringsverksamheter, bosatta personer, samhällsbyggnader, kommunaltekniska installationer (eng. *utilities*), transport-länkar (t.ex. väg/järnväg), naturskyddsområden, kulturminnesplatser och jordbruksareal. Även identifieringsarbetet sker med stöd av GIS. Ansatsen omfattar även uppskattningar av skadekostnader. Hur kostnadsuppskattningarna genomförs framgår dock ej i redovisningen (SEPA 2015). Inventeringen och skadekostnadsanalysen genomförs områdesvis. Det tas även fram en handlingsplan för varje område där olika ansvariga myndigheter och aktörer som kommuner och räddningstjänster visar på genomförda åtgärder och vad de tänker göra för att förebygga problem och skador som översvämningar kan tänkas orsaka.

I det skotska arbetet tas ingen särskild hänsyn till beroenden och eventuella kaskadeffekter. Dock berörs i viss mån problematiken med både direkta och indirekta skador (SEPA 2015, s. 426). Det genomförs inte heller någon direkt viktning av konsekvenserna. Kostnadsuppskattningarna kan ändå ses som ett stöd för att prioritera insatser. Uppskattningarna av kostnader tar dock endast hänsyn till materiella skador på exempelvis fastigheter, jordbruket, vägar och fordon.

En slutsats från SEPA:s arbete är att de med stöd av GIS har möjlighet att utföra välgrundade uppskattningar av direkta konsekvenser och skadekostnader utifrån översvämningar med olika orsaker. En annan positiv aspekt med arbetet är tydligheten i beskrivningen av mål samt indikatorer för att mäta resultat och ansvarsfördelningen vid olika åtgärder för att minska skadeeffekterna efter översvämningar. Problematiken med indirekta konsekvenser berörs i arbetet men dock utan att inkluderas nämnvärt i analysen.

2.4.3 RISC-KIT

RISC-KIT (Resilience-Increasing Strategies for Coasts – toolKIT), som är ett resultat av ett EU-projekt, utgörs en samling verktyg för hantering av översvämningsrisker längs kustområden (Viavattene m.fl. 2015). Verktöget används i olika länder inom EU. Danmark använder exempelvis en anpassad version av RISC-KIT som en del av en strategi för att hantera översvämnings- och erosionsproblematik längs kuster. RISC-KIT består i huvudsak av tre delar: ett ramverk för regionala risk- och sårbarhetsanalyser, ett förvarnings- och beslutsstödsystem samt ett web-baserat stöd för att utveckla riskhanteringsplaner för kustområden i Europa (Viavattene m.fl. 2015). Vi fokuserar här främst på den första delen, risk- och sårbarhetsanalyser.

Inom ramverket för regionala risk- och sårbarhetsanalyser används GIS, geodata och geografiska analyser för att identifiera kustområden som med högre översvämningsrisker. Identifiering och analys sker i flera steg. Riskutsatta kustområden identifieras initialt genom så kallade hotspot-analyser. I detta steg används förenklade modeller, t.ex. 1d-analys av kustskydd, d.v.s. ett tvärsnitt av en kustremsa, och index. I steget beaktas endast antalet exponerade objekt, inte hur sårbara eller motståndskraftiga de är. När en eller flera hotspots är identifierade kan det andra steget påbörjas, vilket innefattar mer detaljerade analyser av olika identifierade områden. De mer detaljerade stegen omfattar även noggrannare simuleringar av översvämningar, sårbarhetsanalyser samt analyser av direkta konsekvenser med stöd av indikatorer.

I ett försöka att komma åt indirekta konsekvenser genomförs begränsade analyser av kaskadeffekter inom infrastruktur och näringsliv i den utsatta regionen. Analysen av infrastrukturer sker framför allt på komponentnivå och inom varje infrastruktur, exempelvis genom att kartlägga och länka ihop olika komponenter i ett elsystem (Viavattene m.fl. 2015). Om en komponent blir drabbad av översvämning kommer det även påverka de länkade komponenterna. Näringslivsaktiviteter kartläggs på liknande sätt genom analyser av företags försörjningskedjor (eng. Supply Chain Analysis). Om en leverantör drabbas antas även det beroende företaget drabbas, oavsett det beroende företaget kapacitet att hantera ett tillfälligt avbrott. Antagande bygger på "just in time"-filosofin, som går ut på att leverera varor vid en viss utsatt tidpunkt för att upprätthålla korta ställtider och minimera lagerkostnader.

För att vikta potentiella konsekvenser mot varandra genomför, enligt RISC-KIT-metoden, beslutsfattare, näringsidkare, invånare, experter och andra berörda intressegrupper en multikriterieanalys i seminarieform (Barquet 2016). Deltagarna får ta del av preliminära resultat från tidigare genomförda analyser och olika strategiska alternativ för åtgärder. Deltagarna får därefter poängsätta olika handlingsalternativ efter hur hållbara, acceptabla och lämpliga de framstår vara. Exempel på tre olika handlingsalternativ kan vara att förstärka sandvallar, flytta hus mer inåt landet från riskområden eller både och. Vidare ska de vikta vilka kriterier som är högst prioriterade vid översvämningar exempelvis: påverkan på hushållens ekonomi, människors liv och hälsa, regionala störningar i näringsliv, återhämtning av näringslivets ekonomi, återhämtning av ekosystem, regionala störningar inom teknisk försörjning samt regionala

störningar av transporter. Viktningen förefaller vara till stora delar subjektiv och är helt baserad på de seminariedeltagarnas val och preferenser.

RISC-KIT:s tillvägagångssätt framställs som förhållandevis krångligt och med krav på omfattande kännedom om de olika verktygen. Framförallt gäller detta analysen av indirekta konsekvenser, som t.ex. kräver ett flertal manuella arbetsinsatser och djup kunskap om nätverksteori.

Riktlinjerna för multikriterieanalysen framstår dock som välutvecklade, t.ex. för att välja de handlingsalternativ som flera aktörer tillsammans bedömer vara lämpliga att implementera.

2.4.4 CIRCLE - Critical Infrastructures: Relations and Consequences for Life and Environment

CIRCLE är en kommersiell mjukvara för att visualisera kritisk infrastruktur och kritiska beroenden vid översvämningar (Deltares 2018). Programmet används övergripande för att kartlägga kaskadeffekter mellan infrastrukturer i realtid. Under olika seminarier eller workshops får experter bl.a. lägga till eller ta bort beroenden i en digital kartmodell. Utförandet sker i realtid, vilket gör att deltagarna omedelbar kan få återkoppling om vad som händer när olika beroenden läggs till eller stängs av. Förutom expertkunskap använder sig CIRCLE av översvämningsmodeller och öppen GIS-data. Det förekommer dock inte någon form av viktning mellan identifierade konsekvenser. CIRCLE utgör sammantaget ett exempel på hur man kan använda GIS-baserad data för att visualisera kaskadeffekter mellan kritiska infrastrukturer.

2.4.5 Sammanfattning av internationella myndighets- och policyarbeten

I Tabell 3 sammanfattas ovan exempel i relation till de tre huvudområdena i rapporten: användning av GIS vid konsekvensanalyser, metoder för beroendeanalys/kaskadeffekter samt metoder för viktning av samhällskonsekvenser. En slutsats är att GIS används för både proaktiva analyser och reaktiva insatser i samband med översvämningar. En annan är att beroendeanalyser och viktning för prioritering av åtgärder genomförs i varierad omfattning. Den mest omfattande ansatsen står RISC-KIT för. RISC-KIT omfattar alltifrån GIS-analyser och visualiseringar av översvämningsrisker längs kustområden till analys av kaskadeffekter inom samhällsviktiga sektorer, multikriterieanalyser och expertbedömningar för att kunna prioritera vad som ska skyddas. Det är dock osäkert hur användarvänliga analyserna är, framförallt analysen av kaskadeffekter. Multikriterieanalyser har potential att kunna integreras i risk- och sårbarhetsanalyser, främst som ett sätt att prioritera olika handlingsalternativ och att ta fram handlingsplaner för åtgärder som reducerar översvämningsrisker och minskar konsekvenserna vid översvämningar.

Arbete	GIS-orienterade konsekvensanalyser	Metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter	Viktning av samhällskonsekvenser
Queensland	Använder GIS för operativt arbete samt för att sammanställa skador.	Nämner beroenden, ingen analys.	Expertgrupp för prioritering inom en verksamhet. Ingen specifik viktning.
Skottland	Använder GIS för att identifiera utsatta områden och för att inventera potentiella skador.	Nämner indirekta/direkta skador men särskiljer ej på dem i rapporterna.	Ingen viktning
RISC-KIT, EU	Använder GIS för att identifiera extra särskilt utsatta områden. Används även som plattform för noggrannare analyser och visualisering för intressegrupper och beslutsfattare.	Enklare kaskadeffekter inom infrastruktur. Analys av försörjningskedjor inom näringsliv.	Multikriterieanalys som genomförs av de parter som berörs av åtgärderna, där de får bestämma vad de tycker är viktigast att skydda.
CIrcle	Använder öppen GIS-data samt låter experter lägga till data om beroenden i GIS-miljö	Workshop med experter inom kritisk infrastruktur.	Ingen viktning

Tabell 3. Sammanfattning av ovan översvämningsrelaterade exempel utifrån huvudområdena: användning av GIS vid konsekvensanalyser, metoder för beroendeanalys/kaskadeffekter samt metoder för viktning av samhällskonsekvenser.

3. Förslag på metod för konsekvensanalys

I detta kapitel presenteras ett förslag på metod för analys av direkta och indirekta konsekvenser som en följd av störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en översvämning. Metoden anknyter till både översvämningsdirektivets arbetsprocess samt risk- och sårbarhetsprocesser inom kommuner och länsstyrelser.

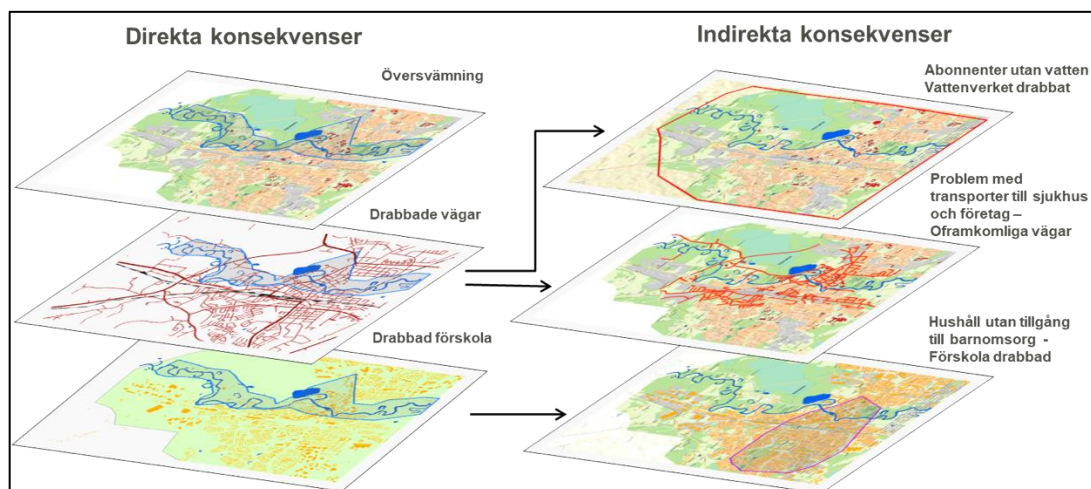
3.1 Utgångspunkter för metoden

Metodförslaget bygger på input från myndighetsarbeten, policys och forskning inom området samt en utvecklingsprocess inom projektet som omfattat interna arbetsmöten, referensgruppsmöten, workshops med MSB och berörda länsstyrelser, kommuner, kraftbolag och andra aktörer (se metodavsnitt i Kapitel 1). Metoden har utvecklats utifrån i huvudsak tre utgångspunkter.

Den första utgångspunkten är att metoden främst riktar sig till länsstyrelser och MSB som arbetar med översvämningsdirektivet samt skydd av samhällsviktig verksamhet. Metoden kan också relateras till regionala och lokala arbeten om risk- och sårbarhet. Problembilden är att nuvarande arbetsprocesser gällande beroendeanalyser och analyser av direkta och indirekta konsekvenser som en följd av störningar i samhällsviktig verksamhet är förhållandevis ostrukturerade och relativt begränsade. Detta återspeglas i genomgången av relaterade policys och forskningsfält i Kapitel 2. Exempelvis omnämns beroenden inom policy-arbete men ofta utan djupare metodstöd och analyser. Omfattande analyser av indirekta konsekvenser förekommer dock sällan. Även om vissa forskningsbaserade analyser är mer verklighetsbaserade utifrån reell data, är de flesta övervägande teoretiska i sin utformning. Flera föreslagna metoder tenderar också att vara otydliga eller svåra att använda. GIS används även inom området, men i varierad omfattning och då främst avseende identifiering och direkta konsekvenser (se t.ex. Tabell 3). En viktig del är därför att utveckla och kommunicera metoder och stödstrukturer för insamling och aggregering av data som underlag för fördjupade beroende- och konsekvensanalyser. Dessa stödstrukturer ska också underlätta fortsatta rumsliga analyser med GIS samt visualisering av resultat i form av kartor eller karttjänster som i sig ska underlätta beslutfattande. Det förslag på metod som har utvecklats inom ramen för detta arbete utgår från ett systemperspektiv där arbetet med skydd av samhällsviktig verksamhet sker på flera nivåer i samhället samt inkluderar såväl privata som offentliga aktörer inom olika samhällsviktiga sektorer (MSB 2013c).

Den andra utgångspunkten innebär att metoden utgår från den nationella strategin och handlingsplanen för skydd av samhällsviktig verksamhet (MSB 2011b; 2013c) med särskilt fokus på direkta och indirekta konsekvenser som en följd av störningar i samhällsviktig verksamhet (se Figur 2 i Kapitel 1). Förhållandet mellan direkta och indirekta konsekvenser illustreras även i Figur 3 nedan. En översvämningsdrabbad väg kan exempelvis påverka transportsystemet utanför det översvämmade området. Detta kan ge upphov till sena eller inga leveranser för företag och aktörer utanför det drabbade området (se även 2.1.1). Det kan även hindra transporter och service till vissa samhällsviktiga anläggningar som på grund av översvämningen kan behöva inspekteras eller repareras. I Figur 3 illustreras detta med ett indirekt drabbat vattenverk då vägarna fram till vattenverket ej är farbara. Skulle vattenverket haverera kan en hel kommun stå utan tillgång till

tjänligt vatten. En samhällsviktig verksamhet berörs därmed indirekt av översvämningen och en indirekt konsekvens uppstår. Ett annat exempel från Figur 3 är att en direkt drabbad verksamhet, t.ex. en översvämmad förskola, kan upphov till ge konsekvenser för förvärvsarbetsande föräldrar utanför det drabbade området som inte kan lämna sina barn på förskolan. Troligtvis finns god förmåga att lösa det sistnämnda eftersom barn och förskolelärare är mobila och kan flyttas till andra lokaler. Men exemplet hjälper trots allt till att illustrera relationen mellan direkta och indirekta konsekvenser för samhällsviktig verksamhet och en del av komplexiteten i beroendekedjan. Målet med metoden är att tydliggöra och analysera beroendekedjan och kaskadeffekter mellan olika samhällsviktiga verksamheter i minst ett led. En annan viktig aspekt som illustreras i Figur 3 är att både direkta och indirekta konsekvenser av drabbade samhällsviktiga verksamheter kan processas genom ett GIS och visualiseras på kartor. Resultatet av en drabbad samhällsviktig verksamhet kan således leda till en aggregerad konsekvensanalys som även den kan visualiseras och analyseras med stöd av GIS. Metodansatsen som presenteras i denna rapport ska även ses som metodologiskt öppen för analyser av icke-samhällsviktiga verksamheter. Valet av analysens omfång kan göras av varje ansvarig aktör, exempelvis länsstyrelse, kommun eller annan ansvarig central myndighet, och i relation till det specifika scenario som analyseras.



