



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Index över social sårbarhet för klimatrelaterade risker i Sverige

Index över social sårbarhet för klimatrelaterade risker i Sverige

Tidsperiod: sept 2020-jan 2021

Utförare: Karlstads universitet

Ansvarig: Konstantinos Karagiorgos, Jan Haas, Andreas Pettersson, Lars Nyberg

Kort sammanfattning Studien har tagit fram ett sårbarhetsindex på kommunal nivå i Sverige, baserat på 37 socio-ekonomiska variabler. Metoden som utvecklats i USA bygger på statistisk analys (PCA) och visualisering i ett GIS. Resultaten visar på tydliga regionala skillnader för social sårbarhet. Metoden behöver fortsatt utveckling, med studier för att öka förståelsen för vad som skapar sårbarhet i en svensk kontext.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

MSB:s Kontaktpersoner: Susanne Ingvander, 010-2404231, Sara Nordmark, 010-2405274

Tryck: DanagårdLiTHO

Publ. nr: MSB1776 maj 2021

Tidigare utgiven:

ISBN: 978-91-7927-151-0

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

Inledning

Sveriges nationella säkerhetsstrategi identifierar den pågående klimatförändringen som ett av åtta primära hot mot landet och dess innevånare. Det är tydligt att ett förändrat klimat kommer att öka risken för olyckor och kriser i Sverige och att arbetet med att anpassa samhället till ett förändrat klimat är intimt sammankopplat med arbetet att stärka samhällets förmåga att förebygga, motstå och hantera olyckor och kriser. Inriktningen för svensk klimatanpassning, fortsätter säkerhetsstrategin, är att utveckla ett långsiktigt hållbart och robust samhälle som aktivt möter ett förändrat klimat genom att minska sårbarheter och tillvarata möjligheter.

Säkerhetsstrategin visar på den tydliga sammankopplingen mellan policyområdena klimatanpassning, katastrofriskreducering och Agenda 2030 och behovet av ett sammanhållet arbete och strategier inom dessa områden.

Att förstå och mäta hur sårbarheter hos människor och samhället ser ut och vart de finns är centralt i arbetet att förebygga och minska oönskade konsekvenser av potentiellt skadliga händelser, i arbetet med att klimatanpassa samhället och i det bredare arbetet att skapa ett hållbart samhälle. Förståelsen av sårbarhet bör dock gå djupare än identifikationen av olika sårbarheter, den bör snarare adressera de underliggande drivkrafter och orsaker som leder till att människor och samhällen är sårbara.

Studiens syfte

Det här projektet haft den övergripande målsättningen att med en explorativ ansats utforska metodik för att ta fram så kallade sårbarhetsindex för klimatrelaterade risker i Sverige och visualisera dessa genom användande av geografiska informationssystem (GIS).

Bakgrund

Sendairamverket och sociala faktorer bakom olyckor och katastrofer

Sendairamverket för katastrofriskreducering 2015–2030 (Sendairamverket) antogs 2015. Sendairamverkets syfte är att stimulera FN-nationerna att genomföra åtgärder för att minska sårbarheter som kan medverka till att katastrofer uppstår och att öka sin resiliens och förmåga att hantera skadliga situationer som ändå uppstår. Sendairamverket formulerar behovet av att förstå katastrofrisk i alla dess dimensioner av sårbarhet, kapacitet eller förmåga, exponering av personer och tillgångar, egenskaper hos faror och miljön¹.

MSB är den myndighet i Sverige som genom regeringsuppdrag ansvarar för samordning av Sveriges tillämpning av Sendairamverket. När Sendairamverket antogs 2015 påbörjade MSB en process för att utveckla den nationella samverkan/plattformen på området². Myndigheten bildade 2017 en arbetsgrupp³ för naturolyckor med 15 myndigheter, Sveriges kommuner och regioner (SKR) och representanter från länsstyrelserna. Syftet med arbetsgruppen är att samordna arbetet med naturolyckor i Sverige i enlighet med Sendairamverket och att främja en helhetssyn i planeringen för krisberedskap och höjd beredskap i enlighet med förordningen (2015:1052) om krisberedskap och beredskapsansvariga myndigheters åtgärder vid höjd beredskap⁴. MSB bedömer att genomförande av Sendairamverket kommer att bli starkt bidragande till uppfyllande av målen i Agenda 2030⁵.

Sendairamverket bygger tydligt vidare på sin föregångare Hyogoramverket⁶ men tar en mycket bredare ansats i vad som avses med katastrofer. Sendairamverket omfattar små till storskaliga, sällan förekommande till mer frekventa och plötsliga till krypande katastrofer. Det fokuserar på både naturliga och mänskligt skapade faror och relaterade miljömässiga, teknologiska och biologiska faror och risker⁷. Sendairamverket skiftar också fokus från hanteringen av katastrofer till hanteringen av katastrofrisker, eller från hanteringen av skadliga händelser till hanteringen av de underliggande faktorer som resulterar i katastrofrisk⁸.

Ramverket ger vidare exempel på sådana underliggande faktorer som: konsekvenser av fattigdom och ojämlikhet, klimatets förändring och variation, oplanerad och snabb urbanisering samt bristfällig markförvaltning. Ramverket ger också exempel på försvårande faktorer som: demografisk förändring, svaga institutionella arrangemang, icke risk-informerad policy, brist på reglering och incitament för

¹ UNDRR (2015), §23 s.14; UNDRR (2016), (5) ss.4-6

² MSB (2016), Bilaga 1: s.5

³ Arbetsgruppen fortsätter arbetet inom den tidigare: Nationell plattform för naturolyckor

⁴ MSB (2016), Bilaga 1: s.5

⁵ MSB (2016), s.6

⁶ Hyogo Framework for Action (HFA) 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters.

⁷ UNDRR (2015), §15 s.11

⁸ UNDRR (2015) s.5; UNDRR (2016), (5) ss.4-6

privata investeringar i riskreduktion, komplexa distributionskedjor, begränsad tillgång till teknologi, ohållbart användande av naturresurser, utarmade ekosystem samt pandemier och epidemier⁹.

Sendairamverket väljer att inte definiera begreppet sårbarhet utan hänvisar istället till definitionen i Hyogoramverket där sårbarhet förstås som förhållandena som bestäms av fysiska, sociala, ekonomiska och miljömässiga faktorer eller processer, som ökar känsligheten hos ett samhälle för effekterna av faror¹⁰.

Definitionen får senare en mindre uppdatering genom en expertgrupp för indikatorer och terminologi¹¹ där det sårbara subjektet utökas från samhälle till att också innefatta individer, tillgångar och system¹².

Utöver tidigare nämnda exempel på underliggande faktorer bakom katastrofrisk samt förståelsen att sociala faktorer eller processer påverkar sårbarhet går inte ramverket djupare genom att explicit kartlägga specifika sociala faktorer eller processer som ses påverka sårbarhet. Ramverkets §19g efterfrågar dock att specifik uppmärksamhet ges faktorer som kön, ålder och funktionsvariationer i katastrofriskreducering¹³. Vidare tillhandahåller ramverkets tredje prioritet, investeringar i katastrofriskreducering för resiliens, ett antal potentiella kopplingar som kan göras genom relationen mellan sårbarhet och (avsaknad av) resiliens. Denna relation utforskas dock inte närmare i föreliggande rapport. Ramverkets fjärde prioritet, stärkt katastrofberedskap för effektiva akutåtgärder och för att 'bygga tillbaka bättre' i återhämtning, rehabilitering och återuppbyggnad, knyter kapaciteter eller förmågor hos individer, likställdhet, jämställdhet och egenmakt hos marginaliserade grupper till katastrofriskreducering¹⁴.

Klimatförändring, anpassning till förändrade klimatförutsättningar och till ett klimatomställt samhälle

Utsläpps begränsning och omställning av samhället

Parisavtalet antogs av 196 parter inom FN:s klimatkonvention UNFCCC 2015. Parisavtalet är ett juridiskt bindande internationellt avtal med målsättningen att begränsa den globala uppvärmningen genom ekonomisk och social omställning.

EU som helhet har åtagit sig i en gemensam långsiktig klimatstrategi att nå nettonollutsläpp till 2050¹⁵. För Sveriges del slår det klimatpolitiska ramverk som

⁹ UNDRR (2015) (6) s.10

¹⁰ Den engelskspråkiga originaltexten lyder: "The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes, which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards." (UNDRR (2015), fotnot 4 s.10)

¹¹ The open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology, UNDRR (2016b)

¹² Den engelskspråkiga originaltexten lyder: "The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes which increase the susceptibility of an individual, a community, assets or systems to the impacts of hazards.", UNDRR (2016b)

¹³ UNDRR (2015) §19g s.13

¹⁴ UNDRR (2015) §§32-34 ss.21-22

¹⁵ European Union (2020)

riksdagen antog 2017 fast att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Det klimatpolitiska ramverket består av tre delar: klimatmålen, en klimatlag som binder nuvarande och kommande regeringar till klimatmålen och ett klimatpolitiskt råd som ska bistå regeringen i klimatarbetet. I sin helhet innebär omställningen till ett klimatneutralt samhälle en mycket stor ekonomisk och social omställning som också kommer att medföra en förändrad riskbild. Detta uppmärksammas av MSB i myndighetens handlingsplan för klimatanpassning där den förändrade riskbilden ses kunna medföra bland annat ”förskjutning av risker mellan produktions- och distributionspunkter, förskjutning av risker längs våra transportleder samt behov av anpassning av teknik och taktik vid räddningsinsatser”¹⁶

Klimatanpassning

Parisavtalets artikel sju konstaterar att det nuvarande klimatanpassningsbehovet är stort¹⁷ och etablerar som ett globalt mål att stärka anpassningsförmågan och motståndskraften samt att minska sårbarheten för klimatförändringen under den övergripande målsättningen att bidra till hållbar utveckling¹⁸. Klimatanpassning ska ta hänsyn till sårbara grupper, genusperspektiv och lokala och traditionella kunskapsformer¹⁹. Avtalets artikel åtta har fokus på att undvika, minimera och hantera skador och förluster från ogynnsamma klimateffekter såsom extremväder. Artikel åtta kopplar samman klimatanpassning med rollen en hållbar utveckling spelar i att reducera klimatrelaterade risker²⁰.

Under 2013 antog EU-kommissionen unionens strategi för klimatanpassning i vilken medlemsstaterna uppmanas att ta fram nationella klimatanpassningsplaner. Sveriges nationella klimatanpassningsstrategi antogs 2018²¹. Målsättningen med Sveriges klimatanpassning är, menar strategin, att utveckla ett långsiktigt hållbart och robust samhälle som aktivt möter klimatförändringar genom att minska sårbarheter och ta tillvara möjligheter²².

I Sveriges nationella strategi för klimatanpassning identifieras ett antal särskilt angelägna områden²³ för det fortsatta arbetet med klimatanpassning:

- Ras, skred och erosion som hotar samhällen, infrastruktur och företag.
- Översvämningar som hotar samhällen, infrastruktur och företag.
- Höga temperaturer som innebär risker för hälsa och välbefinnande för människor och djur.
- Brist i vattenförsörjningen för enskilda, jordbruk och industri.

¹⁶ MSB (2016), s.19

¹⁷ United Nations (2015), s.9 (Artikel 7.4)

¹⁸ United Nations (2015), s.9 (Artikel 7.1)

¹⁹ United Nations (2015), s.9 (Artikel 7.5)

²⁰ United Nations (2015), s.12 (Artikel 8.1)

²¹ Prop. 2017/18:163 (2017)

²² Prop. 2017/18:163 (2017), s.62 (9.1)

²³ Prop. 2017/18:163 (2017), §6.4 s.44

- Biologiska och ekologiska effekter som påverkar en hållbar utveckling.
- Påverkan på inhemsk och internationell livsmedelsproduktion och handel.
- Ökad förekomst av skadegörare, sjukdomar och invasiva främmande arter som påverkar människor, djur och växter.

Det fortsatta arbetet med Sveriges nationella klimatanpassning regleras genom Förordningen om myndigheters klimatanpassningsarbete²⁴. Förordningen trädde i kraft den 1 januari 2019. Enligt förordningen har Sveriges länsstyrelser och myndigheterna som berörs av förordningen skyldighet att initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning. Myndigheternas klimatanpassningsarbete ska utgå ifrån en klimat- och sårbarhetsanalys över hur verksamheten påverkas i ett förändrat klimat. Mål för arbetet och handlingsplan ska tas fram och myndigheterna skall årligen rapportera sitt klimatanpassningsarbete till SMHI.

I MSB:s redovisning av sitt klimatanpassningsarbete prioriteras fyra typer av utmaningar i ett förändrat klimat:

1. Ras, skred och erosion
2. Översvämningar
3. Storm
4. Vegetationsbrand

Dessa fyra ses som de viktigaste utmaningarna inom myndighetens ansvarsområde. Utöver detta fokuserar, som nämnts tidigare, MSB också på den förändrade riskbild som föranleds av ett klimatomställt samhälle.

Hållbar utveckling och Agenda 2030

Agenda 2030, som antogs 2015 av världens stats- och regeringschefer, bygger vidare på arbetet med millenniemålen och i och med antagandet har världens länder åtagit sig att från 2016 fram till år 2030 leda världen mot en hållbar och rättvis framtid. Agenda 2030 innehåller 17 globala mål och 169 delmål som syftar till att ”avskaffa fattigdom och hunger överallt, bekämpa ojämlikheter inom och mellan länder, bygga fredliga, rättvisa och inkluderande samhällen, skydda mänskliga rättigheter och främja jämställdhet och egenmakt för kvinnor och flickor samt uppnå varaktigt skydd för planeten och dess naturresurser”²⁵.

Agendan slår bland annat fast att: ”Människor som är sårbara måste ges egenmakt. De vars behov återspeglas i agendan inbegriper: alla barn, ungdomar, personer med funktionsnedsättning (varav mer än 80 procent lever i fattigdom), människor som lever med hiv/aids, äldre personer, ursprungsfolk, flyktingar och internflyktingar samt migranter”²⁶.

²⁴ SFS (2018:1428)

²⁵ Regeringskansliet, u.å., s.3 (p.3)

²⁶ Regeringskansliet, u.å., s.6 (p.23)

I Sverige gavs MSB, i likhet med ett antal andra svenska myndigheter, uppdraget av regeringen²⁷ att redogöra för vilka mål och delmål i Agenda 2030 som myndighetens verksamhet har störst inverkan på²⁸. I sitt svar pekar myndigheten på flera kopplingar till ramverkets mål. Starkast kopplingar ses till delmålen 1.5, 11.5, 11.b och 13.1–3.

*Till 2030 bygga upp motståndskraften hos de fattiga och människor i utsatta situationer och minska deras utsatthet och sårbarhet för extrema klimatrelaterade händelser och andra ekonomiska, sociala och miljömässiga chocker och katastrofer. **Delmål 1.5***

Delmål 1.5 har ett tydligt fokus på sårbarhet och speciellt människor med hög social sårbarhet. Delmålet belyser också den tydliga kopplingen mellan katastrofriskreduktion och Sendairamverket med hållbar utveckling. MSB ser här att de förebyggande åtgärder mot olyckor, det skydd av samhällsviktig verksamhet och hanteringen av olyckor, kriser och katastrofer som utförs som del av myndighetens uppdrag minskar risken för, och konsekvenserna av, olyckor och kriser vilket också gynnar utsatta grupper²⁹. Sårbarheter och förmågor, fortsätter myndigheten, analyseras och sammanställs årligen i nationella risk- och förmågebedömningar och i analyserna ses motståndskraften och riskmedvetenheten hos individen som viktiga inslag³⁰.

*Till 2030 väsentligt minska antalet dödsfall och antalet människor som drabbas av katastrofer, inklusive vattenrelaterade katastrofer. Även tillse att de direkta ekonomiska förlusterna till följd av sådana katastrofer, i form av lägre global BNP, minskar väsentligt. Särskilt fokus bör ligga på att skydda de fattiga och människor i utsatta situationer. **Delmål 11.5***

Delmål 11.5 handlar om de direkta konsekvenserna av katastrofer. Även här ligger fokus på utsatta grupper, människor med hög social sårbarhet. MSB ser också här att åtgärder som utförs i enlighet med myndighetens uppdrag före, under och efter olyckor och kriser inverkar positivt på delmålet. Analys av ekonomiska konsekvenser och orsakerna till dessa ingår i analysarbetet kopplat till de nationella risk- och förmågebedömningarna, menar man³¹. Då det gäller vattenrelaterade katastrofer ansvarar myndigheten också för genomförandet av översvämningdirektivet, med syftet att minska negativa konsekvenser av översvämningar.

I regeringsuppdraget om Agenda 2030 uppdrogs även MSB att redogöra för relationen mellan Sendairamverket och agendan³². Sendairamverkets fokus på faktorer och processer i underliggande katastrofrisk sammanfaller till hög grad med målen för Agenda 2030 och arbetet under Sendairamverket med reducering av social sårbarhet föranledd av sociala ojämlikheter, stärkt skydd av sårbara grupper och

²⁷ Regeringskansliet (2016)

²⁸ MSB (2016), s. 1

²⁹ MSB (2016), Bilaga 1: s. 1

³⁰ MSB (2016), Bilaga 1: s. 2

³¹ MSB (2016), Bilaga 1: s. 4

³² MSB (2016), s. 1

skapandet av säkrare samhällen kommer att vara starkt bidragande till uppfyllandet av Agenda 2030.

Sårbarhet

Sårbarhetsbegreppet

Sårbarhet är ett centralt vetenskapligt begrepp för förståelsen av känslighet (eng: susceptibility) för skada, utsatthet för både fysiska och sociala system och för att styra normativa analyser av åtgärder avsedda att reducera risker³³.

Begreppet sårbarhet används på många olika sätt i olika vetenskapliga sammanhang. Det vetenskapliga användandet av sårbarhet har sina rötter i geografi och inom forskning om naturligt förekommande hot³⁴ men numer är termen ett centralt begrepp inom en mängd olika forskningsfält såsom: ekologi, folkhälsa, utvecklingsforskning, hållbar utveckling, markanvändning, och klimatförändring och klimatanpassning³⁵.

Olika förståelser och synsätt som innefattar sårbarhet, hot och risk har lett till utvecklingen av en rad konceptuella ramverk och modeller för att beskriva interaktionen mellan dessa begrepp inom sårbarhetsforskningen.

Under de senaste decennierna har det funnits ett stort intresse inom naturolycksområdet för kopplingen mellan olyckor, katastrofer och utveckling vilket medfört att sårbarheter har konceptualiserats på olika sätt. Sårbarhet för naturligt förekommande hot avser en potentiell förlust³⁶. Sårbarhet kan avse *strukturell sårbarhet* hos byggnader och infrastruktur, *biofysisk sårbarhet* vid fysisk exponering av individer och platser för naturligt förekommande händelser och *social sårbarhet* som beskriver känslighet baserad på sociala, ekonomiska och politiska faktorer eller processer³⁷.

Såsom begreppet används inom samhällsvetenskaperna beskriver sårbarhet vanligen ett tillstånd hos människor och grupper snarare än hos fysiska strukturer, ekonomier eller geografiska regioner³⁸. Sårbarhet varierar över både det sociala och geografiska rummet³⁹. Det sociala rummet avser här vem som är sårbar, vilket avgörs av ekonomiska, politiska och institutionella kapaciteter hos människor vid en specifik tid och plats⁴⁰. Som kontrast avser det geografiska rummet platsen där människor är sårbara⁴¹.

