



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING

Centre for Critical Infrastructure Protection Research (CenCIP2) 2021–2024

Slutrapport

Slutrapport CenCIP2

Tidsperiod: 2021–2024

Utförare: Lunds universitet

Ansvarig: forskare/författare Jonas Johansson

Kort sammanfattning: CenCIP vid Lunds universitet finansierades av MSB under 2015–2020 och 2021–2024. Denna slutrapport behandlar forskningen under andra perioden. Syftet var att etablera ett forskningscentrum i Sverige inom området kritisk infrastruktur och skydd av samhällsviktig verksamhet. Centret har genom forskning, utbildning och andra aktiviteter starkt bidragit till kunskapsuppbyggnad i Sverige inom området.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
MSB:s Kontaktpersoner: Jan-Olof Olsson, 010-240 52 58,
Ulrika Postgård, 010-240 50 33

Produktion: Advant

Publikationsnummer: MSB2500 – november 2024
ISBN-nummer: 978-91-7927-569-3

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

Innehåll

INLEDNING.....	4
Sprida forskningsidéer och nya forskningsansökningar.....	6
Erhållna forskningsprojekt.....	6
Nya utbildningar, kurser och utbildningsmoment.....	6
Uppdrag, nätverk och andra spridningsaktiviteter.....	7
BEROENDEN OCH SEKTORSÖVERSKRIDANDE SAMVERKAN OCH STYRNING.....	9
Forskningsresultat.....	9
Fortsatta behov.....	11
Publikationer.....	11
Tidskriftsartiklar.....	11
Examensarbeten.....	12
Övriga publikationer.....	12
DATA OCH GIS FÖR ÖKAD FÖRMÅGA.....	13
Forskningsresultat.....	13
Fortsatta behov.....	14
Publikationer.....	15
Tidskriftsartiklar.....	15
Konferensbidrag (peer-reviewed samt abstract).....	15
Övriga publikationer.....	16
Examensarbeten.....	16
EFFEKTFULL ANALYS AV NATIONELLA KRITISKA INFRASTRUKTURER.....	17
Forskningsresultat.....	17
Fortsatta behov.....	18
Publikationer.....	19
Tidskriftsartiklar.....	19
Konferensbidrag (peer-reviewed samt abstract).....	20
Övriga publikationer.....	20
Examensarbeten.....	20
EFFEKTFULL RISK- OCH KONTINUITETSHANTERING.....	22
Forskningsresultat.....	22
Fortsatta behov.....	23
Publikationer.....	24
Tidskriftsartiklar.....	24
Konferensbidrag (peer-reviewed samt abstract).....	24
Övriga publikationer.....	24
Examensarbeten.....	25
AVSLUTANDE ORD.....	26

Inledning

Centre for Critical Infrastructure Protection Research (CenCIP) är en centrubildning vid Lunds universitet som finansierats av MSB under två perioder, mellan 2015–2020 och 2021–2024. Denna slutrapport behandlar endast forskningen som bedrevs under den andra perioden, även om visst överlapp kan existera (t.ex. forskning som initierades under första perioden och avslutades i den andra). Slutrapport för första perioden finns offentligt publicerad¹. Syftet med CenCIP har varit att etablera ett forskningscentrum i Sverige inom området skydd av samhällsviktig verksamhet och kritisk infrastruktur.

Under perioden har det varit omfattande förändringar av både samhälls- och säkerhetskontexten, som en direkt effekt av pandemin och dess efterdyningar samt Rysslands invasion av Ukraina den 24 februari 2022 och krig vid Europas tröskel. Detta har naturligt även gjort avtryck i forskningen som bedrivits inom ramen för centrubildningen, inte minst relevansen av forskningen som bedrivits och bedrivs inom CenCIP. Därmed har delar av forskningen inom CenCIP² naturligt styrts in mer mot gräzonsproblematik², försörjningsberedskap³ samt totalförsvaret⁴ kopplat till kritisk infrastruktur.

Forskning inom området samhällsviktig verksamhet och samhällsviktiga funktioner i Sverige är en motsvarighet till den forskning som internationellt benämns som Critical Infrastructure, där i EU-kontext det tidigare direktivet ”Critical Infrastructure Protection” från 2008 och det ersättande direktivet ”Critical Entities Resilience” från 2022 är tongivande. Vidare knyter området i sin bredd och centralitet an till en mängd andra viktiga områden såsom: Nationella säkerhetsstrategier, EU NIS- och Floodsdirektiven, FN målen för hållbar utveckling, NATO Baseline Requirements, och Sendai-ramverket för katastrofriskreducering för att nämna några. I korthet sammanfattas målområdet för forskningen väl av MSB:s definition av samhällsviktig verksamhet:

”Med samhällsviktig verksamhet avses verksamhet, tjänst eller infrastruktur som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet.”⁵

Signifikant för forskningen inom centrubildningen är att se samhällsviktig verksamhet, infrastrukturer och tjänster ur ett tvärsektoriellt system-av-system perspektiv där beroenden och kontinuitet vid storskaliga samhällsstörningar är

¹ Slutrapport CenCIP för perioden 2015–2020: <https://www.msb.se/sv/publikationer/centre-for-critical-infrastructure-protection-research-cencip-2015-2020/>. MSB1806. ISBN 978-91-7927-172-5.

² Gräzon kan beskrivas som ett tillstånd mellan fred och krig, och dess problematik beror på en mängd samverkande antagonistiska aktiviteter – som t.ex. politisk påverkan, marknadsmanipulering, desinformation, stöd till extremistgrupper, makt demonstrationer, illegal underrättelseverksamhet, hot mot beslutsfattare, cyberangrepp och fysiska sabotage – som angriparen inte avser ska uppfattas som krigsföring (källa: Jonsson, D. K. 2018 Gräzonsproblematik och hybridkrigföring – påverkan på energiförsörjning. FOI-R--4590--SE.

³ SOU 2023:50, (2023), En modell för svensk försörjningsberedskap – Betänkande av Utredningen om nationell samordning av försörjningsberedskapen. ISBN 978-91-525-0698-1.

⁴ Ds 2023:34. (2023). Kraftsamling - Inriktningen av totalförsvaret och utformningen av det civila försvaret. ISBN 978-91-525-0829-9.

⁵ MSB, (2020). PM - Uppdaterad definition samhällsviktig verksamhet. MSB 2020-11275.

centrala teman. Därmed skiljer det sig från och kompletterar annan, även högst relevant, mer sektorsspecifik forskning som oftast fokuserar på enstaka samhällsviktiga verksamheter, försörjningskedjor, eller kritiska infrastrukturer, exempelvis specifik forskning inom elkraftsystem, hälso- och sjukvårdssystem, läkemedelsförsörjning, transportsystem, eller livsmedelsförsörjning. CenCIP har etablerat forskning och bedrivit den på ett framgångsrikt sätt till gagn för både det vetenskapliga samhället och av de professionella som arbetar inom området.⁶

Forskningen inom CenCIP2 har bedrivits mot fyra huvudsakliga inriktningar:

1. Beroenden och förbättrad sektorsöverskridande samverkan och styrning,
2. Data och GIS för ökad förmåga att adressera risker, sårbarheter och konsekvenser på samhälls- och medborgarnivå,
3. Utvecklad effekt av sektorsöverskridande analyser av kritiska infrastrukturer på nationell nivå, samt
4. Effektiv och sammankopplad risk- och kontinuitetshandling.