Figur 3. Geografiska förhållanden mellan direkta och indirekta konsekvenser som en följd av en översvämmning som drabbar samhällsviktiga verksamheter som vägar, transporter, förskola, vattenverk och familjer/hushåll (illustrationen är fiktiv).

En tredje utgångspunkt är att metoden, trots att den i denna studie är inriktad mot översvämningsrisker, även ska kunna fungera för andra typer av hot och risker (Figur 2 i Kapitel 1). Denna flexibilitet indikeras redan i syftet i denna rapport med att *”Utveckla ett förslag på metodik för att kartlägga, analysera och visualisera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en i första hand geografisk utbredd oönskad händelse”*. Utgångspunkten med en utökad hotbild lyfts även fram i den nationella handlingsplanen för skydd av samhällsviktig verksamhet som en av tre strategiska principer (MSB 2013c). Policy- och forskningsgenomgången ovan bekräftar dessutom betydelsen av en utökad hotbild. Till exempel riktas Armenakis & Nirupamas (2013b, 2013a) forskning och metodutveckling om kritiska infrastrukturer mot explosionsrisker men anses även kunna användas översvämnningar eller skogsbränder. Vidare används verktyget SafeCity för att analysera potentiella terrordåd mot samhällsviktiga verksamheter men poängteras även kunna omfatta gasutsläpp och översvämnningar (Kulawiak & Lubniewskis 2014).

3.2 Övergripande metodsteg för konsekvensanalys av samhällsviktig verksamhet

Det tentativa arbetssättet som presenteras härifrån består av tre huvudsakliga arbetsområden – Information från material och experter, konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet och övergripande analys och visualisering – (se Figur 4). Information från material och experter handlar om att sammanställa redan befintligt och relevant material som ingångsvärden till fortsatt datainsamling och analys. I vissa fall är den grundläggande informationen från material och experter välutvecklat, vilket kan minska behovet av kompletterande information. Inom ramen för detta projekt består den grundläggande datainsamlingen av nationellt, regionalt och lokalt material kopplat till översvämningsdirektivet, genomförda risk- och sårbarhetsanalyser samt betydande input från experter. Störst fokus har lagts på arbetsområdet konsekvensanalyser av samhällsviktig verksamhet och utvecklingen av en metod för att kategorisera information om händelsen, beskriva drabbade samhällsviktiga verksamheter, beskriva konsekvenserna som uppstår, kartlägga potentiella åtgärder, samt beskriva beroenden mellan drabbade samhällsviktiga verksamheter. Analysen omfattar både direkt och indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter och konsekvenser, vilket tydliggörs i exempelanalysen i Avsnitt 3.3.



Figur 4. Principskiss över metodens arbetsområden samt de olika metodstegen. Bilderna illustrerar således det praktiska arbetet med att analysera och dokumentera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur utifrån en geografisk utbredd oönskad händelse, i detta fall översvämnings.

Arbetsområdet *övergripande analys och visualisering* omfattar främst exempel på övergripande konsekvensanalyser, aggregeringar och presentationer på kartor samt illustrationer av exempelvis beroendeförhållanden. Användande av GIS för aggregering, analys och visualisering framställs i sammanhanget som ett utvecklingsområde med stor potential.

Det första steget handlar om att samla in material och interagera med lokala experter som exempelvis säkerhetssamordnare och objektägare (se Figur 6). Själva materialet kan bestå av tidigare genomförda analyser och producerade rapporter, konsekvensanalyser, exempelvis översvämningskarteringar och riskkartor (se bl.a. steg 2a i arbetet med översvämningsförordningen). Materialet kan även hämtas från befintliga risk- och sårbarhetsanalyser och tillhörande konsekvensbedömningar. Den primära avsikten är således att återanvända och utveckla det material och kunskap som redan existerar samt att komplettera de risk- och sårbarhetsanalys samt konsekvensanalysprocesser som redan pågår (se Figur 4). Det är även av vikt att det befintliga materialet kompletteras med input från experter, t.ex. genom intervjuer eller workshops samt att utföraren tar del av väsentligt sakägarmaterial för att uppnå tillförlitliga konsekvensanalyser. Experter utgör även ett väsentligt stöd vid bedömningar i metodsteg 2–6 samt även senare vid viktning av konsekvenser för prioritering av åtgärder (se Kapitel 4). En strategi är att samverka direkt med experter och objektägare från olika samhällssektorer och verksamheter. Det tillvägagångssätt som beskrivs i Mälaruppdraget gällande samverkan med objektägare från olika samhällssektorer kan ses som en inspiration i sammanhanget (MSB 2012c). Genomgången av forsknings-, myndighets- och policybaserade metoder i Kapitel 2 bekräftar även betydelsen av experters olika roller i arbetet med att identifiera och analysera konsekvenser i samhällsviktig verksamhet utifrån olika oönskade händelser och störningar i samhället samt när olika konsekvenser ska viktas mot varandra inför t.ex. förebyggande arbeten.



Figur 6. I första metodsteget samlas information in från befintliga dokument och experter.

3.2.2 Metodsteg 2: Direkt drabbad samhällsviktig verksamhet

Metodsteg 2 utgör det första steget i själva konsekvensanalysen (Figur 7). Med utgångspunkt från analys av en händelse eller ett scenario, i detta fall en översvämning, identifieras de direkt drabbade samhällsviktiga verksamheterna. Själva identifieringen kan ske på olika sätt. Antingen finns informationen att hämta

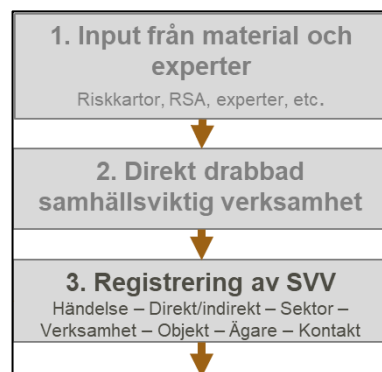


Figur 7. Efter informationsinsamlingen påbörjas i metodsteg 2 identifiering av direkt drabbade samhällsviktiga verksamheter.

från det bakomliggande material som diskuterades under det första arbetsområdet och metodsteg 1. Oftast krävs det att lokalt kunniga experter (objektägare, räddningstjänsten, tekniska förvaltningar etc.) hjälper till att identifiera den samhällsviktiga verksamhet som drabbas. Från ett regionalt perspektiv kan GIS utgöra ett viktigt stöd för identifiering av samhällsviktig verksamhet. GIS-producerade riskkartor inom översvämningsdirektivets steg 2b utgör ett bra exempel på metodik för att identifiera drabbad samhällsviktig verksamhet. Urvalet av direkt drabbade samhällsviktiga verksamheter för vidare analys kan också innebära att vissa samhällsviktiga verksamheter väljs ut och prioriteras framför andra. Rekommendationen är dock att lista och dokumentera samtliga direkt drabbade samhällsviktiga verksamheter. Även om konsekvenserna av att de slås ut förefaller få eller obetydliga.

3.2.3 Metodsteg 3: Registrering av samhällsviktig verksamhet

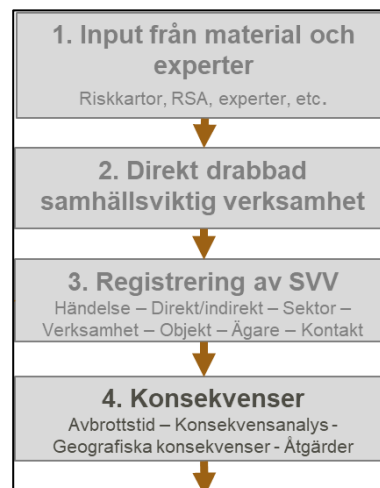
Grundläggande information om en specifik drabbad samhällsviktig verksamhet sammanställs med stöd av ett utarbetat formulär (Figur 8). I Bilaga B presenteras ett förslag på formulärmall. Informationen som registreras i formulärmallen omfattar en inledande del med vilket hot, händelse eller scenario som analysen utgår ifrån följt av en händelsebeskrivning för den drabbade samhällsviktiga verksamheten, om verksamheten är direkt eller indirekt berörd, information om samhällssektor och verksamhet, systemspecifika objektnummer och beteckningar för de objekt som drabbats samt uppgifter om objektägare och kontaktpersoner.



Figur 8. I metodsteg 3 registreras uppgifter om händelse och varje utvald SVV.

3.2.4 Metodsteg 4: Konsekvenser

I detta metodsteg bedöms och redovisas konsekvenserna av en störning i den utvalda samhällsviktiga verksamheten (Figur 9). Som stöd används MSB:s mall för konsekvensbedömningar och beskrivningar av konsekvenser för kategorierna eller fokusområdena människors hälsa, ekonomisk verksamhet, miljö och kulturmiljö/kulturarvet (se MSB 2018).⁵ Under själva konsekvensanalysen registreras information om hur länge den samhällsviktiga verksamheten räknas vara utslagen (avbrottstid) följt av konsekvensanalys för de respektive kategorierna. Konsekvensbedömningar och beskrivningar upprepas i den mån det är relevant för dessa kategorier. Redovisningen av uppskattad avbrottstid är här primärt definierad som "den tid försörjningen från samhällsviktiga verksamheten uppskattas vara ur funktion".⁶ Vidare följer en möjlighet att lägga in en geografisk konsekvensbeskrivning med en karta. Om förslag på åtgärder tas fram i detta skede dokumenteras även dessa (se exempelanalys i Avsnitt 3.3). I formuläret redovisas även om konsekvensen är beroende av den specifika händelse som analyseras, t.ex. en översvämning, eller om den är oberoende, d.v.s. om konsekvenserna även kan uppstå vid flera typer av händelser som t.ex. explosioner, översvämningar eller terrorattentat. Denna kategorisering är viktig för att kunna återanvända insamlat material i bedömningar för andra typer av hot än den som analyseras. Ett exempel är om en förskola behöver stängas ner på grund av översvämning kan eventuellt konsekvensbedömningen även vara giltig för om förskolan



Figur 9. I metodsteg 4 genomförs bedömning och redovisning av konsekvenser i utvalda samhällsviktiga verksamheter.

⁵ Kategorierna eller fokusområdena människors hälsa, ekonomisk verksamhet, miljö och kulturarvet finns mer utförligt beskrivna i skriften *Översyn av områden med betydande översvämningsrisk Enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker* (MSB 2018).

⁶ Avbrottstid bör relaterat till sammanhanget och kan variera efter grad av konsekvenser. En översvämmad byggnad kan behöva saneras under längre tid det tar för att få igång försörjningen från den drabbade samhällsviktiga verksamheten, t.ex. elförsörjningen från en översvämmad nätstation kan kanske ersättas med reservkraftverk. Elförsörjningen kan med andra ord lösas med temporära insatser tills att saneringen är avklarad. Det är således tiden tills att försörjningen är återställd som avses som avbrottstid och inte tiden för sanering och återställning av nätstationen.

behöver stänga ner p.g.a. av otjänligt vatten, långvarigt elavbrott eller andra typer av hot. Därmed kan konsekvensanalysens material betecknas som oberoende av händelsen, och återanvändas för andra typer av risk- och sårbarhetsrelaterade arbeten. Informationen förs in i konsekvensbeskrivningen men kategoriseras som en egen post i den sammanställda Excelmallen (se metodsteg 7). Åtgärdsförslagen är till för att mildra eller hindra uppkomna konsekvenser och avbrottstider. Det kan handla om allt från proaktiva tekniska åtgärder till att upprätta handlingsplaner som kan användas om verksamheten drabbas. Invallning eller höjning av en transformatorstation är två förekommande exempel. En handlingsplan för att flytta elever från en drabbad skola till en annan är ytterligare ett exempel på åtgärd.

3.2.5 Metodsteg 5: Påverkan på och beroende av annan samhällsviktig verksamhet

Utifrån ovan konsekvensanalys registreras i detta metodsteg 5 beroenden av och påverkan på andra samhällsviktiga verksamheter (Figur 10). Den sistnämnda har betydelse för analyser av beroenden och påverkan på samhällsviktiga verksamheter i flera led, d.v.s. för att kunna kartlägga de indirekta konsekvenserna som uppstår. För att begränsa analysarbetet förespråkas att minst ett led kartläggs, d.v.s. vilka indirekta effekter som uppstår i första ledet på grund av att en verksamhet slås ut. I många fall leder den indirekt utslagna verksamheten till att även andra verksamheter slås ut, d.v.s. effekter i ett andra, tredje, fjärde, osv. led. Att kartlägga hela beroendekedjan och spridningseffekterna i flera led är givetvis möjligt men arbetsintensivt. För att få en överblick kan beroenden i flera led visualiseras genom beroendekedjor. Detta illustreras i exempelanalysen i avsnitt

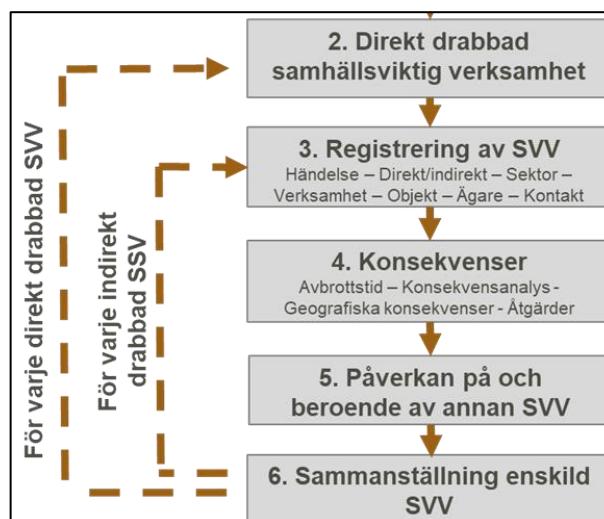
3.3 och specifikt i Figur 19.



Figur 10. I metodsteg 5 redovisas påverkan på och beroende av annan SVV.

3.2.6 Metodsteg 6: Sammanställning enskild verksamhet

I detta steg sammanställs och säkerställs all information som samlats in i metodsteg 2–5 för den direkt drabbade samhällsviktiga verksamheten samt för de verksamheter som den påverkar och är beroende av. Den streckade pilen från metodsteg 6 till metodsteg 2 i Figur 11 indikerar att metodsteg 2–6 återupprepas för varje *direkt* drabbad samhällsviktig verksamhet som listas, företrädesvis även för de som inte ger upphov till några större konsekvenser. Den streckade pilen från metodsteg 6 till



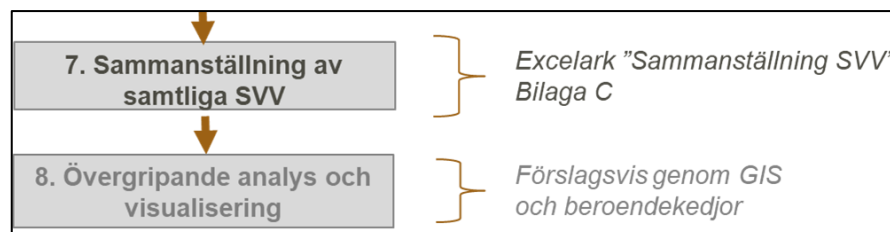
Figur 11. Sammanställning av drabbade enskilda samhällsviktiga verksamheter. Metodsteg 2–6 upprepas för fler direkt drabbade samhällsviktiga verksamheter. Metodsteg 3–6 upprepas om indirekt samhällsviktiga verksamheter drabbas.

metodsteg 3 i Figur 11 illustrerar att metodsteg 3–6 upprepas för varje *indirekt* drabbad samhällsviktig verksamhet som drabbats. Som påpekades i metodsteg 5 rekommenderas det att detta görs i minst ett led.