Definitioner av sårbarhet för hot inkluderar ofta komponenterna: exponering (eng: exposure), känslighet (eng: susceptibility) samt förmåga (eng: capacity) som antingen kan innehas eller vinnas genom anpassning. Exponeringen är graden till vilken sårbarheter och den tidsrumsliga utbredningen av ett hot korsas. Känsligheten är

³³ Adger (2006)

³⁴ White (1945)

³⁵ Chambers (1989); Wisner et al. (2004); Füssel (2007); Birkmann et al. (2013)

³⁶ Cutter et al. (2003)

³⁷ O'Keefe (1976); Cutter (1996)

³⁸ Wisner et al. (2004)

³⁹ Liverman (1990); Bohle et al. (1994); Cutter (1996)

⁴⁰ Bohle et al. (1994); Wisner et al. (2004)

⁴¹ Cutter (1996)

benägenheten hos exponerade värden att ta skada från händelsen och förmågan avser den inneboende förmågan hos exponerade och skadebenägna värden att tåla och hantera hotets negativa effekter.

IPCC⁴² beskriver sårbarhet som “The propensity or predisposition to be adversely affected. Vulnerability encompasses a variety of concepts and elements including sensitivity or susceptibility to harm and lack of capacity to cope and adapt”

Social sårbarhet är ett sammansatt begrepp som används inom många olika discipliner och med olika innebörd men där fokus ofta ligger på förklaringar bakom den sociala sårbarheten. Nyckelparametrarna inom forskning om social sårbarhet relaterar till påfrestningen som människor och grupper exponeras för, dessas känslighet och kapacitet eller förmåga⁴³.

Social sårbarhet innefattar känsligheten hos sociala grupper eller samhället i stort för potentiell förlust (strukturell eller icke-strukturell) från hot och katastrofer. Den har tydligt rumsligt utfall och varierar över tid⁴⁴. Social sårbarhet är svår att kvantifiera, huvudsakligen för att den innefattar människors liv, egendom eller andra exponerade tillgångar, och hur dessa utsätts för händelser i naturen eller samhället⁴⁵. Social sårbarhet beskrivs mestadels som specifika sociala skillnader eller ojämlikheter inför olika hot⁴⁶. Orsakerna till social sårbarhet förklaras av bakomliggande sociala förhållanden som kan ses separata från det utlösande hotet eller katastrofhändelsen⁴⁷. I linje med denna förståelse fokuserar empirisk forskning på den ojämlika exponeringen av olika grupper i katastrofer eller olyckor samt på de ojämlika kapaciteterna eller förmågorna hos grupper att förutse, hantera och återhämta sig från effekterna av ett hot eller en fara⁴⁸.

Ramverk för sårbarhet

Konceptualiseringen av sårbarhet varierar som synes över vetenskapsdomäner och har också utvecklats över tid, exempel är risk-hazard ramverket utvecklat av White⁴⁹, ansatser från politisk ekologi såsom Pressure and Release-modellen utvecklad av Wisner et al.⁵⁰, eller Hazards of Place-modellen utvecklad av Cutter⁵¹.

Inom risk-hazard ramverket definieras sårbarhet normalt som potentialen för förlust eller andra ogynnsamma effekter. Inom risk-hazard domänen sker sårbarhetsbedömningar normalt genom en serie analyser som går från karaktärisering av katastrofhändelse via exponering och bedömning av känslighet till konsekvenser till potentiella åtgärder.

⁴² IPCC (2014), 151 s.5

⁴³ Adger (2006)

⁴⁴ Cutter (1996), s.530

⁴⁵ Wisner et al. (2004): s.11 “involves a combination that determine the degree to which someone’s life, livelihood, property and other exposed assets are put at risk by a discrete and identifiable event in nature or in society”

⁴⁶ O’Keefe et al. (1976); Kuhlicke et al. (2011)

⁴⁷ Cutter (1996), s.534

⁴⁸ Fielding & Burningham (2005); Kuhlicke et al. (2011)

⁴⁹ White (1945)

⁵⁰ Wisner et al. (2004)

⁵¹ Cutter (1996)

Samhällsvetenskaplig forskning inom risk-hazard domänen har bland annat tagit upp frågor om varför människor bor i farliga områden, vilka faktorer som påverkar hur människor anpassar sig till olika hot och hur människors riskuppfattning påverkar deras beteende (White, 1973). Detta ledde till förståelsen att sociala val kan avgöra om en händelse utvecklas till en katastrof eller inte. Det gav också upphov till begreppet sårbarhet som potentiell förlust, och sättet att kartlägga människors exponering för faror. Med tiden ledde kritik av risk-hazardparadigmet till en förskjutning i perspektiv från naturliga händelser till mänsklig sårbarhet som grundorsaken till katastrofer (Kasperson et al. 2001; Liverman, 1990; O'Keefe et al. 1976; Wisner et al., 2004). Detta har vidare lett till att man idag väljer att tala om katastrofer snarare än om naturkatastrofer.

Perspektivet om social sårbarhet har sina rötter inom områdena politisk ekonomi och politisk ekologi. Blaikie et al. (1994) såg social sårbarhet som en interaktion mellan natur och samhälle men i Pressure-and-Release modellen (PAR) vände de på perspektivet, från att naturhändelser verkar på människor, till att det är sociala system och maktfördelning som producerar katastrofer. I PAR-modellen understryks att man måste "behålla termen sårbarhet endast för människor" (Wisner et al., 2004, s. 55). Kulturella, ekonomiska, politiska och sociala faktorer är grundorsaken till osäkra förhållandena i det normala livet, där vissa människor är mer känsliga för ett hot än andra (Wisner et al., 2004).

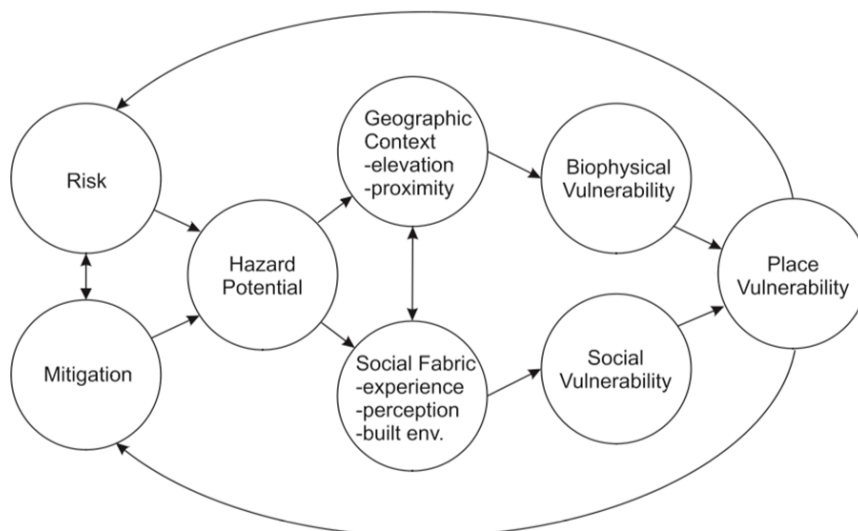
I avsaknaden av en entydig och vedertagen definition av sårbarhet i litteraturen föreslog Cutter⁵² 1996 modellen plats-baserade hot (eng: Hazards of Place, HOP). HOP-modellen (Figur 1) införlivar biofysisk sårbarhet, baserad på läget av exponerade platser eller människor och den sociala sårbarheten hos människor på en specifik plats⁵³.

Den teoretiska skillnaden från PAR-modellen är dock att i HOP-modellen anses fysiska platser sårbara på grund av exponeringen för en potentiell fara.

⁵² Cutter (1996), s.536

⁵³ "Vulnerability is the likelihood that an individual or group will be exposed to and adversely affected by a hazard. It is the interaction of the hazards of place (risk and mitigation) with the social profile of communities." Cutter (1996)

Figur 1. HOP-modellen. I modellen utgörs den platsbaserade sårbarheten av social sårbarhet i kombination med biofysisk sårbarhet.



Med utgångspunkt i HOP-modellen etablerade Cutter, Mitchell och Scott en modell för social sårbarhet genom interaktionen mellan socioekonomisk och biofysisk sårbarhet: the Social Vulnerability Index (SoVI®) for the United States⁵⁴. SoVI kombinerar socio-ekonomisk karaktäristik såsom ålder, genus, etnicitet och bostadsvillkor. Modellen utvecklades för att göra rumsliga analyser av interaktioner mellan socio-ekonomiska faktorer och biofysiska sårbarheter. Cutter och Morath⁵⁵ underströk att SoVI-indexet inte skall ses som ett absolut värde, snarare är intentionen med dess sammansatta värde att ge beslutsfattare ett sätt att identifiera breda rumsliga mönster av sårbarhet.

Social Vulnerability Index SoVI® for the United States

Ett av de mest välanvända ramverken för sårbarhetsindex är det Nordamerikanska SoVI-ramverket. SoVI kan beskrivas som ett ramverk, en metodik och ett index. SoVI mäter social sårbarhet för miljömässiga hot och har tagits fram vid University of South Carolinas Hazards and Vulnerability Research Institute (HVRI)⁵⁶ av geografen Susan L. Cutter med kollegor.

Den senaste versionen av SoVI-indexet (2010-14) används av USA:s Federal Emergency Management Agency (FEMA) i myndighetens National Risk Index (NRI)⁵⁷ - ett onlineverktyg för att visualisera risker kopplade till 18 olika typer av naturligt förekommande hot, på county- och census tract-nivå i USA⁵⁸ (Figur 2).

⁵⁴ Cutter, Boruff & Shirley (2003)

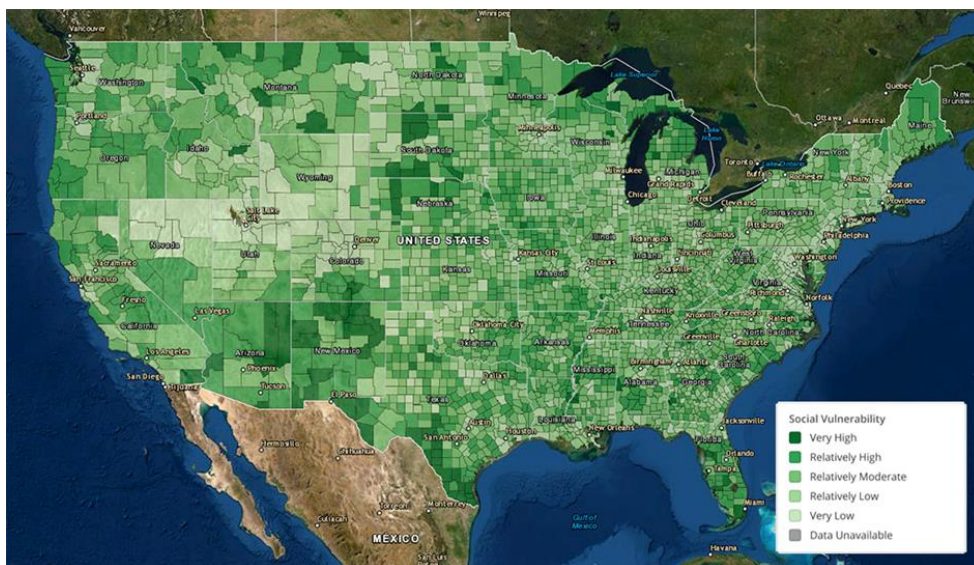
⁵⁵ Cutter & Morath (2013)

⁵⁶ HVRI:s webbsidor om SoVI innehåller information om ramverket, dess utveckling och variabler. Tillgänglig [2020-12-15] genom: <https://artsandsciences.sc.edu/geog/hvri/sovi%C2%AE-0>

⁵⁷ FEMA:s National Risk Index, Tillgängligt [2020-12-15] genom: <https://www.fema.gov/flood-maps/products-tools/national-risk-index>

⁵⁸ FEMA (2020)

Figur 2. Visualisering av social sårbarhet på county-nivå i USA med FEMA:s online-verktyg National Risk Index. Bilden har efterbehandlats genom att en legend lagts in i bilden.



Social sårbarhet ses i SoVI-ramverket som en produkt av sociala ojämlikheter – dvs. sociala faktorer som påverkar eller formar känsligheten i olika grupper att komma till skada och också formar gruppernas förmåga att skydda sig vid inträffade händelser. SoVI inkluderar också ojämlikheter mellan platser, dvs. egenskaper hos samhällen och den byggda miljön som bidrar till att forma den sociala sårbarheten på olika sätt på olika platser. Synen på social sårbarhet som tätt sammankopplad med plats bygger på en av Cutter tidigare utvecklad konceptuell modell - Hazards of Place Model of Vulnerability (HOP)⁵⁹. SoVI fokuserar dock enbart på modellens komponent för social sårbarhet, oberoende av hot.

Den ursprungliga SoVI-metodik publicerades i en vetenskaplig artikel 2003 tillsammans med ett index för social sårbarhet på county-nivå i USA byggt på ett antal variabler från 1990 års folkräkning⁶⁰. Faktorer som anses påverka social sårbarhet identifierades genom en litteraturstudie.

Cutter et al. menade här att det råder stor konsensus inom samhällsvetenskapen om flera av de huvudsakliga faktorer som påverkar social sårbarhet. Författarna inkluderade följande faktorer: brist på åtkomst av resurser (inklusive information, kunskap och teknologi); begränsad åtkomst till politisk makt och representation; socialt kapital, inkluderade sociala nätverk och kopplingar; trosuppfattningar och traditioner; byggnadsbestånd och ålder; utsatta och fysiskt sårbara individer och typ och densitet av infrastruktur och försörjningskedjor (eng: lifelines). Det kan dock lätt uppstå oenigheter i valet av specifika variabler som representerar dessa bredare dimensioner på sårbarhet⁶¹.

⁵⁹ Cutter (1996)

⁶⁰ Cutter et al. (2003)

⁶¹ Cutter et al. (2003), s.245

Enligt Cutter et al. samlades mer än 250 variabler in. Efter statistiska test behölls 42 oberoende variabler och dessa delades genom principalkomponentanalys in i 11 sammansatta faktorer (Tabell 1) som i det ursprungliga SoVI ramverket fick beskriva social sårbarhet⁶². Varje ingående variabel bedömdes antingen öka eller minska sårbarheten i sin faktor och varje faktor sågs som likvärdig i sammanvägningen av faktorer i indexvärdet för varje county.

Tabell 1. Faktorer beskrivande social sårbarhet. Egen efter Cutter et al. 2003.

| Sammansatt factor | Dominant variabel |
|--------------------------------------|---|
| 1. Personal wealth | Per capita income |
| 2. Age | Median age |
| 3. Density of the built environment | Number of commercial establishments per square mile |
| 4. Single-sector economic dependence | Percentage employed in extractive industries |
| 5. Housing stock and tenancy | Percentage housing units that are mobile homes |
| 6. Race – African American | Percentage African American population |
| 7. Ethnicity – Hispanic | Percentage Hispanic population |
| 8. Ethnicity – Native American | Percentage Native American population |
| 9. Race – Asian | Percentage Asian population |
| 10. Occupation | Percentage employed in service occupations |
| 11. Infrastructure dependence | Percentage employed in communication and public utilities |

SoVI-metodiken har vidareutvecklats av Borden et al.⁶³ i en artikel som handlar om relativ sårbarhet i urbana områden i USA. Borden et al. tillför ett index för sårbarheter i den byggda miljön, built environment vulnerability (BEVI), och ett index för sårbarhet för hotet, hazard vulnerability (HazVI). Genom att tillföra ett index för sårbarheter i den byggda miljön anammar Borden et al. mer fullständigt den konceptuella modellen för plats-baserad sårbarhet och de två indexen får tillsammans med original-indexet för social sårbarhet utgöra vad som också i artikeln benämns plats-baserad sårbarhet, place vulnerability (PVI).

HazVI tillförs för att mäta bidraget till sårbarhet från den historiska frekvensen av inträffade händelser och effekterna av dessa. På så sätt låter Borden et al. begreppet sårbarhet flytta närmare att också innefatta exponering för hot. Synen på sårbarhet som ett integrerat koncept (eng: integrated vulnerability) som utgörs av exponering, känslighet och förmåga är vanligt förekommande inom forskning om klimatanpassning.

Anpassning av SoVI-metodologin till en nordisk kontext

SoVI-metodologin har använts för en rad olika platser, på olika nivåer och i olika kontext globalt. I Norden har Holand et al. (2011) överfört och anpassat SoVI-metodologin till en norsk kontext för norska kommuner och Rød et al. (2012)

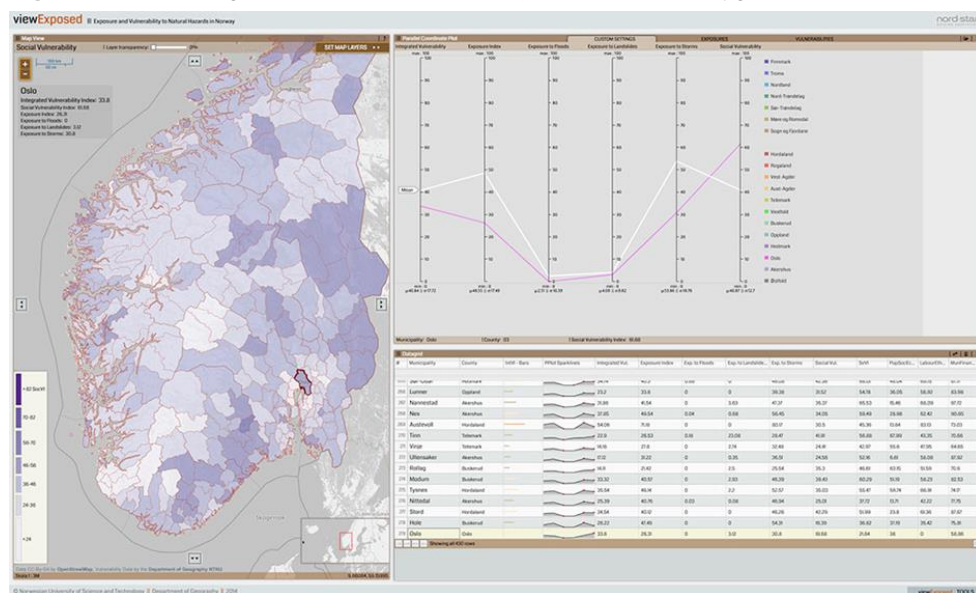
⁶² Cutter et al. (2003) ss.249-251

⁶³ Borden, et al. (2007)

använder SoVI som metodologiskt ramverk i en studie på inomkommunal nivå i den norska regionen Trøndelag. Studierna har genomförts som delar av projektet Nordic Strategic Adaptation Research (NORD-STAR), en forskningssamverkan mellan aktörer från Danmark, Sverige, Norge, Finland och Island, som drevs mellan åren 2011–2015.

Ett av projektets resultat är ett webbverktyg: viewExposed⁶⁴, vilket låter användarna visualisera bland annat social sårbarhet på kommunnivå i Norge (Figur 3).

Figur 3. Visualisering av social sårbarhet med hjälp av online-verktyget viewExposed.



Holand et al. (2011) kartlägger i sin artikel social sårbarhet som sammansatt av de två delarna socio-ekonomisk sårbarhet (SeVI) och sårbarheter i den byggda miljön (BEVI) i linje med HOP-modellen och vidareutvecklingen av Cutter et al.s SoVI genom Borden et al.

Studien anges vara det första omfattande försöket att kvantifiera sårbarhet på kommunal nivå i Norge och är också, såvitt vi kunnat identifiera, den första studien som använder sig av SoVI-metodiken i en nordisk kontext.

Genom sitt BEVI-index inför Holand et al. faktorer som speglar den isolering och de långa avstånd som karakteriserar många norska kommuner⁶⁵. Holand et al. (2011) berör också att sårbarheter som uppkommer till följd av låg social status, åtminstone till viss del, kan motverkas genom Norges starka välfärdssystem⁶⁶, samt att nordiska länder är bland de med högst nivåer av jämställdhet och att jämställdhet i Holand et al. (2011) ses som en faktor som minskar sårbarhet⁶⁷.