Under perioden har följande sju personer varit direkt aktiva inom CenCIP: seniora forskarna Jonas Johansson (föreståndare), Henrik Tehler (biträdande föreståndare), Alexander Cedergren, Henrik Hassel, Nicklas Guldåker och Andreas Norrman samt forskarstuderande Tove Rydén Sonesson. För att verka som centrumbildning har även samverkan med nationella och internationella forskare bejakats, där flertal forskare utanför den direkta finansieringsramen för CenCIP2 har medverkat i samarbeten och sampublicationer.

Slutrapport har fokus på de resultat som CenCIP som forskningscentrum har åstadkommit under perioden, dess värde för samhället samt att vi blickar framåt mot framtida utmaningar och forskningsbehov. Detta redovisas genom fyra kapitel för respektive forskningsinriktning. Rapporten avslutas med ett kapitel kring mer övergripande reflektioner kring forskningen inom området i stort och fortsatta behov, inte minst kopplat till uppbyggnaden av totalförsvaret och försörjningsberedskap. Då det totala antalet publikationer inom ramen för CenCIP2 är relativt omfattande väljer vi att redogöra för resultaten på ett översiktligt sätt med relaterade publikationer för respektive forskningsinriktning redovisat i punktform. Detta för att enklare orientera läsaren till vidare läsning inom de olika inriktningarna.

Förutom den omfattande forskning som har bedrivits inom CenCIP2 och vars resultat presenteras i efterföljande kapitel, har centret även gett upphov till aktiviteter och effekter utöver de mer direkta forskningsresultaten. Exempelvis har CenCIP2 lyckats befästa kritisk infrastrukturforskning som ett viktigt forskningsområde där flera olika discipliner vid Lunds universitet, andra nationella och internationella lärosäten, samt samhällsaktörer har samarbetat. För att beskriva denna mer övergripande verksamhet avslutas detta inledande kapitel med en beskrivning nedan av vad miljön har åstadkommit utifrån fyra områden.

⁶ Se exempelvis Hoke-Åberg, P., Jakobsson, M, Staake, A, Edvardsson, B. (2020). Utvärdering av forskningsmiljön CenCIP, Attityd i Karlstad AB.

Sprida forskningsidéer och nya forskningsansökningar

En mycket viktig delmängd av dessa aktiviteter har handlat om att enskilt och i samarbete med andra forskare utveckla nya forskningsidéer och i vissa fall konkretisera dem i termer av nya ansökningar. Initiativ för ny forskning inkluderar samverkan med forskningsnätverk vid universitetet, till exempel inom ramen för de nybildande profilområdena vid LTH ”Energy and transport transitioning” (samlar 150+ forskare) samt ”Water” (samlar 80+ forskare). Här medverkar CenCIP för att påverka inriktningen för forskningen med inspel kring forskningsbehov som har identifierats inom CenCIP. Ett annat sätt är att arbeta in forskningsperspektiv från CenCIP i nya ansökningar. Till exempel har vi varit koordinator i samverkan med Uppsala universitet för en ansökan till EU Horizon ”RE-Secure – Resilience of the Electric Power System and the Society to Extreme and Unexpected Risks in the Energy Landscape” (50MSEK, 15 EU partners) samt för en ansökan till en MSB-utlysning ”InfrAdapt - Adapting critical infrastructure to climate change” (10MSEK, 2 partners) i samverkan med Stockholm Environment Institute. Vidare har vi exempelvis medverkat i en Advanced Study Group vid Lunds universitets tvärvetenskapliga Pufendorfinstitut på temat ”Wildfires without Boundaries” som ett sätt att spela in forskningsperspektiv inom CenCIP till olika fakulteter vid Lunds universitet.

Erhållna forskningsprojekt

I flera fall har CenCIP inte bara påverkat inriktningen på nya forskningsförslag och ansökningar utan också erhållit finansiering för dessa idéer. Exempelvis har fyra beviljade forskningsprojekt knutits till CenCIP2 under perioden: ”Klimat-anpassning av Transportinfrastruktur” (Trafikverket), ”Samhällelig beredskap i en föränderlig tid” (VR), ”Scenario Analyses Regarding Climate-Change Hazards and Critical Infrastructure in the Arctic” (Nordforsk), samt ”Utvecklad krisberedskap till stöd för samverkan, ledning och kommunikation” (Polismyndigheten, 2:4). Ett strategiskt viktigt projekt för framtiden är ett forskningssamarbete med Department of Homeland Security/Cybersecurity & Infrastructure Security Agency i USA inom ramen för MSB:s transatlantiska samarbetsavtal. Fokus i projektet är förbättrad analys- och beslutsförmåga avseende samberoende samhällsfunktioner på nationell nivå med tonvikt på både metodutveckling, jämförande studier, och myndighetssamverkan.

Nya utbildningar, kurser och utbildningsmoment

CenCIP2 har inte bara påverkat och signifikant drivit forskningen avseende kritiska infrastrukturer i svensk kontext, det har även lett till att olika typer av utbildningsaktiviteter utvecklats och etablerats. CenCIP2 har exempelvis haft en signifikant påverkan på utvecklingen ett nytt civilingenjörsprogram i Risk,

säkerhet och krishantering som startade hösten 2022 vid LTH. Exempelvis ingår flera kurser som utvecklats utifrån kunskap framtagen under CenCIP, där två av de tre inriktningarna i programmet har tydliga inslag av CenCIP baserad forskning. Två tydliga exempel på kurser som utvecklats utifrån forskning inom CenCIP är ”Critical Infrastructure Resilience” (7,5hp) och ”Riskhantering och riskstyrning”. Den första kursen har getts årligen sedan 2020. Den riktar sig till studenter på två mastersprogram vid LTH, Erasmus-studenter, internationella studenter och PhD-studenter. Kursen syftar till att ge studenter kunskap om tvär-sektoriell styrning och resilienshantering av kritisk infrastruktur, genom att i huvudsak belysa och föra ihop perspektiv och metoder från två områden: hantering av privat/offentlig infrastruktur och offentlig katastrofriskreducering/krishantering. Den andra kursen kommer att ges för första gången 2025 och innehåller moment om riskhantering i system med flera beroende aktörer där dessa gemensamt på olika sätt påverkar riskhantering med avseende på viktiga funktioner.

Vidare har vi i CenCIP medverkat i olika former av forskar- och praktikerskolor. Ett exempel är kursen ”Critical Infrastructure Resilience Summer School” vid Venice University som vi medverkat i årligen sedan starten 2017 (avbrott 2023), som fokuserar på att samla forskare och praktiker inom eller angränsade till området kritisk infrastruktur. Ett annat exempel är kursen ”CNDS Summer School” vid Uppsala universitet som samlar doktorander inom natur-, ingenjers- och samhällsvetenskap för en introduktion till dynamiken och effekterna av naturrisker (t.ex. översvämningar, torka, skogsbränder och jordbävningar), såväl som katastrofriskhantering och social sårbarhet, där CenCIP har bidragit med perspektiv kring kritisk infrastruktur inom ramen för naturkatastrofer sedan 2021.

Förutom kursverksamheten ovan har CenCIP även direkt initierat flertal examensarbeten inom området, dessa redogörs för under de olika inriktningarna. Examensarbeten är ett mycket effektivt sätt för studenter att ta del av forskningen inom CenCIP och omsätta det till egen kunskap till gagn för deras fortsatta yrkeskarriär men även, av hög betydelse, omsätta forskningen i samverkan med olika samhällsaktörer (t.ex. VAsyd, E.ON, Trafikverket, Energimyndigheten, Länsstyrelser, Kommuner, etc.) för att adressera praktiska utmaningar.