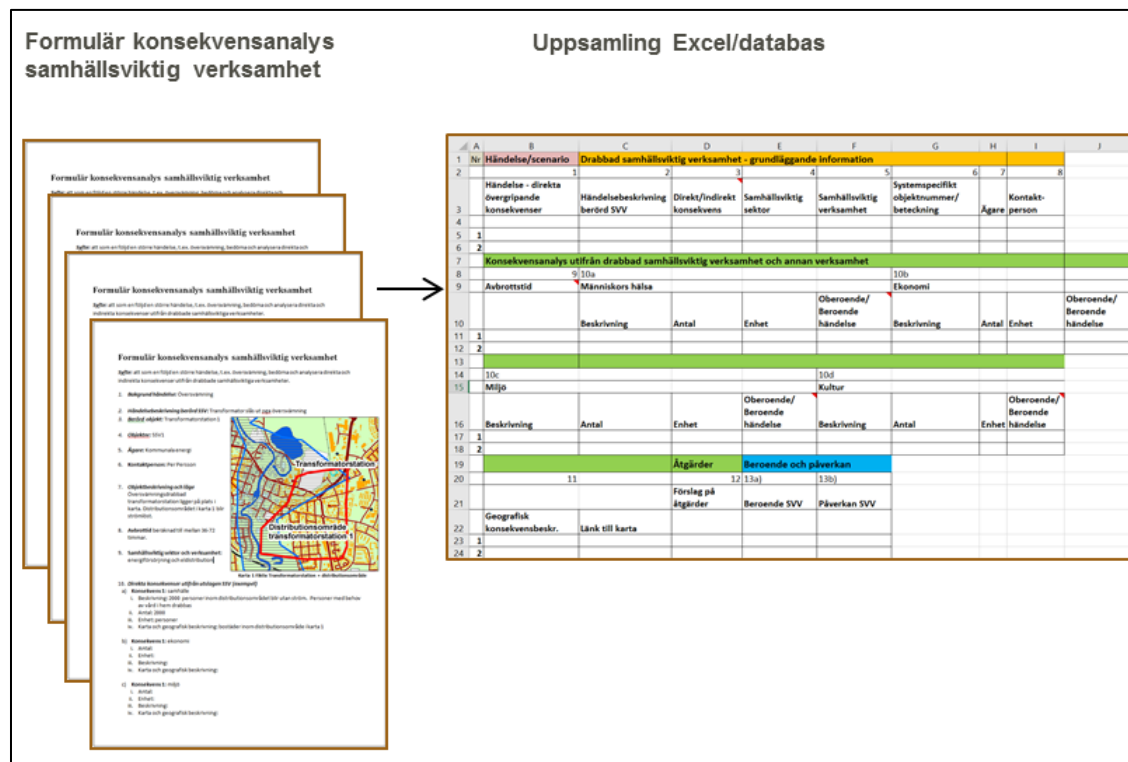
De formulärmallar som fyllts i bör även gås igenom och kompletteras. Sannolikt kommer kompletterande information behöva samlas in från flera olika aktörer. I metodsteg 6 kan det även vara lämpligt att komplettera sammanställningen med t.ex. geografiska konsekvensbeskrivningar om inte det redan gjorts i samband med konsekvensanalysen ovan.

3.2.7 Metodsteg 7: Sammanställning av samtliga samhällsviktiga verksamheter

I detta steg samlas väsentlig information från sammanställda formulär upp i en överskådlig



Excelmall (Figurer 13). Excelmallen **Figur 12. Sammanställning av samtliga formulär och analyser från steg 12 och 13). Excelmallen 2–6 i ett Excelark. Se även Bilaga C.** med korresponderar överlag med formulärets innehåll (se Bilaga C). Informationen från varje formulär lagras på en enkelrad i Excelmallen. Flera analyser kan därmed lagras i samma dokument (Figur 13, jmf. även med Bilaga B).

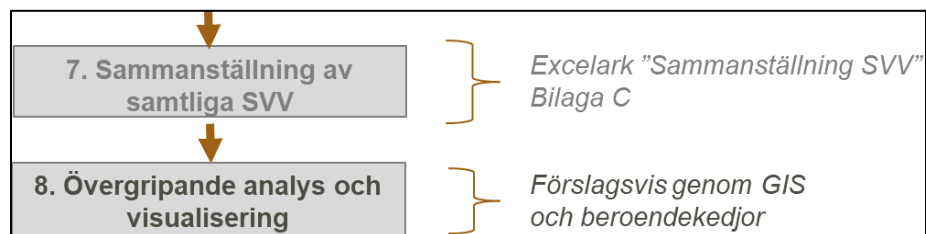


Figur 13. Principskiss hur de ifyllda formulären, med uppgifter och konsekvensanalyser för olika samhällsviktiga verksamheter, samlas upp i ett Excelblad (se även Bilagor B, C och D).

Rubrikerna och numreringen i Excelbladets kolumner överensstämmer med formulärets rubriker och nummer. Längst till vänster i Excelmallen registreras en kort bakgrundstext om själva händelsen eller scenariot, t.ex. översvämning, inklusive en generell beskrivning av övergripande konsekvenser. Vidare mot höger bokförs grundläggande information om den specifikt drabbade samhällsviktiga verksamheten följt av konsekvensanalysen, åtgärder, och om beroenden av och påverkan på andra samhällsviktiga verksamheter. Excelmallen utgör med andra ord ett övergripande, strukturerat och uppsamlade dokument för analyser av direkta och indirekta konsekvenser utifrån olika drabbade samhällsviktiga verksamheter. Informationen kan i denna strukturerade form användas i vidare arbeten, t.ex. för kommunala och regionala risk- och sårbarhetsanalyser. Excelmallen ska även ses som ett embryo för utveckling av ett mer automatiserat databasstöd där bl.a. informationen från ifyllda formulär registreras direkt i databasen. Kortfattade instruktioner för både formulär- och Excelmallen återfinns i Bilaga B och C.

3.2.8 Metodsteg 8: Övergripande analys och visualisering

I detta steg genomförs en övergripande aggregerad analys och visualisering av registrerade konsekvenser med stöd av GIS



Figur 14. Övergripande analys och visualisering med stöd av GIS och beroendekedjor.

(Figur 14). Detta kan göra för varje samhällsviktig verksamhet och konsekvenser i flera led. Steget är tydligt inspirerat av angreppssätt som inkluderar GIS i risk- och krishanteringssammanhang. Ett exempel på detta utgörs av Områdesbaserad risk- och sårbarhetsanalys (ORSA) där geografisk information, geografiska analyser och visualiseringar på kartor eller kartplattformar möjliggör en uppsamling och visuell sammanställning av en händelse och dess effekter över ett specificerat geografiskt område.

Geografiska analyser och visualiseringar tenderar även att ge mer begripliga och övergripande underlag i beslutsprocesser om t.ex. proaktiva insatser och åtgärder inför olika hot och risker som t.ex. naturhändelser, brott, elavbrott och översvämningar (Blom m.fl. 2013). Den aggregerade analysen i detta steg anknyter till detta och syftar till att ge en samlad bild av direkta och indirekta konsekvenserna, både i effektmått och i form av geografiska konsekvenser, utifrån en störning i en eller flera sammanlänkade samhällsviktiga verksamheter. Inom ramen för detta uppdrag redovisas endast exempel på övergripande analyser och aggregeringar. Genom att på ett systematiskt sätt identifiera indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter, inkluderas även drabbade samhällsviktiga verksamheter med som ligger utanför det översvämmade området. För att identifiera dessa indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter krävs i nuläget analyser i samverkan med experter från involverade sektorer, kommuner, länsstyrelser och andra berörda aktörer. För att utveckla de GIS-baserade analyserna bör högre krav ställas på tillgång till bl.a. GIS-kompetens, relevant geografisk data och tillämpliga beräkningsalgoritmer än vad som är fallet idag.

3.3 Exempelmanalys

I detta avsnitt presenteras en exempelmanalys utifrån ovan beskrivna metodansats. Som redan har beskrivits i Avsnitt 1.3.3 användes Värnamo som fallstudiekommun. Notera att exempelmanalysen i övrigt är fiktiv för att undvika att röja sekretessbelagd information.

I det första metodsteget samlades information in från Värnamo i form av kommunens risk- och sårbarhetsanalys och Länsstyrelsens plan för hantering av översvämningsrisker (Länsstyrelsen i Jönköpings Län 2016; Värnamo kommun 2015). Även regionala konsekvensbedömningar och konsekvensbeskrivningar användes. I dessa dokument framstod Värnamo som sårbart som en följd av översvämnningar 2004 med relativt svåra konsekvenser för flera samhällsviktiga verksamheter. Flera möten med regionala och lokala experter hölls, däribland med Älvgrupp Lagan bestående av länsstyrelserna i Kronobergs, Jönköpings och Hallands län, inblandade kommuner, Statkraft Sverige AB, polisen, räddningstjänsten, kommunala energibolag och polisen. Det mest centrala mötet bestod av en workshop i Värnamo med deltagare från Länsstyrelserna i Hallands och Jönköping län, tekniska förvaltningen, räddningstjänsten, Värnamo energi och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, vilket finns beskrivet i Avsnitt 1.3.3 och Bilaga A. En viktig grund för interaktionen med dessa experter och objektägare handlade även om att tydliggöra vilka källor och information som var viktiga för den fortsatta analysen. Datainsamlingen, interaktionen och kunskapsinhämtningen från material och experter med koppling till Värnamos översvämningsanalyser och konsekvenser utifrån samhällsviktiga verksamheter ska ses som ett exempel på hur man kan arbeta i metodens första metodsteg.

I det andra metodsteget och utifrån kunskapsinhämtningen i metodsteg 1 identifierades bland annat eldistributionen som en direkt översvämningsdrabbad samhällskritisk verksamhet i Värnamo. Det innebär att flera objekt i form av transformator- och nätstationer blir översvämmade. Det framgick även från den kommunala risk- och sårbarhetsanalysen och regionala konsekvensanalyser att en översvämning kunde ge allvarliga konsekvenser för den kommunalteknisk försörjning och transporter i kommunen. I exemplet nedan ligger dock fokus främst på den drabbade eldistributionen utifrån en fiktiv översvämning i centrala Värnamo.

I det tredje metodsteget registreras grundläggande information om den händelsen och den drabbade samhällsviktiga verksamheten i ett formulär. Själva händelsebeskrivningen handlar om att en översvämning drabbar Värnamo och att konsekvenserna leder till att flera samhällsviktiga verksamheter slås ut och att kommuninvånare drabbas. Elförsörjningen påverkas genom att en transformatorstation och tre nätstationer översvämmas och slås ut. Det kommunala energibolaget är objektägare med "Per Persson" som ansvarig kontaktperson. Registreringen av den grundläggande informationen i formuläret exemplifieras i Figur 15 nedan. Numreringen korresponderar med motsvarande fält i Excelmallen (se metodsteg 7).

Formulär konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet

Formuläret fylls i för varje samhällsviktig verksamhet som påverkas av en händelse, antingen som en *direkt* följd av händelsen, t.ex. en översvämning eller som en *indirekt följd* av en annan drabbad samhällsviktig verksamhet som finns ett beroende till. Formulärmallen nedan innehåller ett fiktivt exempel på direkta konsekvenser.

1. **Händelse/Scenario:** Översvämning 100-årsflöde drabbar orten. Övergripande konsekvenser blir att flera samhällsviktiga verksamheter slås ut och att kommuninvånare drabbas.
2. **Händelsebeskrivning berörd SVV:** Elförsörjningen påverkas efter att en transformatorstation samt flertalet nätstationer slås ut efter en översvämning.
3. **Direkt/indirekt konsekvens:** Direkt
4. **Samhällssektor:** Energiförsörjning
5. **Samhällsviktig verksamhet:** Eldistribution
6. **Systemspecifika objektnummer/beteckning:** TST01, NST109, NST206, NST346.
7. **Ägare:** "Kommunala energibolaget"
8. **Kontaktperson:** "Per Persson"

Figur 15. Exempel på grundläggande information om den drabbade eldistribution som en översvämningsskadedrabbad samhällsviktig verksamhet. Exemplet bygger på formulärmallen som återfinns i Bilaga B.

I det fjärde metodsteget genomförs själva konsekvensanalysen utifrån översvämningen. Den första delen berör uppskattad avbrottstid och den tid som eldistributionen förväntas vara ur funktion. Denna uppskattning görs främst av experter från det kommunala energibolaget. Tiderna för att få igång den drabbade transformatorstationen och de tre nätstationerna kan variera. Generell återställningstid för en helt utslagen nätstation på grund av översvämning är ca 12–36 timmar och för en transformatorstation ca 24–168 timmar. Med avseende på det specifika översvämningsscenariot, och dess tidsdimensioner, bedömdes avbrottstiden till mellan 36–72 timmar från det att elförsörjningen först påverkades. Vidare bedöms konsekvenser för områdena människors hälsa, ekonomi, miljö och kultur (se MSB 2018). Konsekvenserna för samhället (människors hälsa) uppskattas till att ca 2000 abonnenter blir utan elförsörjning. Abonnenter utgörs av alltifrån hushåll och företag till annan samhällsviktig verksamhet inom distributionsområdet. De ekonomiska konsekvenserna för det kommunala energibolaget beräknas till mellan 500–750 tkr. Det är kostnader som uppstår för att byta ut havererade transformatorer, ställverkskomponenter, utpumpning av vatten, osv. För konsekvenskategorierna miljö och kultur sker ingen direkt påverkan utifrån den utslagna elförsörjningen. Konsekvensanalysen innehåller även geografisk visualisering av själva översvämningen, den drabbade transformatorstationen, nätverksstationerna och det strömlösa distributionsområdet. De uppskattade konsekvenserna och avbrottstiderna anses vara specifika för scenariot översvämning och skrivs därför in i mallen. Vidare anges förslag på åtgärder för att hindra att dessa konsekvenser uppstår. Framförallt riktas åtgärder mot att skydda den sårbara

transformatorstationen genom invallning och installation av pumpar. Nätstationerna bedöms som svårare och mycket dyrare att skydda. Analysens resultat inklusive den geografiska analysen samt förslag på åtgärder illustreras i Figur 16.

I det femte metodsteget registreras vilka beroende av och påverkan på ett avbrott i eldistributionen har på andra samhällsviktiga verksamheter och andra verksamheter och insatser. Som framgår i Figur 16 är själva återställningsarbetet beroende av farbara vägar och att inblandade aktörer som elnätsbolaget, räddningstjänsten och tekniska förvaltningen har en fungerande kommunikation. Det kommunala elnätsbolaget är i detta fall anslutet till RAKEL-systemet. När det gäller andra samhällsviktiga verksamheter som påverkas av den utslagna eldistributionen blir både barnomsorg och primärvården som drabbade. "Förskolan Päronet" och "Vårdcentral Södra" står således utan ström och utan möjlighet att sin bedriva verksamhet, vilket i sig leder till konsekvenser ska bedömas. Den geografiska placeringen av dessa verksamheter återfinns i kartan i Figur 16. Registreringen av påverkan på annan samhällsviktig verksamhet är som beskrivet i Avsnitt 3.2.5. viktig för konsekvensanalyser i flera led. Även om detta exempel är fiktivt ligger det inom rimliga gränser om vad som skulle kunna inträffa. Andra samhällsviktiga verksamheter som skulle kunna påverkas av ett elavbrott i detta exempel utgörs av kommunal teknisk försörjning i form av ej fungerande försörjning av fjärrvärme och vatten.