⁶⁴ <http://folk.ntnu.no/opach/tools/viewexposed/> [Tillgänglig 2020-12-15]

⁶⁵ Holand et al. (2011), s.13.

⁶⁶ Holand et al. (2011), s.4

⁶⁷ Se även Holand & Lujala (2013), ss. 317-319 som utvecklar resonemanget kring genus, befolkningstillväxt, socioekonomisk status och den byggda miljön i anpassningen av SoVI till en norsk kontext.

Studiens resulterande index uppvisar stora regionala skillnader både för socioekonomisk sårbarhet och sårbarheter i den byggda miljön. Mönstren i de båda indexen följer dock inte varandra. Holand et al. (2011) noterar att kommuner med höga nivåer socioekonomisk sårbarhet klustrar i deras studie men att faktorer bakom sårbarheten varierar även inom sådana kluster vilket motiverar fördjupade studier⁶⁸. Potentialen för de framtagna och visualiserade indexen att agera underlag för sådana fördjupade studier ser Holand et al. som ett av de viktigaste resultaten med sin studie då olika användning av sårbarhetskonceptet kan medföra mycket olika forskningsresultat men där kontrasterande resultat bör ses som komplement som motiverar fördjupade studier snarare än motsägelser⁶⁹.

(Se även bilaga I för bakomliggande faktorer och variabler för indexen i Holands studie).

I en komplementstudie beskriver Holand & Lujala (2013) närmare metodiken bakom två olika typer av index för social sårbarhet, ett som skapas genom att replikera SoVI-metodiken i möjligaste mån rakt av och använda den i Norge och ett index där metodiken anpassas till sociala skillnader och datatillgång i Norge jämfört med USA. Författarnas målsättning är här att närmare undersöka förmågan hos ett sårbarhetsindex utvecklat i ett land att också representera social sårbarhet i ett annat land. Författarna finner här endast en begränsad överensstämmelse mellan de båda indexen med slutsatsen att sårbarhetsindex från en specifik kontext bör anpassas snarare än att replikeras för användande i en annan kontext.

Holand & Lujala (2013) föreslår här en trestegsprocess vid anpassning av SoVI till en annan kontext⁷⁰:

- Konceptuell anpassning. Revidera konceptualiseringen av faktorer som påverkar social sårbarhet i den nya kontexten, genom litteraturstudie.
- Teknisk anpassning. Undersök datatillgång och andra tekniska aspekter.
- Geografisk anpassning. Utvärdera skalor och andra geografiska faktorer som kan påverka sårbarhetsbedömningen.

I en tredje studie av Holand (2015) undersöker denne sårbarheter för försörjningskedjor (eng. lifelines) kopplat till index för social sårbarhet. Området är i hög grad relevant för vidareutveckling av sårbarhetsindex i Sverige, exempelvis genom sammankoppling av social sårbarhet och kritiska samhällsfunktioner men faller dock utanför de tidsmässiga ramarna för föreliggande studie.⁷¹

Rød et al. (2012) använder Cutters SoVI och anpassningarna gjorda av Holand et al. (2011) och Holand & Lujala (2013)⁷² som metodologiskt ramverk i en studie av den inomkommunala nivån ”wards” i den norska regionen Trøndelag i centrala Norge. I sin studie integrerar Rød et al. social sårbarhet med tre typer av hotspecifik

⁶⁸ Holand et al. (2011), s.13

⁶⁹ Holand et al (2011), ss.13-14

⁷⁰ Holand & Lujala (2013), s.322

⁷¹ Holand (2015)

⁷² Holand & Lujala (2013) var inte publicerad vid publiceringen av denna artikel men

”fysisk sårbarhet” (physical vulnerability) definierad som människor exponerade för specifika hot, i Rød et al. översvämningar, jordskred och lerskred⁷³.

Studien berör flera viktiga aspekter kopplat till sårbarhetsindex med högre geografisk upplösning, exempelvis integritetsfrågor och etiska ställningstaganden som uppstår när man börjar kartlägga mindre geografiska områden⁷⁴. Rød et al. diskuterar också och ger exempel på scenarier för social utveckling för att fånga hur sårbarhetsmönster kan förändras och se ut i framtiden⁷⁵.

(Se även bilaga I för bakomliggande variabler för social sårbarhet i studien av Rød et al.).

Social sårbarhet i Sverige

Sverige har begränsade socioekonomiska skillnader relativt många andra länder. Skillnader existerar dock och det är rimligt att dessa påverkar sårbarheterna hos människor, grupper och samfälligheter i Sverige på olika sätt. I Sveriges nationella säkerhetsstrategi framhålls också att den sociala förändringstakten i Sverige idag, på gott och ont, är högre än någonsin tidigare⁷⁶.

Vi har inte lyckats lokalisera någon anpassning av SoVI-metodiken i en svensk kontext, men vi finner det dock rimligt att anta att de anpassningar som gjorts i en norsk kontext kan vara relevanta till en högre grad än den ursprungliga metodiken som tagits fram för USA, även i Sverige.

Tabell 2. Exempel på söktermer och antal träffar i artikelsökningar i forskningsdatabasen Scopus 2020-11-16.

| Sökterm | Dokument |
|--|----------|
| TITLE-ABS-KEY (swed* AND "SoVI") | 0 |
| TITLE-ABS-KEY (swed* AND "social vulnerability") | 15 |
| TITLE-ABS-KEY (vulnerab* AND map* AND swed*) | 57 |
| TITLE-ABS-KEY (swed* AND vulnerab* AND soci*) | 863 |
| TITLE-ABS-KEY (swed* AND vulnerab* AND soci* AND (flood* OR rain* OR heatwave* OR *fire* OR *storm* OR landslide OR mudslide)) | 35 |

Vi har lokaliserat ett fåtal vetenskapliga studier om social sårbarhet i relation till naturhändelser eller klimatrelaterade risker i Sverige som redovisas nedan samt ett mindre antal artiklar som berör sårbara grupper, framför allt äldre, kopplat till naturhändelser i Sverige samt ett mindre antal studier inom det bredare fältet forskning om klimatanpassning som också berör sociala faktorer eller social sårbarhet. Slutligen berörs ett par aktuella studier som behandlat social sårbarhet kopplat till den pågående Covid-19 pandemin.

⁷³ Rød et al. (2013)

⁷⁴ Rød et al. (2013), s.703

⁷⁵ Rød et al. (2013), ss.708-710

⁷⁶ Statsrådsberedningen (2017), s.10

I en studie av Jonsson et al. (2012) genomfördes en analys av hur socio-ekonomiska faktorer påverkade sårbarhet för översvämning i Göteborgs och Lilla Edets kommuner. Studien som har sin teoretiska grund i dubbel exponering (eng: Double Exposure) från processerna klimatförändring och globalisering identifierar sju socioekonomiska faktorer som av författarna ses formar institutionell och organisatorisk sårbarhet för, och hantering av, klimatförändring på den kommunala nivån⁷⁷.

I en studie av Jonsson & Lundgren (2015) undersöks hur social sårbarhet för värmeböljor i en urban kontext uppfattas av kommunala behovsägare i Sverige. I deras studie fick fem fokusgrupper bestående av de sårbara själva (äldre) samt kommunala tjänstemän konstruera ett antal fiktiva sårbara individer/karaktärer genom användandet av ett kortspel om sårbarhetsfaktorer baserat på sårbarhetslitteraturen. De konstruerade personerna användes sedan för att diskutera drivande faktorer bakom sårbarhet. Jonsson & Lundgrens studie belyser att det finns en substantiell mängd lokal kunskap och drivkrafter bakom sårbarhet och kopplingar mellan sociala faktorer och sårbarhet. Deltagarna relaterade två faktorer: social isolering eller att leva ensam samt att ha dålig hälsa eller funktionsnedsättningar som starkt förknippat med sårbarhet för värmeböljor. Även ålder var en faktor som sågs som tydligt kopplad till sårbarhet av studiens deltagare⁷⁸. De 18 olika varianter på index för social sårbarhet, publicerade mellan 2000 och 2013, som identifierades inom sårbarhetslitteraturen i Jonsson & Lundgrens studie redovisas i Bilaga II. Här ingår både Cutters ursprungliga SoVI och anpassningarna gjorda av Holand et al. för Norge.

I en studie av Carter et al. (2016) kartlades sårbarhet för extremt väder i ett förändrat klimat hos äldre i Norden. Kartläggningen tillgängliggjordes sedan genom ett webbverktyg⁷⁹ med målsättningen att öka medvetenhet och kunskap och verktyget utvärderas också inom studien. I studien intervjuades personal med ansvar för omvårdnad av äldre och flera faktorer som sågs som bidragande till sårbarhet för klimatrelaterade risker hos de äldre identifierades av dessa. Sjukdom, funktionsnedsättning, depression, utsatt ekonomisk situation, ensamlevande och begränsade sociala kontakter sågs som viktiga faktorer bakom sårbarhet. Intervjupersonerna identifierade också flera processer som sågs som troliga att förändra sårbarheten över tid, exempel är en ökning av andelen äldre som bor kvar hemma och ökade klyftor i tillgång och kvaliteten på omvårdnad såväl som ökade skillnader mellan kommuner⁸⁰.

I en studie av Opach et al. (2020) undersöks hur sårbarhetsindikatorer för värmeböljor och översvämningar kan identifieras i samverkan med nyckelpersonal inom olika samhällsfunktioner. I studien beskrivs också utvecklingen av verktyget EXTRA för visualisering av sårbarhet för värmeböljor i Norrköpings kommun. Studiens fokus ligger på den biofysiska sårbarheten hos samhällliga funktioner i de

⁷⁷ Jonsson et al. (2012)

⁷⁸ Jonsson & Lundgren (2015) s.454

⁷⁹ <http://www.iav-mapping.net>

⁸⁰ Carter et al., (2016), s.51

fyra kategorierna: förskolor, primärskolor, vårdenheter och bostadsbebyggelse, med hjälp av ett indikatorsystem. Även i denna studie identifierades sårbarhetsindikatorer genom självvärdering tillsammans med nyckelpersonal inom de fyra kategorierna och även här fann författarna att det fanns stor medvetenhet hos deltagarna om vad som kunde tänkas bidra till lokala sårbarheter. Geovisualisering av identifierade indikatorer genom verktyget fungerade enligt författarna för att medvetandegöra och höja kunskapen kring klimatrelaterade risker samt som utgångspunkt för vidare analys och implementering av åtgärder⁸¹.

Den vid projekts genomförande pågående covid-19-pandemin har, och då i likhet med föregående pandemier, visats uttrycka en oproportionell preferens för individer som är inte bara biologiskt, men också socialt sårbara⁸². I Sverige har ålder, i kombination med sociala faktorer såsom födelseland, inkomstskillnader och utbildning visats påverka överdödlighet från pandemin⁸³. I en studie om pandemins effekter på befolkningens hälsa och behov av vård i Stockholms län konstateras mycket påtagliga skillnader i förekomst av allvarlig covid-19-sjukdom mellan olika geografiska områden i länet och mellan olika sociodemografiska grupper. I studien kopplas faktorer som ålder, kön, socioekonomisk status, födelseland och bostadsområde till att drabbas hårdare av covid-19⁸⁴.

Sammanfattningsvis har vi inte hittat något i Sverige som drastiskt motsäger slutsatser om social sårbarhet i den internationella forskningen. Det finns dock ett behov av en bredare genomgång av forskning även utanför naturolycks- och klimatområdet samt djupare studier av hur social sårbarhet i Sverige är sammankopplad med det svenska välfärdssystemet, samhället och dess institutioner.

⁸¹ Opach et al. (2020), ss.16-17

⁸² Calderón-Larrañaga et al., (2020) s.3

⁸³ Calderón-Larrañaga et al., (2020) s.2

⁸⁴ Bartelink et al., (2020)

Data

Statistiska och rumsliga data som analyserades i detta projekt för att kartlägga social sårbarhet på nationell skala kommer från olika datakällor. De viktigaste statistiska uppgifterna som användes är från 2018, eftersom inte alla variabler var tillgängliga för åren därefter.

Socioekonomiska data på kommunal nivå

De socioekonomiska data som användes i projektet kommer från tre källor: SCB, Arbetsförmedlingen och Socialstyrelsen. Data från SCB kom från deras statistiska databaser⁸⁵ i form av Excel-kalkylblad. Tabelldata kan anslutas till geodata genom matchning av ett gemensamt attribut i ArcGIS antingen via kommunnamn eller kommunkod. Socioekonomiska variabler som användes i studien av Cutter et al. (2003) och som inte kunde erhållas via SCB:s standarddatabas var arbetslöshetsdata nedladdade från Arbetsförmedlingen via deras webbtjänst⁸⁶ och socialförsäkringsmottagare och vårdboende (erhållna från Socialstyrelsen). Följande tabell listar alla variabler enligt Cutter et al. (2003) som användes i studien på kommunal nivå:

⁸⁵ http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_HE_HE0110_HE0110G/, samt: <https://www.foretagsregistret.scb.se/#>

⁸⁶ <https://arbetsformedlingen.se/statistik/sok-statistik/forklara-manadsfunktionen>

Tabell 3. Variabler som användes i denna studie för social sårbarhet på kommunal nivå, baserat på Cutter et al. (2003).

| Variabel | Datakälla | Enhet | Medelvärde | Std.avv. | Beteckning enligt Cutter et al. | Kommentar | Beteckning i GIS |
|-------------------------|--------------------|-----------|------------|----------|---------------------------------|--|------------------------|
| Medelålder | SCB | år | 44,20 | 2,69 | MED_AGE90 | Medelålder (istället för medianålder) | genomsnittsålder |
| Medianinkomst | SCB | SEK | 27,77 | 2,91 | PERCAP89 | Median per capita av årsinkomst före skatt | pc_inomst |
| Husvärde | SCB | 1 000 SEK | 219,57 | 164,05 | MVALOO90 | Medianpris vid försäljning av hus 2018 (köpeskilling, exkl. bostadsrätt) | husvarde |
| Medianhyra | SCB | SEK | 972,23 | 111,51 | MEDRENT90 | Medianhyra (hyreslägenheter, årshyra per kvm) | medianhyra |
| Läkare | SCB | % | 207,49 | 296,65 | PHYSICN90 | Antal läkare per 100 000 invånare normaliserat utifrån antal kommuninvånare (100 000*läkare)/tot_bef) | läkare_pp100k |
| Valresultat | SCB | % | 30,26 | 6,89 | PCTVOTE92 | Vid riksdagsvalet 2018 var socialdemokraterna största parti | val_socialdemokraterna |
| Födelsetal | SCB | % | 10,27 | 1,60 | BRATE90 | Antal födslar per 1 000 invånare normaliserat utifrån antal kommuninvånare (1 000*antal födda)/tot_bef) | birth_rate_pk |
| In-/utflyttade | SCB | abs. | 295,24 | 808,11 | MIGRA_97 | Absolut antal personer som flyttar till eller från kommunen | int_migra |
| Markanvändning jordbruk | SCB | % | 17,69 | 18,93 | PCTFARMS92 | Andel jordbruksmark av total areal. Markanvändningen redovisas i 5-års intervaller. De senaste data som kunde användas i indexen daterar från 2015. Betesmark och åkermark anses som jordbruksmark | procent_jordbruk |
| Utrikesfödda | SCB | % | 15,41 | 6,29 | PCTUTLAND90 | Statistiken på kommunnivå anger inte födelseland eller –region för utrikes födda | utrikesfodda_procent |
| Barn | SCB | % | 6,72 | 0,88 | PCTKIDS90 | % av befolkningen 0-5 år | proc_barn |
| Äldre | SCB | % | 23,61 | 4,31 | PCTOLD90 | % av befolkningen som är 65 år eller äldre | proc_65plus |
| Arbetssökande | Arbetsförmedlingen | % | 6,87 | 2,49 | PCTVLUN91 | % arbetssökande | arbetssookande |

| | | | | | | | |
|--|-----|------------|-------|--------|-----------|---|-----------------------|
| Antal personer per hushåll | SCB | abs. | 2,19 | 0,17 | AVGPERHH | Medeltal för antalet personer per hushåll | boende_phh |
| Höginkomsttagare | SCB | % | 2,27 | 2,66 | PCTHH7589 | Procent höginkomsttagare (årsinkomst över 806 000 kr per hushåll) Disponibel inkomst är summan av alla skattepliktiga och skattefria inkomster minus skatt och övriga negativa transfereringar. I studien har hushållens disponibla inkomst anpassats till US CB inkomstdefinition (inkl. skatt) genom att lägga till skatt: medeltal kommunalskatt (32,93); begravningsavgift (0,253), avgift till Svenska Kyrkan (1,172) | wealthy |
| Låginkomsttagare | SCB | % | 14,71 | 4,55 | PCTPOV90 | Procent låg inkomststandard. Mättet <i>låg inkomststandard</i> har använts i studien (6% av befolkningen) med medianinkomst på 252 200 kr per år per konsumtionsenhet. | poor |
| Hyresrätter | SCB | % | 32,40 | 7,95 | PCTRENT90 | Andel hyresrätter i förhållande till alla upplåtelseformer (hyresrätt, bostadsrätt och äganderätt) | procent_renters |
| Anställda inom jordbruk, skogsbruk eller fiske | SCB | % | 0,59 | 0,45 | PCTRF90 | Andel personer som arbetar inom jordbrukssektorn | lantbefolkning |
| Kommunekonomi | SCB | miljon SEK | 47,58 | 236,80 | DEBREV92 | Resultat 2018 i mnkr | kommunekonomi |
| Lågutbildade | SCB | % | 17,81 | 4,10 | PCTNOHS90 | Andel personer som är 25 år eller äldre som inte har gymnasieutbildning (max förgymnasial utbildning, 9(10) år och där utbildningsinformation saknas), i förhållande till samtliga personer i samma åldersintervall | lag_utbildning |
| Bebyggelsedensitet | SCB | abs. | 58,69 | 239,23 | HODENUT90 | Antal hushåll per km ² | hushåll_kvadratkm |
| Nya hyresrätter | SCB | abs. | 0,28 | 1,89 | HUPTDEN90 | Färdigställda hyresrätter i nybyggda hus efter region per km ² 2018. | nya_hyresratter_sqkm |
| Tillverkningsindustri | SCB | abs. | 0,53 | 1,69 | MAESDEN92 | Antal företag per kommun och km ² som klassas som tillverkningsindustri enligt Standard för svensk näringsgrensindelning | tillverkningsindustri |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------|-------|--------|-----------------|---|-------------------------|
| | | | | | | (SNI). Klass C (Tillverkning) användes. Databassökning 2020-10-27. | |
| Bruttoregionprodukt | SCB | miljon SEK | 76,41 | 465,89 | EARNDEN90 | Bruttoregionprodukt (BRP) per km ² i mnkr, (ENS2010) efter region (kommun) år 2017. https://sv.wikipedia.org/wiki/Bruttoregionprodukt | BRP_sqkm |
| Kommersiell verksamhet | SCB | % | 3,07 | 13,57 | COMDEVDEN9 2 | https://www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2017 US: Wholesale Trade; Retail Trade; Arts, Entertainment, and Recreation; Accommodation and Food Services; motsvarar: Handel; reparation av motorfordon och motorcyklar (G); Hotell- och restaurangverksamhet (I); Kultur, nöje och fritid. Databassökning 2020-10-27. per kommun och km ² . | commercial |
| Fastighetstaxering | SCB | 1 000 SEK | 19,53 | 71,63 | RPROPDEN92 | Allmän fastighetstaxering, totalt taxeringsvärde år 2018. Fastighetstaxering för småhus-, hyreshus-, industri-, täkt-, elproduktions-, specialenheter, lantbruk och småhus efter kommun och typkod i tkr per m ² | taxeringsvarde |
| Personer i arbetskraften | SCB | % | 70,95 | 1,40 | CVBRPC91 | % arbetande/eller icke arbetande kvinnor och män in relation till totalbefolkningen i kommunen oavsett sektor i åldersgrupp 16-74 | total_labforce_procent |
| Kvinnor i arbetskraften | SCB | % | 69,82 | 1,55 | FEMPLBR90 | % arbetande/eller icke arbetande kvinnor in relation till alla kvinnor i kommunen oavsett sektor i åldersgrupp 16-74 | fem_labforce_procent |
| Industrisektor | SCB | % | 43,69 | 14,92 | AGRIPC90 | SNI-avdelningarna industribranscher (A-F) tjänstebranscher (G,I,K-NR-T) och transport, kommunikation och public service (H,J,O-Q,U). Databassökning 2020-10-27. Siffrorna avser antal arbetsställen och inte antal sysselsatta. | industrisektor_procent |
| Offentlig/transport sektor | SCB | % | 12,10 | 3,98 | TRANPC90 | SNI-avdelningarna industribranscher (A-F) tjänstebranscher (G,I,K-NR-T) och transport, kommunikation och public service (H,J,O-Q,U). | transportsektor_procent |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|------|-------|-------|------------|---|-----------------------|
| | | | | | | Databassökning 2020-10-27. Siffrorna avser antal arbetsställen och inte antal sysselsatta. | |
| Tjänstesektor | SCB | % | 44,21 | 11,36 | SERVPC90 | SNI-avdelningarna industribranscher (A-F) tjänstebranscher (G,I,K-NR-T) och transport, kommunikation och public service (H,J,O-Q,U). Databassökning 2020-10-27. siffrorna avser antal arbetsställen och inte antal sysselsatta. https://www.scb.se/vara-tjanster/regionala-statistikprodukter/fardiga-tabellpaket/ampak-kommunniva/ | servicesektor_procent |
| Särskilda boenden | Socialstyrelsen | abs. | 1,02 | 0,41 | NRRESPC91 | Antalet enheter (särskilt boende per kommun har använts i studien). Det finns ca 1700 äldreboenden. Då äldreboenden nästan alltid är fullbelagda används kapacitet i denna studie. | aldreboende |
| Befolkningsförändring folkmängd | SCB | % | 5,07 | 7,52 | PCCHGPOP90 | % förändring av befolkning | bef08_18pro |
| Stadsbor | SCB | % | 76,74 | 13,79 | PCTURB90 | % urban befolkning | procent_stadsbor |
| Kvinnor | SCB | % | 49,22 | 0,77 | PCTFEM90 | % kvinnor | procent_f |
| Ensamstående kvinnor | SCB | % | 22,81 | 2,26 | PCTF_HH90 | Andel hushåll med singelkvinnor, alla åldrar, med eller utan barn | procent_husf |
| Ekonomisk biståndstagare | Socialstyrelsen | % | 5,29 | 2,35 | SSBENPC90 | Andel av befolkningen som får försörjningsstöd, alla åldrar. För Oxelösund och Årjäng, saknade data ersattes med data från 2019. | ekonomiskt_bistand |