Uppdrag, nätverk och andra spridningsaktiviteter

En annan viktig aktivitet som genomförts inom centret handlar om att knyta kontakter med olika aktörer för att sprida kunskap om forskningen, för att insamla kunskap om annan relevant forskning, samt att uppdatera personer vid centret avseende praktiska problem. Inom CenCIP har flera sådana initiativ tagits.

Exempelvis har CenCIP anordnat forskningsseminarium där fokus låg på samarbete med Institute for Research on Society and Space (IRS) i Tyskland. Centret har även varit värd för en forskarvistelse från ovan nämnda institut samt gästtat en forskare från Universitetet i Tromsø (UIT), Norge, samt en forskare från Hatay Mustafa Kemal University, Antakya, Turkiet.

Dessutom har CenCIP-forskare regelbundet deltagit vid olika workshops, konferenser, utvärderingsuppdrag och direkt uppdrag för att föra ut resultat från forskningen inom centret. Exempelvis i ett Regeringsuppdrag (utförare Tillväxtanalys) kring att trygga svensk cementförsörjning, ett uppdrag kring ”Resilient och trygg elförsörjning” (Energimyndigheten) samt genom att exempelvis bistå MSB inom ramen för uppdraget ”Data för identifiering på nationell nivå av samhällsviktig verksamhet vid extrem nederbörd och skyfall”.

Beroenden och sektorsöverskridande samverkan och styrning

Inom inriktningen har forskning bedrivits som syftat till ökad samhällelig resiliens kopplat till samberoende kritiska infrastruktur samt samverkan och styrning-utmaningar. Fokus inom inriktningen har främst varit att belysa denna problematik ur ett tvärsektoriellt perspektiv på en nationell och regional nivå. Vi har genom en stor mängd studier identifierat både forskningsmässiga och praktiska behov. Denna mer beskrivande forskning inom inriktningen har sedan legat till grund för framtagande av metoder och analysperspektiv inom inriktning två och tre för att verka mot en mer effektiv tvärsektoriell analysförmåga samt förbättrad samverkan och styrning.

Forskningsresultat

Även om kritiska infrastrukturer och samhällsviktiga funktioner i hög grad är samberoende av varandra visar vår forskning att samverkan och styrning av dessa i praktiken i hög grad sker i sektoriella silos [1]. Vidare har vi genom en vetenskaplig litteraturstudie [6] sett att även om det finns en mängd forskning inom området, är det ytterst få som appliceras i en praktisk kontext och som är användbara för att utvärdera samberoende kritiska infrastrukturers resiliens. Därmed finns det generellt en svag praktiskt applicerbar vetenskaplig kunskapsbas inom området.

I en studie [1] genomförde vi dokumentstudier och intervjustudier av sektorerna Energi, Transport och Telekom i Sverige för att undersöka hur samverkan och styrning sker avseende tvär-sektoriella beroenderisker. Den övergripande slutsatsen är att för att förbättra det tvärsektoriella arbetet krävs ökad samverkan, former för informationsdelning och sekretessproblematik, behov av ökad förmåga för beroendeanalyser samt tydliggörande av ansvar och mandat. Vidare, för att möjliggöra identifiering och analys av tvärsektoriella samberoenden krävs utveckling av angreppssätt och verktyg för informationsdelning, där samverkan kan tydliggöra ansvarsgränser och behov av informationsdelning. Nuvarande identifiering av ömsesidiga tvärsektoriella beroenden är mestadels reaktiv och starkt påverkad av tidigare inträffade händelser, exempelvis stormen Gudrun. I sektorer med högre grad av privatisering spelar även kundkrav och ekonomiska incitament en viktig roll för att stimulera tvärsektoriellt samarbete.

Våra studier inom inriktningen pekar på en hel del utmaningar men även möjligheter inom området. Exempelvis att engagerade individer och personliga relationer är centrala för de existerande tvärsektoriella samarbetena. Vidare har vi sett att det sker viss informationsdelning mellan sektorer, inklusive utbyte av känslig information, men att det är huvudsakligen baserat på personliga nätverk, ett tydligt identifierat ömsesidiga informationsbehov eller utifrån ett tydligt gemensamt riskägande [1].

Även om existensen och de övergripande effekterna av ömsesidigt tvärssektoriella beroende till del är kända, saknas det adekvata metoder och angreppssätt för att djupare analysera och hantera beroenden mellan samhällsviktiga funktioner [1, 3, 9]. Denna bristande förmåga belystes inte minst inom ramen för det svenska arbetet med EU översvämningsdirektivet. I [3] redovisas en longitudinell studie av riskanalyserna som genomförts i Sverige under de två senaste cyklerna (2009–2015 och 2016–2021) avseende mognadsgraden för analyser av (1) översvämningsrisken (t.ex. hydrologiska analyser), (2) de direkta konsekvenserna som uppstår i det översvämmade området, och (3) de indirekta konsekvenserna och kaskadeffekterna som uppstår på grund av samberoenden mellan kritiska infrastrukturer. Här är det tydligt att mognadsgraden är hög avseende analys av översvämningsrisken på grund av god tillgång till data, tillgång till väl beprövade metoder, samt hög kunskap och möjlighet till upphandling av konsulttjänster inom området. Mognadsgraden avseende de direkta konsekvenserna är även relativt god, då finns relativt god tillgång till data (t.ex. försäkringsdata) och även metoder och kunskap för analys. Mognadsgraden av indirekta effekter är dock starkt bristande, främst på grund av stora brister i tillgång till data, applicerbara metoder samt kunskap för genomförande av de beroendeanalyser som behövs.

Inom inriktningen har vi även arbetat med mer övergripande perspektiv. I [6] diskuterar vi frågan om hur paradigmskiftet från skydd till resiliens av kritisk infrastruktur kopplat till Europeiska unionens huvudsakliga teknikprogram, Horizon Europe, påverkar framtagandet av angreppssätt inom området samt standardisering och AIs inverkan på denna utveckling. I [4] belyser vi hur acceptansen för risknivåer kan komma att förändras i under tre olika klimatförändrings-scenarier för Sverige, vilket i förlängningen påverkar samhällets förmåga att bekosta riskreducerande åtgärder. Vi har även studerat, i samverkan med amerikanska forskare, hur desinformation kan användas för att störa försörjningen av samhällsviktiga varor och tjänster för det Svenska järnvägssystemet [3] kopplat till gråzonsproblematik. I [9] för vi ihop båda ovan perspektiv genom att belysa synergier och utmaning i arbetet med klimatanpassning, å ena sidan, och försörjningsberedskap, å andra sidan, för tre sektorer i Sverige (energi, transport, livsmedel). I [8] har vi utvecklat ett ramverk för att kunna bedöma kritiska infrastrukturers resiliens (förväntan, robusthet, återhämtning, anpassning) under extremhändelser, vilket är ett område med begränsad forskning. Ramverket applicerar vi sedan för att analysera kritiska infrastrukturers resiliens under 2023 Kahramanmaraş jordbävningarna, där en viktig slutsats är att beroenden har en stor påverkan för infrastrukturernas förmåga att både upprätthålla och återhämta sin funktion. Vi har även utvecklat ett ramverk för samverkans- och styrnings-mekanismer i kritiska infrastrukturers försörjningskedjor och reflekterat kring hur nationella kulturer kan påverka detta [10].

Avslutningsvis har vi även belyst olika samhällsviktiga verksameters förmåga att hantera långvariga störningar (dagn till 3 månader) i elförsörjningen [7]. Här är det tydligt att förmågan att tolerera denna typ av långvariga störningar och ändå upprätthålla sin funktion skiljer sig radikalt mellan olika typer av verksamheter

(från närmast obefintlig till god förmåga). Generellt finns det en avsaknad av denna typ av analyser – dvs. vad är samhällets förmåga att hantera långvariga försörjningstörningar?

Fortsatta behov

För att förbättra motståndskraften för samberoende kritiska infrastrukturer, som grund för upprätthållande av samhällsviktiga funktioner, ur ett tvärsektorielt perspektiv, krävs vidare både praktiskt arbete och forskningsarbete. Fem huvudutmaningar att ta itu med är: (1) nuvarande incitamentsstrukturer och pågående arbete inom försörjningsberedskap bedöms cementera svenska kritiska infrastrukturer i sina befintliga silostrukturer, (2) tidigare händelser har belyst vissa beroenden medan en majoritet är i hög grad utforskade och behäftade med stor osäkerhet, (3) användbara analysmetoder som tydligt kan analysera och belysa effekterna av ömsesidiga beroenden mellan sektorer saknas i hög grad, (4) behov av att skapa en nationell svensk förmåga för analys av tvärsektoriella beroenden, samt (5) ett behov av att analysera och belysa olika samhällsviktiga funktioners förmåga att motstå och återhämta sig från långvariga försörjningstörningar.

Publikationer

Tidskriftsartiklar

1. Sonesson, T. R., Johansson, J., & Cedergren, A. (2021). Governance and interdependencies of critical infrastructures: Exploring mechanisms for cross-sector resilience. *Safety Science*, 142.
2. Arvidsson, B., & Johansson, J. (2023). Flood risk assessments – Exploring maturity and challenges in Sweden. *Journal of Flood Risk Management*, doi.org/10.1111/jfr3.12973.
3. Jamalzadeh, S., Mettenbrink, L., Barker, K., González, A.D., Radhakrishnan, S., Johansson, J., Bessarabovad, E., (2024). Weaponized Disinformation Spread and its Impact on Multi-Commodity Critical Infrastructure Networks. *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 243. <https://doi.org/10.1016/j.res.2023.109819>.
4. Nasr, A., Ivanov, O. L., Björnsson, I., & Johansson, J. (2024). The need for nonuniform risk acceptability across climate change scenarios. *Risk Analysis*. doi.org/10.1111/risa.14293.
5. Rød, B., Johansson, J., (202X). Critical infrastructures – How resilient are they? In review in an international journal.
6. Pursiainen, C., Rød, B., Johansson, J., (202X). The interplay between policy and technology in critical infrastructure: the case of the European Union. To be submitted.

Examensarbeten

7. Hansson, A., (2023). Samhällsresiliens i en geopolitiskt instabil kontext: Samhällsviktiga verksamheters förmåga att hantera långvarig störning i elförsörjning. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
8. Kimblad, E., (2024). Holistic Assessment of Critical Infrastructure Resilience during Disasters (HACIRD) – A case study of the 2023 Kahramanmaraş earthquakes. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
9. Palstam, F., & Tornqvist, S., (2024). Klimatanpassning och försörjningsberedskap – synergier och utmaningar för kritiska infrastrukturer i Sverige. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).

Övriga publikationer

10. Norrman, A. (2023), Risk assessment and mitigation models: ERSC Governance framework. Deliverable Document (D4.1/D8, Work-package 4) in EU-project REMESH – Research Network on Emergency Resources Supply Chain.

Data och GIS för ökad förmåga

Denna inriktning inom CenCIP har fokuserat på data och GIS för ökad förmåga att adressera risker, sårbarheter och konsekvenser på samhälls- och medborgarnivå kopplat till samberoende kritiska infrastrukturer. Här har vi arbetat med att belysa möjligheter och utmaningar samt samlat in data för att möjliggöra analyser inom området. Vi tar ett GIS-perspektiv då vi ser stora möjligheter att utnyttja geodata och kunskap för rumslig analys och inte minst visualisering och kommunikering av resultat i en beslutstödskontext, exempelvis analyser av försörjningsberedskap.

Forskningsresultat

I publikationen [1] genomför vi en granskning av vetenskaplig litteratur (jämförelse av 14 170 artiklar och djupgranskning av 51 artiklar) för att belysa möjligheterna med att förbättra och utveckla kritisk infrastrukturforskning (CI). Detta genom att utnyttja synergier med de två angränsade forsknings-fälten riskstyrning och samverkan (Risk Governance, RG) samt forskning inom geografiska informationsvetenskap (GIScience). Vi finner att gemensamma nämnare för forskning inom fälten CI och GIScience är modellering av naturrisker, användande av nätverksanalys som metod, datahantering och geovisualisering samt inom fälten CI och RG vikten av inkluderingen av sociala, ekonomiska och kulturella dimensioner. I skärningen mellan CI, RG och GIScience finns det relativt begränsat med forskning samtidigt som den är viktig för att kunna möta de komplexa problem som samhället står inför. De övergripande utmaningarna för denna typ av tvärvetenskaplig forskning och praktiska tillämpningar inkluderar harmonisering av koncept [5], hantering av konfidentiella data och inkludering av även icke-tekniska sektorer inom ramen för kritisk infrastrukturforskning. Studien visar att kritisk infrastruktur är ett ungt och växande forskningsfält där influenser från andra forskningsfält kan öka förmågan att ta itu med komplexa samhällsfrågor inom området. Inom inriktningen har vi därmed drivit forskning för att öka den begränsade kunskapsbasen och möta de praktiska utmaningarna i skärningen mellan dessa tre områden.

I ett MSB-uppdrag [6] analyserar och belyser vi både forskningsmässiga och praktiska nationella övergripande behov kopplat till data och metoder för förbättrad kris-hantering. Målsättningen är förbättrad förmåga att hantera samhälleliga kriser och katastrofer genom insamling och användning av relevant data. Här fokuserar vi på empiriska och prediktiva metoder inom områdena katastrofriskreducering, kritisk infrastrukturers resiliens samt geografiska informationssystem (GIS). Exempelvis, är en av fyra prioriteringar för det globala Sendai ramverk för katastrofriskreducering relaterat till insamling och användning av data. Här lyfter vi behovet av och ger rekommendationer kring förbättrad insamling av data för att möta SFDRR och EU:s minimikrav för rapportering, belyser användbara datauppsättningar för katastrofriskhantering, samt databehov och användbara metoder för att hantera

kritiska infrastrukturens motståndskraft, och betydelsen och användbarheten av GIS för att ta itu med dessa frågor. Kopplat till ett MSB-uppdrag [4,7] adresserar vi sedan mer konkret de praktiska utmaningarna med tillgång till data för analys av kritiska infrastrukturer och deras tvärsektoriella beroenden. Här har vi ett fokus på att få till en förbättrad förmåga att på nationell och regional nivå kunna förbättra konsekvensanalyser och kaskadeffekter som kan uppstå i samband med extremhot som inkluderar civila och militära hot. Totalt identifierades och samlades in 108 datamängder i arbetet, varav 49 bedömdes vara relevanta för analyser på nationell nivå, 54 på regional nivå och 37 på lokal nivå. Identifierad och sammanställd data är i högsta grad användbar för ett bredare kris- och totalförsvvarsarbete, även om fokus i rapporten är på extrem nederbörd och skyfall inom ramen för EU:s översvämningsdirektiv. Vidare exemplifieras tre typer av analyser som kan genomföras med datan: 1) identifiering av tvärsektoriella kluster av samhällsviktig verksamhet och kritisk infrastruktur på nationell nivå (sårbara områden), 2) approximativ beroendeanalys av kaskadeffekterna som kan uppstå långt utanför det översvämningsdrabbade området, samt 3) analys av sårbara områden och kaskadeffekter ur ett med detaljerat kritiskt infrastrukturperspektiv. För att jämföra med internationella förhållanden genomfördes också en studie av anpassningsstrategier inför sårbarheter mot kustnära översvämningshot i Valencia i Spanien [9].

Ovan genomlysningar av utmaningar och möjligheter har gett en god vetenskaplig och praktisk kunskapsbas för att utveckla angreppssätt för förbättrad datainsamling och analyser. I [2] presenteras en metod (AB-CEM) vi utvecklat med fokus för användning av offentliga och privata aktörer på regional och lokal nivå för att analysera konsekvenser och kaskadeffekter som kan uppstå i samband med spatiala hot [8]. Denna metodutveckling skedde i nära samverkan med MSB, SCB, Länsstyrelsen i Hallands län, Jönköpings län, Örebro Län samt räddningstjänsten, tekniska förvaltningen och Värnamo energi i Värnamo. Metoden testades även för analys av översvämnings- och värmeböljors påverkan för upprätthållande av samhällsviktiga funktioner i Karlshamns kommun med goda resultat [2].

Fortsatta behov

I koppling till ovan beskrivning framgår att det finns ett stort forskningsbehov av att granska och utveckla användningen av synsätt och metoder inom geografisk informationsvetenskap (GIScience) samt strukturerad tvär-sektoriell datainsamling för att stärka och säkerställa samhällsviktiga funktioner i samband med mer extrema hotbilder i Sverige. Det handlar i grunden om att, på ett vetenskapligt grundat sätt, utöka datainsamling och analysmöjligheter (särskilt avseende tvärsektoriella beroenden), för att bidra till en nationell analysförmåga inom området. Detta genom att utforska hur olika GIS-metoder kan bidra till ökad överblick och på sikt även robusthet och kontinuitet i kritiska infrastrukturer och deras beroenden under extrema hotbilder [5]. Lämpliga forskningsfrågor som kan ställas är 1) På vilket sätt GIS kan fungera som ett effektivt verktyg för analys och kartläggning för att identifiera och visualisera sårbarheter i samhällsviktiga funktioner, vilket möjliggör en bättre förutsägelse och hantering av risker i relation till olika extremhändelser

såsom former av antagonism och gråzonsproblematik. 2) Hur kan implementeringen av GIS-tekniker inom området förbättra totalförsvarets kapacitet att upprätthålla och stärka resiliensen hos dessa kritiska funktioner i samband med extrema hotbilder? I detta finns ett behov av att exemplifiera hur GIS kan utnyttjas för att stärka arbetet med att skapa resilienta samhällsviktiga funktioner och verksamheter, såsom ökad försörjningsberedskap, inom ett utvecklat totalförsvaret. Här behövs en genomgång av såväl forskning och myndighetsrapporter för att få en bild av olika GIS-baserade analyser, scenariomodelleringar och organisatoriska samarbetsstrategier som kan leda till ett mer resiliентt samhälle under extrema hotbilder. Resultaten en sådan forskning syftar inte bara till att berika den akademiska diskussionen kring GIS-användning för att analysera och hantera samhällsviktiga funktioner och verksamheter i kris, utan även till att lämna praktiska rekommendationer till beslutsfattare och praktiker inom totalförsvaret. Genom att förtydliga GIS roll under utmanande hotbilder, ser vi möjligheter att forskningen kan effektivt bidra till utvecklingen av mer robusta och hållbara strategier för att upprätthålla samhällsviktiga funktioner.

Publikationer

Tidskriftsartiklar

1. Arvidsson, B., Johansson, J., & Guldåker, N. (2021). Critical infrastructure, geographical information science and risk governance: A systematic cross-field review. *Reliability Engineering & System Safety*, 213, 107741.
2. Arvidsson, B., Guldåker, N., Johansson, J., (2022). A methodological approach for mapping and analysing cascading effects of flooding events, *International Journal of River Basin Management*, 1–39.
<https://doi.org/10.1080/15715124.2022.2079655>.

Konferensbidrag (peer-reviewed samt abstract)

3. Lindström, J., Rydén Sonesson, T., Johansson, J., Critical infrastructures and Critical Flows – synonymous notions or useful complementary perspectives for breaking silo-structures?, SRA 2021 Annual Meeting, USA, Online, December 5–9, 2021.
4. Johansson, J., Guldåker, N., Hall, O., Arvidsson, B., Erlström, D. (2023). Critical Infrastructure Data for National Flood Risk Management, SRA Europe, June 18–21, 2023, Lund, Sweden.
5. Guldåker, N., Johansson, J., Månsson, P., (2024). GIS för upprätthållande av samhällsviktiga funktioner i samband med väpnad konflikt. Åre Risk Event, Åre, Sweden, 16–18 april 2024.

Övriga publikationer

6. Johansson, J., Månsson, P., (2021). Data and Methods for Disaster and Crisis Management: Empirical and predictive approaches focused on disaster risk management, critical infrastructure resilience & geographic information systems. MSB1972, ISBN: 978-91-7927-271-5.
7. Johansson, J., Guldåker, N., Hall, O., Arvidsson, B., Erlström, D., (2024). Data för identifiering av samhällsviktig verksamhet på nationell nivå vid extrem nederbörd och skyfall, MSB2343, ISBN 978-91-7927-496-2. (Commissioned work, the Swedish Civil Contingency Agency).

Examensarbeten

8. Kronquist, F., (2021). Cascading Effects of Floods – An evaluation of the flood risk maps and management plans produced by the County Administrative Boards, Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson och Björn Arvidsson).
9. Johansson, Carl Ludvig (2023) Flooding Vulnerability and Adaptation Spanish policy relevance in Swedish climate adaptation under RCP 8.5 Conditions Examensarbete inom Kandidatprogrammet för samhällsplanering. Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi, LU (handledare: Nicklas Guldåker).

Effektiv analys av nationella kritiska infrastrukturer

De tidigare två inriktningarna har belyst behovet av ökad tvärssektoriell styrning och samverkan, datatillgång samt analysförmåga. Inom denna inriktning var fokus att bidra till mer effektfulla analyser av nationella kritiska infrastrukturer. Detta genom att utveckla ramverk, angreppssätt och metoder för analys av kritiska infrastrukturers funktion under olika hotbilder och framtidsutvecklingar. En analysförmåga som är grundläggande för att kunna förbättra tvärssektoriell styrning och samverkan samt visa på behov och möjligheter kopplat till data.

Forskningsresultat

Inom inriktningen har vi bland annat beforskat anpassning av kritisk infrastruktur till ett förändrande klimat [12] och i [1] beskriver vi utmaningar och behov kopplat till design av byggd infrastruktur. Detta utgör ett komplicerat problem för designers och utmanar en långvarig tradition för hur infrastrukturer designas där vi utvecklar ett konceptuellt ramverk för att möta detta. I [2] operationaliseras detta ramverk genom att utveckla en riskbaserad multi-kriterier metod för beslutstöd av klimatanpassning av broar. Här utgår vi från två perspektiv: 1) givet en stor uppsättning broar (t.ex. förvaltar Trafikverket ca 21 000 broar), vilka bör prioriteras för klimatanpassning? samt 2) givet en specifik bro, vilka åtgärder är lämpligast och vilken effekt bedöms de få? Metodens tillämpbarhet demonstreras i fallstudier för tre olika potentiella klimaförändringseffekter. Vi har även i mer detalj studerat effekterna av olika typer av klimaförändringars påverkan. I [3] undersöks hur klimaförändringar kan påverka träkonstruktioner och i [10] betongkonstruktioner i Sverige, där vi visar att klimaförändringar kan ha avsevärda negativa effekter för strukturell prestanda och långsiktig tillförlitlighet. I [4] beskrivs en nationell analys av hur klimaförändringar kan påverka samtliga 246 avrinningsområden i Sverige och därigenom underminera brofundament i vattendrag med risk för infrastrukturkollaps. En viktig slutsats är att allvarigare klimatscenario inte alltid är mer kritiska än de med lägre utsläpp, utan är bland annat regionalt betingat. Detta visar vikten av analyser på nationell nivå av klimaförändringarnas påverkan på kritiska infrastruktur och möjliggör en effektiv allokering av resurser för klimatanpassning.

I samverkan med forskare i USA har vi genomfört studier utifrån perspektivet att samberoende kritiska infrastrukturer är attraktiva mål för antagonistiska aktörer, då de presenterar betydande finansiella investeringar och är avgörande för att upprätthålla samhällets grundläggande funktion och värden. Här har vi fokuserat på järnvägssystemet, då det transporterar en mängd olika mer eller mindre samhällskritiska varor (multi-commodity networks). Ett relativt utforskat område, dvs. inte endast hur den övergripande funktionen i ett transportsystem påverkas utan även hur transporten av specifika varor påverkas vid extremhändelser. I [5, 11] analyserar vi det Svenska nationella samberoende elkraft- och järnvägssystemet

och utvecklar en metod för att analysera effekten av attacker och återhämning på ett optimalt vis. En slutsats är att järnvägssystemet är mer sårbart för störningar än elkraftssystemet, vilket gör det till ett mer attraktivt mål för attacker och har ett större skyddsbehov. I [6] utvecklar vi därmed en metod och applicerar den för det för att analyserar vilka komponenter som bör skyddas för att ökad motståndskraft.

I samverkan med ett antal europeiska forskare belyser vi utmaningar och forskningsbehov kopplat till ett framtida mer resilient europeiskt och nordiskt elkraftsystem [7]. Denna kritiska infrastruktur är under omfattande transformation (t.ex. förnybar energi, elektrifiering och digitalisering) och allt mer viktig för upprätthållande av samhällets funktionalitet, som inte minst belysts av tidigare omfattande elavbrott och den pågående energikrisen i Europa. Dessa förändringar inducerar nya sårbarheter och risker som måste hanteras genom nya holistiska och integrerade tillvägagångssätt, både för kunskapsuppbyggnad men speciellt för att kunna ange inriktningen för säkerställelandet av motståndskraftiga samhällen. I [8] genomför vi därmed en omfattande litteraturstudie av forskning kring hur ersättandet av fossila till intermittenta förnybara energikällor transformerar energisystem över hela världen. Här med fokus på hur havsbaserad vindkraft, det produktionsslag som kommer dominera i Europa, är behäftad med stor osäkerhet och de utmaningar som existerar för säkerställande av ett framtida resilient system.

I svensk kontext har vi även i samverkan med aktörer genomfört olika studier kopplat till effektfulla analyser av kritiska infrastrukturer. I [13] genomförs en kartläggning av framtida risker och sårbarheter för elnätbolag och i [14] en analys av leveranssäkerheten för den skånska elförsörjningen utifrån sårbarheter i det nationella transmissionsnätet, där en huvudgripande slutsats är att de i nuläget planerade åtgärderna, fram till 2030, ej är tillräckliga. I [15] studerar vi elektrifiering av vägtransporter och hur det påverkar förmågan att upprätthålla samhällsviktiga transporter. Vidare har analyser av nuvarande resiliens och beredskap avseende beroenden i dricksvattenförsörjning [16] samt status för klimatanpassning av svensk järnväg [17] belyst många brister och behov. Privata aktörer är viktiga för många kritiska infrastrukturer och deras försörjningskedjor. I [18] och [19] studeras hur risk och kontinuitetsarbetet kan förbättras i verkstadsindustrin, och [20] och [21] analyserar företag i livsmedelssektorn

Fortsatta behov

Forskningen inom inriktningen visar tydligt behovet av att integrera den tvärspektoriella forskningen med forskningen inom specifika sektorer och kritiska infrastrukturer för att kunna uppnå en utvecklad effekt av sektorsöverskridande analyser av kritiska infrastrukturer på nationell nivå. Att integrera dessa forskningsdiscipliner finns det därmed ett stort fortsatt behov av för att möta de komplexa praktiska utmaningar som arbetet med totalförsvaret, klimatanpassning och försörjningsberedskap kommer ge upphov till. Ett viktigt steg är att kunna avgöra vilka policyinstrument som är lämpliga att använda för att reglera eller skapa andra incitamentsstrukturer för säkerställandet av både individuella kritiska infrastrukturer

turer såväl som att säkerställa resiliens i det samberoende samhället. I [9] gör vi ett nydanande försök att utforska betydelsen av tvärsektoriell information för effektiv styrning och behov av samverkan kring samberoende kritisk infrastruktur. Resultaten pekar ut att olika policyinstrument behövs utifrån infrastrukturens ingående beroendeförhållande för att uppnå förbättrad övergripande resiliens i det komplexa samberoende samhället.

Publikationer

Tidskriftsartiklar

1. Nasr, A., Ivanov, O., Björnsson, I., Johansson, J., Honfi, D. (2021). Towards a conceptual framework for built infrastructure design in an uncertain climate: Challenges and research needs. *Sustainability*, 13(21), 11827.
2. Nasr, A., Johansson, J., Ivanov, O., Björnsson, I., Honfi, D. (2023). Risk-based multi-criteria decision analysis method for considering the effects of climate change on bridges. *Structure and Infrastructure Engineering*, pp. 1–14.
3. Nasr, A., Niklewski, J., Björnsson, I., Johansson, J., (2022). Probabilistic analysis of climate change impact on fungal decay of timber elements in ground contact and their long-term structural performance. *Wood Material Science & Engineering*, pp. 1–13.
4. [Nasr, A., Björnsson, I., Johansson, J., (2023). National level analysis of the impact of climate change on local scour under bridge piers in Sweden. *Journal of Infrastructure Systems*, 29(2), 05023001.
5. Kuttler, E., Ghorbani-Renani, N., Barker, K., González, A. D., & Johansson, J. (2024). Protection-Interdiction-Restoration for Resilient Multi-Commodity Networks. *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 29, No. 2, 109745.
6. Christensen, M., Barker, K., González, A., Johansson, J., Zio, E. (202X). Balanced Design of Important Components in Multi-Commodity Networks. To be submitted.
7. Johansson, J., Silvast, A., Virtanen, M., Hayez, L., Anvari, M., Hellmann, F., Göteman, M., (202X). Electric Power systems in a changing context – A call for integrating research pathways for to enable resilient societies. To be submitted.
8. Göteman, M., Panteli, M., Rutgerström, A., Hayez, L., Virtanen, M., Anvari, M., Johansson, J., (202X). Resilience of offshore renewable energy systems to extreme metocean conditions: a review. Submitted to *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
9. Arvidsson, B., Johansson, J., (202X). Exploring the importance of cross-sector information for interdependent critical infrastructure governance. To be submitted.

Konferensbidrag (peer-reviewed samt abstract)

10. Nasr, A., Ivanov, O., Johansson, J., Honfi, D., Björnsson, I., Kjellström, E., (2021). Quantitative assessment of the impact of climate change on the creep of concrete structures. ESREL 2021, Angers, France, 19–23 September.
11. Kuttler, E., Barker, K., Johansson, J., (2022). Resilience-Based Tri-Level Optimization for Multi-Commodity Networks, IEEE SIEDS'22, Charlottesville (VA), USA, 28–29 April.

Övriga publikationer

12. Nasr, A., Björnsson, I., Honfi, D., Ivanov, O., Johansson, J., Kjellström, E., (2022). Chapter 10 - Climate change risks and bridge design. In "Adapting the Built Environment for Climate Change: Design Principles for Climate Emergencies", Elsevier.

Examensarbeten

13. Martynova, S., (2022). Kartläggning av framtida risker och sårbarheter inom elnätsbolag – fokus på klimatförändringar och långsiktiga samhällstrender, Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
14. Fransson, E., (2022). Kartläggning och analys av Skånes elförsörjning – Risker och sårbarheter för leveranssäkerheten. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
15. Pålsson, D. & Henley, D., (2023). Designing an Electric Road System – A study on power demand, peak shaving and emergency backup. Avdelningen för Elektroteknik och Automation, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
16. Jungestad, J., (2023). Resiliens och beredskap inom dricksvattenområdet ur ett beroendeperspektiv. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
17. Gersne, P., (2024). Klimatanpassning av svensk järnväg ur ett riskperspektiv Var står vi och är vi på väg? Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Jonas Johansson).
18. Tegström, F. & Nilsson, F. (2021), Evaluation of Business Continuity Management – A case study of disaster recovery during the Covid-19 pandemic. Division of Engineering Logistics, LTH, LU. (handledare Andreas Norrman).
19. Rakshan, A. & Wogen, E. (2023), Improving proactive supply risk management of a large purchasing department. A case study of a global manufacturing company. Division of Engineering Logistics, LTH, LU. (handledare Andreas Norrman).

20. Melin, A. & Ehlers, J. (2021), Development of a Proactive Supply Risk Management Model. A multiple case study in the Swedish agrifood industry. Division of Engineering Logistics, LTH, LU.
(handledare Andreas Norrman).
21. Dahlheim, I. & Myhrman, A. (2023), Developing Guidelines for Proactive Supply Chain Risk Management – A Case Study at IKEA Category Food Logistic Services. Division of Engineering Logistics, LTH, LU.
(examinator Andreas Norrman).

Effektfull risk- och kontinuitetshantering

Detta område har berört tre centrala förutsättningar för arbetet med att upprätthålla samhällsviktiga funktioner på kommunal nivå; 1) hur effekter av åtgärder och risk- och kontinuitetshantering i stort kan analyseras och värderas, 2) hur flera aktörer tillsammans kan bedriva ett framgångsrikt arbete med risk- och kontinuitetshantering, samt 3) hur effekterna av risk- och kontinuitetshantering kan analyseras.

Forskningsresultat

För att kunna skydda viktiga samhällsfunktioner är det viktigt att kunna värdera olika typer av avbrott. I traditionellt kontinuitetshanteringsarbete hanteras detta framför allt genom bedömningar av det som kallas Maximum Tolerable Period of Disruption (MTPD) och Minimum Acceptable Performance Level (MAPL). MTPD utgör en bedömning av den maximala avbrottstiden som en verksamhet kan acceptera och MAPL är den minsta funktionsnivå (% av normal funktion) som en verksamhet kan acceptera. Båda måtten är viktiga men troligtvis får man en mer rättvisande bild av hur allvarlig en störning är om man beaktar båda samtidigt. En viktig fråga man kan ställa är t.ex. om det är värre med ett 100 %-igt avbrott (fullständigt avbrott) i en samhällsviktig funktion som pågår 1 dygn än om avbrottet är 50 %-igt men pågår under 3 dygn? Inom CenCIP2 har vi tagit fram en metod för att hjälpa en verksamhet att analysera och beskriva hur man värderar olika typer av avbrott. Metoden har därefter testats i praktiken i Malmö stad och i Region Skåne [11, 14]. I dessa fall analyserades avbrott med avseende på bortfall i el- och personalförsörjning. Erfarenheterna från testerna indikerar att det är möjligt att tillämpa metoden inom många olika verksamhetstyper och för flera olika typer av påfrestningar. Det framkom dock också att metoden kräver en viss nivå av kunskap hos den som skall använda den, vilket innebär att man bör kombinera användningen med en utbildningsinsats.

Under CenCIP1 initierades ett omfattande arbete med att utveckla en metod för integrerad risk- och kontinuitetshantering i samverkan med Malmö stad. Detta arbete har fortskridit och fördjupats inom ramen för CenCIP2 [1, 4, 6, 8] där vi bl.a. har sett att metoden använts av flertalet kommuner, inkl. flera som inte varit delaktiga i metodutvecklingen. Under CenCIP2 har vi speciellt fokuserat hur kontinuitetshantering för flera aktörer kan kopplas samman i syfte att skapa förutsättningar för att uppnå aktörsgemensamma mål, t.ex. aktörernas gemensamma arbete för att säkerställa de allra viktigaste samhällsfunktionerna i en kommun. Eftersom mycket begränsat med forskning genomförts tidigare på temat, utvecklade vi ett ramverk [6] som beskriver hur flera aktörers kontinuitetshantering kan sammanlänkas. Ramverket beskriver vilken typ av informationsutbyte och gemensamma utgångspunkter som är nödvändiga för att åstadkomma ömsesidig förståelse för förmågor och behov som beroende aktörer har

i förhållande till varandra. En effekt av att använda ramverket är bättre möjligheter att identifiera produkter, processer och resurser som är speciellt kritiska utifrån ett multi-aktörsperspektiv samt en bättre förståelse för brister i och behov av aktörs-gemensamma kontinuitetslösningar.

Den tredje frågeställningen inom detta område handlar om hur man kan analysera framsteg och effekter av risk- och kontinuitetshantering. Denna frågeställning har studerats genom ett flertal studier. En av studierna var inriktad på att förstå vilka framgångsfaktorer och hinder som finns under själva utvecklingen och implementeringen av en metod för integrerad risk- och kontinuitetshantering. Detta undersöktes genom att under metodutvecklingen iterativt utveckla ett metodsteg i taget där varje del i metoden utvärderades och förfinades för att fungera så bra som möjligt i en praktisk kontext, med utgångspunkt i ett antal fördefinierade kriterier [3]. Vi har även genomfört en longitudinell studie där samma enkätfrågor återkommande ställdes till de personer som använde metoden under flera år för att möjliggöra en analys av förändringar i upplevda för- och nackdelar över tid [5]. Ytterligare en fråga kopplad till utvärdering och effekt handlar om vilken nytta man upplever att arbetet med att genomföra risk- och kontinuitetshantering har när det väl inträffar en krishändelse. Detta undersöktes genom att genomföra intervjuer med fokus på den upplevda nyttan av detta arbete under Covid19-pandemin [7]. Slutligen har arbetet kopplat till implementering och utvärdering legat till grund för att ta fram ett mer generellt ramverk kopplat till utvärdering inom ramarna för samhällssäkerhet [2].

Fortsatta behov

De främsta behoven av vidare forskning inom ramen för effektiv och sammankopplad risk- och kontinuitetshantering på kommunal nivå ser vi inom följande områden:

1. Även om CenCIP2 har adresserat hur man kan visa effekter av åtgärder eller risk- och kontinuitetsarbete finns ytterligare behov av utveckling. Speciellt för situationer där många aktörer tillsammans upprätthåller samhällsfunktioner där åtgärder kan få effekter inte bara för den egna aktören utan även för andra.
2. Hur kan arbete med kontinuitetshantering vidareutvecklas för att bli användbart inom ramen för försörjningsberedskap, höjd beredskap och krig? Utgångspunkten för kontinuitetshantering är vardaglig drift där t.ex. acceptabla funktionsnivåer specificeras. Men i extrema situationer, såsom under ett pågående krig, är knappast vardagens funktionskrav vara rimliga att uppnå vilket innebär att metodiken bör justeras och kompletteras för att kunna tillämpas även i dessa situationer. Värdet är dock stort av att aktörer, givet begränsningar i befintliga resurser, ska kunna jobba med liknande metodik över hela hotskalan.

3. Det ramverk för kontinuitetshantering för många aktörer som utvecklats i CenCIP2 behöver konkretiseras och mer praktiskt metodstöd behöver utvecklas och testas i en praktisk kontext. Här kan frågor kopplat till sekretess bli en central utmaning att hantera. Informationsutbyte mellan aktörer behövs för framgångsrikt gemensamt kontinuitetshanteringsarbete men informationsutbytet innebär också större risker i takt med mer kritiskt säkerhetspolitiskt läge. Här behövs strukturer, styrning och incitament för att åstadkomma informationsutbyte och en vilja att arbeta mot gemensamma mål.

Publikationer

Tidskriftsartiklar

1. Hassel, H., & Cedergren, A. (2021). Integrating risk assessment and business impact assessment in the public crisis management sector. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 56, 102136.
2. Hassel, H., & Cedergren, A. (2021). A framework for evaluating societal safety interventions. *Safety science*, 142, 105393.
3. Cedergren, A., & Hassel, H. (2022). Using action design research for developing and implementing a method for risk assessment and continuity management. *Safety science*, 151, 105727.
4. Hassel, H., Cedergren, A., & Tehler, H. (2022). Strategies for aggregating risk information in a societal safety context. *Safety Science*, 149.
5. Cedergren, A., Hassel, H., & Tehler, H. (2022). Tracking the implementation of a risk management process in a public sector organisation – A longitudinal study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 81.
6. Hassel, H & Cedergren, A., (202X). A framework for business continuity management in a multi-actor context. Submitted to *Journal of Contingencies and Crises Management*.

Konferensbidrag (peer-reviewed samt abstract)

7. Cedergren, A., & Hassel, H. (2022). On the Use and Value of Risk Assessment for Strengthening the Response to the Covid-19 Pandemic, ESREL 2022, 28 August – 1 September 2022, Dublin, Ireland. Research Publishing.
8. Cedergren, A. & Hassel, H., (2023). The changing nature of municipal risk assessment – from risk to continuity. SRA Europe, 2023, 18–21 June, Lund, Sweden.

Övriga publikationer

9. Cedergren, A., & Hassel, H. 2021. Addressing structural secrecy as a way of nurturing resilient performance. In C. Nemeth & E. Hollnagel (Eds.), *Advancing Resilient Performance*. Springer.

10. Tehler, H., Cedergren, A., Hassel, H., Johansson, J., (2022). Corona-pandemins kaskadeffekter på lokal och regional nivå med avseende på samhällsviktiga funktioner – Mot ökad motståndskraft, MSB, ISBN: 978-91-7927-224-1.

Examensarbeten

11. Tezera, D. & Bjerre, F., (2023). Att värdera avbrott i samhällsviktiga verksamheter – Studie kring hur verksamheter värderar avbrott av beroenden med avseende på tid och omfattning. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Henrik Tehler).
12. Andersson, V., & Åberg, J., (2023). Länsstyrelsernas regionala risk- och sårbarhetsanalyser: Problem, utmaningar och ny strukturreform, Lunds Tekniska Högskola, Lund. (handledare Alexander Cedergren).
13. Pries, S.-L. (2023). Involving public transport companies in civil protection during a blackout – A feasibility study, Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Henrik Hassel).
14. Bihari, B. & Schreiter, I, (2023). Sjukvårdens kontinuitet – Att säkerställa sjukvårdens funktion och stabilitet. Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, LTH, LU. (handledare Henrik Tehler).

Avslutande ord

CenCIP har bedrivit omfattande forskning, utveckling och kunskapshöjning sedan starten 2015. Detta har beskrivits i två slutrapporter, en för första perioden av CenCIP 2015–2020 och föreliggande rapport för den andra perioden 2021–2024. Centret har därmed bidragit direkt till kunskapsuppbyggnad i Sverige inom området kritiska infrastrukturers resiliens och samhällsviktig verksamhet. Vi har tagit fram forskning av internationell, nationell, regional och kommunal relevans för en mängd olika aktörer på dessa nivåer. Vidare har vi tagit ett all-hots perspektiv med fokus på mer extrema naturhändelser och antagonistiska hot. Detta genom att genomföra beskrivande forskning av nuvarande status, utvecklat metoder, samlat in data och inte minst genomfört analyser av samberoende kritiska infrastrukturers resiliens samt samhällsviktiga verksamheters kontinuitet ur en mängd perspektiv. Sammantaget har vi därmed byggt upp en god kunskapsbas i Sverige som fortsatt kan bidra med vetenskapligt grundad kunskap mot att skapa ett mer resilient samhälle.

I en tid av skiftande samhälls- och geopolitiska säkerhetskontexter är kunskapsuppbyggnaden i CenCIP av hög relevans för att möta framtidens utmaningar. De två övergripande utmaningar, som båda är behäftade med stora osäkerheter, är ett förändrat klimat och uppbyggandet av ett totalförsvar i Sverige. I dessa kontexter har CenCIP lagt en tvärdisciplinär kunskapsgrund inom ramen för kritiska infrastrukturers, försörjningskedjors och samhällsviktiga verksamheters förmåga att förutse händelser, stå emot extrema hot, återhämta sig samt anpassa sig och vidareutvecklas. Detta är inte minst av hög relevans kopplat till en ökad nationell försörjningsberedskap av varor av tjänster som är vitala för upprätthållandet av samhällets grundläggande funktionalitet och säkerhet.

Nedan korta punkter lyfts som speciellt centrala i behov av ökad kunskap och i behov av en ökad förmåga för att möta dessa framtida utmaningar.

- Skapa en nationell tvärsektoriell förmåga för analys av samberoende kritiska infrastrukturer kopplat till försörjningsberedskap.
- Analysera och tydliggöra incitamentsstrukturer och mandat för tvärsektoriell styrning och samverkan för att bryta silo-strukturer.
- Integrera synsätt och metoder inom geografisk informationsvetenskap (GIScience) och kritisk infrastruktur samt strukturerad tvär-sektoriell datainsamling för att stärka och säkerställa samhällsviktiga funktioner.
- Utnyttja, aggregera och integrera sektoriella analyser, angreppsätt och forskning till en tvärsektoriell förmåga.
- Vidareutveckla hur arbete med kontinuitetshantering i kommuner kan bli användbart inom den nya hotkontexten.

Lund, 2024-04-30

Jonas Johansson, Föreståndare CenCIP



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

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

Publikationsnummer MSB2500 – november 2024 ISBN-nummer 978-91-7927-569-3