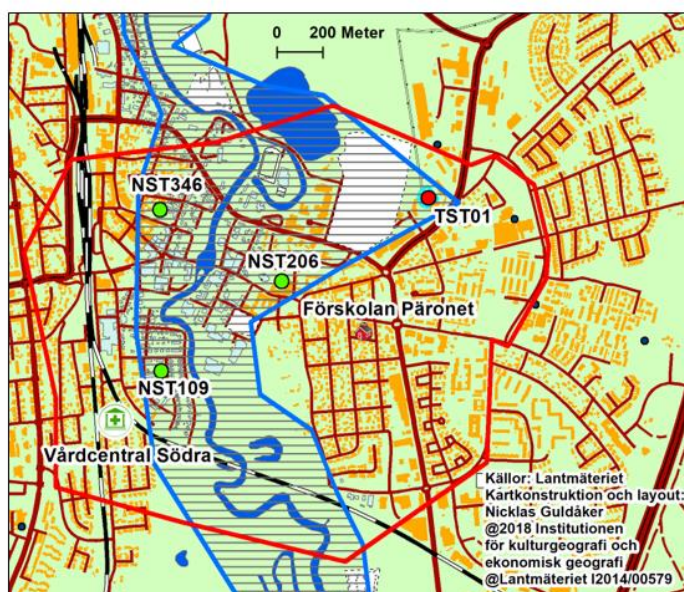
I det sjätte metodsteget sammanställs och säkerställs all information från metodsteg 2–5 för den drabbade eldistributionen. Som framgår av flödet mellan de olika metodstegen i Figur 14 fullföljs konsekvensanalyser av indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter i minst ett led. I denna exempelanalys handlar det om att registrera vilka konsekvenser en icke fungerande omsorg och primärvård ger. Metodsteg 2–6 går igenom och ett nytt formulär fylls i för Förskolan Päronet och Vårdcentral Södra, där konsekvenserna registreras som indirekta i förhållande till översvämningen. I Bilaga D ges ett exempel på ifyllt formulär och geografiska konsekvensanalyser för en delvist utslagen skolomsorg. I detta metodsteg 6 och Figur 14 återkopplas även till andra direkt drabbade samhällsviktiga verksamheter. I karta 1 i Figur 16 framgår exempelvis att den samhällsviktiga sektorn transporter även kommer att påverkas direkt av översvämningen och troligen ge upphov till förseningar och avbrott i transporter av gods och passagerare längs med väg och järnväg. Därmed genomförs, på samma sätt som för den drabbade eldistributionen, en konsekvensanalys av det samhällsviktiga verksamhetsområdet transporter inklusive kartläggning av indirekta effekter på ytterligare samhällsviktiga verksamheter. Icke-fungerande transporter av gods och passagerare via väg och järnväg kan t.ex. ge negativa ekonomiska konsekvenser för samhälleliga institutioner och företag. Institutionerna och företagen kan dessutom vara verksamma långt ifrån orten som översvämmas. I metodsteg 6 kan det även vara lämpligt att komplettera sammanställningen med t.ex. geografiska konsekvensbeskrivningar om det inte redan har gjorts i samband konsekvensanalysen i metodsteg 4. De formulärmallar som fyllts i bör även gås igenom och kompletteras. Sannolikt kommer kompletterande information behöva samlas in från flera olika aktörer och experter.

9. **Avbrottstid:** Uppskattad till mellan 36-72 timmar givet ett översvämningsscenario. Generell återställningstid för en helt utslagen nätstation är i storleksordningen 12-36 timmar och för en transformatorstation 24-168 timmar.
10. **Konsekvenser utifrån utslagen SVV**
- a) **Människors hälsa:** 2000 abonnenter (hushåll, företag och annan samhällsviktig verksamhet) inom distributionsområdet blir utan ström. Konsekvenserna anses vara specifika för händelsen.
 - b) **Ekonomi:** Återställningsarbetet med utbyte av havererade transformatorer, ställverkskomponenter, utpumpning av vatten, etc. beräknas uppgå till en kostnad av 500 - 750tkr för elnätbolaget. Konsekvenserna anses vara specifika för händelsen.
 - c) **Miljö:** Ingen bedömd påverkan på miljön pga. den utslagna samhällsviktiga verksamheten
 - d) **Kultur:** Ingen bedömd påverkan på kultur pga. utslagna samhällsviktiga verksamheten

11. **Geografisk konsekvensbeskrivning:** Översvämningsdrabbad transformatorstation och nätstationer samt deras uppskattade distributionsområde återfinns illustrerade inom karta 1.

12. **Förslag på åtgärder:** Skydda transformatorstationen genom invallning och installation av pumpar. Nätstationerna är svårare att kostnadseffektivt skydda.

13. **Beroende och påverkan**
- a) **Beroende SVV:** Återställningsarbetet är beroende av farbara vägar samt en fungerande kommunikation. Elnätbolaget är anslutet till RAKEL-systemet.



Karta 1 Transformatorstation, nätstationer och deras uppskattade distributionsområde. Drabbade abonnenter finns innanför det röda linjeområdet. Förskolan Päroneet och Vårdcentral Syd drabbas indirekt av elbortfallet (Obs fiktivt kartexempel!).

- b) **Påverkan SVV:** Förskolan Päroneet och Vårdcentral Södra.

Figur 16. Exempel på konsekvensanalys utifrån en översvämningsdrabbad samhällsviktig verksamhet, i detta fall utslagen eldistribution. Det utslagna distributionsområdet återfinns inom det röda linjeområdet i kartan. Exemplet bygger på formulärmallen som återfinns i Bilaga B.

I det sjunde metodsteget sammanställs den mest väsentliga informationen från samtliga formulär i en överskådlig Excelmall. I Tabellerna 4–6 exemplifieras sammanställningen genom information från två formulär som berör konsekvensanalyser av de två översvämningsdrabbade samhällsviktiga verksamheterna eldistribution (direkt drabbad) och barnomsorg (indirekt drabbad). I Tabell 4 visas specifikt information om händelsen, i detta fall översvämnningen följt av grundläggande information om den drabbade eldistributionen (nr 1) och barnomsorgen (nr 2). I Tabell 5 återges själva konsekvensanalysen fram till och med ekonomiska konsekvenser. I Tabell 6 visas resterande ifyllt Excelmall med konsekvenser för miljö och kultur, åtgärdsförslag samt beroenden och påverkan. Excelmallen kan successivt byggas ut och ligga till grund för mer

övergripande analyser och visualiseringar av aggregerade konsekvensanalyser av drabbade samhällsviktiga verksamheter.

Tabell 4. Registrerad information om översvämningen samt grundläggande information om den drabbade eldistributionen (nr 1) och barnomsorgen (nr 2).

Nr	Händelse/scenario	Drabbad samhällsviktig verksamhet - grundläggande information						
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Händelse - direkta övergripande konsekvenser	Händelsebeskrivning berörd SSV	Direkt/indirekt konsekvens	Samhällsviktig sektor	Samhällsviktig verksamhet	Systemspecifikt objektnummer/beteckning	Ägare	Kontaktperson
1	Översvämning 100-årsflöde drabbar orten. Övergripande konsekvenser blir att flera samhällsviktiga verksamheter slås ut och att kommuninvånare drabbas.	Elförsörjningen påverkas efter att en transformatorstation samt flertalet nätstationer slås efter en översvämning.	Direkt	Energiförsörjning	Eldistribution	TST01, NST109, NST206, NST346	"Kommunala energibolaget"	"Per Persson"
2	Översvämning 100-årsflöde drabbar orten. Övergripande konsekvenser blir att flera samhällsviktiga verksamheter slås ut och att kommuninvånare drabbas, däribland elförsörjningen i vissa områden	Förskola strömlös pga utslagen elförsörjning	Indirekt	Hälsö- och sjukvård samt omsorg	Omsorg om barn	Förskolan Pärnet	Vård- och omsorgsförvaltning en i kommunen	Chef för vård- och omsorgsförvaltning en

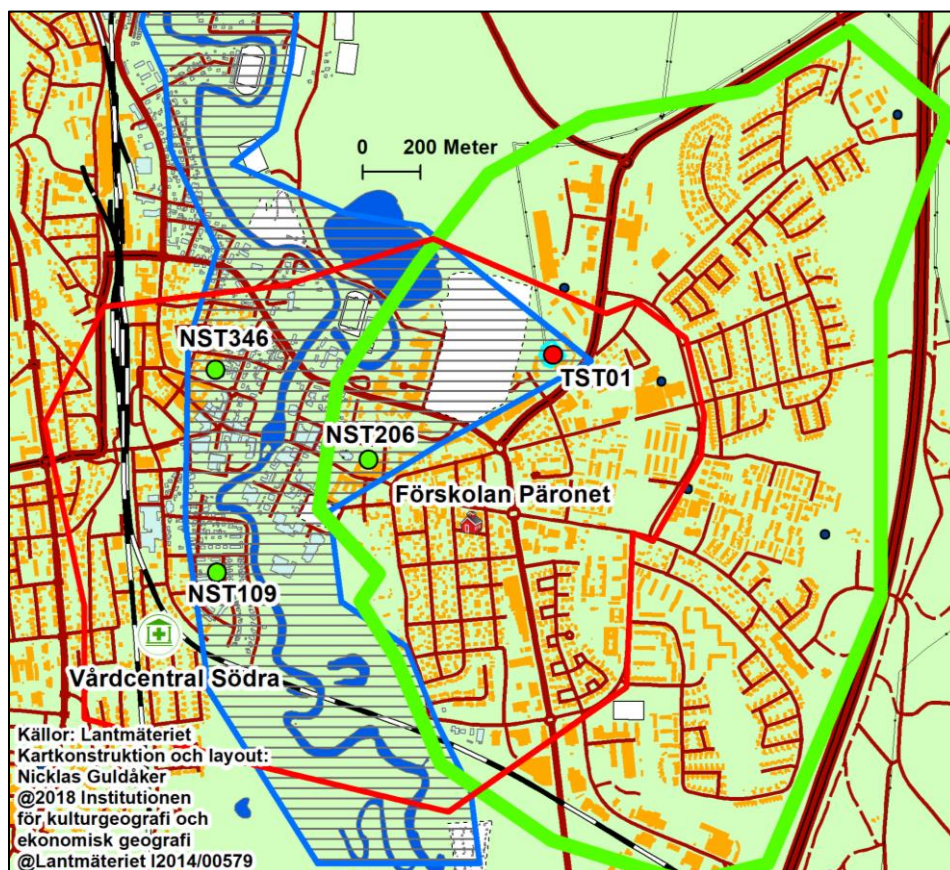
Tabell 5. Konsekvensanalyser för drabbad eldistribution och barnomsorg fram t.o.m. ekonomiska konsekvenser.

Konsekvensanalys utifrån drabbad samhällsviktig verksamhet och annan verksamhet								
9	10a					10b		
Avbrottstid	Människors hälsa					Ekonomi		
	Beskrivning	Antal	Enhet	Oberoende/Beroende händelse	Beskrivning	Antal	Enhet	Oberoende/Beroende händelse
Uppskattad till mellan 36-72 timmar givet ett översvämningsscenario. Generell återställningstid för en helt utslagen nätstation är i storleksordningen 12-36 timmar och för en transformatorstation 24-168 timmar.	2000 abonnenter (hushåll, företag och annan samhällsviktig verksamhet) inom distributionsområdet blir utan ström.		2000 abonnenter	Oberoende	Återställningsarbetet med utbyte av havererade transformatorer, utpumpning av vatten, ställverkskomponenter, etc. beräknas uppgå till en kostnad av 500 - 750 tkr för elnätbolaget.	500 - 750	tkr	Oberoende
Det tar ca två dagar att hitta alternativa lokaler	Förskolan fungerar inte utan elförsörjning. Lås, värme, mat, kommunikation fungerar ej. Ca 50 barn blir utan omsorg i två dagar. Vissa hushåll har även drabbats direkt av översvämningen.		50 barn	Oberoende	Kostnaden att flytta förskoleelever till nya lokaler beräknas till 50 tkr/dygn	50	tkr	Oberoende

Tabell 6. Konsekvensanalys för miljö och kultur, åtgärdsförslag samt beroenden och påverkan.

Konsekvensanalys utifrån drabbad samhällsviktig verksamhet och annan verksamhet										Åtgärder	Beroende och påverkan	
10c				10d				11		12 (13a)		13b)
Miljö				Kultur						Förslag på åtgärder	Beroende SSV	Påverkan SSV
Beskrivning	Antal	Enhet	Oberoende / Beroende händelse	Beskrivning	Antal	Enhet	Oberoende / Beroende händelse	Geografisk konsekvensbeskrivning	Länk till karta			
Ingen bedömd påverkan på miljön p.g.a. den utslagna samhällsviktiga verksamheten				Ingen bedömd påverkan på kulturen p.g.a. utslagna samhällsviktiga verksamheten				Illustrerade inom karta 1.	https://karta1.se	Skydda transformatorstationen genom invallning och installation av pumpar. Nätstationerna är svårare att kostnadseffektivt skydda	Återställningsarbetet är beroende av farbara vägar samt en fungerande kommunikation. Elnätsbolaget är anslutet till RAKEL-systemet.	Förskolan Pärönet och Vårdcentral Södra
Ingen bedömd påverkan på miljön p.g.a. den utslagna samhällsviktiga verksamheten				Ingen bedömd påverkan på kulturen p.g.a. utslagna samhällsviktiga verksamheten				Skolan ligger inom utslaget distributionsområde karta 2.	https://karta2.se	Beredskapsplan för att flytta barnen och förskolan till andra lokaler. Kan ta 1-2 dagar att hitta andra lämpliga lokaler. Ev. hitta snabb omsorg till barn vars föräldrar har nyckelroller i kommunens krishantering och som inte kan få hjälp av släktingar och bekanta.	Elförsörjning och eldistribution.	Drabbat föräldrar som måste stanna hemma från sina arbeten, varav vissa har nyckelroller inom olika viktiga samhällssektorer och funktioner som sjukhus, kommunens krishantering, kommunalteknisk försörjning etc.

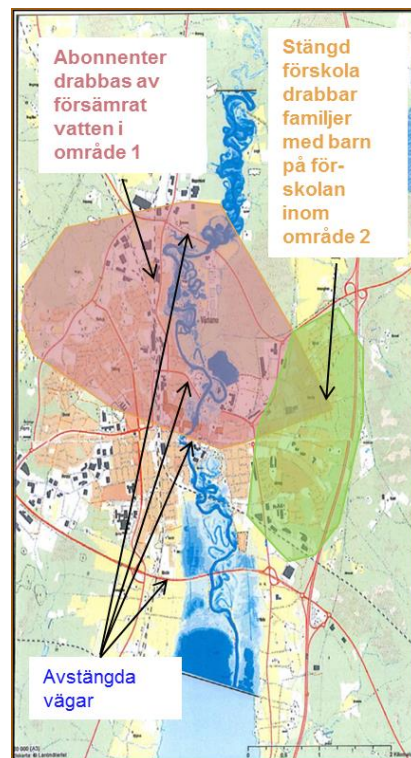
I det åttonde metodsteget genomförs en analys och visualisering av flera utvalda och utifrån översvämningen drabbade samhällskritiska verksamheter. Detta steg underlättar bland annat bedömningar av relevanta förebyggande åtgärder, t.ex. om det är kostnadseffektivt att valla in en hotad transformatorstation eller om en beredskapsplan bör tas fram för att snabbt kunna flytta en förskolas eller en vårdcentralens verksamhet. Ett exempel kan vara att försöka ge en samlad geografisk bild av ovan konsekvensanalys. I Figur 17 finns all den geografiska information som återges i respektive kartor 1 och 2 från de två ifyllda formulären (se Figur 16 och Bilaga D).