Socioekonomiska data på DeSO-nivå

Vissa av de socioekonomiska variablerna som definierar det ursprungliga SoVI-indexet (Cutter et al. 2003) finns i en finare rumslig upplösning än på kommunnivå genom SCB:s så kallade Demografiska statistikområden (DeSO). Totalt finns det 5984 DeSO-områden med en befolkning som sträcker sig från 654 till 4254 personer per DeSO. I tabell 4 listas alla variabler som användes för att karakterisera social sårbarhet på DeSO-nivå. Alla data kommer från SCB och laddades ner i tabellformat.

Tabell 4. Variabler, resonemang och påverkan på sårbarhet för DeSO-nivån.

| Variabel | Resonemang | Ökar (+) eller minskar (-) sårbarhet |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| Befolkningsförändring | Ökande befolkning minskar sårbarheten eftersom det indikerar en positiv utveckling i DeSO-området. DeSO-områden som minskar i befolkning bedöms som mer sårbara | +/- |
| Utbildningsnivå | Lägre utbildningsnivå (ingen gymnasieexamen) anses öka sårbarheten. Eftergymnasial utbildning på minst tre år anses minska sårbarheten | +/- |
| Ålder | DeSO-områden med hög andel barn (0-4 år) och äldre (65+ år) anses mer sårbara än områden med större andel i yrkesverksam ålder (15-64 år) | +/- |
| Bakgrund | Människor med svensk bakgrund anses mindre sårbara pga större säkerhetsnätverk (släktrationer, evakueringsmöjligheter, etc), medan personer med utländsk bakgrund i större utsträckning saknar liknande resurser | +/- |
| Nationalitet | Personer födda i Sverige är mindre sårbara pga avsaknad av språkbarriärer och större förståelse för legala och administrativa system. Personer med okänd nationalitet eller med ursprung utanför EU anses vara mer sårbara av motsatta skäl | +/- |
| Hushåll och boende | DeSO-områden med högre andel personer som bor i specialbostäder anses mer sårbara | + |
| Inkomst | Hög inkomst minskar sårbarheten medan låg inkomst anses öka sårbarheten | +/- |
| Låg ekonomisk standard | Utgörs av ett antal definierade variabler från SCB för att kategorisera grupper med 'låg ekonomisk standard', vilket anses medföra hög sårbarhet | + |
| Hushållstyp | Här inkluderar vi två olika situationer. Hushåll med två vuxna anses minska sårbarheten, medan hushåll med en ensamstående förälder med barn anses ha högre sårbarhet | +/- |

Geodata

Administrativa gränser

Polygonfilen (shapefile) som innehåller de administrativa gränserna för socialt sårbarhetsindex på kommunal nivå ("alla_kommuner") laddades ner från Valmyndigheten. DeSO polygonfiler kan fritt laddas ner från SCB.

Exponering

Som mått på exponering för naturhot beställdes det officiella svenska väg- och järnvägsnätet från Trafikverket via onlinetjänsten Lastkajen 5.13⁸⁷ i linjeformat.

Hot

För att relatera sårbarhet till faktiska klimatrelaterade hot laddades tre olika potentiella hotområden (kustöversvämning, älvöversvämning (översvänningskarteringar) och hotkartor) ned från MSB:s onlineportal⁸⁸, som sedan överlades med DeSO-områdena. I hotkartorna visas potentiellt översvämmade bebyggda områden för olika scenarion. I stor utsträckning sammanfaller dessa områden med MSB:s översvänningskarteringarna men i vissa fall avviker den översvämmade arean. Hotkartorna innehåller dessutom ytterligare områden som inte omfattas av översvänningskarteringarna.

⁸⁷ <http://lastkajen.trafikverket.se>

⁸⁸ <https://gisapp.msb.se/apps/kartportal/>

Metod

Social sårbarhet på kommunal nivå

Cutter et al. (2003) introducerade Socialt Sårbarhetsindex (SoVI) för att undersöka de rumsliga mönstren av social sårbarhet för naturhot i USA. På grund av det stora antalet variabler som beskriver social sårbarhet används ofta statistiska metoder för att minska antalet dimensioner i den totala datamängden. I denna studie använde vi faktoranalys, eller mer specifikt, förklarande faktoranalys (EFA) för att identifiera de faktorer som gör svenska kommuner socialt utsatta för klimatrisker och för att beräkna sårbarhetsindexpoängen för varje kommun. EFA har traditionellt använts för att utforska den möjliga underliggande strukturen för en uppsättning observerade variabler utan att införa en förutfattad struktur på resultatet⁸⁹.

Faktoranalys omfattar olika metoder för hur faktorer som ligger till grund för de uppmätta variablerna kan extraheras. Inom denna studie använde vi Principal Component Analysis (PCA). PCA är en teknik för att reducera storleken på stora datamängder, öka möjligheten till tolkning men samtidigt minimera informationsförluster. PCA gör det genom att skapa nya okorrelerade variabler (komponenter) som successivt maximerar den förklarade variansen⁹⁰.

För att skapa ett socialt sårbarhetsindex för Sverige valdes de sociala och ekonomiska variablerna utifrån begreppet sårbarhet som identifierats av Cutter et al. (2003), och som presenterades i avsnittet Data (Tabell 3). Alla ingångsvariabler har först normaliserats, och därför beräknades z-poängen för alla data med medelvärde lika med noll och standardavvikelse lika med ett.

PCA utfördes med normaliserade ingångsvariabler. En central fråga vid genomförandet av PCA är att välja antalet komponenter som representerar de valda variablerna. I vår analys användes Kaiser-kriteriet⁹¹ för att bestämma lämpligt antal komponenter. Loadings från PCA kan sällan lätt tolkas och därför måste resultaten roteras för att göra strukturen för de latent variablerna tydligare. En ortogonal (varimax) rotation applicerades på komponenterna för att minska antalet variabler med hög loading för varje komponent.

Effekten för varje komponent på sårbarheten är inte förutbestämd. Innan indexet formuleras ska de resulterande komponenterna skalas utifrån deras inflytande på sårbarheten; det kan öka eller minska den totala sårbarheten. Påverkan av komponenterna och variablerna presenteras i tabell 4. Vi tilldelade ett positivt värde när den resulterande komponenten i fråga ökar sårbarheten; och ett negativt värde när den minskar den.

⁸⁹ Child 1990

⁹⁰ Jolliffe och Cadima 2016

⁹¹ Humphreys och Ilgen 1969

I enlighet med Cutter et al. (2003) antog vi ingen vikt för de olika komponenterna, vilket betyder att de har samma betydelse i den totala summan och samma bidrag till kommunernas övergripande sårbarhet.

Så kallad min/max-normalisering användes för att normalisera de olika komponenterna och det övergripande sociala sårbarhetsindexet:

$$V_i = \frac{X_i - X_{imin}}{X_{imax} - X_{imin}}$$

där V_i är det normaliserade variansvärdet för X_i , och X_{imin} och X_{imax} representerar dess lägsta respektive maximala värde. Alla faktor- och PCA-analyser utfördes med hjälp av statistikprogramvarupaketet SPSS Statistics 26.

De resulterande individuella faktorerna och sammansatta faktorerna visualiserades som koroplet-kartor i ArcGIS Pro 2.6. Beroende på fördelningen av respektive komponent användes antingen naturliga gränser i datamaterialet eller en klassificering baserad på standardavvikelse för att generera kartorna.

Sårbarhet i DeSO-områden

Tabelldata från SCB laddades ner i Excel-format med en unik identifierare som kopplas till DeSO-shapefilen. Viss redigering i kalkylarken är nödvändig i detta steg. Dessa operationer inkluderar summering, filtrering, beräkning av kvoter och distribution av data i kvartiler. Detta senare demonstreras i följande exempel:

Låt oss titta på variabeln "låg utbildningsnivå". DeSO:er som har en hög andel invånare med låg utbildningsnivå anses vara mer utsatta. Värdena för denna variabel varierar från 0,48% till 27,16%. Vi fördelar data i lika delar, var och en innehåller 25% av data. Den övre kvartilen, dvs. DeSO:er som ger de högsta värdena (75%–100%) tilldelas poängen -1. Alla andra värden från 0–75% betraktas som neutrala och tilldelas poängen 0. Å andra sidan, om en variabel anses minska sårbarheten, t.ex. höga inkomster, ges en poäng på +1 till DeSO:er enligt samma kvartilmetod. Den slutliga sårbarheten per DeSO bestäms genom att alla poäng läggs samman. Alla variabler betraktas här som lika, varför ingen viktning används. Variationsbredden sträcker sig från -9 poäng (mest sårbar) till +6 poäng (minst sårbar).

Tabellen "deso_variabler" listar alla tabeller som för närvarande är tillgängliga för DeSO. De som användes i denna studie är markerade. Tabellen "deso_attributematch.xls" innehåller alla variabler med ursprungliga värden, skalade värden, kvoter och kvartiler som matchades med DeSO-shapefilen. Båda tabellerna bifogas som Excel-fil till denna rapport.

I framtida studier kan samma PCA-metod användas på DeSO-nivå som för den kommunala nivån. Detta blir meningsfullt när en större uppsättning potentiella variabler finns tillgängliga. För närvarande finns det mycket mindre datamängd som tillhandahålls av SCB på DeSO-nivå än på kommunal nivå.

Hot och exponering

För att relatera social sårbarhet till naturhot användes MSB:s riskkartor och översvämningskartor som hotområden. Förutom polygoner för kommuner och DeSO-områden lades även de officiella svenska väg- och järnvägsnäten in som exempel för exponering av infrastruktur.

Kustöversvämning

För kustöversvämningsstudier användes scenariot med maximal havsnivåhöjning (5 m) i denna studie. Det översvämmade området från kustlagret (kust10) subtraherades först från (kust50) för att eliminera alla naturliga vattenförekomster för att undvika att dessa rapporteras som översvämmade då kommunala och DeSO-gränser sträcker sig ut i Östersjön, Kattegatt och Skagerrak. Det resulterande kustöversvämningskiktet överlagrades med DeSO-områdena och andelen översvämmade områden i procent av totala DeSO-områden beräknades och tillskrevs respektive område.

Älv- och sjööversvämningsstudier

För älvöversvämningsstudier användes maximal beräknad flödesnivå (BHF), dvs. motsvarande ungefär en 10 000 års översvämningshändelse. Älv- och sjöytor med uppskattade intilliggande översvämmade områden har erhållits på nationell nivå från MSB i form av "Översvämningskarteringar" och "Hotkartor". Dessa datamängder kombinerades och i några fall där områdena inte var 100% överlappande eller om vissa områden saknades kompletterades någon av datamängderna med motsvarande data i den andra. De potentiellt översvämmade områdena från båda datamängderna överlagrades också med DeSO-områdena och andelen översvämmade områden i procent av totala DeSO-områden beräknades och tillskrevs respektive område, enligt samma metod som med kustöversvämningsstudier. Här bör nämnas att DeSO-områden redan i utgångsläget innehåller älvar och sjöar och att de ovannämnda värdena alltid är inklusive dessa naturliga ytor. Andelen vattenytor under normala förhållanden subtraherades inte i detta tillvägagångssätt eftersom den ursprungliga datakällan som användes för att härleda översvämningsytorna är okänd. I slutändan leder detta till en överskattning av översvämmade områden. Detta är emellertid inte relevant när man täcker översvämningsytorna med infrastruktur eller bebyggda områden eftersom de av naturliga skäl inte finns på ursprungliga vattenförekomster, med undantag för broar och tunnlar som anses vara översvämmade i vårt tillvägagångssätt.

Väg- och järnvägsnät

Väg- och järnvägsnäten beställdes genom Trafikverkets officiella portal Lastkajen 5.13. De nationella datamängderna är för stora för att kunna förberedas och levereras med en beställning. Således placerades flera nedladdningar och de separat levererade filerna kombinerades till kompletta shapefiler i ArcGIS Pro. En överlagring mellan nätverkssegmenten gjordes först med DeSO och sedan med

översvämningsskikten för att underlätta beräkning och summering av översvämmade segment och segment som skär DeSO-gränserna.

ArcGIS Dashboards

Den interaktiva webbkartan implementerades med ArcGIS Dashboards Application inom ArcGIS Online:s ramverk. En dashboard kan beskrivas som en vy av geografisk information och data som gör det möjligt för användare att övervaka händelser, fatta beslut, informera andra och se trender. Dashboards är utformade för att visa flera visualiseringar som kan fungera tillsammans på en enda skärm. De erbjuder en omfattande datavy och kan ge viktig information för snabba beslut. Projektdata samlades in, analyserades och visualiserades med ArcGIS Pro 2.6. ArcGIS Pro behövs för att dela det slutgiltiga kartinnehållet med en organisations ArcGIS online-portal i form av en webbkarta. Ändringar i visualisering eller manipulation av attribut är inte möjliga efter att webbkartan har publicerats på onlineportalen. Webbkartan kan sedan läggas till som ett kartfönster till instrumentpanelen tillsammans med andra element. För att öka tydligheten och maximera kartvyn för datautforskning lades bara några få andra element till instrumentpanelen, i vår studietitel, beskrivning och legend.

Resultat

I detta kapitel presenteras numeriska resultat för den sociala sårbarheten i form av tabeller och kartvisualiseringar på kommunal nivå och på DeSO-nivå, och för implementering med Dashboards tillsammans med beskrivningar av de viktigaste resultaten.

Social sårbarhet på kommunal nivå

Indexet för social sårbarhet beräknades på kommunal nivå med hjälp av en PCA för totalt 37 sociala och ekonomiska variabler (Tabell 3). I PCA-analysen identifierades fem komponenter, vilka förklarar mer än 75% av den totala variansen mellan de svenska kommunerna. Kategorierna för varje komponent presenteras i Tabell 5.

Tabell 2. Principalkomponenter för SoVI-analys och deras förklarade varians

| Komponent | Kategori | % varians förklarad |
|-----------|-----------------------------------|---------------------|
| 1 | Arbetsmarknad och ekonomi | 38,4 |
| 2 | Bebyggelse | 15,2 |
| 3 | Demografi | 9,5 |
| 4 | Arbetslöshet och migration | 7,1 |
| 5 | Arbetskraft och hyresförhållanden | 4,8 |

Resultaten i tabell 5 indikerar att arbetsmarknad och ekonomi dominerar indexet för social sårbarhet med mer än 38% av variansen förklarad. Kategorin *arbetsmarknad och ekonomi* identifierar tjänstesektor, primär- och utvinningsindustri, andel kvinnor, stadsbefolkning, transporter och tillgångar som dominerande variabler, som är relaterade till att minska sårbarheten. Kategorin *bebyggelse* förklarade mer än 15% av variansen och inkluderar täthet av kommersiell verksamhet, antal hus per kvadratkilometer, antal tillverkningsanläggningar, värde på alla fastigheter, inkomster inom industrin och antal bygglov för nya bostadsområden som dominerande variabler, vilka översätts till hög sårbarhet. Kategorin *demografi* beskrev nästan 10% av variansen och dominerades av andel barn, medianålder, äldre befolkning, hushållsstorlek, födelsetal och befolkningstillväxt, vilket översätts till hög sårbarhet. Kategorin *arbetslöshet och migration* lyfte fram variabler relaterade till arbetslöshet, låginkomsttagare och socialförsäkringsmottagare som dominerande. Denna kategori ökar den totala sårbarheten. Den femte kategorin för den sociala sårbarheten identifierar procentandelen av befolkningen i arbetskraften och antalet kvinnor i civil arbetskraft som dominerande variabler. Den här sista kategorin minskar den totala sårbarheten. Tabell 6 sammanfattar de fem huvudkomponenterna med alla analyserade variabler och dess inflytande på sårbarhet.

Tabell 3. Beskrivning av fem principalkomponenter som resultat från PCA-analys. Den totala förklarade variansen är 75%.

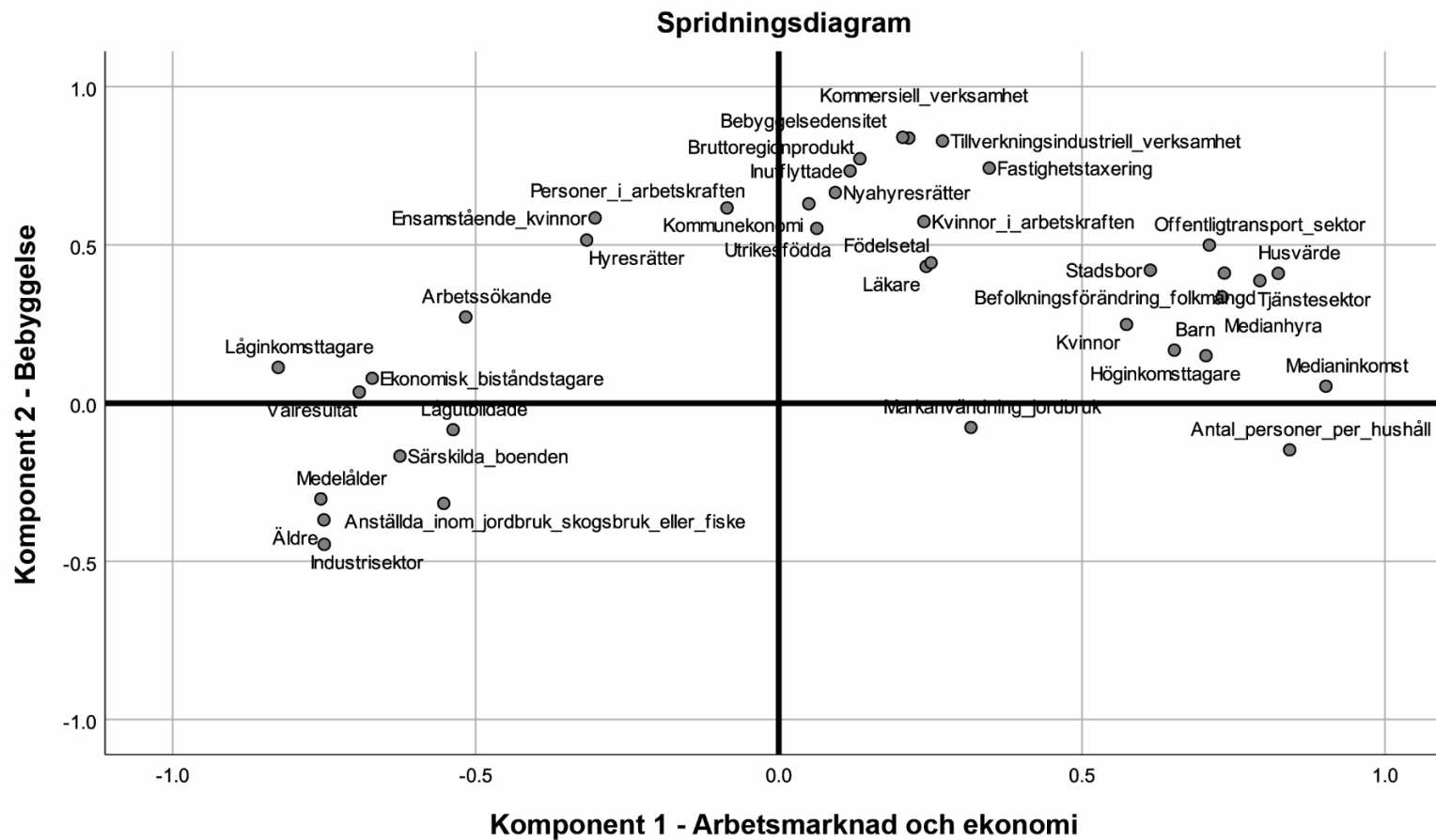
| Kategori | Variabler | Principalkomponenter | | | | | Inflytande på sårbarhet | % varians förklarad |
|---------------------------|-------------------------------------|----------------------|------|--------|------|---|-------------------------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Arbetsmarknad och ekonomi | Tjänstesektor | 0,85 | | | | | - | 38,4 |
| | Industrisektor | - 0,85 | | | | | - | |
| | Kvinnor | 0,78 | | | | | | |
| | Stadsbor | 0,76 | | | | | + | |
| | Offentlig/transport sektor | 0,74 | | | | | - | |
| | Husvärde | 0,70 | | | | | - | |
| | Medianhyra | 0,63 | | | | | - | |
| | Höginkomsttagare | 0,63 | | | | | - | |
| | Markanvändning jordbruk | - 0,54 | | | | | - | |
| Bebyggelse | Kommersiell verksamhet | | 0,96 | | | | + | 15,2 |
| | Antal personer per hushåll | | 0,95 | | | | + | |
| | Tillverkningsindustriell verksamhet | | 0,95 | | | | + | |
| | Fastighetstaxering | | 0,91 | | | | + | |
| | Bruttoregionprodukt | | 0,87 | | | | - | |
| | Nya hyresrätter | | 0,75 | | | | + | |
| | In-/utflyttade | | 0,59 | | | | + | |
| | Kommunekonomi | | 0,53 | | | | - | |
| Demografi | Barn | | | 0,90 | | | + | 9,5 |
| | Medelålder | | | - 0,86 | | | - | |
| | Äldre | | | - 0,81 | | | + | |
| | Antal personer per hushåll | | | 0,72 | | | + | |
| | Födelseetal | | | 0,72 | | | + | |
| | Befolkningsförändring folkmängd | | | 0,72 | | | + | |
| | Särskilda boenden | | | - 0,61 | | | + | |
| Arbetslöshet | Arbets sökande | | | | 0,92 | | + | 7,1 |
| | Låginkomsttagare | | | | 0,80 | | - | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--|--|--|--------|--|---|-----|
| och migration | Ekonomisk biståndstagare | | | | 0,75 | | + | |
| | Medianinkomst | | | | - 0,65 | | + | |
| | Utrikesfödda | | | | 0,60 | | + | |
| | Lågutbildade | | | | 0,56 | | + | |
| Arbetskraft och hyresförhållanden | Personer i arbetskraften | | | | 0,85 | | - | 4,8 |
| | Kvinnor i arbetskraften | | | | 0,77 | | - | |
| | Hyresrätter | | | | 0,58 | | + | |

I Figur 4 som visar komponent 1 och 2 (som tillsammans förklarar ca 54% av variansen) syns vissa kluster av variabler. Faktorer med negativ laddning i bägge komponenter som höjer sårbarheten är främst kopplat till ålder (äldre, personer som lever i särskilt boendeform) och låg utbildningsnivå (även kopplat till arbete i den industriella sektorn). Å andra sidan, i kvadranten uppe till höger, återfinns vi socioekonomiska faktorer som bidrar till en minskad sårbarhet, främst kopplat till välstånd, förmögenhet och hög inkomst, kommersiell verksamhet, fastighetsvärden samt barn och befolkningstillväxt.

Kartorna i Figur 5 till 9 illustrerar fördelningen av social sårbarhet över Sverige på kommunal nivå. I den första principalkomponenten *Arbetsmarknad och ekonomi* ser man att Småland och kommuner längs den svenska-norska gränsen är utsatta, medan kustkommuner och särskilt större tätorter som ekonomiskt sett är mer hållbara är minst utsatta. De minst utsatta kommunerna är således Danderyd, Täby och Lidingö. Å andra sidan när man tittar på principalkomponent 2 *Bebyggelse* är särskilt dessa och andra ekonomiskt sett framgångsrika kommuner i hög risk medan resten av det (glesbefolkade) länet har lägre risk. Om man tittar på den tredje komponenten *Demografi* utmärker sig områden med större andel unga och äldre, stora hushållsstorlekar och icke-västerländska invandrare, såsom Stockholms förorter och omgivande kommuner och Småland, med högre risk. Här ser vi också en tydlig skillnad mellan de södra och centrala delarna av Sverige i jämförelse med de norra delarna. När det gäller huvudkomponent 4 *Arbetslöshet och migration* finns mer utsatta delar av befolkningen i strukturellt sett svagare och fallande regioner (postindustriella/gruvregioner) som delar av Värmland, Dalarna, Södermanland och Västmanland men också i söder (delar av Skåne, särskilt Malmö, Blekinge och Småland). Minst sårbara är kommunerna kring Göteborg och Stockholm som haft befolkningstillväxt och skapat sysselsättning under de senaste åren. Huvudkomponent 5 *Arbetskraft och hyresförhållanden* förklarar minst av variationen i datasetet. Till skillnad från de andra komponenterna är de södra delarna av Sverige och Småland minst utsatta. Här verkar kommunerna i norra Sverige vara mest utsatta.

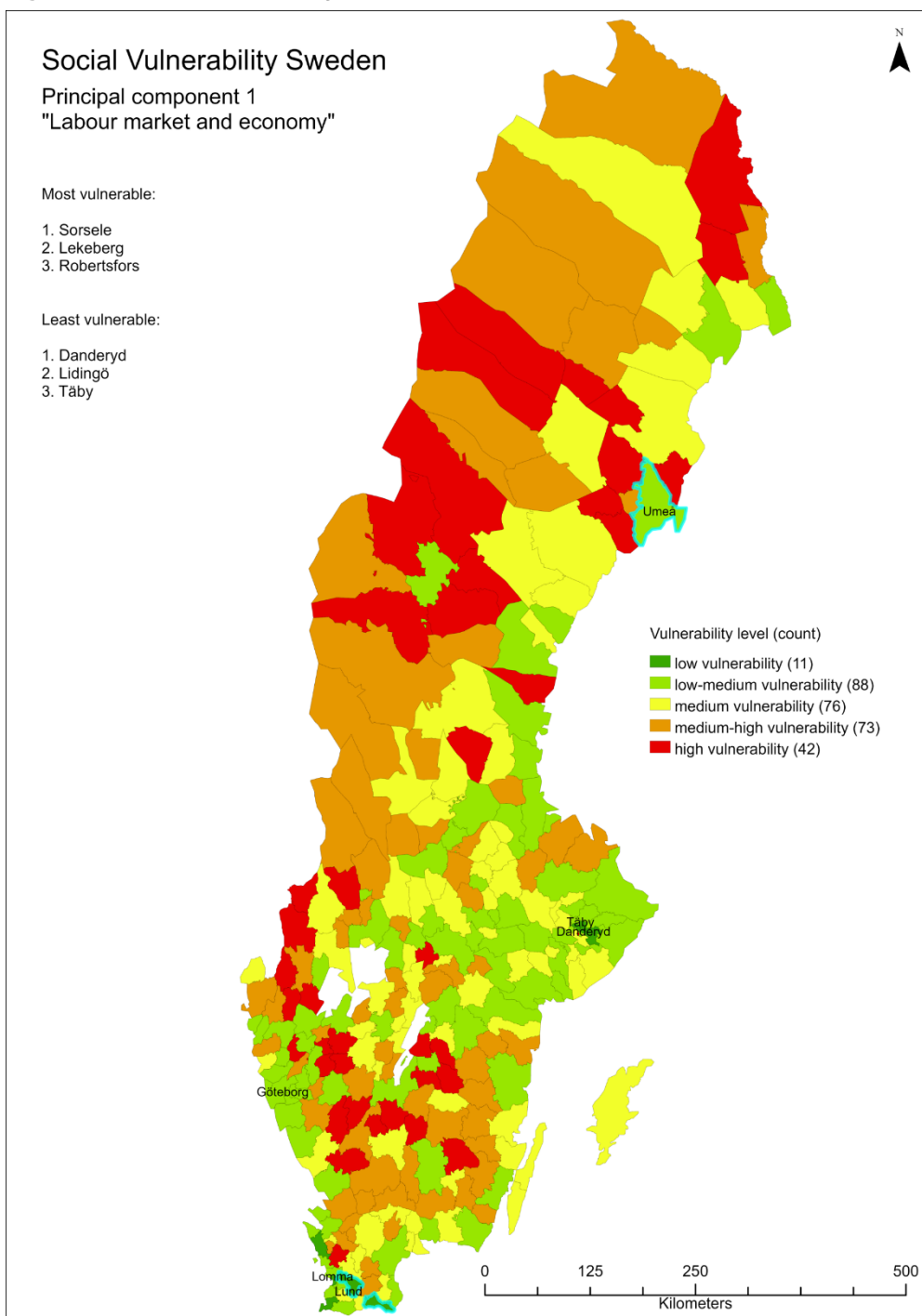
Figur 2. Spridningsdiagram som visar samband mellan komponent 1 (Arbetsmarknad och ekonomi) och komponent 2 (Bebyggelse).



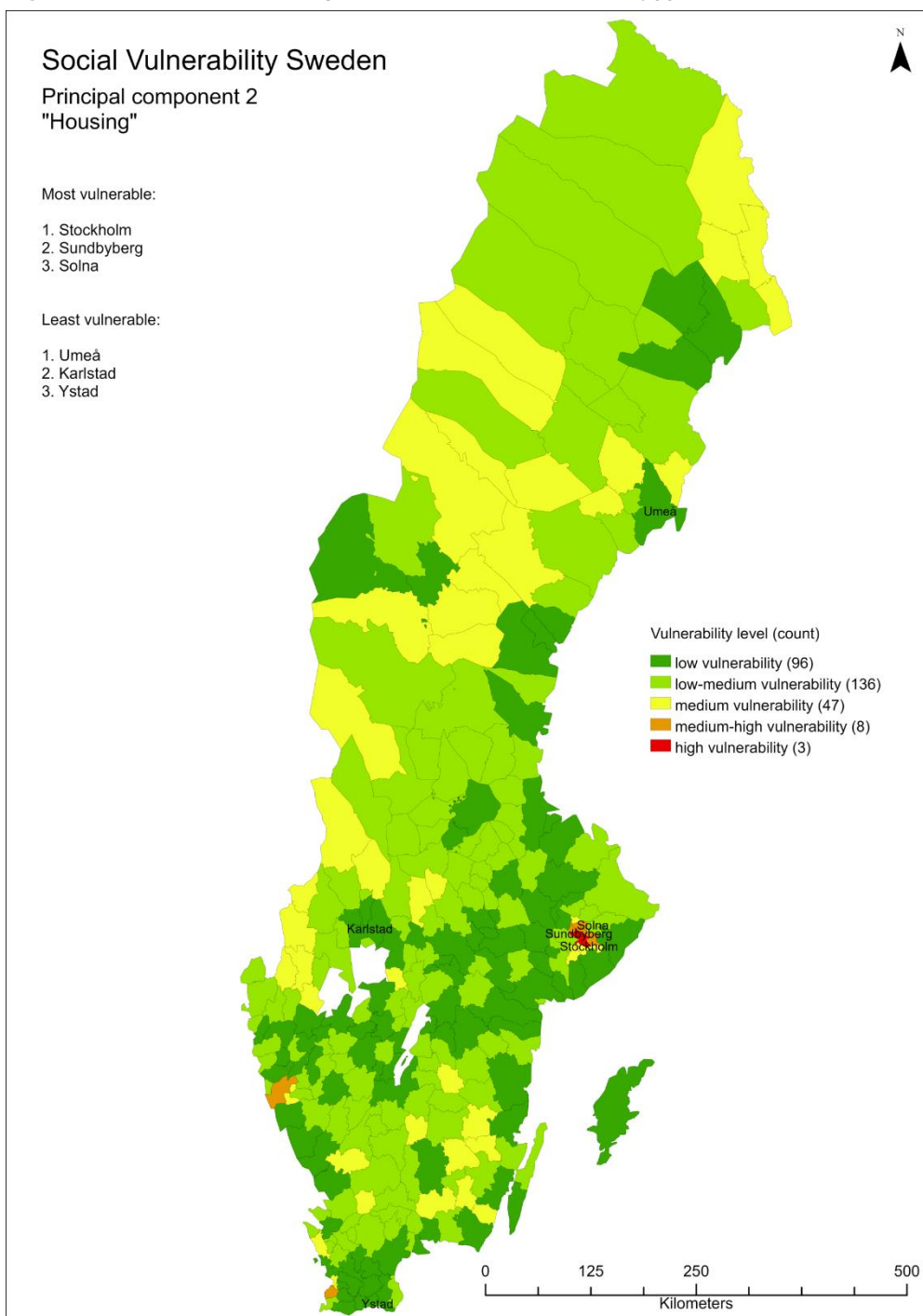
Figur 10 visar den kombinerade sårbarheten med alla fem huvudkomponenterna. De respektive sårbarhetsvärdena läggs samman utan att komponenterna får någon särskild vikt. Majoriteten av kommunerna (36%) visar medelhög sårbarhetspoäng och de är fördelade ganska enhetligt över landet. De minst utsatta kommunerna är ofta kustkommuner. Landets mest utsatta kommunområde ligger i södra centrala Sverige (Småland). Andra mycket utsatta kommuner är Stockholm, Sundbyberg och andra områden som kännetecknas av hög befolkning och bebyggelsestäthet, vilket är tydligast när man tittar på kompaktfaktorn *Bebyggelse*. Minst utsatta är Umeå, Ystad och Lund.

Figur 11 visar sammansättningen av huvudkomponent 1–5 per kommun. Det är anmärkningsvärt att de mest utsatta kommunerna i Småland i kombination med den totala (kombinerade) sårbarheten ger högre värden i komponenterna *Demografi* och *Arbetslöshet och migration* som båda bidrar till ökad sårbarhet och lägre värden i *Arbetsmarknad och ekonomi* som minskar sårbarheten. Kartor för var och en av de 33 variabler som presenteras i tabell 6 ovan bifogas i bilaga III.

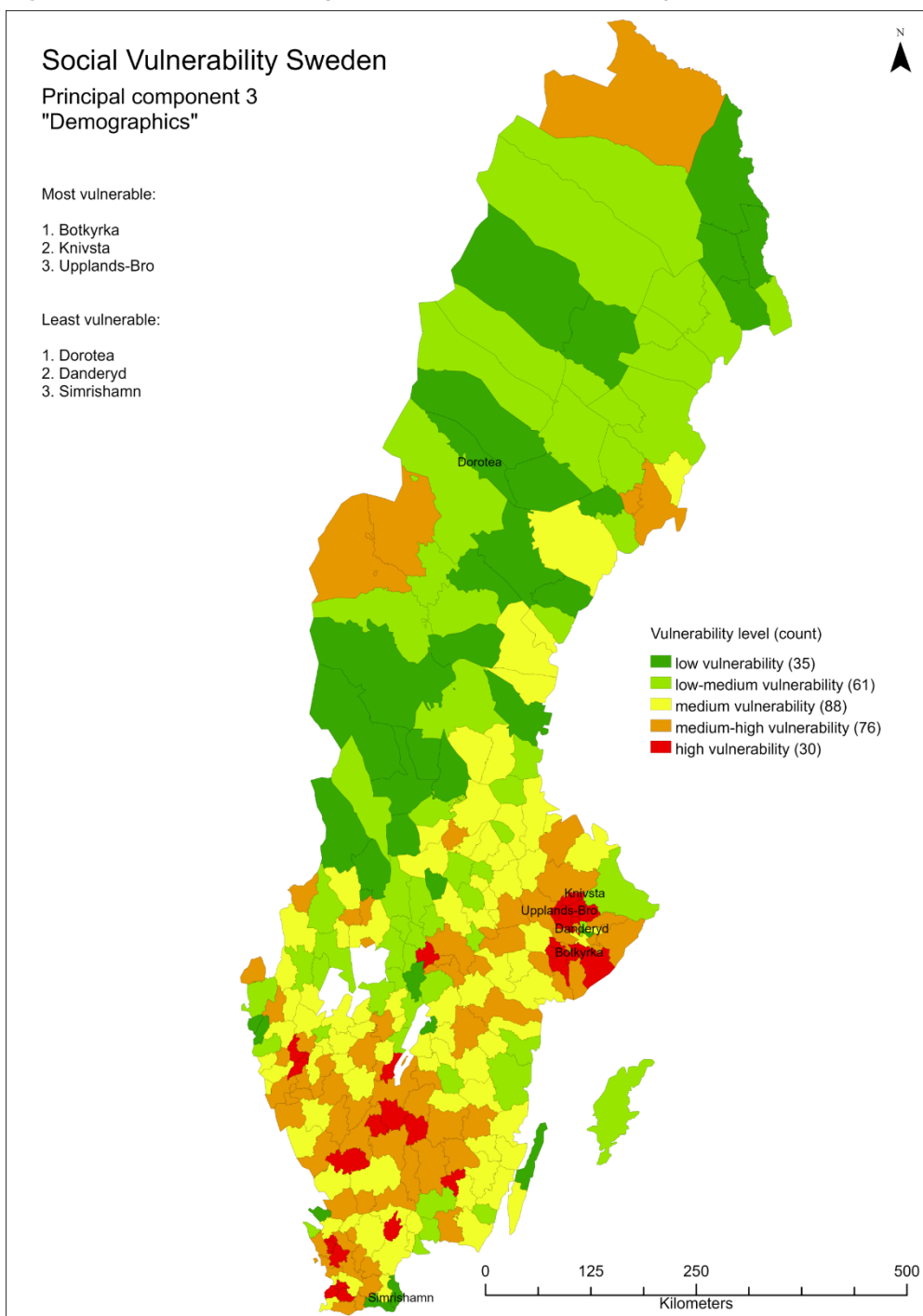
Figur 3. Social sårbarhet i Sverige – Principalkomponent 1 "Arbetsmarknad och ekonomi".