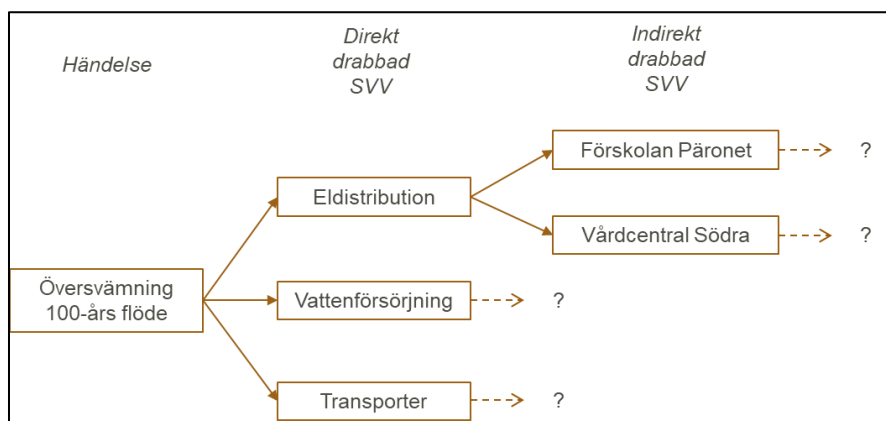
Figur 17. Exempel på aggregerad geografisk översikt med geografisk placering av inblandade samhällskritiska verksamheter och objekt som drabbas samt distributionsområden för drabbade elabonnenter (rött område) och hushåll som blir utan barnomsorg p.g.a. att förskolan blir utan ström (grönt område).

Illustrationen i Figur 18 åskådliggör det översvämningsdrabbade området samt påverkade abonnenter, vägar och drabbade familjer. En översvämning kan leda till att vattenkvaliteten försämras för boende, företag och aktörer inom område 1, på grund av att kontaminerat vatten kommer in i vattensystemet. Då vägar översvämmas leder det till stora omledningar av trafiken och kraftiga förseningar av transporter, vilket hotar viktiga försörjningskedjor och kan ge regionala och nationella konsekvenser. Den regionala och nationella geografiska nivån illustreras dock inte i Figur 18. Som redan är beskrivet ovan kan en utslagen förskola leda till problem med att upprätthålla barnomsorgen i område 2. Den geografiska illustrationen i Figur 18 visar på möjligheten att samla och visualisera hur störningar i samhällsviktig verksamhet sprider sig genom beroenden och uppkomna direkta och indirekta konsekvenser. GIS-baserade analyser och beskrivningar kan även tydliggöra effekter på olika geografiska nivåer, från lokala till regionala, nationella och internationella.

Den övergripande analysen kan även innehålla en visualisering av beroendekedjan (se Figur 19). Dessa är viktiga eftersom de visar hur olika drabbade samhällsviktiga verksamheter och konsekvenser är relaterade till varandra. Det blir även enklare att följa det flödet mellan olika ifyllda formulär och rader i Excelmallen. Beroendekedjor utgör också en grund för vidare förslag till förebyggande åtgärder och kan studeras mer genomgående genom att t.ex. använda de analysmetoder som föreslagits i MSB rapporten "Faller en – faller då alla?" (MSB 2009).



Figur 18. Illustration av geografiskt utbredda konsekvenser som en följd av ett en eller flera samhällsviktiga verksamheter slås ut.



Figur 19. Illustration av en beroendekedja utifrån exemplet.

3.4 Test och synpunkter

Under metodutvecklingen och särskilt workshopen i Värnamo framfördes viktiga synpunkter och kommentarer som påverkat metodutvecklingen. Dessa synpunkter redovisas i kortfattad och tematisk form i detta avsnitt. Temana berör behovet av en metod, sekretessfrågan, redundans och komplexitet vid händelser, möjligheten att använda GIS och skilda uppfattningar av krisberedskapsnivå.

3.4.1 Metoden och dess behov

Under workshopen i Värnamo lyfte Länsstyrelsen i Jönköping fram vikten av kaskadeffekter och att inbegripa även indirekta konsekvenser i analysen. Ett exempel som tas upp är ett vattenverk i Värnamo kommun som inte berörs av själva översvämningen men att det indirekt kan drabbas genom att vägen dit översvämmas. Möjligheterna till service, underhåll och reparationer begränsas kraftigt av inte kunna transportera sig till vattenverket via vägen. Detta speglar i sin tur sårbarheten i en samhällsviktig verksamhet som kan leda till indirekta konsekvenser för vattenförsörjningen i Värnamo. En viktig synpunkt från samma länsstyrelse är metodens potentiella användning i risk- och sårbarhetsanalyser och i samhällsplaneringsprocessen på lokal och regional nivå. I sammanhanget framfördes även en önskan att metoden anpassades för att kunna ta hänsyn till andra typer av hot än översvämningar samt att den stödjer kontinuitetshantering. Implementeringen bör dock ske stegvis eftersom metoden behöver testas och utvärderas. Det finns även ett stort behov av välgrundade underlag för prioritering av åtgärder.

3.4.2 Sekretess

Sekretessfrågan har berörts återkommande under projektets gång. Det material och de uppgifter som behövs för att genomföra en omfattande konsekvensanalys av störningar i samhällsviktig verksamhet är normalt omfattande av sekretess. Detta gäller även hantering, aggregering, analys och visualisering av geografisk information på kartor och kartplattformar. Under workshopen framfördes bland annat att det finns känsligt material som normalt inte lämnas vidare till externa. Dessa säkerhetsklassade dokument och kunskaper behandlas normalt endast av privata aktörer, kommunala och regionala krisledningsorganisationer. Värnamo kommuns interna handlingsplaner och åtgärder bygger således på ett underlag som är sekretessbelagt. I viss mån kan sekretessfrågan lösas genom säkerhetsklassning av inblandade. Andra strategier är att inmatningen av känslig information kan koda för att undvika att de identifieras vid namn. En reflektion är att det i överlag finns en problematik och motsägelse i arbetet med att försöka öka samhällets förmåga att hantera större samhällshändelser, tydliggöra konsekvenser på samhällsviktig verksamhet och en mer ”öppen” hantering, analys och visualisering av data. Sekretessfrågan måste dock ändå säkerställas. En viktig fråga som lyftes är vad som är en rimlig nivå på sekretess? Frågan diskuterades även med MSB som betonade betydelsen av att lyfta frågan inom myndigheten och högre upp i systemet. MSB uttrycker sin vilja att vara stöttande i denna viktiga fråga. Exempelanalysens fiktiva utformning är ett möjligt exempel på hur man kan gå tillväga. Dock måste informationen vara mer korrekt och mer verklighetskopplad om analysen ska ha någon effekt och kunna stärka den lokala och regionala krisberedskapen.

3.4.3 Redundans och komplexitet vid händelser

En intressant synpunkt som lyftes fram på workshopen är problemet med omfattande och komplexa tekniklösningar som måste kunna hanteras när det inträffar större händelser. Under

översvämningen i Värnamo 2004 var det till exempel endast en person som hade kunskap över samtliga tekniska lösningar för VA-systemet. I samband med en konsekvensanalys är det därför av stor vikt att även undersöka och testa redundansen i organisationen. Det är också betydelsefullt att söka samverkan och stöd utanför organisationen, t.ex. genom regionala och kommunövergripande samarbeten. Ett exempel är F-samverkan som är en regional samverkan i Jönköpings kommun där länsstyrelsen i Jönköpings län tillsammans med länets kommuner, polismyndigheten i länet, försvarsmakten, SOS-alarm och Landstinget arbetar övergripande med att stärka samverkan inför, under och efter kriser (Lilja 2008). Samverkan över kommungränser är även av stor betydelse eftersom kommuner har kommit olika långt i sin krisberedskap och användning av GIS.

3.4.4 Användning av GIS

Det finns i allmänhet en positiv inställning till att utöka användningen av GIS vid konsekvensanalyser av utslagna samhällsviktiga verksamheter, risk- och sårbarhetsanalyser och andra risk- och krishanteringsrelaterade analysarbeten. En viktig fråga som togs upp är om det finns tillräckligt med indata som kan möjliggöra ett genomförande av den metod som presenterats. Svaren var att både information och analyser finns inom organisationen men är till stora delar sekretessbelagd. Vidare har analyserna hittills varit inriktade mot direkta konsekvenser. Det saknas således analyser för indirekta konsekvenser utifrån direkt utslagna samhällsviktiga verksamheter. På frågan om möjligheterna att använda GIS svarar kommunen att den besitter tillräcklig kompetens att utföra visualiseringar och analyser med stöd av GIS. Det finns en särskild GIS-avdelning som kan hjälpa till att ta fram exempelvis översvämnings- och riskkartor eller vilka fastighetsägare som drabbas vid en översvämning. Detta kan dock variera från kommun till kommun. En viktig synpunkt som framfördes var att ställa krav på GIS-analysernas kommunicerbarhet. Det finns annars stor risk för missuppfattning av kartor som innehåller specifik information. Kartor kan lätt uppfattas på felaktiga sätt. Mottagare eller läsare av kartor kan ha svårt att skapa sig en överblick över den data och de GIS-tekniker som tillämpats innan visualiseringen. Dessutom är det lätt att materialet blir känsligt. Det är därför viktigt att kontrollera av vem som får ta del av analyserna inklusive kartor och tillhörande information.

3.4.5 Skilda uppfattningar om krisberedskap

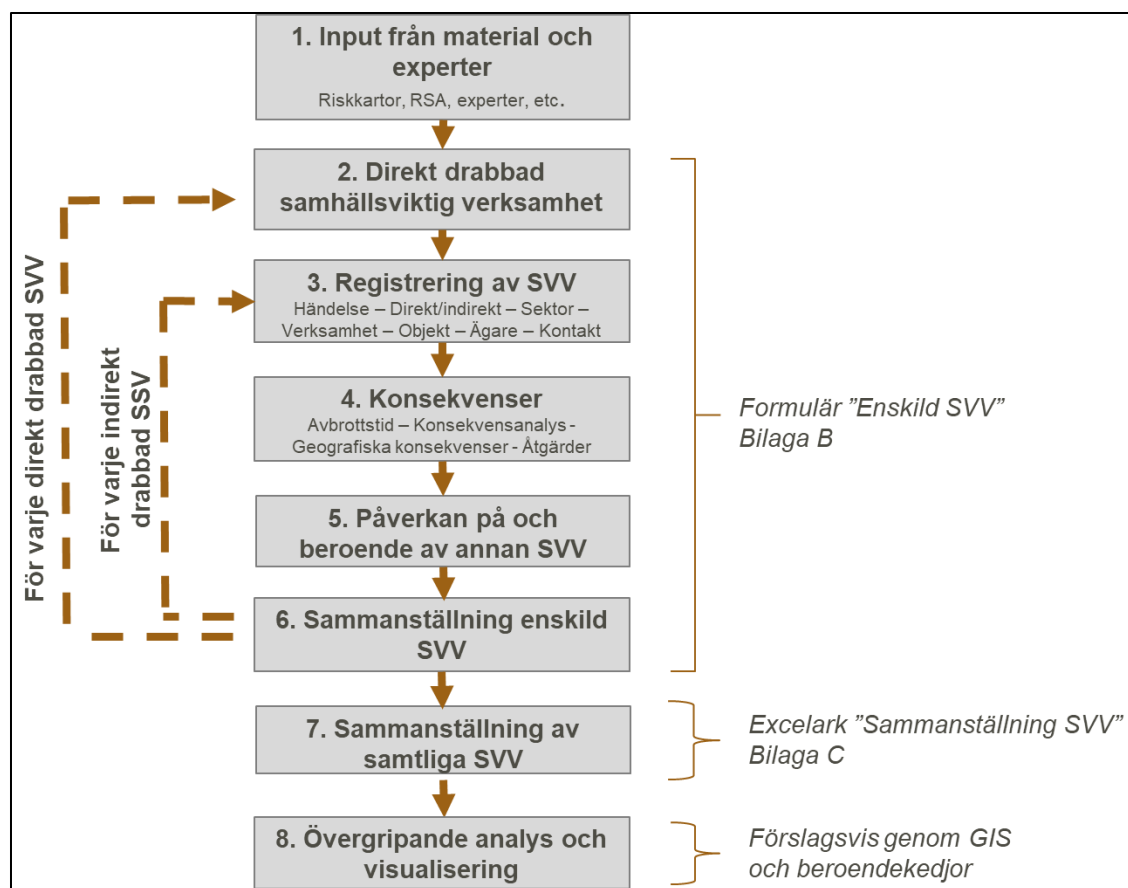
Under workshopen diskuterades även uppfattningen om hur olika krisförberedande och dimensionerande tekniska lösningar skiljer sig mellan aktörer. Kommunens VA-system har t.ex. dimensionerats för en översvämning omfattande ett 200-årsflöde. För att dimensioneringen ska ha någon effekt behöver även kommunala elnätbolaget anpassa och säkerställa sin infrastruktur efter samma flöden. Detta verkade inte vara fallet. Exemplet tydliggör påtagligt beroenden av en samhällsviktig verksamhet och påverkan på en annan. Det räcker således inte att ta fram skilda åtgärdsplaner inom respektive organisation som hanterar samhällsviktig verksamhet. Samtliga ansvariga för skydd av samhällsviktiga verksamheter inom samma geografiska område måste följaktligen samverka kring en gemensam hotbild och dimensionering. Länsstyrelser och inblandade kommuner är därför särskilt viktiga i arbetet med beredskapsplaner och specifikt att förmedla gemensamma hot- och lägesbilder.

3.5 Sammanfattande slutsatser

I detta kapitel presenterades ett förslag på metod för analys av direkta och indirekta konsekvenser som en följd av störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en översvämning. Metoden anknyter till både översvämningsdirektivets arbetsprocess samt risk- och sårbarhetsprocesser

inom kommuner och länsstyrelser. I kapitlet har metodens utformning följts av en exempelanalys hur metoden kan användas. Kapitlet tar även upp en generell beskrivning av synpunkter och kommentarer när metoden presenterades i Värnamo kommun. Slutsatserna från kapitlet är följande:

- Metodförslaget som utvecklats utifrån policy och forskning inom området samt interna arbetsmöten, referensgruppsmöten, workshops med MSB och berörda länsstyrelser, kommuner, kraftbolag och andra aktörer anses uppfylla de tre utgångspunkter: 1) Metoden riktar sig till främst till Länsstyrelser, MSB:s och i viss mån kommuner och andra aktörers arbeten med översvämningsdirektivet, skydd av samhällsviktig verksamhet, risk- och sårbarhetsanalyser samt GIS- och konsekvensanalyser av påverkade samhällsviktiga verksamheter som finns innanför och utanför översvämningsdrabbade områden. 2) Metoden utgår från den nationella strategin för skydd av samhällsviktig verksamhet med fokus på både direkta och indirekta konsekvenser som en följd av störningar inom samhällsviktig verksamhet 3) Metoden har ett allriskperspektiv och ska fungera för olika typer av hot och risker (scenarier).
- Det preliminära arbetssättet för metoden för att möta de tre utgångspunkterna är uppdelad i tre arbetsområden:
 - *Information från material och experter* går ut på att sammanställa existerande och relevant material som ingång till fortsatt datainsamling och analys, t.ex. från arbete inom översvämningsdirektivet, risk- och sårbarhetsanalyser och expertbedömningar, kart- och datamaterial i format som kan användas i analyserna.
 - *Konsekvensanalyser av samhällsviktig verksamhet* handlar om att kartlägga, kategorisera information om händelser, drabbade samhällsviktiga verksamheter, analysera olika konsekvenser (människors hälsa, ekonomi, miljö och kulturvärden), åtgärder och beroenden mellan drabbade samhällsviktiga verksamheter. Analysen berör både direkt och indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter och konsekvenser. Resultaten samlas först upp i formulär och sedan i en Excelmall. Störst fokus har legat på att utveckla detta arbetsområde.
 - *Övergripande analys och visualisering* handlar om att genomföra sammanställningar och aggregeringar av konsekvensanalyser med stöd av GIS, kartor och illustrationer av t.ex. beroendeförhållanden.
- Arbetsområdena är i sig vidare indelade i åtta övergripande metodsteg, se Figur 20 (samma som Figur 5 i avsnitt 3.2). Metodsteg 1 utgör en bakgrund och utgår från arbetsområdet *information från material och experter*. Metodsteg 2–7 anknyter till arbetsområdet *konsekvensanalys av samhällsviktig verksamhet* och omfattar själva konsekvensanalysen och uppsamlingen i formulär och Excelmall. Metodsteg 8 omfattar den övergripande analysen och visualisering av konsekvenser och beroendekedjor.



Figur 20. Metodsteg för genomförande av konsekvensanalys (samma som Figur 5 i avsnitt 3.2).

- En fiktiv exempelanalys i Värnamo visar metodens potentiella tillämpbarhet, från insamling av nödvändig information från material och experter, via konsekvensanalyser och experter till en övergripande analys och visualisering av konsekvenser. Analysen följer de olika metodstegen och återupprepas för både direkt och indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter. En aggregerad geografisk analys visar på möjligheten att få en överblick över både direkta och indirekta konsekvenser som uppstår i flera led.
- Ett metodtest och diskussioner under en workshop i Värnamo kommun visar på behovet av metodstöd för att analysera kaskadeffekter och indirekta konsekvenser utifrån olika typer av händelser/scenarier samt ett behov av grundade underlag för prioritering av åtgärder.
- En annan slutsats berör svårigheten med att använda sekretessbelagd information. Det är en utmaning i arbetet med att arbeta förebyggande och öka samhällets förmåga att hantera större samhällshändelser och en öppnare hantering, analys och visualisering av data. Sekretessfrågan är en viktig fråga i detta arbete.
- Inställningen till GIS och tydligare visualiseringar i kartor var positiv. GIS-analyser och kartor förtydligar och kompletterar genomförda konsekvensanalyser av drabbade samhällsviktiga verksamheter. Dock finns vissa barriärer som behöver diskuteras och överkommas. En sådan handlar t.ex. om sekretessen kring data som GIS-analyser och färdiga kartor utgår ifrån. Det finns också kommunikativa utmaningar med kartor. Det finns alltid en risk att missuppfatta kartors innehåll, vilket kan leda till felaktiga beslut och åtgärder, t.ex. vid skydd av samhällsviktig verksamhet. Potentialen att använda GIS som stöd för analyser av samhällsviktiga verksamheter kan i sammanhanget ses som omfattande och utvecklingsbar.

- Vidare framfördes vikten av samordning och att alla inblandade aktörer, elnätbolag, tekniska förvaltningar, räddningstjänster etc. bör dimensionera sin krisberedskap efter olika typer av scenarier. En teknisk förvaltning bör kanske exempelvis inte dimensionera sitt VA-system för ett 200-årsflöde medan ett elnätbolag dimensionerar för 100-årsflöde. Resultaten från en analys utifrån presenterad metod anses kunna utgöra mycket goda ingångsvärden för en sådan strukturerad diskussion. Ovan resonemang passar även väl in i MSB:s förespråkande av en breddad riskbild (*all hazard approach*) och användning av scenarioanalys.

4. Förslag på viktning av konsekvenser

4.1 Viktningar är kontextberoende

I samråd med MSB har arbetet under genomförandet av uppdraget främst fokuserats på att utveckla en metod för konsekvensanalys och i mindre grad att undersöka och utveckla ett genomarbetat förslag på viktning av samhällskonsekvenser. I Avsnitt 2.3 presenteras resultaten från litteratursökningen som behandlar olika typer av viktningssystem. Denna genomgång ger vissa ingångsvärden för fortsatt arbete med viktning av samhällskonsekvenser. Slutsatser från kapitlet visar att viktning av konsekvenser är en komplex och kontextberoende process. Slutsatserna visar även att det är svårt att dra generella slutsatser om hur viktning av konsekvenser bör gå till. En anledning är att viktningar ofta är beroende av den kontext de utförs i. Ett exempel är att om det enda sjukhuset i en region blir påverkat av en översvämning, t.ex. genom utslagen elförsörjning, så kommer samhällskonsekvenserna sannolikt vara större än om ett av fem sjukhus i regionen blir påverkat, även om sjukhusen skulle vara identiska. Att ge ett sjukhus en generell vikt i en riskbedömning kan följaktligen bli missvisande om man baserar det endast på attribut som t.ex. antalet sängplatser eller antalet läkare.

Det finns ett flertal aspekter som är viktiga att betrakta för att bedöma vilka verksamheter som är mest kritiska. Exempelvis är det väsentligt att vara tydlig med vilka värderingar som utgör grunden för bedömningen. Detta beror även på vem som gör bedömningen. En annan aspekt är hur tidskritisk verksamheten är. Tar det sekunder, timmar eller dagar innan problem uppstår? Även här kan svaret bli olika. Utslagen fjärrvärme utgör ett mer kritiskt läge under vinterhalvåret än under sommarhalvåret. Problem för drabbade kan uppstå redan efter några timmar på vintern.

4.2 Vidare arbete med viktning

Hur man väljer att gå vidare i arbetet beror på syftet med att vikta konsekvenser p.g.a. funktionsnedsättningar i samhällsviktiga verksamheter mot varandra. Om syftet är att förankra underlättande för beslutsprocesser på lokal nivå i samhället, kan den typ av multikriterieanalys som RISC-KIT (Barquet 2016) använder sig av vara lämplig. Processen är snarlik de samrådsmöten som ofta hålls vid större bygg- eller stadsplaneringsprojekt, men med skillnaden att RISC-KIT är något mer strukturerad och fokuserar på att prioritera vilka åtgärder som anses mest lämpliga. Resultatet av en sådan analys är dock kontextuellt relaterat till det analyserade områdets karaktär och förutsättningar.

För att utarbeta ett övergripande och nationellt system för att avgöra vilka konsekvenser som anses allvarligast för samhället och hur de ska viktas, krävs mer omfattande studier än vad som ryms inom detta uppdrag. En förutsättning för att utveckla ett sådant system är att inneha en god kunskap om betydelsen av olika typer av tjänster och flöden i samhället. En sådan systematisk kartläggning finns ännu inte utvecklad. Ett sätt att genomföra en sådan studie är att tillämpa en metod för att rangordna olika typer av risker, men där riskerna istället byts ut mot tillgången till olika typer av samhällsviktiga tjänster (Morgan m.fl. 2001; Willis m.fl. 2004). Hur omfattande en sådan studie behöver vara för att kunna dra statistiskt säkerställda slutsatser beror bland annat på hur många tjänster som behöver beaktas och hur detaljerat de beskrivs. Till exempel om det tas hänsyn till tidsaspekter: utan el i 2 timmar gentemot utan el i 2 dagar i jämförelse med

tillgång till vatten för samma tidsperioder. Att utveckla en ansats och genomföra en liknande studie skulle vara mycket arbetsintensiva. Ett sådant uppdrag skulle kunna göras inom en fördjupningsstudie. Om en sådan studie skulle genomföras skulle resultaten kunna användas för att vikta konsekvenserna av utslagna samhällsviktiga verksamheter mot varandra. Detta kan ske genom att exempelvis utgå från de tjänster de samhällsviktiga verksamheterna levererar till andra samhällsviktiga verksamheter, företag, organisationer och kunder.

5. Slutsatser och förslag på fortsatt utveckling

Ett övergripande mål med detta uppdrag har varit att bidra till risk- och kontinuitetshanteringen för olika centrala aktörer och samhällsviktiga verksamheter i först och främst översvämningshotade områden i Sverige. Studien har varit kopplad till översvämningsdirektivets arbetsprocess.

Själva studien har syftat till att:

- Dels utveckla ett förslag på metodik för att kartlägga, analysera och visualisera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en i första hand geografisk utbredd oönskad händelse, samt att ta fram ett förslag på viktning/värdering av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder;
- Dels presentera ett förslag på viktning/värdering av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder.

Ett indirekt mål har även varit att leverera ett stöd till arbetet med riskkartorna (steg 2b enligt Översvämningsdirektivet) och riskanalyserna avseende de samhällskonsekvenser som kan uppstå vid funktionsbortfall i samhällsviktiga verksamheter. Nedan följer centrala slutsatser utifrån uppdragets formulerade syfte och forskningsfrågor.

5.1 Forskning och policys om skydd av samhällsviktig verksamhet

Slutsatserna utifrån forskningsfrågan om vilken hänsyn som tas till både direkta och indirekta konsekvenser i nationell och internationell forskning och policys om skydd av samhällsviktig verksamhet är följande:

- Huvudsakligt fokus ligger fortfarande på att studera och analysera direkta effekter av drabbade samhällsviktiga verksamheter i samband med en större händelse.
- I vissa studier konstateras de indirekta konsekvenserna efter en händelse kan stå för en betydande del av de totala konsekvenserna, i vissa fall till och med större än de direkta konsekvenserna.
- Studier och analyser av indirekta konsekvenser i samband med och efter händelser kräver vanligtvis omfattande datainsamling. Ett problem är att krishanteringsorganisationer sällan fokuserar på att samla in lämplig data under tiden krisen pågår. Ett förslag är att bygga upp en metodik, stödstruktur eller organisation med inriktning mot insamling av denna typ av data på både lokal, regional och nationell nivå. Detta för att senare ha möjlighet till att analysera återhämtningen i kritiska infrastrukturer och konsekvenserna som uppstår för att t.ex. vidare kunna jämföra skador, utvärdera respons och responstider. Hur en sådan struktur eller organisation skall byggas upp har ej undersökts vidare inom ramen för detta uppdrag. En möjlighet är låta dessa arbetsuppgifter ingå i en resurs-, analys- och omfallsgrupp som under

en kris som vid sidan av den ordinarie krishanteringsorganisationen arbetar med att försöka förutspå förändrade händelseförlopp. Datainsamlingen och analysen bör även lämpligen inkludera personer med GIS-kompetens.

- De modelleringsansatser och analyser av beroenden mellan samhällsviktiga verksamheter/kritiska infrastrukturer som återfinns i forskningen och som kartlägger uppkomsten av indirekta konsekvenser i flera steg, kräver ofta omfattande arbetsinsatser, djup metodkunskap och tillgång till detaljerad data. Metodförslaget som förespråkas i denna rapport föreslås därför fokusera på de indirekta konsekvenserna som lyfts fram i det första steget. Detta för att minska både arbetsinsatsen och metodkomplexiteten. Flertalet rapporter och forskningsstudier pekar vidare på att GIS är ett mycket användbart verktyg och kan utgöra en tydlig del av denna analys- och arbetsprocess, vilket vidare kan underlätta fortsatta beslut om t.ex. prioriteringar och åtgärder för förbättrat skydd av samhällsviktig verksamhet.
- Olika forskningsexempel om metoder för beroendeanalys och kaskadeffekter visar att det finns en mängd inspirerande expertbaserade, händelsebaserade (empiriska) och simuleringsbaserade ansatser och metoder. Influenser till metodutvecklingen i detta uppdrag togs främst från de expertbaserade metoderna. Vidare togs även hänsyn till mer generiska ingångsvärden för metodutvecklingen såsom anpassning till olika hot och risker, hantering och analys av beroenden, effektiv datainsamling och hantering av sekretess. De händelsebaserade (empiriska) metoderna kan användas för att samla in och dra slutsatser från historiska händelser som ingångsvärden till den utvecklade metoden. De simuleringsbaserade metoderna kan användas för mer fördjupade analyser av de data som kan samlas in genom användande av den utvecklade metoden avseende beroenden och indirekta konsekvenser.
- Verktuget och ansatsen RISC-KIT omfattar alltifrån GIS-analyser och visualiseringar av översvämningsrisker längs kustområden till analys av de direkta effekterna, och med begränsat stöd för kaskadeffekter, som uppstår inom samhällsviktiga sektorer samt multikriterieanalyser och expertbedömningar för att kunna prioritera de samhällsviktiga verksamheter som ska skyddas. Den berör därmed många av de problemställningar som tagits upp i rapporten och kan vara värd en ytterligare granskning.

5.2 GIS och analys av störningar i samhällsviktig verksamhet

Det finns flera viktiga slutsatser om användningen av Geografiska informationssystem (GIS) i nationella och internationella forskningsfält och policy avseende analys av störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en geografiskt oönskad händelse. Flera av de forskningsexempel som tas upp i rapporten visar på en omfattande variation av tillämpningar, metoder, modeller, analyser och verktyg där GIS har en central roll. Några av de viktigaste slutsatserna är:

- GIS utgör framförallt ett viktigt verktyg för kontinuerlig insamling, strukturering, analys, underhåll och visualisering av värdefull data. Processen i sig behöver vara kvalitetssäkrad och transparent för att kunna användas som pålitligt beslutsstöd.
- GIS framstår även generellt som ett effektivt och centralt metodstöd vid riskhantering, sårbarhetsanalys, analys av samhällsviktig verksamhet och konsekvenser som uppstår vid samhällsstörningar.

- GIS kan utgöra ett viktigt verktyg för att sammanställa konsekvenser efter en inträffad händelse.
- GIS är ett effektivt verktyg för att identifiera bland annat risk- och evakueringszoner, kritisk infrastruktur, befolkningsdata och landanvändning.
- GIS möjliggör en viktig grund för ett utvecklat kunskaps- och databaserad spatialt beslutsfattande i komplexa situationer som t.ex. vid störningar i och kaskadeffekter mellan olika samhällsviktiga verksamheter.
- GIS används världen över för både proaktiva analyser och reaktiva insatser i samband med översvämningar.
- De flesta GIS-tillämpningarna fokuserar på att identifiera sårbarheter och samhällsviktiga verksamheter. Här finns en stor utvecklingspotential att utveckla analyserna mot att integrera GIS i konsekvensanalyser i större omfattning samt att använda systemet för att aggregera och visualisera information som stöd till ett mer effektivt beslutsfattande.

5.3 Metod för analys av direkta och indirekta konsekvenser utifrån drabbad SVV

Här dras slutsatser kring själva utvecklingen av en metodik och dess förutsättningar för analys av både direkta och indirekta konsekvenser som kan användas inom ramen för arbetet med översvämningsdirektivet och i arbetet med skydd av samhällsviktig verksamhet som finns:

- Metodiken som utvecklats inom uppdraget bygger på olika utgångspunkter, bl.a. att: 1) metoden riktas främst till Länsstyrelser, MSB:s och i viss mån kommuner och andra aktörers arbeten med översvämningsdirektivet, skydd av samhällsviktig verksamhet och risk- och sårbarhetsanalyser. 2) metoden utgår från den nationella strategin för skydd av samhällsviktig verksamhet med fokus på både direkta och indirekta konsekvenser som en följd av störningar inom samhällsviktig verksamhet. 3) metoden utgår från ett allriskperspektiv och ska fungera för olika typer av hot, risker och scenarier.
- Störst fokus har legat på att utveckla *ett arbetssätt för konsekvensanalyser av samhällsviktig verksamhet*. Metoden möjliggör insamling av data och förenklade analyser av både direkt och indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter och konsekvenser som uppstår vid störningar. Resultaten för individuella samhällsviktiga verksamheter sammanställs först i ett framtaget formulär som sedan samlas upp i en framtagna Excelmall.
- Diskussion av metoden vid workshopen i Värnamo samt genom en fiktiv exemplifiering visar metodens potentiella tillämpbarhet, från insamling av nödvändig information från material och experter, via konsekvensanalyser till en övergripande analys och visualisering av konsekvenser för både direkt och indirekt drabbade samhällsviktiga verksamheter. En aggregerad geografisk analys visar på möjligheten att få en överblick över konsekvenser i flera beroendeled.
- En fördel med en utvecklad metod för att analysera kaskadeffekter och indirekta konsekvenser utifrån olika typer av händelser/scenarier är att den skulle möta ett ökat behov av väl grundade underlag för prioritering av åtgärder. Andra fördelar omfattar möjligheten och den positiva inställningen bland olika aktörer att använda GIS för insamling, systematisering, analys och visualisering av geografisk data under analysprocessen. Här finns en stor potential som även bekräftas av de forskningsexempel som redovisas i kapitel 2. Metoden kan vidareutvecklas med ytterligare GIS-tillämpningar, t.ex. dynamiska och webbaserade

visualiseringar av hur utslagna samhällsviktiga verksamheter ger konsekvenser för samhällsviktiga verksamheter och för samhället i stort. En dynamisk kartjänst skulle t.ex. kunna ge möjlighet att byta zoomnivåer och skifta mellan lokala, regionala, nationella och internationella geografiska nivåer. Beroenden och konsekvenserna i olika led kan även visualiseras, t.ex. hur en översvämmad samhällsviktig verksamhet drabbar andra samhällsviktiga verksamheter utanför det översvämmade området. Vidare kan olika typer av konsekvenser visualiseras, t.ex. hur människor, företag, miljö, kulturarv påverkas och ger upphov till omfattande indirekta kostnader. I detta fall kan exempelvis kartbaserade animeringar av konsekvenser över tid utgöra en lämplig metod.

- Bland utmaningarna för en metod återfinns svårigheten med att använda och få tillgång till sekretessbelagd information. Den underbyggda konflikten mellan att arbeta förebyggande och öka samhällets förmåga att hantera större samhällshändelser och möjligheten till en öppnare hantering, analys och visualisering av data måste på något sätt överbryggas. Andra utmaningar handlar om att kunna inkludera komplex teknik inom och mellan många samhällsviktiga verksamheter samt organisatorisk kompetens och redundans vid händelser. Vidare är det även en utmaning att säkerställa att visualisering av resultaten på kartors inte leder till missuppfattningar, vilket ställer höga krav på transparens i metodprocessen, särskilt vid kartframställning och GIS-analyser. Ytterligare utmaningar handlar om hur metoden skulle kunna användas för att utveckla samordning och gemensam lägesbild mellan olika aktörers dimensionering av krisberedskap och utifrån olika scenarier.

5.4 Viktning som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder

De övergripande slutsatserna kring hur viktning av olika typer av konsekvenser som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder kan genomföras samt vilka metoder och tillvägagångssätt för viktning som används i nationell och internationell forskning och policy om skydd av samhällsviktig verksamhet är:

- Det finns inte något universellt vedertaget sätt att värder och vikta olika typer av konsekvenser eller rangordna olika samhällsviktiga verksamheter i förhållande till varandra. Viktningarna är i hög grad kontextuellt bundna, dvs. varierar från studie till studie och mellan olika tillämpningar.
- De mest vetenskapligt grundade metoderna är också de mest arbetsintensiva. Ett exempel utgörs av utförligare multikriterieanalyser som genomförs med en stor mängd olika berörda aktörer.
- Alla viktningmetoder innehåller mer eller mindre subjektiva bedömningar. Ett sätt att komma åt subjektiviteten är att använda sig av en stor mängd experter och genom strukturerad insamling av resultat för att få så väl underbyggda viktningförfarande som möjligt.
- Huvudgrupperna för viktningmetoder som användes i rapporten var expertbaserade respektive aktörsbaserade metoder. Expertbaserade viktningar bygger i allmänhet på forskares eller erfarna experters bedömningar och åsikter. Aktörsbaserade metoder inbegriper främst de organisationer, grupper eller individer som på något sätt påverkar eller påverkas av en risk- eller konsekvensbedömning.
- Bland de expertbaserade viktningarna återfinns relativt pragmatiska tillvägagångssätt där t.ex. olika sårbarheter eller sårbara objekt viktas lika, i brist på bättre förfaringssätt, inför

prioritering av åtgärder. I vissa viktningssystem används olika formulär och poängsättningssystem eller indikatorer efter hur allvarliga konsekvenserna och händelsen/scenariot är. Mer komplexa metoder för viktning är t.ex. bayesianska nätverk och löpande expertbedömningar som sammanställs i tabeller/matriser.

- Bland aktörsbaserade viktningar återfinns exempelvis metoden *Deliberative Method for Ranking Risks* som används för att ranka allvarligheten för olika risker genom både individ- och gruppbedömningar. En annan ansats används för att ranka och prioritera olika samhällsviktiga tjänster genom att identifiera kritiska värden utifrån t.ex. avbrott i tjänsten, liv och hälsa, miljö och kultur, frihet och ordning eller välbefinnande och ekonomi. Tidsaspekten lyfts i denna ansats fram som kritiska vid ranking och prioritering av samhällsviktiga tjänster och verksamheter.

5.5 Fortsatt utveckling

Metoden som presenterats inom detta uppdrag ska ses som tentativ och kan utvecklas vidare, t.ex. genom mer omfattande tester och tillämpningar av metoden. De övergripande förslagen för fortsatt utveckling av metoden är:

- Metoden har stor potential gällande tillämpning för geografiska analyser och visualiseringar av beroenden och konsekvenser. Användningen är dock beroende av tillgång till kompetens i GIS, tillförlitliga datakällor och förmåga att tolka resultaten presenterade som kartor vilket bör belysas i en fortsatt utveckling av metoden. Metoden bör vara fortsatt "metodologisk öppen" för analys av andra drabbade verksamheter än samhällsviktiga samt att de bör inbegripa andra risker och hot än översvämningar.
- I nuläget utgör de metodmässiga hjälpverktygen av ett formulär- och en Excelmall. Det finns dock möjligheter att utveckla, designa och automatisera dessa verktyg i en webb- och databasmiljö för att underlätta ett praktiskt användande av metoden.
- Även om det beaktats i metodutvecklingen kan det vara lämpligt att ytterligare undersöka anpassningar till pågående arbetsprocesser som t.ex. berör samhällsviktig verksamhet, risk- och sårbarhetsanalyser, kontinuitetshantering och samhällsplanering på regional och lokal nivå. Detta för att stärka metodens möjligheter att ge värdefull input till dessa processer.
- Metodutvecklingen bör också ligga till grund för att säkerhetsställa att data samlas in i korrekta och kompatibla format, särskilt när det gäller geodata. Informationen bör även finnas med i en vägledning/instruktion som tas fram i samband med att metoden testas och utvecklas vidare.
- En underhållsplan för datahanteringen samt en säkerhets- eller informationsklassning av data som återfinns och samlas upp i databaser bör också tas fram. Klassningen skall även vara möjlig att ompröva allteftersom databaserna växer fram.
- Slutligen bör det läggas vikt vid ett stöd för att verifiera att den insamlade informationen är korrekt samt för att säkerställa experters medverkan genom hela processen.

6. Referenser

- 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.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32.
- Armenakis, C., & Nirupama, N. (2013). Estimating spatial disaster risk in urban environments. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 4(4), 289–298.
- Armenakis, C., & Nirupama, N. (2013). Prioritization of disaster risk in a community using GIS. *Natural Hazards*, 66(1), 15–29.
- 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.
- Barquet, K. (2016, July 12). Multi-Criteria Analysis Guide. RISC-KIT.
- Basu N., Pryor R., Quint T. (1998) 'ASPEN: a microsimulation model of the economy', *Computational Economics*, vol. 12, No. 2, pp. 23–41.
- 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.
- Chang, S., McDaniel, T., Fox, J., Dhariwal, R., Longstaff, H. (2014) 'Toward Disaster-Resilient Cities: Characterizing Resiliens of Infrastructure Systems with Expert Judgements', *Risk Analysis*, Vol. 34, No. 3, pp. 416–434.
- Cockburn, G., & Tesfamariam, S. (2012). Earthquake disaster risk index for Canadian cities using Bayesian belief networks. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 6(2), 128-140.
- Daudt, H. M., van Mossel, C., & Scott, S. J. (2013). Enhancing the scoping study methodology: a large, inter-professional team's experience with Arksey and O'Malley's framework. *BMC Medical Research Methodology*, 13(1), 48.
- de Bruijn, K., Cumiskey, L., Ni Dhubhda, R., Hounjet, M., Hynes, W. (2016) 'Flood vulnerability of critical infrastructure in Cork, Ireland' in *Proceedings of the FLOODrisk 2016-3rd European Conference on Flood Risk Management*, Lyon, France.
- Deltares. (2018). CIRCLE – Critical Infrastructures: Relations and Consequences for Life and Environment. Retrieved from <https://www.deltares.nl/en/software/circle-critical-infrastructures-relations-and-consequences-for-life-and-environment-2/>
- Dudenhoeffer 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.

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.

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

Espada, R. (2015) 'Vulnerability assessment and interdependency analysis of critical infrastructures for climate adaption and flood mitigation', *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, Vol. 6, No. 3, pp. 313–346.

Espada, R., Apan, A., & McDougall, K. (2014). Spatial modelling of natural disaster risk reduction policies with Markov decision processes. *Applied Geography*, 53, 284–298.

Esposito, S., Giovinazzi, S., Elefante, L., & Iervolino, I. (2013). Performance of the L'Aquila (central Italy) gas distribution network in the 2009 (Mw 6.3) earthquake. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 11(6), 2447–2466.

Europeisk a rådets direktiv (2008/114/EG) om identifiering av, och klassificering som, europeisk kritisk infrastruktur och bedömning av behovet att stärka skyddet av denna. Europeiska unionens officiella tidning L 345/75.

Europeiska programmet för skydd av kritisk infrastruktur (2006) MEDDELANDE FRÅN KOMMISSIONEN om ett europeiskt program för skydd av kritisk infrastruktur. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0786&from=SV> - Hämtad 20180403.

Europeiska rådets direktiv (2016). (EU) 2016/1148 av den 6 juli 2016 om åtgärder för en hög gemensam nivå på säkerhet i nätverks- och informationssystem i hela unionen

Fekete, A., Lauwe, P., & Geier, W. (2012). Risk management goals and identification of critical infrastructures. *International Journal of Critical Infrastructures*, 8(4), 336–353.

Haines, 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

Haines, 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.

Haraguchi, M., & Kim, S. (2016). Critical infrastructure interdependence in New York City during Hurricane Sandy. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 7(2), 133–143.

Hines P., Cotilla-Sanchez E., Blumsack S. (2010) 'Do topological models provide good information about electricity infrastructure vulnerability?', *Chaos*, Vol. 20, No. 3.

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.

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

Johansson, J. Hassel, H, Peterson, K, och Arvidsson, B. (2015) Konsekvensanalys på samhällsnivå. Rapport 3002, Lund 2015. LUCRAM, Lunds Universitet.

Johansson, J., Hassel, H., Cedergren, A., Svegrupp, L., Arvidsson, B. (2015) ‘Method for describing and analysing cascading effects in past events: Initial conclusions and findings’, *Proceedings of the 25th European Safety and Reliability Conference (ESREL2015)*, Zürich, Switzerland.

Johansson, J., Hassel, H., Svegrupp, L. (2016a) ‘Capturing Societal Interdependencies from a Flow perspective – Part I: Method and Model, in *Proceedings of the 26th European Safety and Reliability Conference (ESREL2016)*, Glasgow, Scotland.

Johansson, J., Svegrupp, L., Hassel, H. (2013) ‘Studie och översiktlig utvärdering kring applicerbara metoder för komplex beroendeanalys på såväl sektoriell som tvärsektoriell nivå’, Lund.

Johnston, A., Slovinsky, P., & Yates, K. L. (2014). Assessing the vulnerability of coastal infrastructure to sea level rise using multi-criteria analysis in Scarborough, Maine (USA). *Ocean and Coastal Management*, 95, 176–188.

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.

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.

Kelly, S., Leverett, E., Oughton, E. J., Copic, J., Thacker, S., Pant, R., Pryor, L., Kassara, G., Evan, T., Ruffle, S. J., Tuveson, M., Coburn, A. W., Ralph, D., Hall, J. W. (2016) ‘Integrated Infrastructure: Cyber Resiliency in Society, Mapping the Consequences of an Interconnected Digital Economy’, *Cambridge Risk Framework series*; Centre for Risk Studies, University of Cambridge.

Kulawiak, M., & Lubniewski, Z. (2014). SafeCity - A GIS-based tool profiled for supporting decision making in urban development and infrastructure protection. *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 174–187.

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.

Laugé, A., Hernantes, J., Sarriegi, J. (2014) ‘Critical infrastructure dependencies: A holistic, dynamic and quantitative approach’, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Vol. 8, pp. 16–23.

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.

- Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, 5(1), 69.
- Lilja, D. (2008) Regional krissamverkan i Jönköpings län. Landstinget i Jönköpings län.
- Liu, H., Behr, J. G., & Diaz, R. (2016). Population vulnerability to storm surge flooding in coastal Virginia, USA. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 12(3), 500–509.
- Luijckx 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.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län (2016) Länsstyrelsens plan för hantering av översvämningsrisker i Värnamo. Enligt förordningen om översvämningsrisker (2009: 956) samt MSB:s föreskrift om riskhanteringsplaner (MSBFS 2013:1).
- Länsstyrelserna i Hallands, Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Skåne, Kalmar och Blekinge län (2018) Kunskapsunderlag för samordnad hantering av höga flöden och dammhaveri i södra Sverige. Version 1.0 Diarienummer 451-6892-17.
- 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.
- 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.
- Moon, J., Lee, D., Lee, T., Ahn, J., Shin, J., Yoon, K., Choi, D. (2015) 'Group Decision Procedure to Model the Dependency Structure of Complex Systems: Framework and Case Study for Critical Infrastructures', *System Engineering*, Vol. 18, No. 4, pp. 323–338.
- Morgan, K. M., DeKay, M. L., Fischbeck, P. S., Morgan, M. G., Fischhoff, B., & Florig, H. K. (2001). A deliberative method for ranking risks (II): Evaluation of validity and agreement among risk managers. *Risk Analysis*, 21(5), 923-923.
- MSB (2009) 'Faller en, faller då alla?', Karlstad, MSB.
- MSB (2011a) Identifiering av områden med betydande översvämningsrisk. Steg 1 i förordningen (2009:956) om översvämningsrisker – preliminär riskbedömning. Diarienummer 2011-2996.
- MSB (2011b) Ett fungerande samhälle i en föränderlig värld. Nationell strategi för skydd av samhällsviktig verksamhet. Publikationsnummer: MSB266 - december 2011.
- MSB (2012a) Förordningen om översvämningsrisker – Sveriges genomförande av EU:s översvämningsdirektiv.
- MSB (2012b) Översvämnningar i Sverige 1901-2010. MSB355 - januari 2012.
- MSB (2012c) Konsekvenser av en översvämnning i Mälaren. Redovisning av regeringsuppdrag Fö2010/560/SSK. Publikationsnummer MSB406 – maj 2012.
- MSB (2013a) Framställning av hotkartor enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker. PM hotkartor.