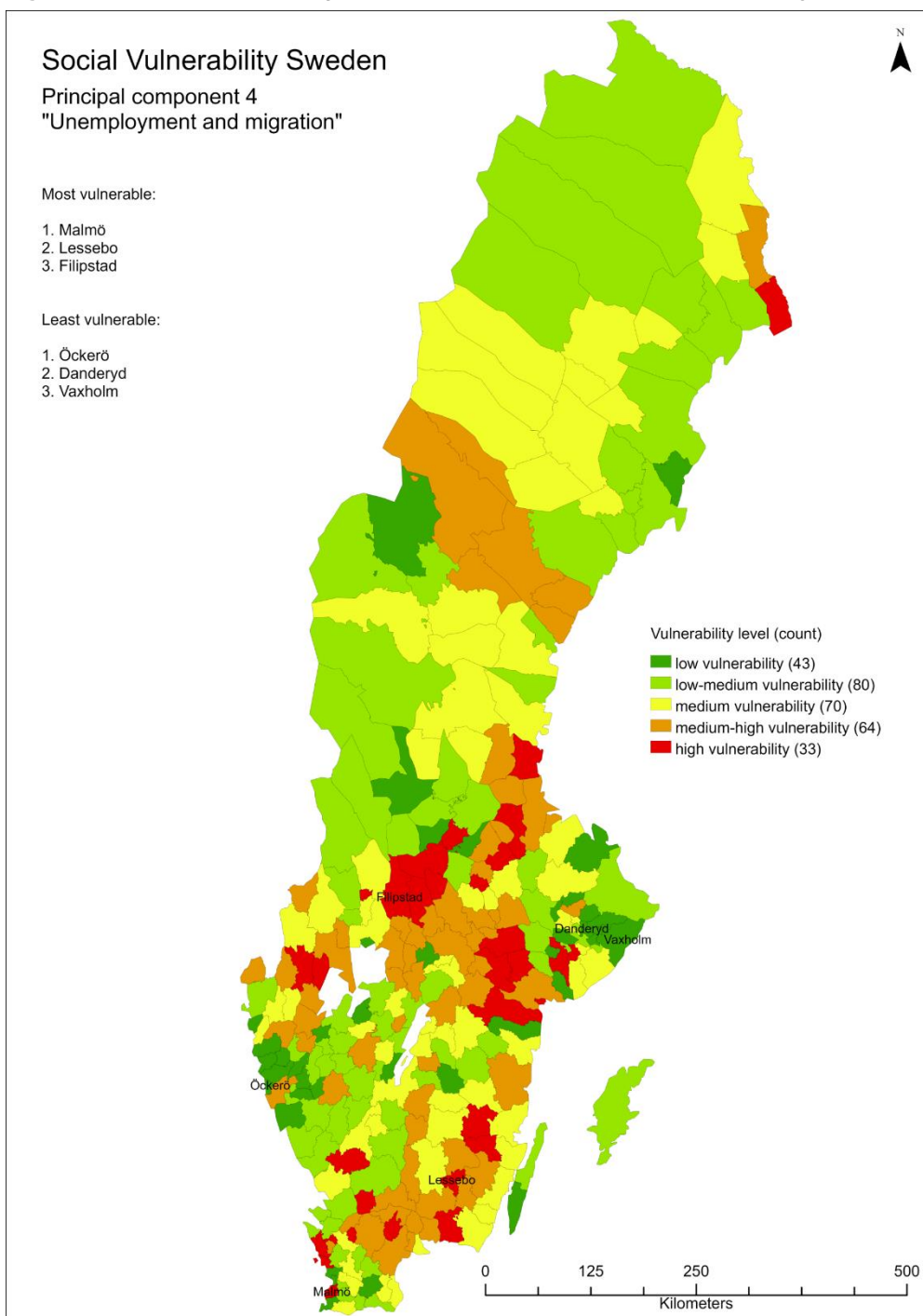
Figur 4. Social sårbarhet i Sverige – Principalkomponent 2 "Bebyggelse".



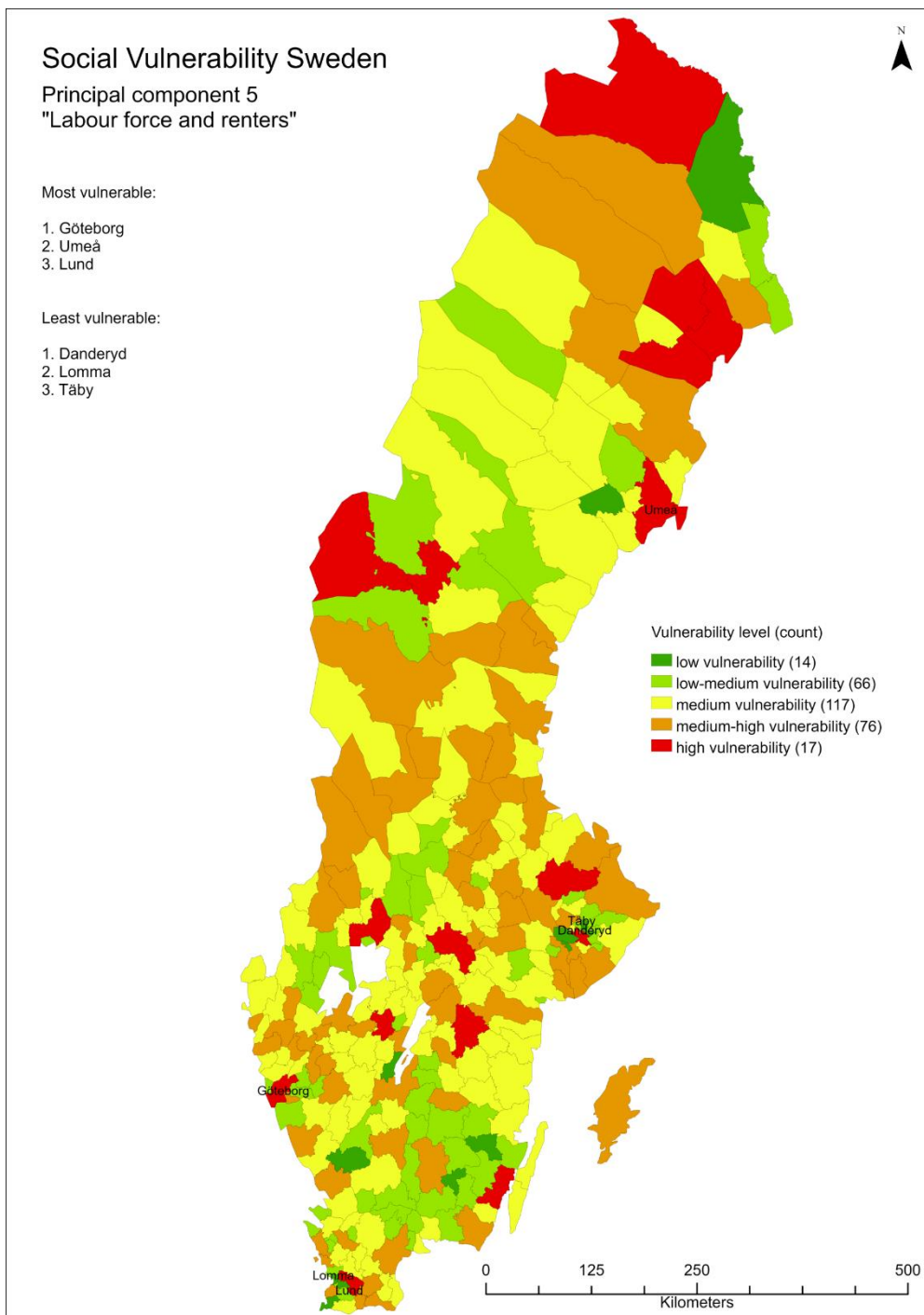
Figur 5. Social sårbarhet i Sverige – Principalkomponent 3 "Demografi".



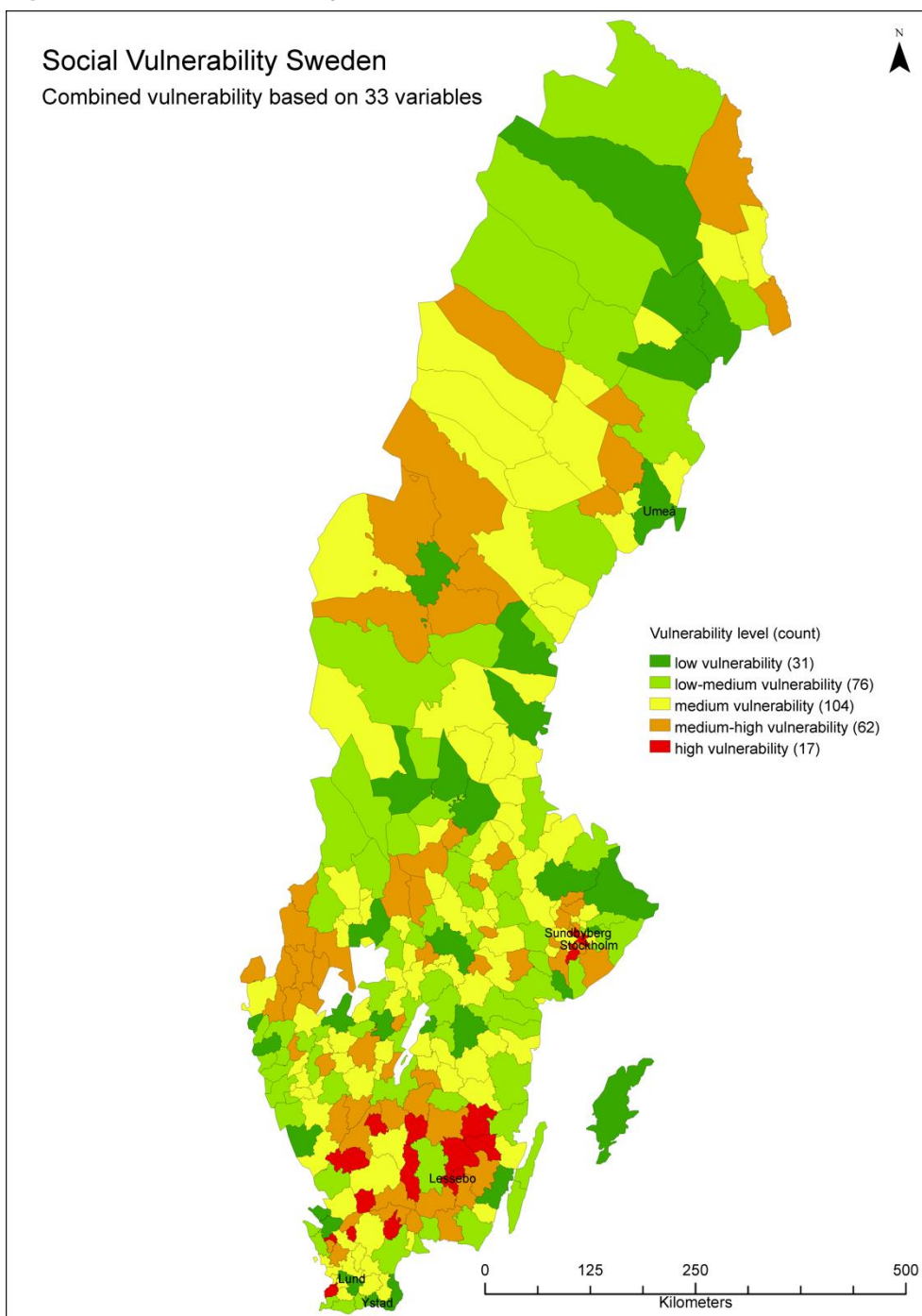
Figur 6. Social sårbarhet i Sverige – Principalkomponent 4 "Arbetslöshet och migration".



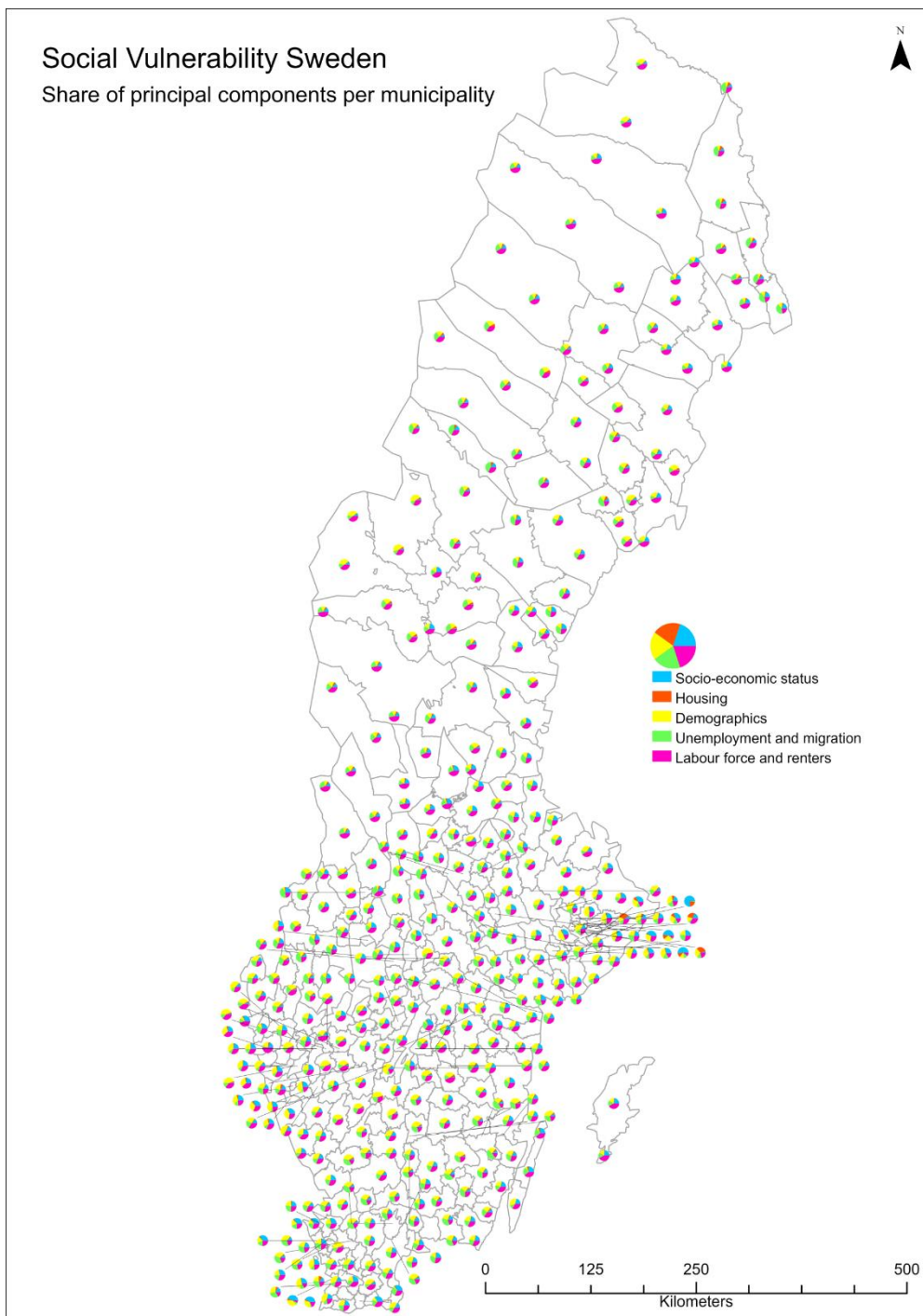
Figur 7. Social sårbarhet i Sverige – Principalkomponent 5 “Arbetskraft och hyresförhållanden”.



Figur 8. Social sårbarhet i Sverige – Kombinerad sårbarhet baserad på 33 variabler.



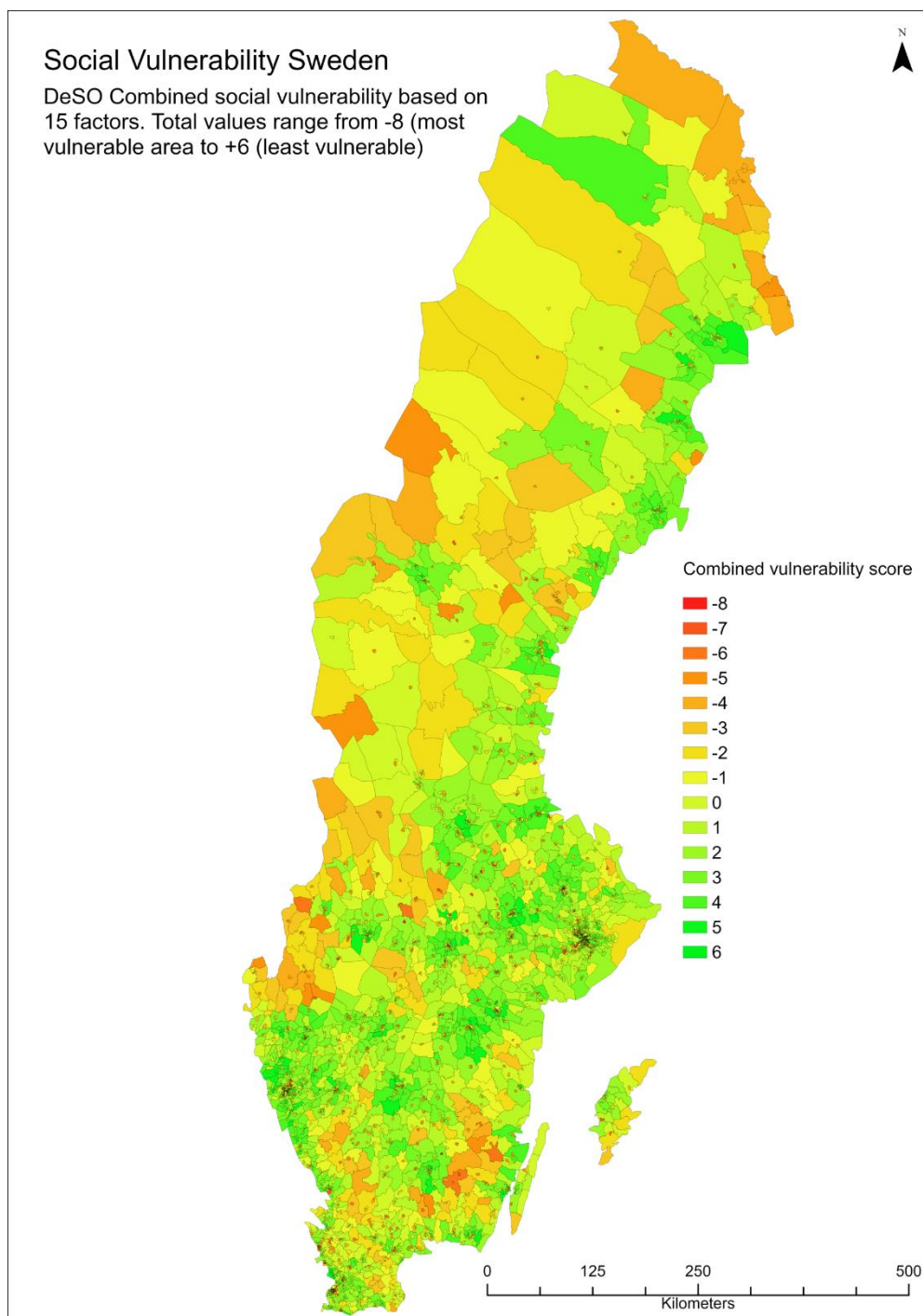
Figur 9. Social sårbarhet i Sverige – Andel av de fem principalkomponenterna för respektive kommun.



Sårbarhet på DeSO-nivå

Resultaten från analysen av DeSO-områden visas i Figur 12. Liksom för kartorna på kommunnivå presenteras alla 15 variabler som användes i kartor i bilaga IV. De kombinerade poängen för sårbarhet sträcker sig från -8 (mest sårbar) till +6 (minst sårbar). Totalt anses 44% av DeSO-områdena vara sårbara, 10% neutrala och 46% mindre sårbara enligt detta tillvägagångssätt. Ett allmänt mönster som kan observeras är att mindre DeSO-områden inte nödvändigtvis har liknande sårbarhetspoäng som omgivande större områden. Snarare är fallet det omvända med mindre DeSO-områden, som representerar städer och tätorter, har högre sårbarhet än de omgivande större områdena som representera glesare bebyggelse. En anledning till detta kan vara den högre andelen singlar med barn i stadsområden, en högre befolkningsandel med utländsk bakgrund, skillnader i utbildningsnivå och inkomst. En regressionsanalys mellan sårbarhetsnivå och DeSO-storlek, både gällande area och befolkning visar dock inget samband mellan dessa variabler. I likhet med analysen på kommunal nivå ger vissa områden i Småland men också vid den svensk-norska gränsen högre sårbarhetspoäng än områden närmare kusterna som i allmänhet är mindre sårbara. DeSO-områden i norra Sverige verkar mer utsatta än i söder. Större DeSO-områden som omger städer är ofta mindre utsatta än själva staden och i nationell skala till och med bland de minst utsatta.

Figur 10. Social sårbarhet i Sverige för DeSO-områden - Kombinerad sårbarhet baserad på 15 variabler.



Figur 13 visar ett utdrag ur DeSO-kartan över ett av de mest översvämningskänsliga områdena i Sverige, Skåre i Karlstads kommun. Området valdes för att demonstrera sambandet mellan social sårbarhet och potentiella naturhot, här i form av älvöversvämmning från Klarälven under antagande av en 10 000-årig översvämningshändelse och för att belysa potentialen att använda DeSO-områden i

klimateanpassning och risk- och krishantering. Kartan visar en översikt av översvämningsskiktet (data från MSB), DeSO-gränser, järnvägs- och vägnät (med markerade översvämmade segment och segment som passerar DeSO-gränser) som kan användas som åtkomstpunkter och flyktvägar. Alla lager finns också i webbapplikationen med möjlighet att utföra ytterligare analyser.

Vid en analys av hur kustöversvämningar påverkar olika DeSO-områden fann vi att 25 områden skulle vara helt översvämmade, medan 4477 av 5984 områden inte alls skulle påverkas. Av de 1507 som delvis påverkas av kustöversvämningar är 17,4% av ytorna översvämmade i genomsnitt med en standardavvikelse på 22,5%. 2196 av 5984 DeSO-områden (36,7%) påverkas av älv- eller sjööversvämningar. I likhet med kustnära översvämningar beräknas 17,7% i genomsnitt täckas med vatten, med en standardavvikelse på 19,5%. En statistisk analys av de översvämmade områdena, vattendjupet, evakueringsvägar och påverkad infrastruktur på DeSO-nivå ger följande resultat:

Översvämmat område per DeSO i % (kustöversvämning, källa: MSB)

- Räckvidd: 0 - 100%; Medel: 4,4%; Std.-Avv.: 13,6
- 25% av alla DeSO:er påverkas; 2% av alla DeSO:er är översvämmade 50% eller mer

Översvämmat område per DeSO i % (fluvial översvämning, källa: MSB-översvämning och riskkartor)

- Räckvidd: 0 - 99,7%; Medel: 6,5%; Std.-Avv.: 14,5
- 40% av alla DeSO:er påverkas; 2% av alla DeSO:er är översvämmade 50% eller mer

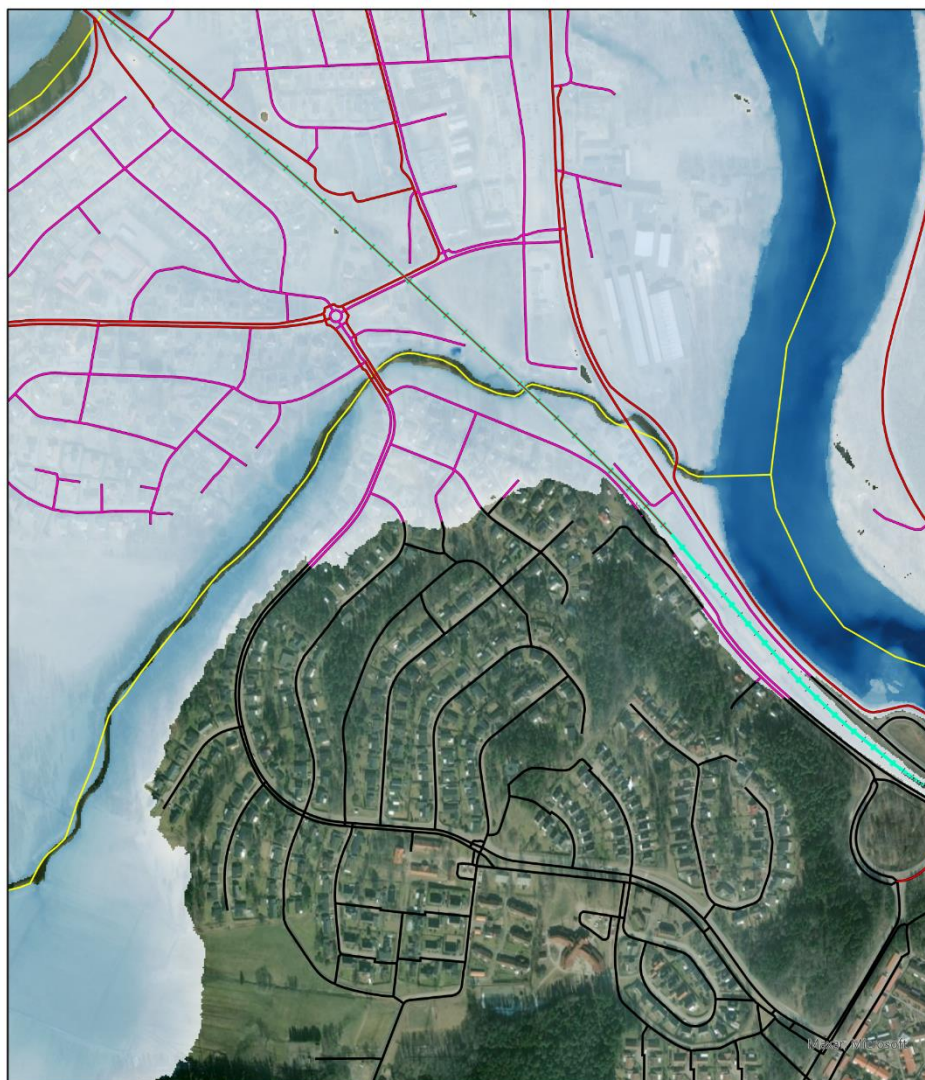
Översvämmade vägar och järnvägar (källa: Trafikverket NVDB och NJDB)

- Totalt översvämmas 22 413 km väg. Medel: 3,7 km; Std.-Avv.: 10,2 km
- Totalt översvämmas 865 km av järnvägsnätet. Medel: 140 m; Std.-Avv.: 1,2 km

7054 vägar och järnvägar passerar en DeSO-gräns (Min 0, Max 45; Medel 1,2; Std.-Avv.: 2,4)

En presentation av alla individuella DeSO-variabler och poäng skulle vara alltför omfattande i detta avsnitt. Uppgifterna görs dock tillgängliga som hjälpdata för rapporten i form av kalkylark.

Figur 11. Social sårbarhet i Sverige – DeSO-områden i kombination med MSB:s översvämningsskarta (BHF) och påverkade sträckor av vägar och järnvägar. Exempel från Skåre, Karlstads kommun.



- | | | |
|---|------------------|------------------------------|
| — DeSO boundary | Water depth | World Imagery |
| — Roads intersecting DeSO boundary | Value | Low Resolution 15m Imagery |
| — Railroads intersecting DeSO boundary | | High Resolution 60cm Imagery |
| — Flooded roads | | High Resolution 30cm Imagery |
| — Flooded railways | Railroad network | Citations |
| | Road network | 2.4m Resolution Metadata |

Webbkarta

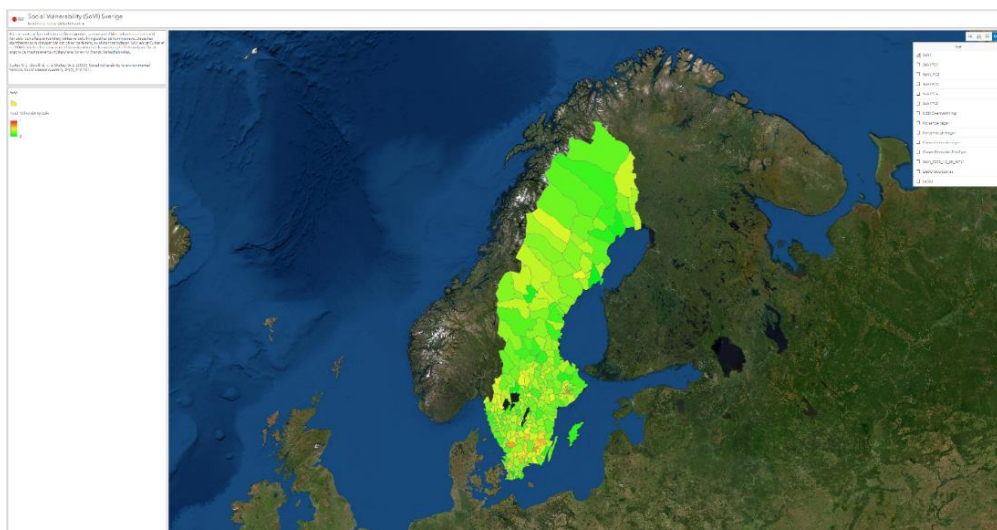
Utvecklingen av en explorativ webbkarta som visas i Figur 14 implementerades med ESRI:s ArcGIS Dashboards. Webbkartan i sin nuvarande form har titel, beskrivning, legend och det faktiska kartfönstret som Dashboard-element. Kartan har standardwebbkart-funktionalitet såsom skalningsfri zoomning, panorering, en sökfunktion och ett urval av olika bakgrundskartor. Elementen i respektive skikt är alla klickbara. En popup-meny visar attributtabellen för den valda funktionen med ursprungliga och skalade värden, andra kvalitativa och kvantitativa data såsom namn och koder och mellanliggande attributtabellfält för att säkerställa full transparens för användaren. 15 lager är för närvarande tillgängliga i webbkartan (Tabell 7).

Tabell 4. ArcGIS Dashboards explorativa skikt.

| Namn | Format | Geodata källa | Beskrivning |
|--|---------------|-------------------|--|
| MSB hotkartor översvämning | Raster | MSB | Vattendjup i mm, 2 m upplösning |
| SoVI | Polygon (shp) | Valmyndigheten | Kombinerad social sårbarhet på kommunnivå |
| SoVI PC1 - Arbetsmarknad och ekonomi | Polygon (shp) | Valmyndigheten | Principalkomponent 1 "Arbetsmarknad och ekonomi" |
| SoVI PC2 - Bebyggelse | Polygon (shp) | Valmyndigheten | Principalkomponent 2 "Bebyggelse" |
| SoVI PC3 - Demografi | Polygon (shp) | Valmyndigheten | Principalkomponent 3 "Demografi" |
| SoVI PC4 - Arbetslöshet och migration | Polygon (shp) | Valmyndigheten | Principalkomponent 4 "Arbetslöshet och migration" |
| SoVI PC5 - Arbetskraft och hyresförhållanden | Polygon (shp) | Valmyndigheten | Principalkomponent 5 "Arbetskraft och hyresförhållanden" |
| MSB översvämning (BHF) | Polygon (shp) | MSB | Alla fluvialt översvämmade områden |
| MSB kustöversvämning | Polygon (shp) | MSB | MSB kustöversvämning (5m) |
| Korsande vägar | Line (shp) | Trafikverket | Vägssegment som korsar en DeSO-gräns |
| Korsande järnvägar | Line (shp) | Trafikverket | Järnvägssegment som korsar en DeSO-gräns |
| Översvämmade vägar | Line (shp) | Trafikverket | Översvämmade vägar |
| Översvämmade järnvägar | Line (shp) | Trafikverket | Översvämmade järnvägssegment |
| | | | |
| DeSO boundaries | Polygon (shp) | Statistics Sweden | DeSO-gränser |

| | | | |
|------|---------------|-------------------|-----------------------------------|
| DeSO | Polygon (shp) | Statistics Sweden | Sammanlagt sårbarhet på DeSO-nivå |
|------|---------------|-------------------|-----------------------------------|

Figur 12. Interaktiv webbkarta skapad med ArcGIS Dashboards. Utdrag från 2020-12-20.



Diskussion

Resultat av analyser

Faktoranalysen av 37 indikatorer för social sårbarhet resulterade i fem komponenter som förklarade mer än 75% av den totala variansen. De svenska kommunernas sociala sårbarhetskategorier benämndes utifrån de ingående variablerna: arbetsmarknad och ekonomi, bebyggelse, demografi, arbetslöshet och migration och arbetskraft och hyresförhållanden.

Arbetsmarknad och ekonomi: Den första komponenten identifierar arbetsmarknaden och ekonomin och förklarar 38% av variansen. Tjänstesektorn, ekonomiska tillgångar och hög inkomst bidrar positivt till denna komponent. Hög socioekonomisk nivå är förknippad med att ha mer kapital, och högre levnadsstandard och inkomstnivåer och kopplas till låg sårbarhet. En hög ekonomisk nivå ökar individens och grupperns förmåga att bättre förbereda sig för nödsituationer och hantera förluster. Andelen av befolkningen som arbetar i primär- och utvinningsindustrin och inom jordbruk bidrar negativt till denna komponent. Detta förklaras av att vissa yrken/arbetsplatser inom primärsektorn är mer benägna att påverkas negativt av en händelse. Skador inom jordbruket, till exempel förlust av grödor, är ofta förknippade med naturhändelser. Dessutom kan skog skadas av stormar, och uppröjningsarbete kan leda till dödsfall och skador (Holand et al., 2011). Variabeln som mäter kön (här andelen kvinnor) har inte ansetts ha någon inverkan på sårbarheten. De nordiska länderna är bland de som har den högsta jämställdhetsnivån (Holand et al., 2011) vilket sannolikt minskar betydelsen av kön som en faktor bakom sårbarhet. Sverige anses å andra sidan ha en av de mest könsuppdelade arbetsmarknaderna där män och kvinnor i hög grad tenderar att arbeta i olika sektorer, vilket påverkar sårbarheter (MSB, 2018). Småland och kommuner längs den svensk-norska gränsen får låga poäng i komponenten vilket indikerar hög sårbarhet, medan kustkommuner och särskilt större tätbebyggelser där arbetsmarknad och ekonomi är starkare får högre poäng. Kommunerna med högst poäng är Danderyd, Täby och Lidingö.

Bebyggelse: Den andra komponenten drivs av hög befolkningstäthet och hög utveckling och förklarar mer än 15% av den totala variansen. Hög befolkningstäthet utsätter ett stort antal individer för faror. En hög densitet innebär inte bara att fler människor drabbas av en katastrof utan också att det skulle vara svårare att organisera och administrera till exempel evakuering i en akut situation. Dessutom kan det öka de ekonomiska och mänskliga förlusterna eftersom fler människor och fastigheter samtidigt kommer att påverkas av en potentiell fara. Sammanlagt ökar komponenten kommunernas sårbarhet. I vår analys framträder kommuner som Stockholm, Sundbyberg och Solna med hög poäng i komponenten vilket indikerar hög sårbarhet.

Demografi: Den tredje komponenten innefattar en kommuns demografiska sammansättning och förklarar 9,5% av den totala variansen. Två demografiska

grupper som ofta ses som särskilt utsatta, äldre och barn, identifieras som dominerande variabler. Barn och äldre är bland de grupper som bedöms vara känsliga och drabbas mest av katastrofer (Cutter et al. 2003; Holand et al. 2011). Kommuner med större andelar av unga och äldre och stora hushållsstorlekar, som Stockholms omgivande kommuner och Småland, sticker ut som de med högst poäng på komponenten, vilket indikerar hög sårbarhet. Här ser vi också en tydlig skillnad mellan Norrland och resten av Sverige, där majoriteten av kommuner i Norrland får låga poäng på komponenten indikerande låg sårbarhet.

Arbetslöshet och migration: Vår fjärde komponent som förklarar 7,0% av variansen belyser sårbarhet kopplat till hög arbetslöshet, låg inkomstnivå, högt antal socialförsäkringsmottagare och stort antal invandrare. Dessa variabler bidrar till social sårbarhet genom brist på resurser, kulturella skillnader och social, ekonomisk och politisk marginalisering (Cutter et al. 2003). Kommuner med hög poäng på komponenten, motsvarande hög sårbarhet, ligger i delar av Värmland, Dalarna, Södermanland och Västmanland men också i södra Sverige (delar av Skåne, särskilt Malmö, Blekinge och Småland). Lägst poäng och sårbarhet är kommunerna kring Göteborg och Stockholm med positiv befolkningstillväxt och där sysselsättningsmöjligheter skapats under de senaste åren.

Arbetskraft och hyresförhållanden: Den femte komponenten belyser kommunernas arbetskraft och förklarar 4,8% av variansen. Procentandel av befolkningen och andel kvinnor som deltar i arbetskraften bidrar positivt till komponenten. Andelen hyresgäster bidrar negativt till komponenten. Hög poäng på denna komponent innebär lägre total sårbarhet. De södra delarna av Sverige och Småland har högst poäng på komponenten, medan kommunerna i norra Sverige har lägst poäng och indikeras som mest sårbara.

Möjligheter och begränsningar med sårbarhetsindex

Genom en plats-baserad bedömning av social sårbarhet är det möjligt att identifiera och undersöka särskilt sårbara kommuner. En bättre förståelse för sårbarhet i kommuner kan vara avgörande för att utveckla system för förebyggande och skadebegränsande arbete, och för att identifiera de grundläggande orsakerna bakom sårbarhet. GIS-verktyget som tagits fram inom detta projekt kan stärka planeringsprocesser och riskbedömningar. De socioekonomiska indexpoängen är inte fördelade lika över Sveriges kommuner. De mest sårbara kommunerna enligt det presenterade indexet (Fig. 10) ligger främst i södra Sverige (Småland) samt med några kluster i Värmland, Jämtland och Norrbotten. Med utgångspunkt i indexet går det att klassificera 17 kommuner med hög sårbarhet, 62 kommuner med medelhög sårbarhet och 211 kommuner med medelhög till låg sårbarhet.

Social sårbarhet inte är jämnt fördelad över Sverige. Indexet erbjuder en strategi för att jämföra socioekonomiska förhållanden mellan kommuner och identifiera sårbara platser, och möjliggör visualisering av den rumsliga variationen i kartform. Tillgängliggörande och visualisering av social sårbarhet kan utgöra en grund för

djupare studier av sårbarhet på specifika platser och också för att hjälpa beslutsfattare att bättre förstå platsbaserad sårbarhet och variationer av sårbarhet på nationell skala.