- MSB (2013b) Riskkartor. Vägledning för framtagande av riskkartor enligt förordningen översvämningsrisker. Diarienummer 2013-1372-8.
- MSB (2014a) Vägledning för riskhanteringsplaner. Enligt förordningen om översvämningsrisker (SFS 2009:956) samt MSB:s föreskrift om riskhanteringsplaner (MSBFS 2013:1). Version: 2014-03-10.
- MSB (2014b) Vägledning för översvämningskartering av vattendrag. Fakta, inspirerande exempel för en bra beställning. Publikationsnummer MSB631 augusti 2014.
- MSB (2014c) Vägledning för samhällsviktig verksamhet. Att identifiera samhällsviktig verksamhet och kritiska beroenden samt bedöma acceptabel avbrottstid.
- MSB (2018-03-14) Översvämningsdirektivet
<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamnning/Oversvamningsdirektivet/>
 Hämtad 2018-03-14.
- MSB (2018) Översyn av områden med betydande översvämningsrisk. Enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker. MSB1152- januari 2018.
- MSB424. (2012). *Hanteringen av de omfattande naturkatastroferna i Queensland 2011 Observatörsrapport*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Hämtad från: <https://www.msb.se/sv/Produkter--tjanster/Publikationer/Publikationer-fran-MSB/Hanteringen-av-de-omfattande-naturkatastroferna-i-Queensland-2011-observatorsrapport/>
- MSBFS (2013:1) Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om länsstyrelsens planer för hantering av översvämningsrisker (riskhanteringsplaner).
- 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.
- Pant, R., Hall, J. W., & Blainey, S. P. (2016). Vulnerability assessment framework for interdependent critical infrastructures: case-study for Great Britain's rail network. *European Journal of Transport & Infrastructure Research*, 16(1).
- 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.
- 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.
- Rose A. (1995) 'Input–output economics and computable general equilibrium models', *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 6, pp. 295–304.
- 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.
- SEPA. (2015). Flood Risk Management Strategy – Forth Estuary Local Plan District. Scottish Environment Protection Agency.

- 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.
- SFS (2009:956) Förordning (2009:956) om översvämningsrisker om översvämningsrisker. Svensk författningssamling 2009:956.
- Simpson, D. M., Lasley, C. B., Rockaway, T. D., & Weigel, T. A. (2010). Understanding critical infrastructure failure: Examining the experience of Biloxi and Gulfport, Mississippi after Hurricane Katrina. *International Journal of Critical Infrastructures*, 6(3), 246–276.
- Sitzenfrei, R., Mair, M., Möderl, M., & Rauch, W. (2011). Cascade vulnerability for risk analysis of water infrastructure. *Water Science and Technology*, 64(9), 1885–1891.
- 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.
- Statkraft Sverige Ab (2013) Underlag för samordnad beredskapsplanering avseende dammbrott i Lagan. Rapport. Uppdragsnummer 2156083.
- Sterman J.D. (2000) 'Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world'. New York, NY: McGraw-Hill
- Svegrup, L., Johansson, J. (2015). Vulnerability Analyses of Interdependent Critical Infrastructures: Case study of the Swedish National Power transmission and Railway system, In: Safety and Reliability of Complex Engineered Systems, Proceedings of the 25th European Safety and Reliability Conference, ESREL 2015, 7-10 September in Zurich, Switzerland.
- Svegrup, L., Johansson, J., Hassel, H. (2016b) 'Capturing Societal Interdependencies from a Flow perspective – Part II: Application', in *Proceedings of the 26th European Safety and Reliability Conference (ESREL2016)*, Glasgow, Scotland.
- 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.
- 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.
- Viavattene, C., Jiminez, J., Owen, D., Priest, S. J., Parker, D. J., Micou, P., & Ly, S. (2015). Coastal risk assessment framework guidance document. RISC-KIT.
- Viavattene, C., Micou, P., Owen, D., Priest, S. J., & Parker, D. J. (2015, March 31). Library of Coastal Vulnerability Indicators Guidance Document. RISC-KIT.
- Värnamo Kommun (2015) Risk- och sårbarhetsanalys för Värnamo kommun 2+15-2018. I enlighet med MSBF 2015:5. Diarienummer 2015.205.168.
- Willis, H. H., DeKay, M. L., Morgan, M. G., Florig, H. K., & Fischbeck, P. S. (2004). Ecological risk ranking: Development and evaluation of a method for improving public participation in environmental decision making. *Risk Analysis*, 24(2), 363-378.

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.

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.

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.

Bilaga A – Workshop i Värnamo kommun



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

Välkommen till Workshop om konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet utifrån en översvämning i Värnamo

Datum och tid: kl. 10.15 – 14.30 tisdagen den 30 januari 2018 (fm kaffe och lunch serveras)

Plats: Gösta Ödman-salen (209), Gummifabriken, Jönköpingsvägen 15, Värnamo.

<https://www.google.com/maps/place/J%C3%B6nk%C3%B6pingsv%C3%A4gen+15,+331+34+V%C3%A4rnamo/@57.188481,14.037574,16z/data=!4m5!3m4!1sox4650cofof4aob43b:oxdeb75cf828d1ad21!8m2!3d57.1884805!4d14.0375743?hl=sv-SE>

Syftet med workshopen är att med utgångspunkt från en översvämning i Värnamo presentera, diskutera och vidareutveckla en metodik för att analysera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur.

Workshopen är en del i ett MSB-uppdrag som går ut på att:

1. Utveckla ett förslag på metodik för att analysera direkta och indirekta konsekvenser vid störningar i samhällsviktig verksamhet/kritisk infrastruktur utifrån en i första hand geografisk utbredd oönskad händelse. I projektet läggs huvudsakligt fokus på översvämning och arbetsprocessen i enlighet med översvämningsdirektivet. Projektet ämnar utgå ifrån befintliga översvämningskarteringar och redan utförda GIS-analyser, inklusive identifieringar av samhällsviktig verksamhet, i enlighet med riskkartorna i översvämningsdrabbade och översvämningshotade områden. Ett indirekt mål är att ge väsentlig input till arbetet med riskkartorna (steg 2b enligt Översvämningsdirektivet) och riskanalyserna avseende samhällskonsekvenserna som uppstår.
2. Undersöka och ta fram ett förslag på viktning/värdering av konsekvenser på samhällsnivå som prioriteringsunderlag för förebyggande åtgärder.

Dagordning:

10:15 -10.45 Kaffe

10.45 – 12.00 Presentation metodik m.m. (Lunds Universitet)

12.00 – 13.00 Lunch

13.00 – 14.30 Test av metodik och sammanställning
Arbetsmaterial delas ut i samband med workshopen.

Inbjudna och medverkande

Namn	Roll/funktion
Namn 1	Projekteringsingenjör VA-ingenjör, Värnamo
Namn 2	Enheten för naturskydd och tillsyn, Länsstyrelsen i Jönköpings län

Namn 3	Beredskapsenheten, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Namn 4	Samhällsbyggnadsenheten, Länsstyrelsen i Halland
Namn 5	Samhällsbyggnadsenheten, Länsstyrelsen i Halland
Namn 6	Räddningschef, Värnamo
Namn 7	VA Chef Tekniska förvaltningen, Värnamo
Namn 8	Värnamo energi, Värnamo
Namn 9	Stf Räddningschef, Värnamo
Namn 10	Avdelningen för utveckling av samhällsskydd, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
Namn 11	Beredskapssamordnare, Värnamo
Jonas Johansson	Lunds Tekniska Högskola/Lunds Universitet
Björn Arvidsson	Lunds Tekniska Högskola/Lunds Universitet
Linn Svegrupp	Lunds Tekniska Högskola/Lunds Universitet
Nicklas Guldåker	Lunds Universitet

Väl mött! Nicklas Guldåker, Jonas Johansson, Linn Svegrupp och Björn Arvidsson, Lunds Universitet

Kontaktperson: Nicklas Guldåker, Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi Lunds Universitet

Nicklas.guldaker@keg.lu.se telefon: 046-222 32 79. Mobil: 072-5411066

Bilaga B – Formulär konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet

Formulär konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet

Formuläret fylls i för varje samhällsviktig verksamhet som påverkas av en händelse, antingen som en *direkt* följd av händelsen, t.ex. en översvämning eller som en *indirekt följd* av en annan drabbad samhällsviktig verksamhet som finns ett beroende till.

1. **Händelse/Scenario:**
2. **Händelsebeskrivning berörd SVV:**
3. **Direkt/indirekt konsekvens:**
4. **Samhällssektor:**
5. **Samhällsviktig verksamhet:**
6. **Systemspecifika objektnummer/beteckning:**
7. **Ägare:**
8. **Kontaktperson:**
9. **Avbrottstid:**
10. **Konsekvenser utifrån utslagen SVV**
 - a) **Människors hälsa:**
 - b) **Ekonomi:**
 - c) **Miljö:**
 - d) **Kultur:**
11. **Geografisk konsekvensbeskrivning:**
12. **Förslag på åtgärder:**
13. **Beroende och påverkan**
 - a) **Beroende SVV:**
 - b) **Påverkan SVV**

Karta x

Bilaga D – Exempel på ifyllt formulär och konsekvensanalyser

Formulär konsekvensanalys samhällsviktig verksamhet

Formuläret fylls i för varje samhällsviktig verksamhet som påverkas av en händelse, antingen som en *direkt* följd av händelsen, t.ex. en översvämning eller som en *indirekt följd* av en annan drabbad samhällsviktig verksamhet som finns ett beroende till. Formulärmallen nedan innehåller ett fiktivt exempel på direkta konsekvenser.

1. **Händelse/Scenario:** Översvämning 100-årsflöde drabbar orten. Övergripande konsekvenser blir att flera samhällsviktiga verksamheter slås ut och att kommuninvånare drabbas, däribland elförsörjningen i vissa områden
2. **Händelsebeskrivning berörd SVV:** Förskola strömlös p.g.a. utslagen elförsörjning
3. **Direkt/indirekt konsekvens:** Indirekt
4. **Samhällssektor:** Hälso- och sjukvård samt omsorg
5. **Samhällsviktig verksamhet:** Omsorg om barn
6. **Systemspecifika objektnummer/beteckning:** Förskolan Päronet
7. **Ägare:** Vård- och omsorgsförvaltningen i kommunen
8. **Kontaktperson:** Chef för vård- och omsorgsförvaltningen
9. **Avbrottstid:** Det tar ca två dagar att hitta alternativa lokaler
10. **Konsekvenser utifrån utslagen SVV**
 - a) **Människors hälsa:** Förskolan fungerar inte utan elförsörjning. Lås, värme, mat, kommunikation fungerar ej. Ca 50 barn blir utan omsorg i två dagar. Vissa hushåll har även drabbats direkt av översvämningen. Konsekvenserna anses vara oberoende fler händelser än översvämning, de kan uppstå även vid terrorattentat, explosioner etc.
 - b) **Ekonomi:** Kostnaden att flytta förskoleelever till nya lokaler beräknas till 50 tkr/dygn. Konsekvenserna anses vara oberoende fler händelser än översvämning, de kan uppstå även vid terrorattentat, explosioner etc.
 - c) **Miljö:** Ingen bedömd påverkan på miljön p.g.a. den utslagna samhällsviktiga verksamheten
 - d) **Kultur:** Ingen bedömd påverkan på kultur p.g.a. utslagna samhällsviktiga verksamheten

11. **Geografisk****konsekvensbeskrivning:**

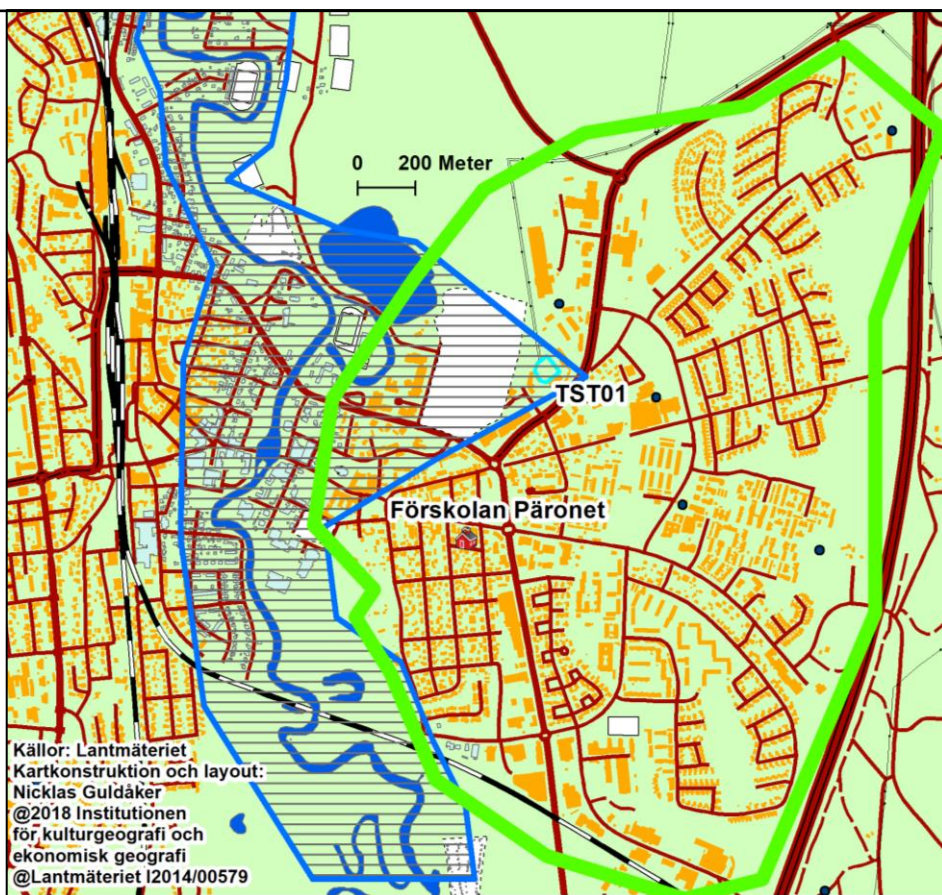
Hushåll som drabbas av utebliven barnomsorg finns innanför det gröna linjeområdet i karta 2

12. **Förslag på åtgärder:**

Beredskapsplan för att flytta barnen och förskolan till andra lokaler. Kan ta 1-2 dagar att hitta andra lämpliga lokaler. Ev. hitta snabb omsorg till barn vars föräldrar har nyckelroller i kommunens krishantering och som inte kan få hjälp av släktingar och bekanta.

13. **Beroende och påverkan****a) Beroende SVV:**

Elförsörjning och eldistribution.



b) Påverkan SVV: Drabbas föräldrar som måste stanna hemma från sina arbeten, varav vissa har nyckelroller inom olika viktiga samhällssektorer och funktioner som sjukhus, kommunens krishantering, kommunal teknisk försörjning etc.