Det finns kritik mot användningen av sociala sårbarhetsindex i den vetenskapliga litteraturen. Komplexiteten i social sårbarhet gör att den inte enkelt låter sig mätas men den kan fortfarande studeras genom kartläggning av relativ sårbarhet. Kartläggning av sårbarhet med hjälp av sårbarhetsindex vilar på ett antal mer eller mindre subjektiva val som måste göras när det gäller konceptualisering av sårbarhet, metodik för skapande av index, tillgänglighet av data, val av indikatorer för sårbarhet samt den potentiella viktningen av dessa. Alla dessa val kommer att påverka resultatet av kartläggningen och bör göras på ett öppet sätt med ett kritiskt perspektiv. Vi håller här med Holand et al. (2011) i att kontrasterande resultat snarare bör ses som komplement som motiverar ytterligare fördjupade studier snarare än som motsägelser, och att en av de viktigaste användningarna för sårbarhetskartor är att kunna fungera som grund för sådana fördjupade studier.

Metodfrågor

En fråga som är värd att diskuteras närmare är hur ett index beräknas utifrån ett antal identifierade komponenter, och om dessa komponenter ska viktas mot varandra eller ej. I denna studie bör inte bara det sammansatta indexet ses som studiens resultat; de fem komponenterna (PC1 till PC5) kan ses som fem dimensioner av sårbarhet som var och en kan analyseras vidare.

Implementeringen med den nuvarande Dashboards-lösningen kan modifieras för att få snabbare visualisering, dock på bekostnad av att förlora interaktiv funktion (webbkart-caching såväl som interoperabilitet är prestandakrävande och tenderar att sakta ner visualiseringen). Anledningen till detta är att vi valde att presentera en karta som går att utforska. Prestanda kan förbättras om man väljer att publicera en karta endast för visualiseringsändamål, men i så fall kan inga attribut och värden undersökas. Vi tror att den nuvarande lösningen är bättre anpassad för användning och vidare utforskning i linje med denna studies explorativa natur.

Att studera social sårbarhet på DeSO-nivå är en lovande ansats, eftersom mer detaljerade resultat kan förväntas i framtiden när ytterligare data görs tillgängliga på DeSO-nivå. För närvarande kan endast en delmängd av variablerna som undersöktes på kommunnivå användas. Det utfördes ingen PCA på DeSO-data men istället användes en annan metod för att aggregera de olika variablerna. Ett intressant resultat här var att DeSO-nivån gav liknande regionala mönster och kluster som för den kommunala nivån.

En tänkbar uppföljning av denna utforskande pilotstudie är att koppla sårbarhetsdata till ytterligare naturhot, t.ex. skogsbränder eller värmeböljor, eller den pågående Covid-19-pandemin. Det finns för pandemin flera pågående forskningsinitiativ som undersöker kopplingen mellan pandemins effekter och sociala förhållanden och sårbarheter. Kopplingen mellan sårbarhet och olika hot

skulle först och främst kräva data för respektive hotområden. Vissa data är redan tillgängliga, till exempel. brandkänslighet i form av skogsbrandriskkartor, medan andra datamängder kan behöva skapas, t.ex. uppskattningar av yttemperaturen i städer under värmeböljor baserade på fjärranalysdata.

I denna typ av analyser är det särskilt viktigt att ha en teoretisk grund för de faktorer och processer som påverkar sårbarheten för olika hot, baserad på litteraturstudier. Vi har i denna studie tagit del av existerande forskningslitteratur och i viss mån även så kallad grå litteratur, och från detta byggt en grund för vidare och mer omfattande studier. Våra resultat visar att det finns stora variationer i sårbarhet mellan olika kommuner, och sannolikt också förändringar över tid. Vi ser här att genomförandet av vidare studier i Sverige av de bakomliggande faktorer som orsakar sårbarhet, i linje med de exempel vi sett från Norge, är ett viktigt framtida forskningsområde med potential att ge betydande bidrag till utvecklad riskreduktion och klimatanpassning. En begränsning av våra och andra tillvägagångssätt för bedömning av social sårbarhet är att de initiala socioekonomiska variablerna som används i PCA är datastyrda snarare än teoridrivna. Detta gäller vidare om mer hotspecifika analyser ska göras, då de underliggande sårbarhetsfaktorerna för respektive hot behöver identifieras.

En styrka med denna pilotstudie är att etableringen av vår metod utgör en grund för vidareutveckling av sociala sårbarhetsbedömningar med avseende på särskilda klimatrisker i ett svenskt sammanhang. Studien visar också att det redan finns en hel del socioekonomiska data och riskdata som kan användas utan arbetskrävande datainsamling även för relativt små administrativa enheter (DeSO).

Källförteckning

- Adger, W. N. (2006) Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Bartelink V, Tynelius P, Walander A, Burström B, Ponce de Leon A, Nederby Öhd J, Hergens MP, Lager A. Socioekonomiska faktorer och covid-19 i Stockholms län. November 2020. Stockholm: Centrum för epidemiologi och samhällsmedicin, Region Stockholm; 2020. Rapport 2020:10.
- Birkmann, J. (2006) Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. I J. Birkmann (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards - towards disaster resilient societies* (pp. 9-54). Tokyo, New York, Paris: United Nations University Press.
- Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, A. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., . . . Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. *Natural Hazards*, 67(2), 193-211. doi:10.1007/s11069-013-0558-5.
- Bohle, H. G., Downing, T. E., & Watts, M. J. (1994). Climate change and social vulnerability: Toward a sociology and geography of food insecurity. *Global Environmental Change*, 4(1), 37-48. doi:[https://doi.org/10.1016/0959-3780\(94\)90020-5](https://doi.org/10.1016/0959-3780(94)90020-5)
- Borden, K. A., Schmidlein, M. C., Emrich, C. T., Piegorsch, W. W., & Cutter, S. L. (2007). Vulnerability of US cities to environmental hazards. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*(4), 1-21.
- Chambers, R. (1989). Vulnerability, coping and policy. *Institute of Development Studies Bulletin*, 20(2):1-7.
- Calderón-Larrañaga, A., Dekhtyar, S., Vetrano, D. L., Bellander, T., & Fratiglioni, L. (2020). COVID-19: risk accumulation among biologically and socially vulnerable older populations. *Ageing Research Reviews*, 63, 101149. doi:<https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101149>
- Carter, T. R., Fronzek, S., Inkinen, A., Lahtinen, I., Lahtinen, M., Mela, H., . . . Terama, E. (2016). Characterising vulnerability of the elderly to climate change in the Nordic region. *Regional Environmental Change*, 16(1), 43-58. doi:10.1007/s10113-014-0688-7
- Child, Dennis (1990), *The essentials of factor analysis*, 2nd ed (The essentials of factor analysis, 2nd ed.; New York, NY, US: Cassell Educational) viii, 120-viii, 20.
- Cutter, S. L. (1996). Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20(4), 529-539. doi:Doi 10.1177/030913259602000407

- Cutter, S. L., Boruff, B. J., and Shirley, W. L. (2003), 'Social vulnerability to environmental hazards', *Social Science Quarterly*, 84 (2), 242-61.
- Cutter S.L. & Morath D.P (2013) The evolution of the Social Vulnerability Index (SoVI). In: Birkmann J., ed. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards*. UNU-EHS, Bonn.
- European Union. (2020). Submission by Croatia and the European Commission on behalf of the European Union and its Member States. Subject: Long-term low greenhouse gas emission development strategy of the European Union and its Member States. Zagreb: Council of the European Union
- FEMA (2020) National Risk Index – primer. Hämtad [2020-12-15] från: https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-11/fema_national-risk-index_primer.pdf
- Fielding J. & Burningham K. (2005) Environmental inequality and flood hazard. *Local Environment*, 10, 379-395.
- Füssel, H.-M. (2007) Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research. *Global Environmental Change*, 17, 155-167.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.002>
- Holand, I. S., Lujala, P., & Rød, J. K. (2011). Social vulnerability assessment for Norway: A quantitative approach. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 65(1), 1-17. doi:10.1080/00291951.2010.550167
- Holand, I. S., & Lujala, P. (2013). Replicating and Adapting an Index of Social Vulnerability to a New Context: A Comparison Study for Norway. *The Professional Geographer*, 65(2), 312-328. doi:10.1080/00330124.2012.681509
- Holand, I. S. (2015). Lifeline Issue in Social Vulnerability Indexing: A Review of Indicators and Discussion of Indicator Application. *Natural Hazards Review*, 16(3), 04014026. doi:doi:10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000148
- Humphreys, Lloyd G. and Ilgen, Daniel R. (1969), 'Note On a Criterion for the Number of Common Factors', *Educational and Psychological Measurement*, 29 (3), 571-78.
- Jonsson, A. C., Hjerpe, M., Andersson-Sköld, Y., Glaas, E., André, K., & Simonsson, L. (2012). Cities' capacity to manage climate vulnerability: experiences from participatory vulnerability assessments in the lower Göta Älv Catchment, Sweden. *Local Environment*, 17(6-7), 735-750. doi:10.1080/13549839.2012.685880
- Jonsson, A. C., & Lundgren, L. (2015). Vulnerability and adaptation to heat in cities: perspectives and perceptions of local adaptation decision-makers in Sweden. *Local Environment*, 20(4), 442-458. doi:10.1080/13549839.2014.896326

- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland
- Jolliffe, Ian T. and Cadima, Jorge (2016), 'Principal component analysis: a review and recent developments', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374 (2015), 20150202.
- Kuhlicke, C., Scolobig, A., Tapsell, S., Steinführer, A. and De Marchi, B. (2011). Contextualizing social vulnerability: findings from case studies across Europe. *Natural Hazards* 58(2), pp. 789-810.
- Liverman, D.M. (1990) Chapter 26: Vulnerability to Global Environmental Change. In: Kasperson, R.E., Dow, K., Golding, D. and Kasperson, J.X., Eds., *Understanding Global Environmental Change: The Contributions of Risk Analysis and Management*, Clark University, Worcester, 27-44.
- MSB (2016) MSB:s bidrag med underlag till Sveriges genomförande av Agenda 2030.
- MSB (2020) MSB:s arbete enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete - med MSB:s klimat- och sårbarhetsanalys samt handlingsplan för fortsatt arbete. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.
- Opach, T., Glaas, E., Hjerpe, M., & Navarra, C. (2020). Vulnerability Visualization to Support Adaptation to Heat and Floods: Towards the EXTRA Interactive Tool in Norrköping, Sweden. *Sustainability*, 12(3), 1179. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1179>
- O'Keefe, P., Westgate, K., & Wisner, B. (1976). Taking the naturalness out of natural disasters. *Nature*, 260(5552), 566–567. doi:10.1038/260566a0
- Prop. 2017/18:163 (2018) Nationell strategi för klimatanpassning. Stockholm: Miljö- och energidepartementet.
- Regeringskansliet (u.å.) Att förändra vår värld: Agenda 2030 för hållbar utveckling. Stockholm.
- Regeringskansliet (2016) Uppdrag till statliga myndigheter att bidra med underlag till Sveriges genomförande av Agenda 2030. Finansdepartementet: Fi2016/01355/SFÖ. Stockholm: Finansdepartementet. Hämtad 2020-12-16 från: <https://www.regeringen.se/49758d/contentassets/af12d612e6e94b2698057db968d30b80/uppdrag-till-statliga-myndigheter-att-bidra-med-underlag-for-sveriges-genomforande-av-agenda-2030>

- Rød, J. K., Berthling, I., Lein, H., Lujala, P., Vatne, G., & Bye, L. M. (2012). Integrated vulnerability mapping for wards in Mid-Norway. *Local Environment*, 17(6-7), 695-716. doi:10.1080/13549839.2012.685879
- SFS 2018:1428, (2018) Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.
- Statsrådsberedningen (2017) Nationell säkerhetsstrategi. Stockholm: Regeringskansliet, Statsrådsberedningen Hämtad 2020-12-16 från: <https://www.regeringen.se/informationsmaterial/2017/01/nationell-sakerhetsstrategi/>
- MSB (2018). Genus, risk och sårbarhet - En populärvetenskaplig sammanfattning av resultaten från ett postdoktoralt forskningsprojekt. Rapport nr: MSB1204 - april 2018. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.
- UNDRR (UNISDR) (2015) *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Hämtad 2020-12-16 från: https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf
- UNDRR (UNISDR) (2016) *Reading the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030*. Hämtad 2020-12-16 från: https://www.preventionweb.net/files/46694_readingsendaiframeworkfordisas terri.pdf
- UNDRR (UNISDR) (2016b) Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology related to disaster risk reduction. Hämtad 20-12-16 från: https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportenglish.pdf
- UNDRR (UNISDR) (2015b) Disaster Risk Reduction and Resilience in the 2030 Agenda for Sustainable Development. Hämtad 20-12-16 från: https://www.preventionweb.net/files/46052_disasterriskreductioninthe2030ag end.pdf
- United Nations (2015) Paris Agreement.
- White, GF (1945) Human adjustment to floods. Research Paper 29. Department of Geography, University of Chicago, 225 pp.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. and Davis, I. (2004) At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2nd Edition, Routledge, London.

Bilaga I - Faktorer och variabler

Holand et al. (2011)

Tabell 5. Faktorer och variabler bakom social sårbarhet (SeVI) i Holand et al. Efter Holand et al. (2011), Tabell 3

| Sammansatt Faktor | Variabler | Loading | +/- |
|---|--|---------|-----|
| 1. Population structure and socioeconomic status | % households with income less than NOK 150,000 | -0.79 | - |
| | % population 67 years or older | -0.77 | |
| | % population living in nursing homes | -0.67 | |
| | % receiving invalidity pension | -0.64 | |
| | % households earning more than NOK 500,000 | 0.76 | |
| | Median income NOK 1000 | 0.71 | |
| | % participating in the labor force | 0.66 | |
| | % population 5 years or younger | 0.76 | |
| | % employed in health care and social services | -0.68 | |
| 2. High-skilled, equal, and multiethnic vs. low-skilled | % with only lower secondary education | -0.67 | - |
| | % employed in primary sector | -0.59 | |
| | % first- or second-generation non-Western immigrants | 0.59 | |
| | % first generation Western immigrants | 0.51 | |
| | % employed in low-skill service sector | 0.41 | |
| | % with 4 years or more of tertiary education | 0.79 | |
| | Gender equality index | 0.66 | |
| | Value of housing units NOK 1000 | 0.65 | |
| 3. Municipal viability | Net debt as percentage of gross revenue | -0.65 | - |
| | % municipality's expenditure on debt service | 0.49 | |
| | Municipality's disposable income per inhabitant | 0.73 | |
| | % electorate voting in local election | 0.63 | |
| 4. Unemployment and demographic liability | % unemployed | 0.75 | + |
| | % population moving to other municipalities | 0.64 | |
| | % single-parent households | 0.54 | |

| | | | |
|--|---|-------|--|
| | Median per capita capital assets NOK 1000 | -0.55 | |
|--|---|-------|--|

Tabell 6. Faktorer och variabler bakom biofysisk sårbarhet (BEVI) i Holand et al (2003). Efter Holand et al. (2011), Tabell 4.

| Sammansatt Faktor | Variabler | Loading | +/- |
|-------------------------|---|---------|-----|
| 1. Lifelines | Length of municipal roads (km per capita) | 0.77 | + |
| | No. of exit routes per 1000 inhabitants | 0.75 | |
| | Distance to nearest hospital (km) | 0.8 | |
| 2. Settlement density | Population density | 0.86 | + |
| | Housing construction density | 0.86 | |
| 3. Aging infrastructure | Average age of water pipelines | 0.69 | + |
| | Average age of sewer lines | 0.74 | |
| | % residential building stock built after 1980 | -0.72 | |

Rød et al. (2013)

Tabell 7. Indikatorer för social sårbarhet i Trøndelag (Egen efter Rød et al 2013, tabell 1)

| Indikator | Beskrivning |
|-----------------------|---|
| Wealth | Median net wealth for persons aged 17 years and older |
| In-migration | In-migration to the district 1999-2008 as percent of total population in 2009 |
| Immigration | Immigration and born Norwegians with immigrant parents (%) |
| Densely populated | Share of population living in densely populated areas |
| Population aged 16-67 | Share of population in age group 16-67 years as percent of total population |
| Primary industries | Share of population in age group 21-67 years working in primary industries |
| Income | Median gross income for persons aged 17 years or older |
| Secure job | Share of population in age group 21-67 years working in national or county administration, or in the social security administration |
| Having work | Share of population in age group 21-67 years having work |
| Single parents | Per cent of single mother/father with children aged under 18 years |
| Death rate | Death rate per 1000 of mean population for the period 1999-2008 |

Bilaga II - Referenser till ramverk för social sårbarhet identifierade av Jonsson & Lundgren (2013)

1. King, D., and MacGregor, C., 2000. Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazards. *Australian Journal of Emergency Management*, Spring, 52–57.
Not a framework per se, more of valuable insights on any framework
2. Cutter, S.L., Boruff, B.J., and Shirley, W., 2003. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84 (2), 242–261.
3. Dwyer, A., et al., 2004. Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards. *Geoscience Australia Record* 2004/14.
Experimental methodology to assess the Vulnerability of individuals within households. 13 indicators: Age, Income, Gender, Employment, Residence Type, Household Type, Tenure Type, Health Insurance, House Insurance, Car Ownership, Disability, English Language Skills and Debt/Savings.
4. Cutter, S.L., et al., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18 (4), 598–606.
5. Balbus, J.M., and Malina, C., 2009. Identifying vulnerable subpopulations for climate change health effects in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51 (1), 33–37.
No access
6. Heltberg, R., Siegel, P.B., and Jorgensen, S.L., 2009. Addressing human vulnerability to climate change: toward a “no-regrets” approach. *Global Environmental Change*, 19 (1), 89–99.
7. Johnson, D.P., and Wilson, J.S., 2009. The socio-spatial dynamics of extreme urban heat events: the case of heat-related deaths in Philadelphia. *Applied Geography*, 29 (3), 419–434.
8. Reid, C.E., et al., 2009. Mapping community determinants of heat vulnerability. *Environmental Health Perspectives*, 117 (11), 1730–1736.
9. Rey, G., et al., 2009. Heat exposure and socio-economic vulnerability as synergistic factors in heat-wave-related mortality. *European Journal of Epidemiology*, 24 (9), 495–502.
10. Wilhelmi, O.V., and Hayden, M.H., 2010. Connecting people and place: a new framework for reducing urban vulnerability to extreme heat. *Environmental Research Letters*, 5 (1), 1–7.

11. Engle, N.L., 2011. Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, 21 (2), 647 – 656.
12. Holand, I.S., Lujala, P., and Rød, J.K., 2011. Social vulnerability assessment for Norway: a quantitative approach. *Norwegian Journal of Geography*, 65 (1), 1–17.
13. Kuhlicke, C., et al., 2011. Contextualizing social vulnerability: findings from case studies across Europe. *Natural Hazards*, 58 (2), 789–810.
14. Morss, R.E., et al., 2011. Improving societal outcomes of extreme weather in a changing climate: an integrated perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 36 (1), 1–25.
15. Siddiqi, A., 2011. Supporting the working but vulnerable: linkages between social protection and climate change. *Climate and Development*, 3 (3), 209–227.
16. Buscali, C., Upegui, E., and Viel, J.F., 2012. Mapping heatwave health risk at the community level for public health action. *International Journal of Health Geographics*, 11 (38), 1–9.
17. Jonsson, A.C., et al., 2012. Cities' capacity to manage climate vulnerability: experiences from participatory vulnerability assessments in the lower Göta Älv catchment. *Sweden Local Environment*, 17 (6–7), 735–750.
18. Rød, J.K., et al., 2013. Integrated vulnerability mapping for wards in Mid-Norway. *Local Environment*, 17 (6–7), 695–716.

**Bilaga III, IV – Separata
bilagor för samtliga faktorer
och tillhörande tabeller som
refererats i text**



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

I samarbete med:

