Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Social sårbarhet för klimat-relaterade hot

Delstudie 2: Generella och hotspecifika index för social sårbarhet i Sverige

Social sårbarhet för klimatrelaterade hot
Delstudie 2: Generella och hotspecifika index för social sårbarhet i Sverige

Tidsperiod: 2021
Utförare: Karlstads universitet, Risk- och miljöstudier
Ansvarig: forskare/författare Jan Haas, Konstantinos Karagiorgos, Andreas Pettersson, Mathilde de Goër de Herve, Johanna Gustavsson, Jenni Koivisto, Kenny Turesson, Lars Nyberg

Kort sammanfattning
Denna rapport, som redovisar del 2 av projektet Social sårbarhet för klimatrelaterade hot, syftar till att ta fram ett generellt sårbarhetsindex för Sverige, men också specifika index för tre olika naturhot: översvämning (älv respektive kust), skogsbrand och ras/skred/erosion. För dessa specifika index har sårbarheten kombinerats med en bedömd exponering för de tre olika hoten. Analysen är gjord på kommun- och RegSO-nivå.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
MSB:s Kontaktpersoner: Sara Nordmark, 010-24052 74

Publ. nr: MSB1978 – maj 2022
ISBN: 978-91-7927-274-6

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

Innehåll

Inledning 4
Hotspecifik social sårbarhet 5
Översvämning 5
Jordskred 7
Skogsbrand 9
Metod och data 13
Social sårbarhet 13
Översvämning 15
Ras, skred och erosion 16
Skogsbrand 18
Webbkarta 20
Resultat 22
Sårbarhetsindex för Sverige 22
Översvämning 37
Integrering av översvämningsexponering och sårbarhetsindex 45
Ras, skred och erosion 53
Skogsbrand 59
Diskussion 65
Referenser 67
Appendix A 73

Inledning

Social sårbarhet får alltmer uppmärksamhet såsom en viktig komponent i olika klimatrisker. I den vetenskapliga litteraturen finner man olika kvalitativa och kvantitativa ansatser för hur man kan studera faktorer som orsakar sårbarhet. Användningen av kvantitativa index för social sårbarhet byggda på ett antal faktorer som ökar eller minskar sårbarheter utvecklades av Cutter m.fl. (2003) i USA, senare följt av t.ex. Holand m.fl. (2011) i Norge.

Ett generellt index för social sårbarhet tar inte hänsyn till vilket eller vilka hot som är i fokus, utan anses giltigt för olika hot. Ett annat tillvägagångssätt är att definiera ett index för en specifik typ av hot, inklusive vissa sårbarhetsfaktorer som är giltiga för just det hotet.

De viktigaste faktorerna bakom generell sårbarhet för klimathot i Sverige och Norden beskrivs i del 1 av rapporten. Huvudsyftet med denna delrapport (del 2), som avspeglas i Metod- och Resultatkapitlen, är att ta fram både ett generellt sårbarhetsindex för Sverige men också specifika index för tre olika naturhot: översvämning (älv respektive kust), skogsbrand och ras/skred/erosion. För dessa specifika index har en exponeringskomponent införts jämte en sårbarhetskomponent. Exponeringen representerar befolkning eller bebyggelse som exponeras i en riskzon, förutsatt ett visst hot (t ex en 100-års översvämningsnivå eller ett skredhot).

En annan dimension av social sårbarhet är skalan. Det finns en variation i sårbarhetsfaktorer relaterade till individ-, familje- eller hushållsnivå. Det finns också faktorer, t ex olika förmågor, som kan kopplas till stadsdelsnivå och kommunnivå, regional nivå eller nationell nivå. Data som representerar dessa faktorer kan inte användas på individ- eller hushållsnivå, främst på grund av integritetsskäl. Men det finns betydande mängder data på såväl kommunal som på två subkommunala nivåer: DeSO och RegSO. I denna rapport kommer kommun- och RegSO-nivån att användas som aggregeringsnivå.

Syftet med denna delrapport (del 2) är:

- Att utveckla indexmodeller för generell social sårbarhet för klimathot i Sverige, på kommunal och RegSO-nivå.
- Att utveckla en riskbedömningsmetod som integrerar exponering och social sårbarhet för tre typer av hot (översvämningar, skogsbränder och ras/skred/erosion).

Rapporten är uppbyggd på följande sätt: I det följande kapitlet beskrivs den hotspecifika sårbarheten för de tre typerna av hot, utifrån svensk och internationell litteratur. Ett metodavsnitt beskriver proceduren för att ta fram ett generellt sårbarhetsindex, men också hot- och exponeringsdata och hur dessa kopplas till ett sårbarhetsindex. Resultatavsnittet visar indexmodellerna och den rumsliga fördelningen av exponering och social sårbarhet i Sverige. I det

avslutande diskussionskapitlet diskuteras metoderna och resultaten och behov av ytterligare forskning identifieras.

För en fördjupad beskrivning av generell social sårbarhet hänvisas till del 1 av denna rapport.

Hotspecifik social sårbarhet

Översvämning

Risker relaterade till översvämningshot och till exponering och sårbarhet av samhällssystem är växande problem (Jongman, 2018; Khajehei m.fl., 2020). Samhället är sammankopplat i komplexa och dynamiska socioteknisk a nätverk, befolkning och materiella tillgångar ökar i översvämningsutsatta områden och de pågående klimatförändringarna leder till större förluster (Kron m.fl., 2019).

I Sverige har de ekonomiska skadorna från översvämningshändelser ökat markant (Svensk Försäkring, 2020), vilket har fått försäkringsbolagen att öka pressen på politiker att agera (Johannessen och Granit, 2015). Svenska statliga myndigheter som arbetar med klimatanpassning pekar gemensamt på den ökande översvämningsrisken som klimatförändringarna innebär (Klimatanpassningsportalen, 2013).

Inom det forskningsområde som fokuserar på katastrofriskreducering är det vanligt att definiera och beräkna risk (R) som en funktion av Hot (H), Exponering (E) och Sårbarhet (V); R = f (H, E, V). Hot definierar sannolikheten för att ett givet hot inträffar; exponeringen representerar befolkningen och värdena på tillgångar som är belägna i riskzoner; och sårbarhet kopplar intensiteten av ett hot till potentiella förluster av exponerade objekt.

Även om denna riskformulering kan vara ett kraftfullt verktyg för riskanalys, har den sina gränser. Trots betydande framsteg när det gäller att definiera och bedöma sårbarhet beaktas sällan socialekonomiska förhållanden, anpassningsåtgärder eller resiliensförhållanden (Karagiorgos m.fl., 2016) och integrerade ansatser har förslagits som en lösning för att hantera komplex översvämningshantering.

Social sårbarhet uppstår när sociala, politiska och ekonomiska processer orsakar ökad känslighet hos vissa grupper (Cutter m.fl., 2003). De senaste decennierna har sociala sårbarhetsindex utvecklats som ett viktigt verktyg för att kvantifiera och kartlägga mänskliga dimensioner av sårbarhet. Ramverk för social sårbarhet skiljer på generella beskrivningar av social sårbarhet som ofta återspeglas i indikatorstudier, och de som kan kopplas till specifika katastrofrisker (Rufat m.fl., 2015). Ramverken är mångfacetterade och inkluderar t ex riskernas geografi, existerande sociala, politiska och ekonomiska förhållanden, karaktär på hoten, grad av exponering, omfattning av konsekvenser och akut hantering, och de olika katastroffaserna (före – under – efter).

Kvantifiering av social sårbarhet kan stödja identifikation av sårbara områden och vad som är de viktigaste drivkrafterna bakom sårbarheten. Konstruktionen av välgrundade index som förenklar och aggregerar sårbarhetens komplexitet gör dem lämpliga för att användas i beslutsfattande, för att styra och fördela resurser och för att prioritera olika projekt (Birkmann m.fl., 2022).

Unika egenskaper hos översvämningar tyder på att social sårbarhet för översvämningar kan skilja sig från andra hot (Rufat m.fl., 2015). Kvantifiering av social sårbarhet för översvämningar har i allmänhet använt två metodologiska ansatser. I det första konstrueras och kartläggs index i översvämningsutsatta områden för att identifiera vilka dimensioner av social utsatthet som dominerar (Holand m.fl., 2011). I linje med denna ansats identifierade Rufat m.fl. (2015) teman och specifika indikatorer som skapar sårbarhet för översvämningar. En sammanfattning av deras litteraturstudie redovisas i Tabell 1. Den andra ansatsen baseras på integrerade analyser, där indikatorer för exponering för översvämningsrisk och social sårbarhet kombineras och jämförs för att markera var höga nivåer av varje sammanfaller (Tate m.fl., 2021). Förståelsen för den rumsliga fördelningen av sårbarhet och vilka som är de dominerande bestämningsfaktorerna för social sårbarhet på nationell nivå är fortfarande begränsad.

Tabell 1. Indikatorer för social sårbarhet relaterad till översvämning (baserad på Rufat m.fl., 2015).

Tematiska indikatorer	**Specifika indikatorer**
Hanteringsförmåga (coping capacity)	Individuell förmåga
	Hushållets förmåga
	Socialt kapital
Demografiska faktorer	Ålder
	Etnicitet
	Familjestruktur
	Genus
	Funktionella behov
	Språkkunskaper
Hälsa	Tillgänglighet till hälsovård
	Stress
	Sjukdom
	Mortalitet
	Sanitet
Markägande	Markägare
	Hyresgäster
	Tillfälliga boende
Grannskap	Transportsystem
	Befolkningstäthet
	Bostäder
	Beroende av offentliga resurser
Riskperception	Medvetenhet
	Tidigare erfarenhet
	Kunskap om översvämningsåtgärder
	Riskförnekande/-acceptans
	Tillit till myndigheter
Socioekonomisk status	Inkomst
	Tillgångar
	Utbildning
	Yrke

Jordskred

I litteraturen om social sårbarhet för jordskred kan man se några mönster som är relevanta för Norden. Det typiska hotet i Norge och Sverige är relaterat till vissa områden av lerjord, och särskilt till kvicklera som är mycket känslig för störningar och lätt kan förlora sin stabilitet (Grahn och Jaldell, 2017). De flesta skred inträffar under årets regnigaste perioder, vilket indikerar förhållandet till klimatfaktorer såsom nederbördsmängd (Pereira m.fl., 2014). Jordskred i områden med kvicklera

har mycket snabbt förlopp, vilket gör att det finns mycket kort tid att reagera. Det kan finnas mindre varningstecken i förväg, såsom sprickor i marken eller i byggnader, som kan tolkas och användas som varningar.

Eftersom ett skred påverkar ett visst landområde, med ett visst djup, är exponeringen i det området total. Allt som finns i skredområdet är exponerat: personer, byggnader, infrastruktur etc. och det är möjligt att identifiera ”elements-at-risk” (Papathoma-Köhle m.fl., 2007). I en kvantitativ riskbedömning av Falemo och Andersson-Sköld (2011) av Göta älvdalen, som är en hotspot i Sverige för jordskred, var de identifierade exponerade elementen människor, bebyggelse, infrastruktur, industri, miljö och kulturarv. I en annan studie i samma älvdal beräknades exponeringsfaktorer från 0 till 1 beroende på hur mycket tid objektet tillbringar i det rasutsatta området: byggnader 1, personer hemma 0,69, personer i arbete 0,24, personer i skolan 0,14 (Andersson-Sköld m.fl., 2014).

Andersson-Sköld m.fl. (2014) kvantifierade även faktorer för så kallad villkorad sårbarhet (*eng.* conditional vulnerability) i Göta älvs dalgång, och tilldelade hus värdet 1 (vilket betyder total förlust) och människoliv 0,16 (vilket innebär att 16 % av den exponerade befolkningen mister livet). I den studien kvantifierades även indirekta konsekvenser som effekter på ekonomi/industri, störningar i infrastruktur etc.

I en studie av Grahn och Jaldell (2017), inkluderande 66 historiska kvicklerskred i Norge och Sverige mellan 1848 och 2009, visade sig sårbarhetsfaktorn för förlust av liv vara icke-linjär. Sannolikheten att förlora liv ökar med ökat antal utsatta personer. Totalt 167 dödades i dessa händelser, vilket ger en genomsnittlig dödlighet på 2,5. Människor exponerades i 52-62 % av jordskreden och dödsfall inträffade i 27 % av händelserna. Det betyder att en stor del av skreden inte hade någon exponering och inga dödsfall. I 29 av de 66 händelserna fanns det någon form av varningssignaler, såsom jordkrypningar eller sprickor, marksättningar eller små inledande jordskred.

Människor dör vanligtvis i jordskred av trauma eller kvävning. Det finns dock få studier som beskriver de faktorer som orsakar dödsfall och skador (Pollock och Wartman, 2020). Samma författare konstaterar att sambandet mellan byggnaders sårbarhet och människors sårbarhet också är oklar, men att mänskligt beteende under händelsen påverkar utgången. Åtgärder som minskade sårbarheten var t.ex. att flytta bort från den upplevda riktningen av hotet, fly till högre våningsplan eller ta skydd i ett iordningställt skyddat område i huset.

Litteraturen har exempel på socioekonomiska sårbarhetsindex för jordskred. Ett exempel är studien av Eidsvig m.fl. (2014) som omfattar sex platser i Europa, varav två från Norge. Indexet innehåller indikatorer för demografiska, sociala och ekonomiska egenskaper, men också för graden av beredskap, räddningsinsatsers effektivitet och förmåga till återhämtning. Detta index har inte kalibrerats för historiska händelser. De specifika indikatorerna i indexet är:

- Sårbara objekt: barn under 5 år, personer med språkliga och kulturella hinder, landsbygdsbefolknings beroende av naturresurser, tät befolkning, människor utan gymnasieutbildning
- Byggnader/infrastruktur: bostadstyp (t.ex. sten, trä), kritisk infrastruktur (t.ex. vårdinrättningar, försörjningskedjor, sjukhus, skolor, vägar, tele, el)
- Beredskap och respons: riskmedvetenhet (erfarenhet, levd tid i området, informationsstatus), tidiga varningar ("de första minuterna är kritiska"), regelverk (riktlinjer för markanvändning), räddningsinsatser
- Återhämtning: personliga tillgångar, försäkring, kvalitet på medicinsk vård

Ett annat exempel på ett sårbarhetsindex för jordskred i Portugal publicerades av Guillard-Gonçalves m.fl. (2014). Specifika indikatorer i det indexet var befolkningstäthet, befolkning yngre än 13, befolkning äldre än 64, kvinnlig befolkning, invånare utan ekonomisk aktivitet, arbetslös befolkning, analfabeter, hus utan vatten samt hyreshus.

Vi vill peka på betydelsen av exponering av människor och befolkningar när det gäller jordskred. För den sociala sårbarheten kan befolkningstätheten ses som en avgörande faktor (Papathoma-Köhle m.fl. 2007).

Skogsbrand

Majoriteten av den vetenskapliga forskningen kring sårbarhet för skogsbränder berör bränder i den så kallade Wildland Urban Interface (WUI), alltså i övergången mellan tätorter och naturmark. Det är inte förvånande att en stor andel av studierna fokuserar på sydvästra USA och Australien. Till skillnad från de nordiska länderna finns i dessa länder betydligt mer erfarenhet av bränder, hantering, påverkan, sårbarhet, anpassning och resiliens. Nyligen publicerad litteratur fokuserar främst på samhällets sårbarhet, anpassning, motståndskraft och kapacitet (Morrow, 1999; Abrams m.fl., 2015; Paveglio m.fl., 2015a and 2015b; Carroll och Paveglio, 2016; Carroll och Paveglio, 2019). WUI-forskningen följde inledningsvis ofta ansatsen från Cutter m.fl. (2003) om social sårbarhet, och många studier har varit baserade på censusdata i USA för att karakterisera särskilt utsatta hushåll (Wigtil m.fl., 2016; Palaiologou m.fl., 2019).

Skogsbränders rumsliga och tidsmässiga variationer (Keane och Menakis, 2014), liksom vilka objekt som exponeras för bränderna kan kopplas till befolkningens sårbarhet för bränder. Människor som bor i skogsområden på landsbygden utsätts till exempel för högre risk (Coughlan m.fl., 2019). Med ökat avstånd mellan bostäder och skog ökar chanserna att överleva (Blanchi m.fl., 2018). Det rapporteras att 90 % av hemmens överlevnad är beroende av två faktorer; obrännbara tak samt ett 10 m vegetationsfritt område kring byggnader (Collins, 2005). Brandrisken är beroende av bland annat bränsletillgång, topografi, atmosfäriska förhållanden och förekomsten av brandbekämpning (UNISDR, 2017). Eftersom landskapets karaktär och marktäckets rumsliga fördelning spelar roll vid brandexponering (Paveglio m.fl., 2018), minskar eller ökar geografiska och

biofysiska parametrar befolkningens exponering och sårbarhet för skogsbränder. Tabellen i Appendix A ger en indikation på tematiska variabler som anses bidra till social sårbarhet för skogsbränder. Tematisk innebär en generalisering av variabler, där t.ex. etnicitet omfattar olika minoritetsgrupper. Denna tabell gör inte anspråk på att vara fullständig men tar upp de flesta sårbarhetsvariabler som finns i internationell litteratur. Sammanfattningsvis kan följande kategorier urskiljas: Demografi; Ekonomi, tillgångar och arbetsmarknad; Hem, hushåll och levnadsförhållanden; Utbildning, beredskap, kognitiva och fysiska förutsättningar samt Regionala och fysiska miljöer och grannskap. Den sistnämnda kategorin är även kopplad till den omgivande, fysiska miljön. Däremot är sårbarhetsvariabler i alla andra kategorier inte påverkade av skillnader i den fysiska omgivningen.

Studier och rapporter om skogsbränder i Europa är få, begränsade till Medelhavet och fokuserar sällan explicit på sårbarhet. Román m.fl. (2012) utvecklade en metod för att bedöma social sårbarhet för skogsbränder i Spanien. I deras ansats kännetecknas social sårbarhet genom beskrivningar av förlust av liv och förstörelse och förlust av egendom. Palaiologou m.fl. (2020) utvärderade socioekologiska effekter av skogsbränder i Grekland. Fokus låg på byggnader och ekonomi och inga faktorer som definierar social sårbarhet diskuterades. Molina-Terrén m.fl. (2019) analyserade dödsfall som följd av skogsbränder i södra Europa från 1945 till 2016 och skapade en första pan-europeisk databas över dödsfallsattribut baserad på nationella data från Spanien, Italien, Grekland och Portugal. Databasen är uppbyggd på 5 pelare (tidpunkt och plats, data över dödsoffer, incidentdetaljer, meteorologiska förhållanden och källinformation). Databasen härrör från Diakakis m.fl. (2016), Cardil och Molina (2015), Cardil m.fl. (2017) och Viegas (2005 & 2013). Det rapporteras att dödsolyckor är förknippade med eller korrelerade med en mångfald av omständigheter, t.ex. exponering för värme, instängning, fysiska förhållanden, trafikolyckor, fordonsfel, trötthet, utmattning, uttorkning eller värmeslag. Resultaten tyder på att civila är den grupp med flest offer (42 %) med de främsta dödsorsakerna brännskador/kvävning (65 %) och hälsoproblem (18 %). En stor majoritet av offren dog på platsen (86 %) till skillnad från de som avled på sjukhus. 51 % av dödsfallen inträffade utomhus och 5,4 % inomhus. I 121 fall flydde offren i ett fordon och i 316 fall till fots. Könsfördelningen bland offren var 64 % män, 13 % kvinnor, och 23 % var orapporterade. Andelen offer som var 65 år eller äldre uppgick till 41 %.

Xanthopoulos m.fl. (2009) beskrev dödsfallen i Artemida-branden (Grekland) 2007 i detalj. Det brann mer än 270 000 ha mark, mer än 110 byar drabbades och mer än 3000 hem förstördes delvis eller helt i en av de mest förödande bränderna i modern grekisk historia. 78 personer (främst civila) miste livet. Av händelsebeskrivningen framgår att beteendeval hos befolkningen, t.ex. ska jag försvara mitt hem eller fly eller val av flyktvägar är avgörande.

Det finns endast ett fåtal vetenskapliga studier om skogsbränder och dess samhällseffekter i Sverige och ingen av dem tar hänsyn till social sårbarhet på ett explicit sätt. Lidskog m.fl. (2019) undersökte allmänhetens uppfattning av Sveriges största skogsbrand i Västmanland 2014 baserat på en undersökning gjord av SCB

med 746 direkt berörda individer. Fem forskningsfrågor relaterade till branden ställdes om orsaker, konsekvenser, organisatoriska insatser, möjligheter för lärande och framtida risker. Ur ett sårbarhetsperspektiv var de mest relevanta resultaten aspekter på skogsbrändernas konsekvenser. Vissa människor upplevde inga förluster alls (29 %), andra endast begränsade personliga förluster i form av förlust av rekreationsmiljö (45 %), och endast 6 % rapporterade att de led en allvarlig ekonomisk förlust.

I denna studie har 12 rapporter från svenska kommuner och myndigheter undersökts med hänsyn till social sårbarhet till följd av branden i Västmanland 2014 (Länsstyrelsen Västmanlands län, 2014; Nerikes Brandkår, 2014; Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015 & 2016; Sjökvist och Strömberg, 2015) och bränderna 2018 i Gävleborg, Dalarna och Jämtland (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2018; Asp m.fl., 2019; Ljusdals kommun, 2019; Länsstyrelsen Jämtlands län, 2019; Statens Offentliga Utredningar, 2019; Länsstyrelsen Gävleborgs län, 2020 & 2021).

Enligt Länsstyrelsen Västmanlands län (2014) brann närmare 14 000 ha mark, en person miste livet och en skadades allvarligt. 1700 djur fick evakueras. Några hus brann ner, men de flesta människorna kunde återvända till sina hem efter ett par dagar till några veckor. Förutom att behöva återvända till en väsentligt förändrad miljö som resulterar i känslomässig stress, var det vanligt med ekonomiska effekter i form av förlust av egendom och virke. Under branden drabbades människor av effekter av rök, försämrat dricksvatten och el- och telefonavbrott. Järnvägstrafiken stannade. Det anses troligt att evakueringsrutinerna påverkade de boendes psykiska hälsa. De direkta kostnaderna beräknades till 875 miljoner kronor. Fastigheter hos cirka 120 skogsägare påverkades av branden. Följande fastigheter (klasser) förstördes helt eller delvis: 1 permanentboende, 11 fritidshus, 32 ekonomibyggnader, 15 obebodda småhus, 10 övriga byggnader t ex utedass/vedbod, 2 industrier/företagsbyggnader.

Under 2018 års bränder i Ljusdals kommun (den största branden under 2018 års brandsäsong) evakuerades cirka 200 personer och cirka 9 500 ha skog brann. Räddningsinsatser pågick under 27 dagar i rad. Skogsvärden på uppskattningsvis 300 miljoner kronor förlorades (Asp m.fl., 2019). Omkring 20 till 30 byggnader skadades. Inga personer skadades eller miste livet, inga permanenta bostäder förstördes och ingen kritisk infrastruktur skadades (Ljusdals kommun 2019). Gävleborgs målsättning vid hanteringen av skogsbränderna i Hälsingland prioriterade människoliv (1), kritisk infrastruktur (2) och människors hälsa (3) (Länsstyrelsen Gävleborgs län, 2021). Ingen av de ovan nämnda rapporterna nämnde social sårbarhet explicit.

Baserat på denna litteraturstudie kan följande tematiska grupperingar av faktorer som påverkar social sårbarhet avgränsas: Demografi; Ekonomi, tillgångar och arbetsmarknad; Hem, hushåll och levnadsförhållanden; Utbildning, beredskap, kognitiva och fysiska förutsättningar samt Regionala och fysiska miljöer och grannskap. Inte alla faktorer som diskuteras i litteraturen är enbart av

socioekonomisk karaktär men dessa kan ofta relateras till socioekonomiska förhållanden. Dessutom finns det viss samvariation och kausalitet bland variablerna. En stor del av ansvaret ligger hos individen vid fara, och individens hanteringsförmåga och beslutsfattande är avgörande och baseras på riskuppfattning och förmågan att välja det lägsta riskalternativet, tex om man ska försvara sitt hem eller lämna samt vägval vid flykt. Dessa kapaciteter kan inte tydligt kopplas till socioekonomiska attribut och är svåra att förstå och kvantifiera. En annan dimension som endast delvis är förknippad med socioekonomiska attribut är de fysiska förhållanden som påverkar brandriskexponeringen, dvs typ och material av bostäder, bränsletillgång runt huset, bostadens närhet till skog, tillgång till fordon och transportmöjligheter.

Några av de ovannämnda fysiska och psykologiska aspekterna beaktas inte vid beräkning av sårbarhetsindex i denna studie på grund av avsaknad av data även om författarna erkänner deras betydelse för risken för skogsbrand.

Metod och data

Analysen bygger på ett tre datakategorier som beskrivs nedan. Socioekonomiska data från SCB är grundstommen till sårbarhetsindexet med kompletteringen från några andra dataunderlag. Geodata användes som stöddata i form av administrativa gränser för beräkning av vissa sårbarhetsvariabler. Hotkartor för översvämning, skogsbrand och ras/skred/erosion användes för att beräkna exponering av befolkning och bebyggelse.

Social sårbarhet

Sociala sårbarhetsindex har konstruerats för två nivåer: kommun (n=290) och RegSO[1] (n=3 363). Enligt SCBs beskrivning omfattar varje RegSO en befolkning mellan 663 och 22 622 invånare. Antalet RegSO i kommunerna varierar från 2 till 147 st. Vanligaste antalet är mellan 5 och 9 RegSO per kommun. RegSO är en indelning som kommer hållas oförändrad över tid, med undantag för anpassning till ändringar av enstaka kommun- eller länsgränser.

Statistiska data som ligger till grund för de genererade sårbarhetsindexen (Tabell 2) på generell nationell nivå härstammar enbart från SCB i form av öppna data[2]. Tabelldata kan kopplas till geodata genom matchning av ett gemensamt attribut i ArcGIS antingen via kommunkod eller RegSO-kod. Statistiska uppgifter som användes är från 2019 eftersom inte alla variabler var tillgängliga för åren därefter.

Databehovet för hotspecifika index har identifierats genom litteraturstudier. I denna studie saknades dock vissa relevanta data på RegSO-nivå. I motsats till DeSO[3]-data som användes i ett föregående projekt innehåller RegSO-områden flera relevanta variabler som möjliggör att samma data kan användas som på kommunnivå. Att undersöka sårbarhet på RegSO istället för på DeSO-nivå motiveras också genom faktumet att SCB planerar att lägga förstärkt fokus på RegSO-områden framöver.

I föregående studie *Index över social sårbarhet för klimatrelaterade risker i Sverige* ingick ytterligare relevanta variabler som fanns tillgänglig på kommunnivå.

[1] https://scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/RegSO---regionala-statistikomraden/
[2] https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/

[3] https://www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/deso---demografiska-statistikomraden/

Tabell 2. Socioekonomiska variabler som använts för att skapa sårbarhetsindex.

Variabel	**Variabel (Cutter m.fl., 2003)**	**Kluster**	**Datanivå**	**Data-källa**
Bebyggelsedensitet	House per sq.mile	Bebyggelse	RegSO	SCB
Boende i hyresrätt	Renters	Bebyggelse	RegSO	SCB
Urbant område	Urban population	Bebyggelse	RegSO	SCB
Befolkningsförändring	Net migration	Demografi	RegSO	SCB
Storlek på hushåll	Household size	Demografi	RegSO	SCB
Barn (0-14 år)	Children	Demografi	RegSO	SCB
Äldre (75 och äldre)	Elderly	Demografi	RegSO	SCB
Ensamstående föräldrar	Single-parent-household	Demografi	RegSO	SCB
Utrikesfödda (utanför EU, inflyttade senaste 3 åren)	Non-Western immigrants	Demografi	RegSO	SCB
Medianinkomst	Median income	Ekonomi	RegSO	SCB
Låginkomsttagare	Low income	Ekonomi	RegSO	SCB
Höginkomsttagare	High income	Ekonomi	RegSO	SCB
Långtidsarbetslösa	Unemployed	Ekonomi	RegSO	SCB
Ekonomisk biståndstagare	Social security recipients	Ekonomi	RegSO	SCB
Reducerad arbetsförmåga	Disabled	Ekonomi	RegSO	SCB
Saknar gymnasieutbildning	Population 25 years or older with no high-school diploma	Utbildning	RegSO	SCB

Cutter m.fl. (2003) introducerade Social Vulnerability Index (SOVI) för att undersöka de rumsliga mönstren för social sårbarhet för naturrisker i USA. På grund av det stora antalet variabler som ligger bakom social sårbarhet används ofta statistiska metoder för att minska dimensionerna i data. I denna studie har vi använt förklarande faktoranalys (EFA) för att identifiera de faktorer som gör svenska kommuner socialt sårbara för olika klimathot och för att beräkna sårbarhetsindex för varje kommun.

Inom denna studie använde vi Principalkomponentanalys (PCA). PCA är en teknik för att minska dimensionaliteten hos stora datamängder, öka tolkningsbarheten men samtidigt minimera informationsförlusten. Den gör det genom att skapa nya okorrelerade variabler (komponenter) som successivt maximerar variansen (Jolliffe och Cadima, 2016).

De socioekonomiska variabler som valdes för att generera ett socialt sårbarhetsindex tog sin utgångspunkt från Cutters modell för social sårbarhet (Cutter m.fl., 2003), och de presenteras i Dataavsnittet (Tabell 2). Alla indatavariabler har normaliserats i form av en z-transformation, där medelvärdet är noll och standardavvikelsen ett.

$$z_{score} = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

En central fråga vid genomförande av PCA är att välja antalet komponenter som representerar de valda variablerna. I vår analys användes Kaiser-kriteriet (Humphreys och Ilgen, 1969) för att bestämma antalet komponenter. Ett resultat från PCA är de så kallade loadings som visar hur mycket av de ursprungliga variablerna som ingår i en principalkomponent. En ortogonal (varimax) rotation

applicerades på de resulterande komponenterna för att minska antalet variabler med höga loadings i de respektive komponenterna.

Innan indexet formuleras bör de resulterande komponenterna skalas baserat på deras inverkan på sårbarheten; det kan öka eller minska den totala sårbarheten. Vi tilldelade ett positivt värde när den resulterande komponenten i fråga ökar sårbarheten och ett negativt värde när den minskar sårbarheten.

I likhet med t ex Cutter m.fl. (2003) har vi inte antagit någon vikt för de olika komponenterna vilket innebär att de har samma betydelse i den totala summan och samma bidrag till den samlade sårbarheten. Vi använder min/max normalisering:

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

där Vi är det normaliserade värdet av varians X_i, och X_{imin} och X_{imax} representerar dess minimum respektive maximum, för att kartlägga de olika komponenterna och det övergripande sociala sårbarhetsindexet.

Alla analyser utfördes med hjälp av SPSS Statistics 26. De resulterande individuella och sammansatta faktorerna visualiserades som koropletkartor i ArcGIS Pro 2.6. Beroende på datafördelningen användes antingen klassificering av naturlig indelning som är anpassad till de underliggande data eller klassificering baserad på standardavvikelser för att generera kartorna.

Översvämning

Utifrån riskekvationen är kunskapen om översvämningsexponering en nyckelkomponent för att kvantifiera översvämningsrisken (Papilloud m.fl., 2020). Översvämningsexponering avser element (dvs människor, byggnader, etc) belägna i översvämningszoner (Koks m.fl., 2015).

För att aggregera den exponerade befolkningen är det nödvändigt att lokalisera var människor befinner sig i en översvämningszon. I Sverige finns befolkningsdata med hög upplösning, framför allt genom SCB:s data för olika regionala indelningar (regioner, kommuner, RegSO- och DeSO-områden).

För att utveckla ett mått på platser utsatta för älv- och kustöversvämningar använde vi data för översvämningshot och befolkning. Den rumsliga fördelningen av översvämningshot representerades av 100-årsflödet i MSB:s översvämningskartor framtagna för EU:s översvämningsdirektiv (2007/60). Likaså representerades den rumsliga fördelningen av kustöversvämningar som följd av en havsnivåhöjning på 1 meter av data från MSB. Båda datamängderna är den nationella standard som används av MSB och länsstyrelserna för att upprätta riskhanteringsplaner. MSB:s översvämningsdata lagras som polygoner i ESRI shapefile-format och kan fritt laddas ner från MSB:s översvämningsportal (https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/index.html).

Befolkningsdata fanns tillgängliga från SCB i ett raster med 100 m upplösning. Dessa data användes för att analysera hur stor befolkning som utsätts för översvämningshot och den sociala sårbarheten hos denna befolkning i varje område (kommuner, RegSO). Den totala befolkningens exponering för översvämningshot uppskattades genom att överlagra befolkningsdata med översvämningszoner. För varje kommun och RegSO-område beräknades andelen av befolkning i översvämningszoner som kvoten av befolkningen i översvämningszoner och total befolkning i respektive område:

$$Exponeringsandel = \frac{Befolkning\ i\ \ddot{o}versvämningszon}{Total\ befolkning}$$

Metodiken tillämpades på nationell nivå och de respektive områdena (kommuner och RegSO-områden) delades in i tre kategorier; låg exponering (<medelvärde), medelexponering (medelvärde till 1 std. dev.) och hög exponering (> 1 std. avv.). Den beräknade exponeringen är ett rumslig mått utan enhet, och den är utformad för att användas i jämförelser mellan olika geografiska områden.

Varje geografisk område har i vår analys fått ett värde för social sårbarhet och ett för översvämningsexponering. Båda har tre nivåer för att klassificera i tre nivåer: låg, medium och hög. För att utvärdera den sociala sårbarheten för ett område slogs kartskikt för sårbarhet och översvämningsexponering samman. Två olika uppsättningar av grafiska symboler eller färger för de två komponenterna har kombinerats på en karta (Gu m.fl., 2018). I denna analys har en färgmatris med tre rader och tre kolumner konstruerats för att representera överlagringen mellan översvämningsexponering och social sårbarhet i Sverige.

Ras, skred och erosion

Som underlag för bedömning av ras- och skredrisk samt stränders eroderbarhet vid sjöar, havskust och vattendrag har data från MSB, SGI samt Skogsstyrelsen använts. Tabell 3 redovisar datakällor och datamängder.

Tabell 3. Sammanställning av datakällor som använts i studien.

Ansvarig utgivare	Datamängd	Källa
MSB	Översiktlig stabilitetskartering finkorniga jordarter	https://www.msb.se/sv/verktyg--tjanster/stabilitetskartering-finkorniga-jordarter/
MSB	Översiktlig stabilitetskartering	https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search;jsessionid=AA76BF00BB6998040447139A21AE8CC6#/metadata/2905b7b7-be1d-45d5-9f62-9278680eb4f2
SGI	Naturliga riskområden, Skredriskkartering övriga prioriterade älvar	https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search;jsessionid=AA76BF00BB6998040447139A21AE8CC6#/metadata/b8b131d6-4176-497c-8855-217da20bb81f
SGI	Naturliga riskområden, Skredriskkartering Göta Älv	https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search;jsessionid=AA76BF00BB6998040447139A21AE8CC6#/metadata/323f5b12-6dc7-41d7-859b-81f5d49c5fa8

SGI	Stränders eroderbarhet vid sjöar, havskust och vattendrag	https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search;jsessionid=AA76BF00BB6998040447139A21AE8CC6#/metadata/62d67730-75b5-40e1-8abe-7171eb5dd1b1
Skogsstyrelsen	Ras och skred upprättad av Skogsstyrelsen	https://geodpags.skogsstyrelsen.se/geodataport/feeds/Rasochskred.xml

Översiktlig stabilitetskartering[4] (MSB) finns tillgänglig i två olika datamängder som kompletterar varandra och som således kombinerades till ett lager i denna studie. Karteringarna är genomförda efter 2001 inom begränsade områden som är bebyggda och där förutsättningar finns för skred.

Översiktlig stabilitetskartering finkorninga jordarter som finns tillgänglig på kommunal nivå innehåller karteringar från 51 kommuner som fattas i *Översiktlig stabilitetskartering*. Stabilitetskarteringen avser 3 olika zoner. Stabilitetszon 3 (fastmark) och stabilitetszon 2 (mindre andel silt/sand, silt/sand på lera och lera) exkluderades då dessa inte anses utgöra en risk. Områden klassad som stabilitetszon 1 (hög andel lera, silt/sand och silt/sand på lera) aggregerades och deras sammanlagda yta beräknades per kommun och RegSO-område.

SGI:s datamängder avser eroderbarhet vid sjöar, havskust och vattendrag samt skredriskkarteringar längsmed Göta älv, Norsälven samt Säveån. Skredriskområden längs med vattendrag med sannolikhetsklass 4 och 5 anses utgöra hög risk. Det hänvisas till SGI:s produktblad gällande sannolikhetsklassificeringar för älvar[5]. Områdens sammanlagda yta har summerats för kommuner och RegSO-områden. Eroderbarhet vid sjöar, havskust och vattendrag hämtades som ett linjeskikt med information om erosionsbenägna jordarter. Den sammanlagda längden summerades per administrativ enhet.

Datamängden *Ras och skred upprättad av Skogsstyrelsen* identifierar översiktligt områden som kan ha förutsättningar för erosion, ras och/eller slamströmmar. Dessa områden kan vara känsliga för påverkan på vegetationen liksom förändringar av vattenmängder, vattnets flödesvägar och -hastigheter, det vill säga påverkan som ofta uppstår vid skogsbruk och exploatering. Fem olika lager har analyserats (Angränsande branter, lutning 10 - 25 grader; Branter, lutning min 25 grader; Konsekvensområden och branter; Raviner vid vattendrag; Vattendrag vid trolig ravin). Se informationsblad för ytterligare information[6].

Om ett av följande alternativ rapporterades i positiv bemärkelse i attributtabellen inkluderades respektive polygonyta eller vattendrag i analysen.

- Skred1km (JA: Ras har skett eller raviner har bildats inom 1 km från området)

[4] https://www.msb.se/sv/verktyg--tjanster/stabilitetskartering-finkorniga-jordarter/
[5] https://www.sgi.se/globalassets/kartor/kartunderlag-produktblad/produktblad-sgi-skredriskkartering-vattendrag-gota-alv.pdf

[6] https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/produktbeskrivningar/ras-och-skred---produktbeskrivning.pdf

- Stab_grov (JA: Område med en hög andel erosionskänslig grovjord)
- Stab_finjo (JA: Område med finjord (silt och lera). Risk för bebyggelse för erosion, ras och slamström. Fältbesök ska ske för att bedöma behov av anpassning)
- Erosions_m (JA: Område med en hög andel erosionskänslig morän)

Alla konsekvensområdepolygoner som antingen skär eller innehåller linjeobjekt eller polygoner som möter ovanstående kriterier valdes ut för summering. Sammanlagd yta för polygoner (konsekvensområdepolygoner) och sammanlagd längd av vattendrag summerades därefter per administrativ enhet.

Alla kartor har min-max normaliserats och adderats ihop till en skred-, ras- och erosionsriskkarta för respektive kommuner och RegSO-områden. Indexvärden har sedan klassificerats i låg risk (< medelvärde), medel risk (värde mellan medelvärde och 1 standardavvikelse) och hög risk (> 1 standardavvikelse) som redovisas i resultatdelen.

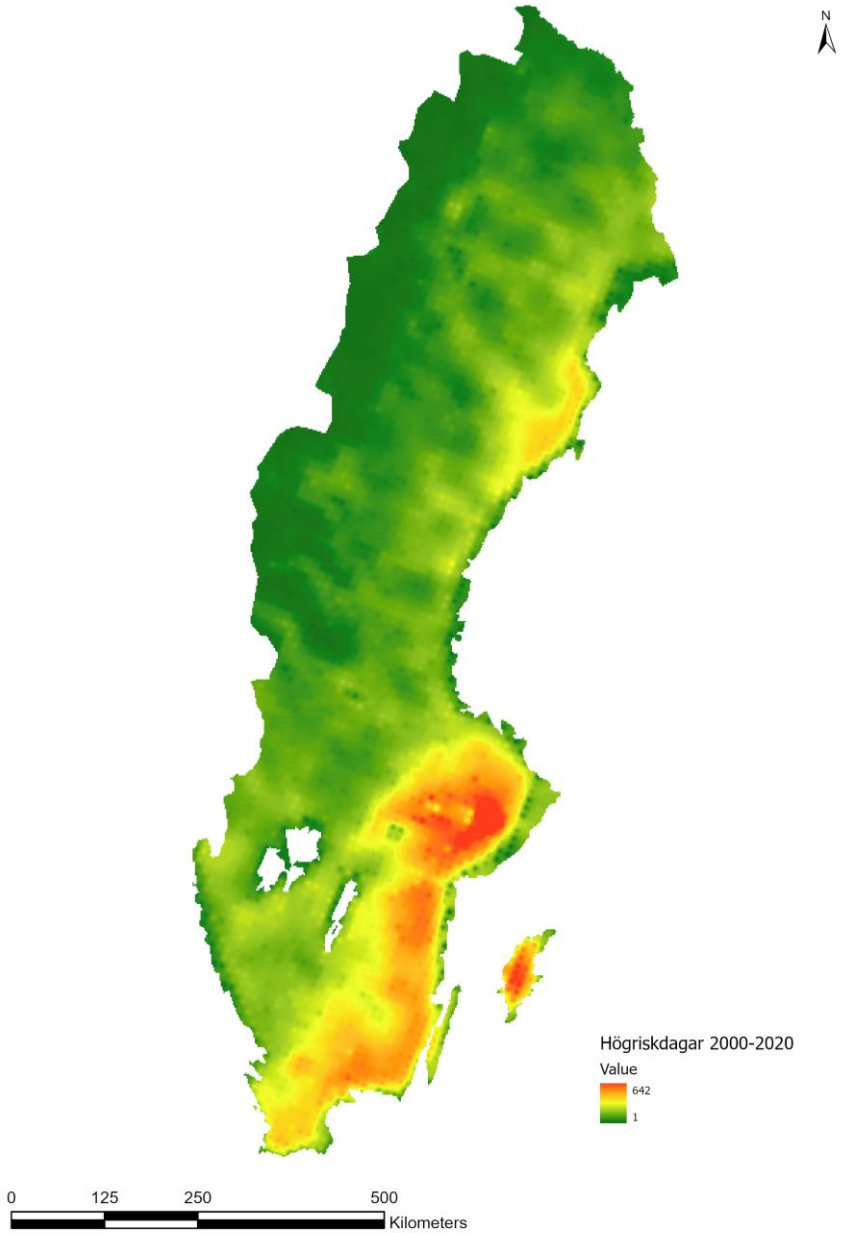
Skogsbrand

För att relatera skogsbrandhot till social sårbarhet har tre mått tagits fram och kombinerats till en slutgiltig karta.

Det första måttet baseras på MSB:s historiska brandriskdata för perioden 2000–2020. Dygnsvärden för Fire Weather Index (FWI) under den årliga brandsäsongen analyserades och antalet högriskperioder identifierades. Antalet dagar som ingått i en högperiod summerades för 3685 jämnfördelade punkter över hela landet vilket resulterade i 390 421 dagar med högt brandhot. Definition av period med högt hot är den som används i MSB-rapport *Framtida perioder med hög risk för skogsbrand-Analyser av klimatscenarier*[7]. En period med högt hot kännetecknas av tillfällen där FWI-index 6 (extrem stor brandrisk) ha uppnåtts under minst 4 dagar eller lägst index 5 (mycket stor brandrisk) ha uppnåtts under minst 6 dagar eller lägst index 4 (stor brandrisk) ha uppnåtts under minst 10 dagar. Under perioden med högt brandhot tillåts dessutom indexet att tillfälligt, under maximalt 2 dagar gå ner till index 1, 2 eller 3 utan att perioden avbryts. För ytterligare information om FWI-modellen hänvisas till rapporten *Brandrisk skog och mark – Fakta och modeller*[8]. Det sammanlagda genomsnittliga antalet dagar med högt brandhot har sedan tillskrivits RegSO-områden och kommuner.

Antalet dagar med högt brandhot mellan 2000 och 2020 presenteras i Figur 1 nedan.

[7] https://rib.msb.se/filer/pdf/26595.pdf
[8] https://www.msb.se/contentassets/319560083841487f84dbbad048c84152/brand-fakta.pdf



Figur 1. Antal dagar inom FWI-baserade perioder med högt brandhot under 2000- 2020.

Det andra måttet beskriver antalet byggnader för boendeändamål eller samhällsviktig funktion som ligger i en zon med högt brandhot, baserat på en bränsleklassificeringskarta som är tillgänglig genom MSB:s kartportal[9]. Indelningen av olika vegetationsklasser i ingen, låg, mellan och hög brandbenägenhet har gjorts utifrån egenskaper i respektive klass enligt följande aggregeringsschema (Tabell 4). I denna studie har endast trädklädd mark beaktats.

[9] https://msb-bbk.metria.se/

Tabell 4. Aggregeringsschema för brandbenägenhet (endast trädklädd mark)[10].

Kategori	Ursprungliga Bränsleklassificeringsklasser	Aggregering
Trädklädd mark	BR1 - Barrskog, lav och risdominerad	Hög
	BR2 - Barrskog, mossa och risdominerad	Hög
	BR3 - Barrskog, örtdominerad	Medel
	LV1 - Löv eller blandskog (sommarklass bestående av LV 2 och LV 3, genereras av användaren)	Låg
	LV2 - Löv eller blandskog, utan örtvegetation	Låg
	LV3 - Löv eller blandskog, med örtvegetation	Låg
	TV1 - Trädklädd torvmark, talldominerad	Hög
	TV2 - Trädklädd torvmark, utan tall	Medel

Byggnadsdata från Lantmäteriets fastighetskarta[11] (*Tabell 45*) användes för att identifiera byggnader med ändamål ”Bostad” och ”Samhällsfunktion”. En buffertzon på 10 m runt byggnaden skapades. Buffertzonen överlagrades sedan med en zon med högt brandhot för att identifiera antalet byggnader som är särskilt exponerade (Collins 2005). Antalet exponerade byggnader normaliserades sedan mot totala antalet byggnader med samma ändamål per administrativ enhet (RegSO/kommun) och summerades därefter på RegSO- och kommunal nivå. Sammanlagt 3 330 810 byggnader av hela Sveriges byggbestånd (8 693 339) valdes ut. Utav dessa utgör bostäder 3 183 842 byggnader. Efter överlagringen har 373 752 byggnader med bostadsfunktion och 14 343 byggnader med samhällsviktig funktion identifierats.

Förutom byggnader som exponeringsmått har den totala arean av vegetationsklasser med högt brandhot per RegSO och kommun beräknats som tredje mått.

Alla kartor har min-max normaliserats och adderats ihop till en karta över brandrisk för respektive kommuner och RegSO-områden. Indexvärden har sedan klassificerats i låg risk (< medelvärde), medelrisk (värde mellan medelvärde och 1 standardavvikelse) och hög risk (> 1 standardavvikelse) som redovisas i resultatdelen.

Webbkarta

Som i föregående projekt utvecklades en interaktiv webbkarta 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 2.9. 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

[10] https://rib.msb.se/Filer/pdf/29533.pdf
[11] https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/kartor/fastshmi.pdf

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. En geodatabas innehållandes alla relevanta data samt Dashboards-implementeringen har överförts till MSB vid slutet av projektet.

Resultat

Resultaten från analysen av exponering och sårbarhet är indelade i tre avsnitt. Det första avsnittet beskriver egenskaperna hos ett index för social sårbarhet i Sverige. Därefter redovisas exponeringen av befolkningen för olika hot. I den sista delen presenteras det rumsliga sambandet mellan exponering och social sårbarhet. Alla analyser görs på både kommun- och RegSO-nivå.

Sårbarhetsindex för Sverige

Kommuner

Ett index för social sårbarhet (SVIS – Social Vulnerability Index Sweden) beräknades genom att en PCA genomfördes med 16 socioekonomiska variabler (Tabell 2). PCA-analysen av social sårbarhet resulterade i att fyra principalkomponenter erhölls, vilka förklarar 77 % av den totala variansen för de svenska kommunerna. Var och en av komponenterna förklarar mellan 42 och 6,4 % av den totala variansen. De dominerande variablerna för varje komponent presenteras i Tabell 5.

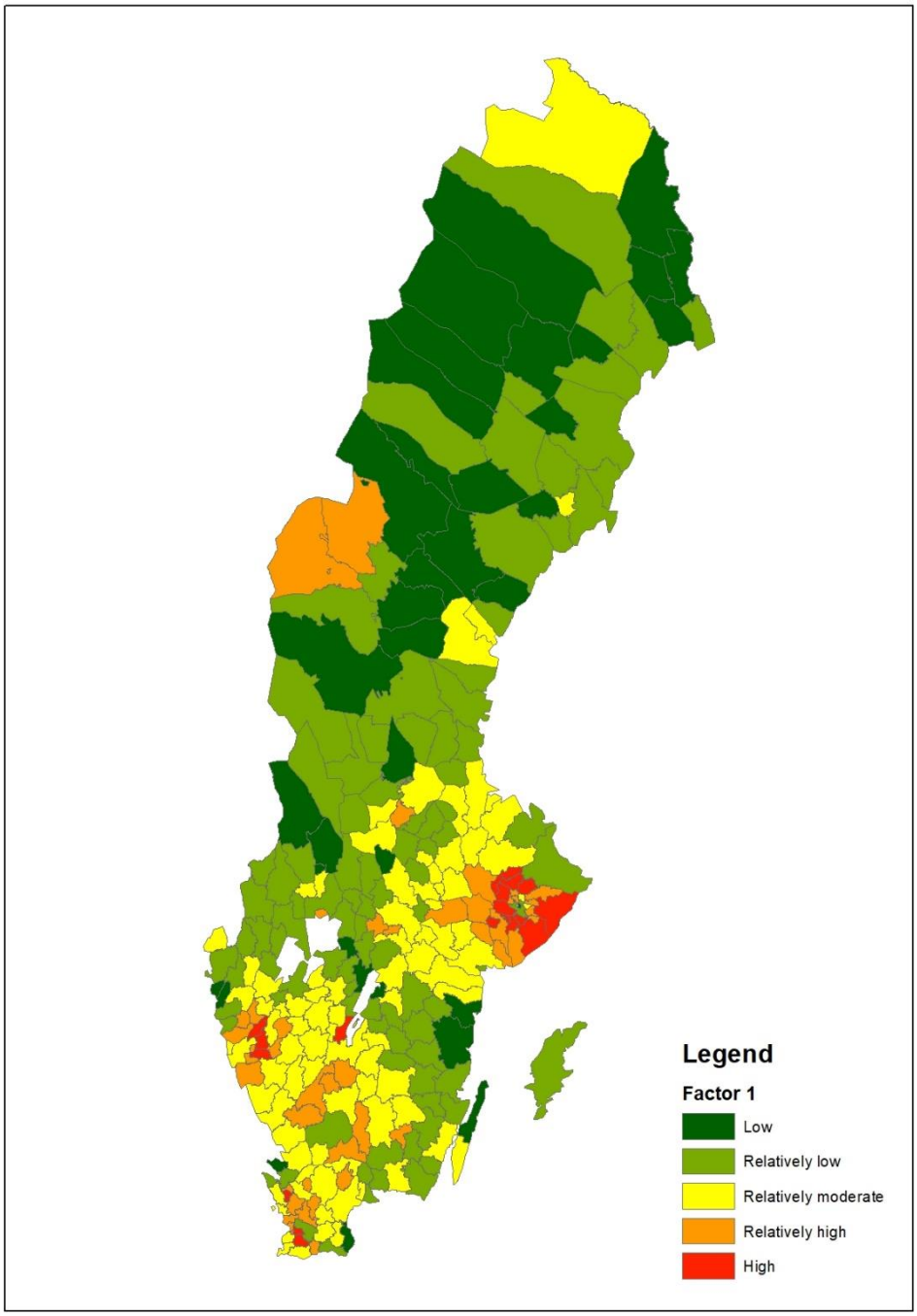
Tabell 5. Resultat av faktoranalys på kommunnivå.

Faktor	Variabel	Loadings per principalkomponent			
		1	2	3	4
1	Befolkning 0-14 år	0,924	0,150	-0,038	-0,061
	Storlek på hushåll	0,893	0,251	-0,091	-0,237
	Befolkning 75- år	-0,846	-0,233	0,096	-0,291
	Befolkningsförändring	0,624	0,165	-0,321	0,385
	Ensamstående föräldrar	0,597	0,343	0,184	0,245
	Medianinkomst	0,584	0,525	-0,520	-0,128
2	Urbant område	0,193	0,885	-0,003	0,217
	Bebyggelsedensitet	0,300	0,871	-0,011	0,154
	Hög ekonomisk standard	0,277	0,781	-0,317	-0,184
	Reducerad arbetsförmåga	-0,431	-0,577	0,311	0,121
3	Född utanför EU, inflyttad inom 0-3 år	-0,056	0,159	0,825	-0,007
	Låg ekonomisk standard	-0,462	-0,316	0,746	0,191
	Saknar gymnasieutbildning	0,082	-0,429	0,708	0,134
	Beroende av försörjningsstöd	-0,108	-0,245	0,613	0,306
4	Boende i hyresrätt	-0,009	0,003	0,175	0,886
	Långtidsarbetslösa	0,218	0,189	0,503	0,610

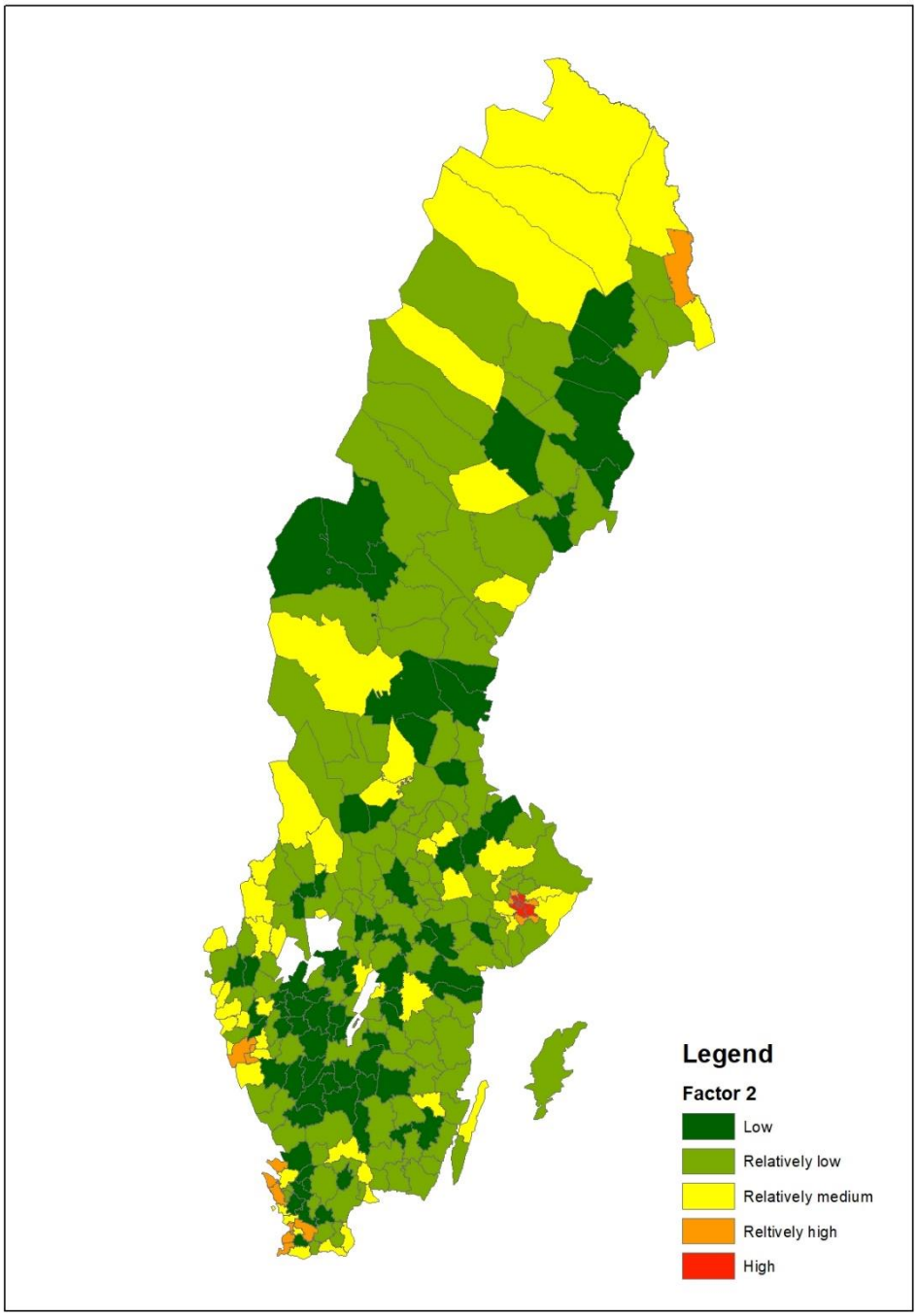
Resultaten i Tabell 5 indikerar att komponent 1 som domineras av demografiska variabler förklarar 42 % av variansen. Komponent 2 som domineras av variabler om byggelse och stadsmiljö förklarar 19 %, komponent 3 som domineras av andel nyanlända samt låg utbildning och ekonomisk standard förklarar 9,3 % och

komponent 4 som domineras av boende i hyresrätter och långtidsarbetslöshet förklarar 6,3 %.

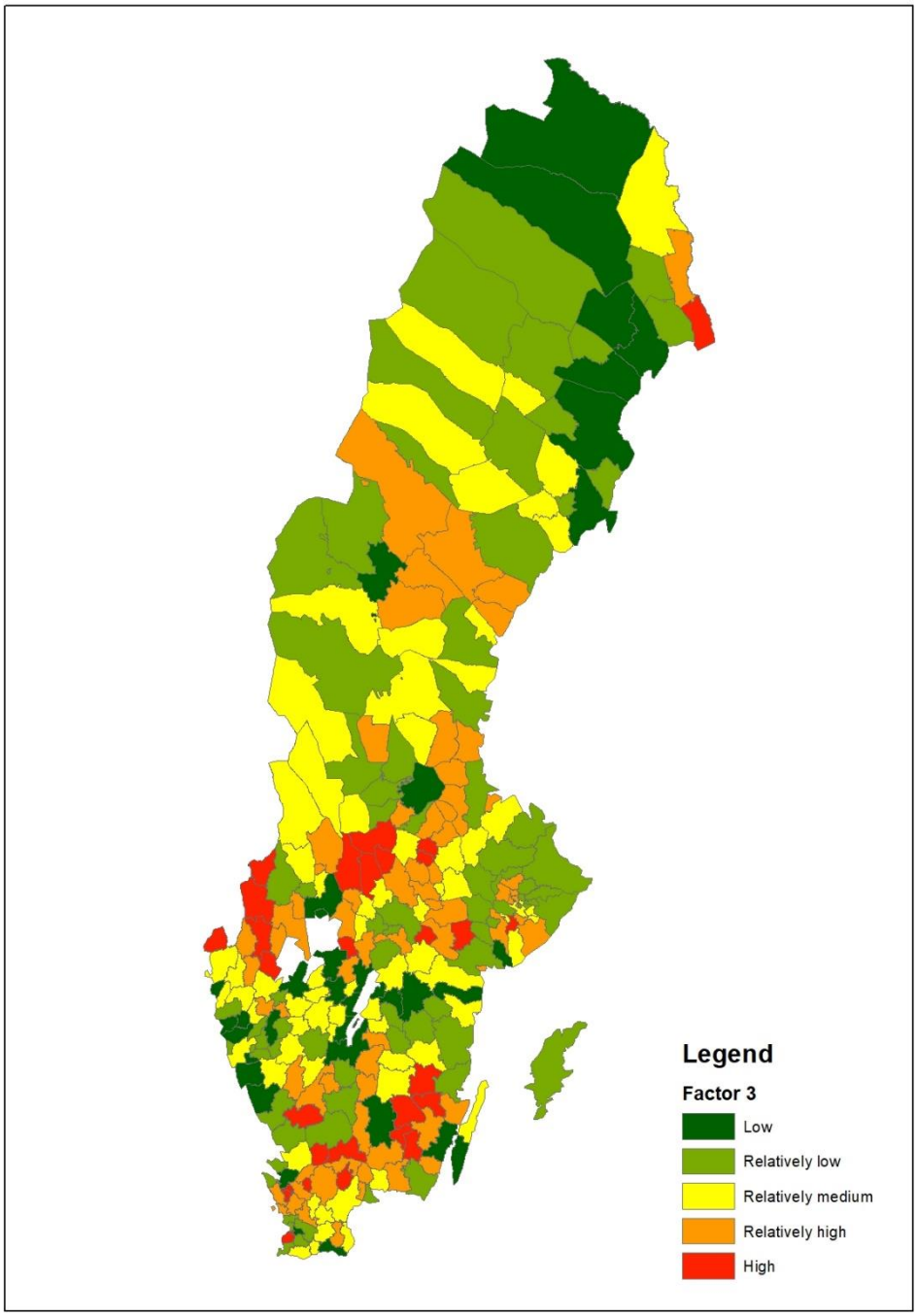
Följande kartor (Figur 2 till 7) illustrerar fördelningen av social sårbarhet och de olika faktorerna för Sverige på kommunnivå. De resulterande individuella och sammansatta faktorerna visualiserades med koropletkartor. I det första steget användes klassificering av naturlig indelning (natural breaks) som är anpassad till underliggande data för att generera kartorna. Figur 6 visar den sårbarheten som en kombination av de fyra komponenterna. De respektive komponenternas värden läggs ihop utan att komponenterna ges någon särskild vikt.



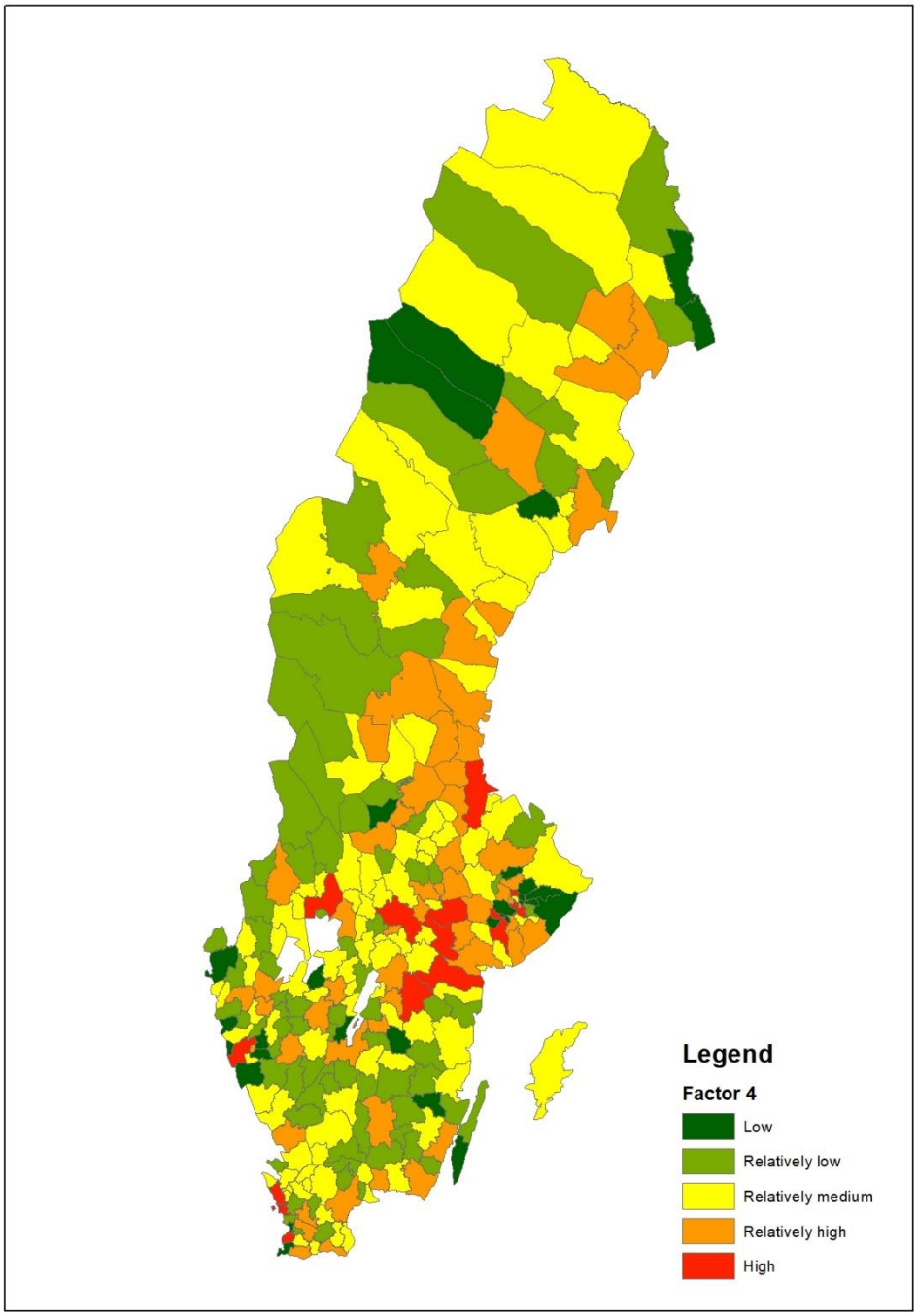
Figur 2. Principalkomponent 1 för socialt sårbarhetsindex på kommunnivå.



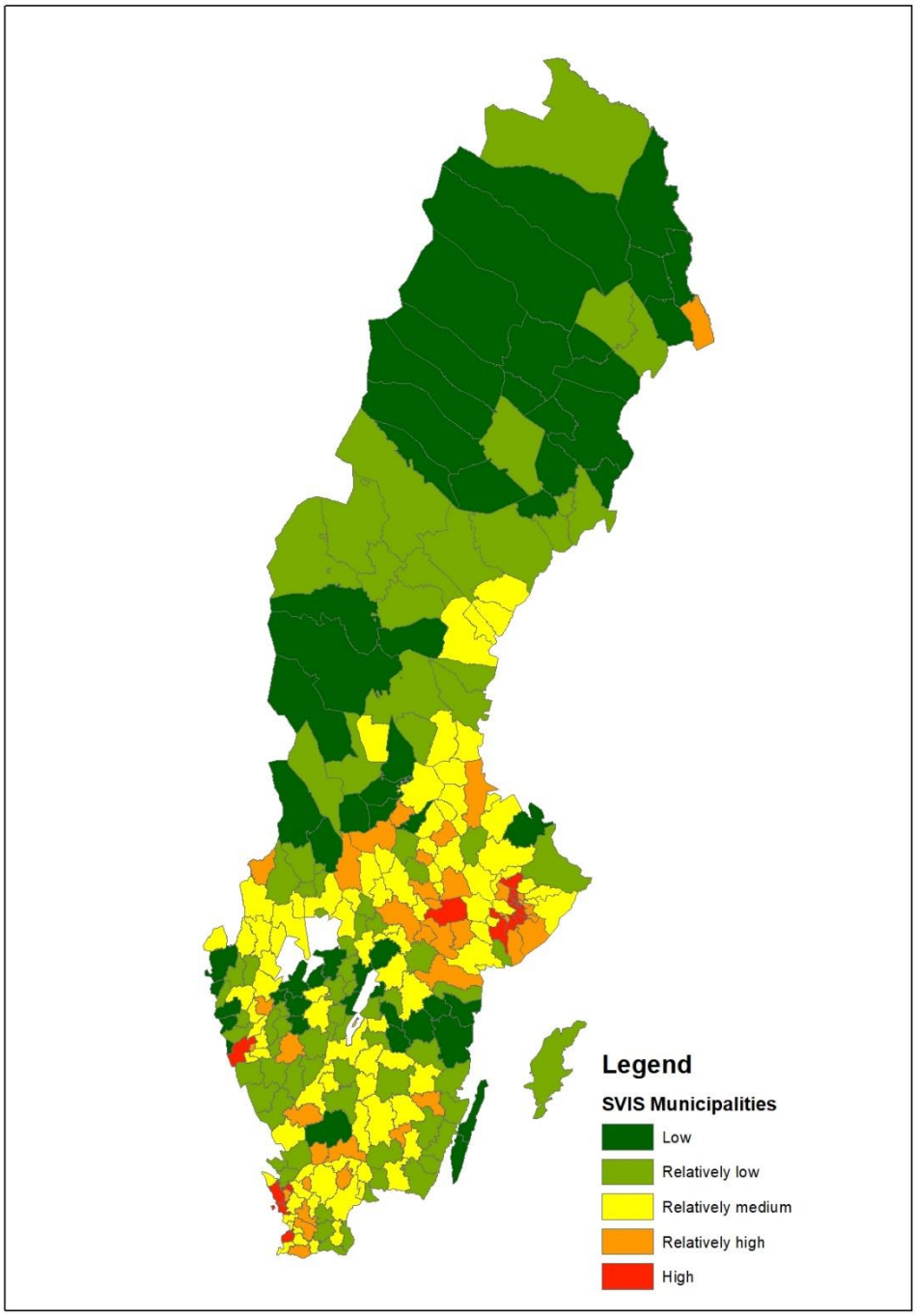
Figur 3. Principalkomponent 2 för socialt sårbarhetsindex på kommunnivå.



Figur 4. Principalkomponent 3 för socialt sårbarhetsindex på kommunnivå.

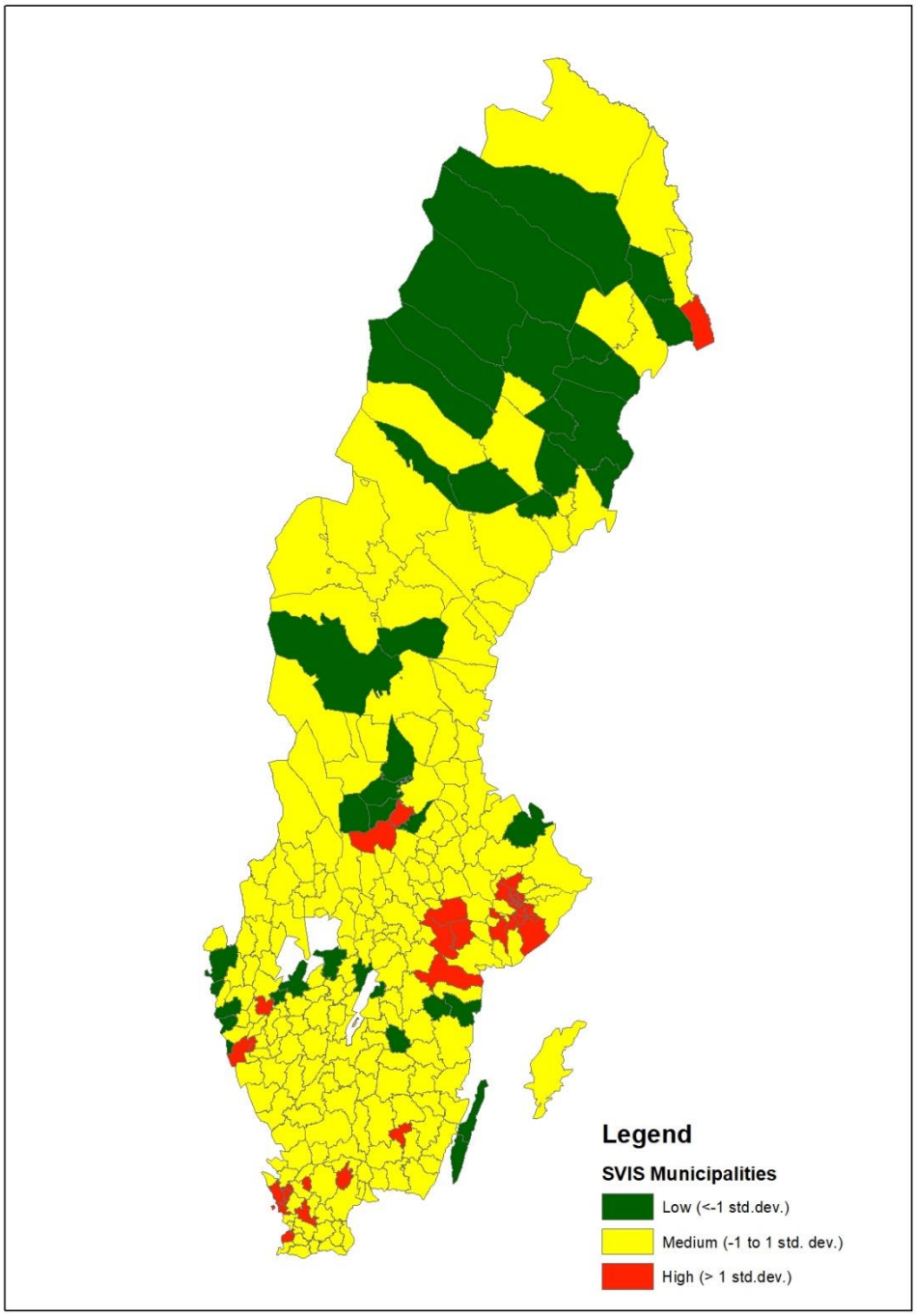


Figur 5. Principalkomponent 4 för socialt sårbarhetsindex på kommunnivå.



Figur 6. Index för social sårbarhet på kommunnivå. Naturlig indelning användes för att skapa fem klasser.

Ett av syftena med denna studie var att undersöka kombinationen av exponering för specifika klimathot och social sårbarhet för kommuner och RegSO-områden. Vi valde att dela in sårbarhet och exponering i tre nivåer: låg sårbarhet (< -1 std.avv.), medelhög sårbarhet (-1 till 1 std.avv.) och hög sårbarhet (> 1 std.avv.).



Figur 7. Index för social sårbarhet på kommunnivå. Indelning i klasser är baserad på standardavvikelsen.

Som framgår av Figur 7 finns det inget tydligt regionalt mönster i sårbarhets-fördelningen. Majoriteten av kommunerna (n=257) uppvisar medelstora sårbarhetsvärden jämnt fördelade över landet. De minst utsatta kommunerna finns i norra Sverige. Indexet var högt i 37 kommuner (12%), som befolkningen var

3 757 424 personer (37% av den totala befolkningen). Indexet hade medelhögt värde i 213 kommuner (73%), där befolkningen var 5 916 390 personer (58% av den totala befolkningen). Indexet var lågt i 40 kommuner (14%), där befolkningen var 502 359 personer (4,9% av den totala befolkningen).

Landets mest sårbara kommuner är de större kommunerna (Stockholm, Göteborg och Malmö), några medelstora (t ex Norrköping och Helsingborg) och några små kommuner (t ex Lessebo och Östra Göinge).

RegSO-områden

PCA-analysen av social sårbarhet resulterade i att fyra komponenter erhölls, vilket förklarar 77 % av den totala variansen för RegSO-områdena. Var och en av komponenterna förklarar mellan 39 och 6,7 % av den totala variansen. De dominerande variablerna för varje komponent presenteras i Tabell 6.

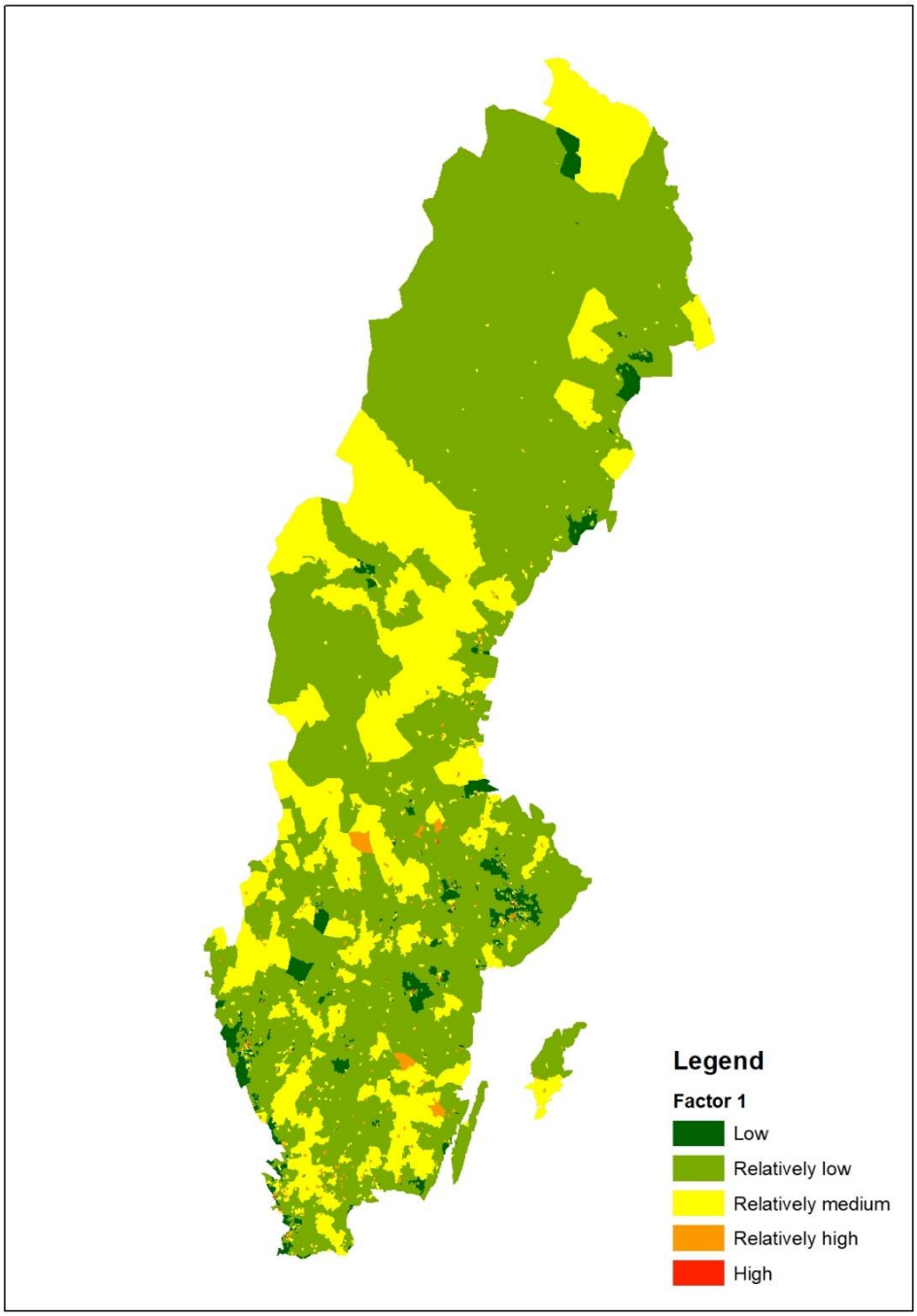
Tabell 6. Resultat av faktoranalys på RegSO-nivå.

Faktor	Variabler	Loadings per principalkomponent			
		1	2	3	4
1	Låg ekonomisk standard	0,930	-0,122	0,083	0,038
	Saknar gymnasieutbildning	0,886	0,098	-0,100	-0,108
	Beroende av försörjningsstöd	0,861	0,136	0,178	0,031
	Medianinkomst	-0,848	0,395	0,129	0,056
	Långtidsarbetslösa	0,781	0,202	0,305	0,063
	Reducerad arbetsförmåga	0,721	-0,187	-0,129	-0,295
	Boende i hyresrätt	0,710	-0,188	0,461	0,204
	Född utanför EU, inflyttad inom 0-3 år	0,683	-0,028	0,268	0,343
	Hög ekonomisk standard	-0,649	0,177	0,335	0,146
	Ensamstående föräldrar	0,571	0,463	0,334	-0,063
2	Befolkning 0-14 år	0,028	0,928	-0,062	-0,025
	Storlek på hushåll	-0,235	0,899	-0,131	-0,086
	Befolkning 75- år	-0,005	-0,704	-0,086	-0,328
3	Urbant område	0,172	-0,073	0,919	0,130
	Bebyggelsedensitet	-0,069	0,009	0,863	-0,110
4	Befolkningsförändring	-0,061	0,072	-0,019	0,876

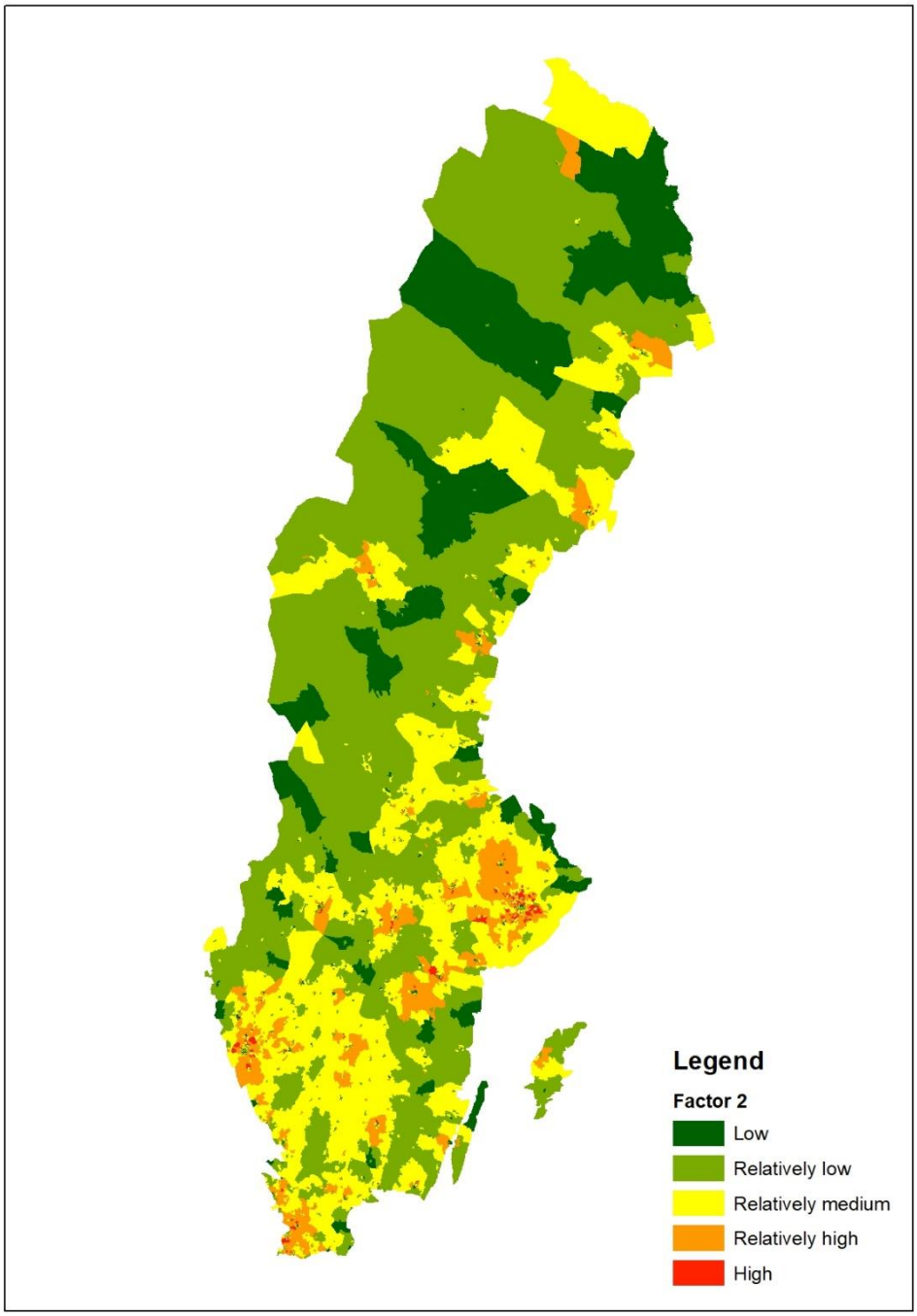
Resultaten i Tabell 6 indikerar att Faktor 1 som kan kopplas till ekonomisk standard, arbetslöshet, nyinflyttade, etc., dominerar indexet med mer än 39 % av variansen förklarad. Faktor 2 är dominerad av demografiska variabler och förklarar 17% av variansen, Faktor 3 domineras av variabler för bebyggelse och –täthet och förklarar 14% och Faktor 4 beskriver befolkningsförändring och förklarar 6,7%.

Följande kartor (Figur 8 till 13) illustrerar fördelningen av social sårbarhet och de fyra faktorerna över Sverige på RegSO-nivå. De resulterande individuella och sammansatta faktorerna visualiserades som koropletkartor. I det första steget

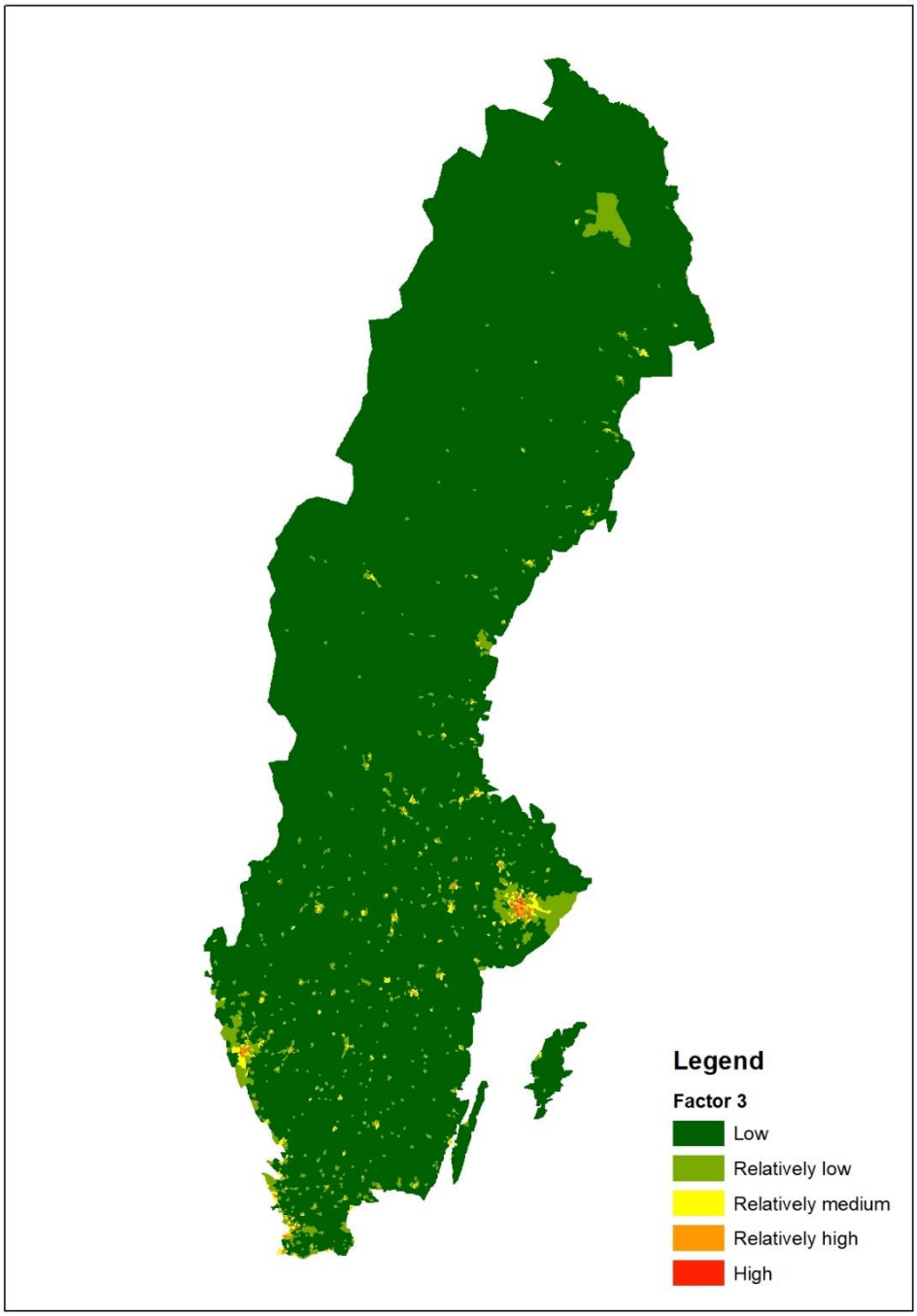
användes klassificering av naturlig indelning som är anpassad till de underliggande data för att generera kartorna. Figur 12 visar den kombinerade sårbarheten med tanke på alla fyra huvudkomponenterna. De respektive värdena adderas ihop utan att komponenterna ges någon särskild vikt.



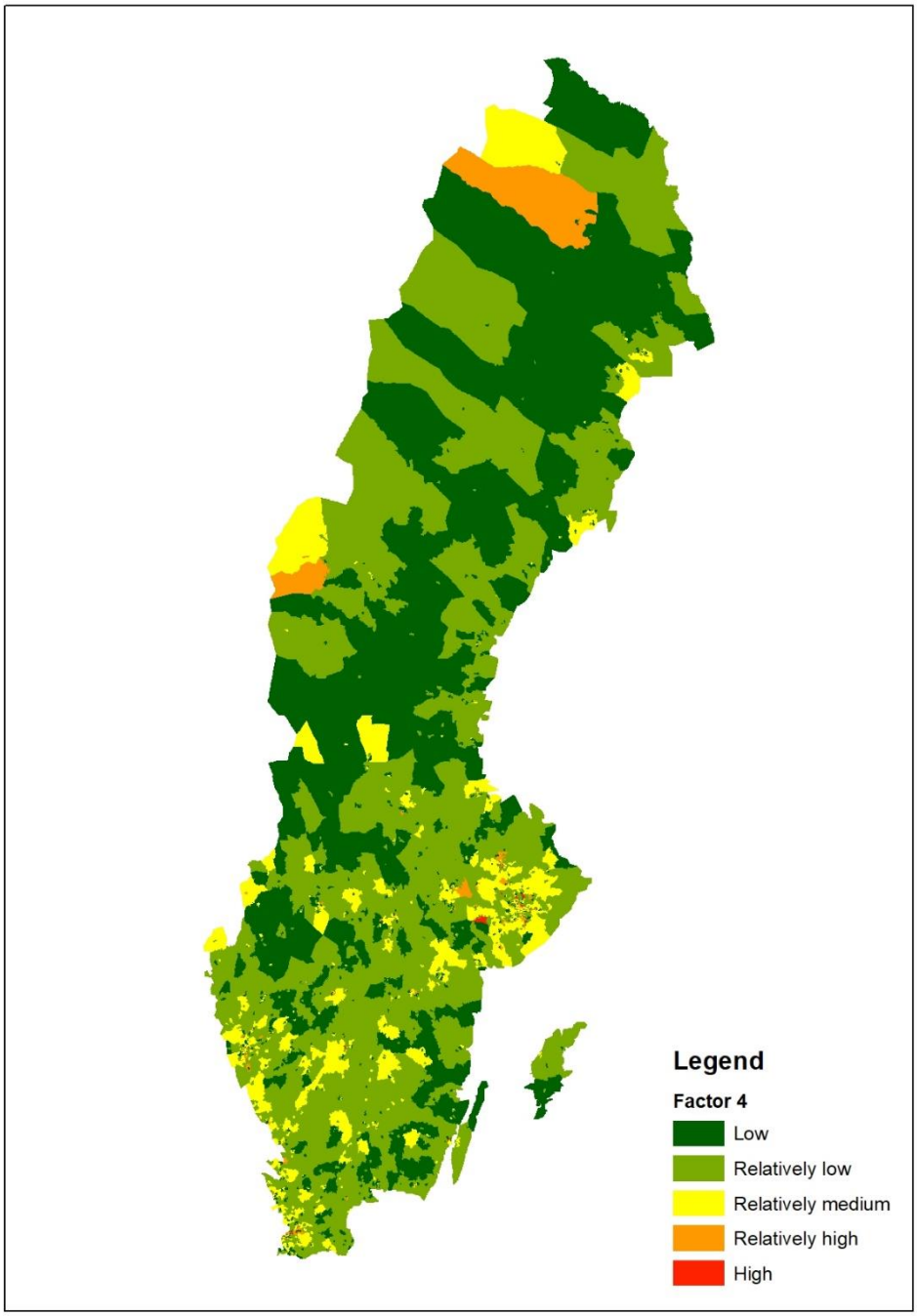
Figur 8. Principalkomponent 1 för socialt sårbarhetsindex på RegSO-nivå.



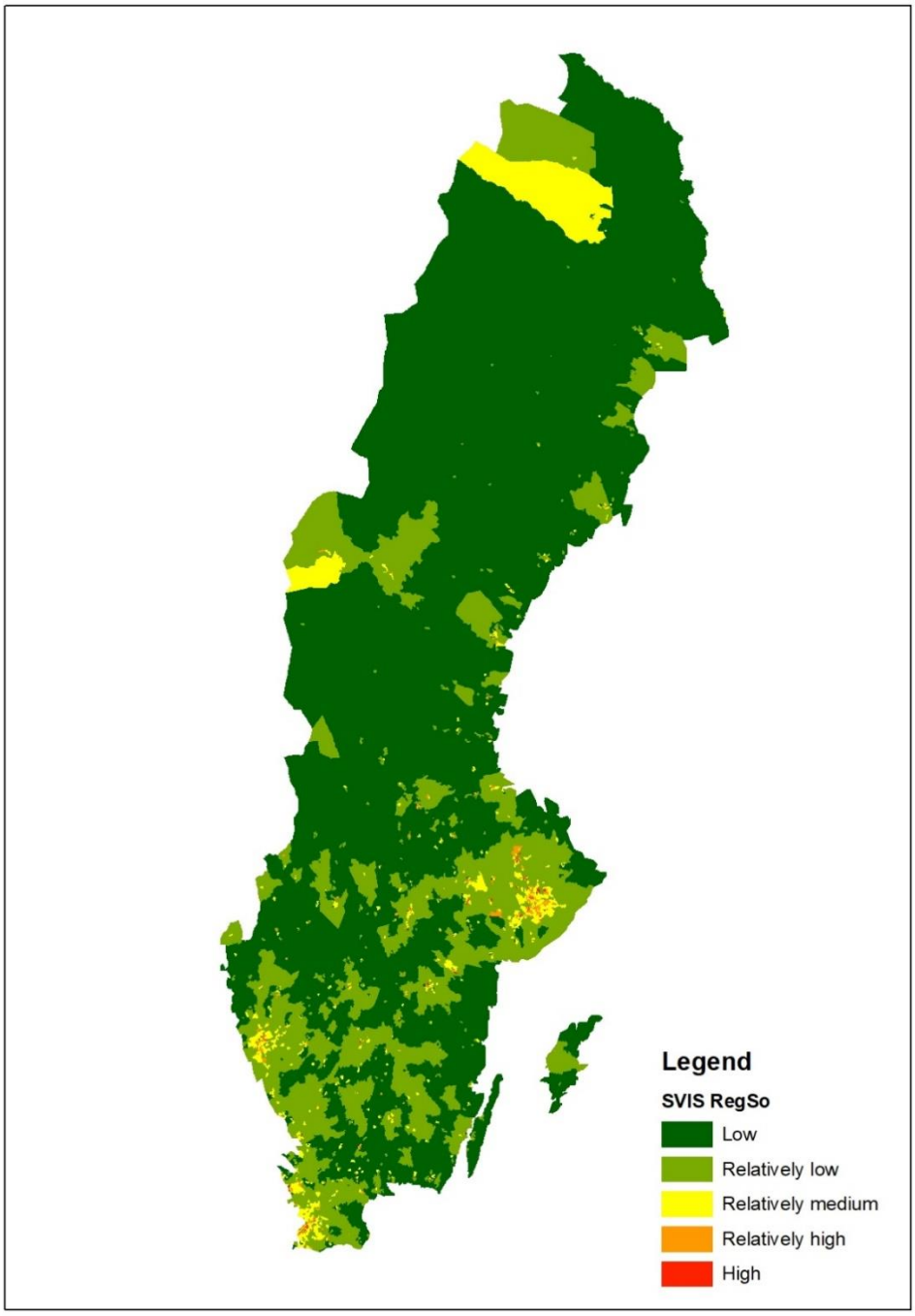
Figur 9. Principalkomponent 2 för socialt sårbarhetsindex på RegSO-nivå.



Figur 10. Principalkomponent 3 för socialt sårbarhetsindex på RegSO-nivå.



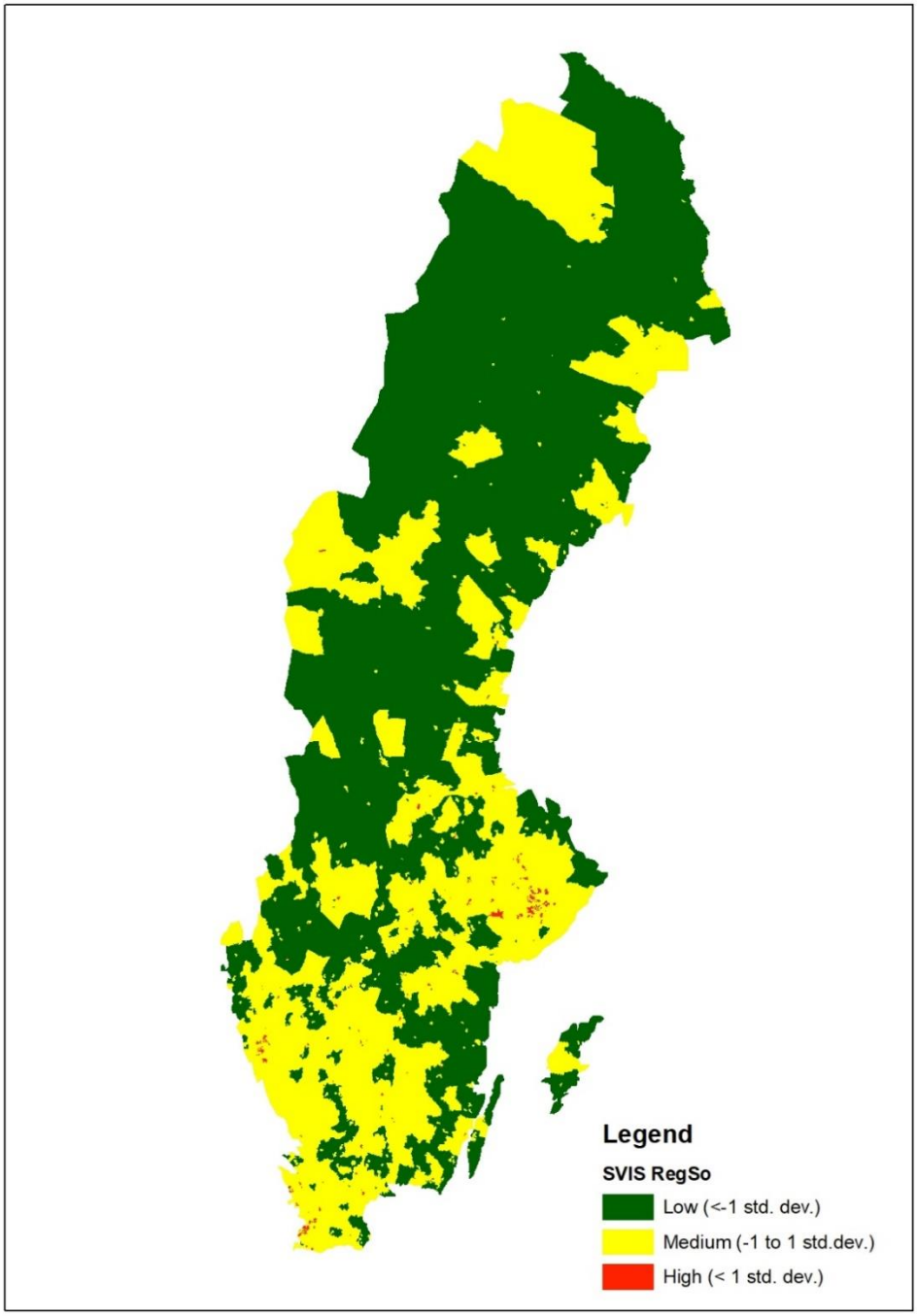
Figur 11. Principalkomponent 4 för socialt sårbarhetsindex på RegSO-nivå.



Figur 12. Index för social sårbarhet på RegSO-nivå. Naturlig indelning användes för att skapa fem klasser.

På samma sätt som för kommuner omvandlades den sociala sårbarheten för RegSO-områden till ett klassificeringssystem i tre nivåer genom att använda standardavvikelsen. Figur 13 presenterar den sociala sårbarheten uppdelad i tre kategorier; låg sårbarhet (< -1 std.avv.), medelhög sårbarhet (-1 till 1 std.avv.) och hög sårbarhet (> 1 std.avv.).

De minst utsatta RegSO-områdena finns i mellersta och norra Sverige. Sårbarhetsindexet var högt i 468 RegSO-områden (14 %), med en befolkning på 1 781 240 personer (17 % av den totala befolkningen). Indexet låg på medelhöga nivåer i 2491 RegSO-områden (74 %), med en befolkning på 7 681 177 personer (75 % av den totala befolkningen). Indexet var lågt i 404 RegSO-områden (12 %), med en befolkning på 756 173 personer (7,4 % av den totala befolkningen).



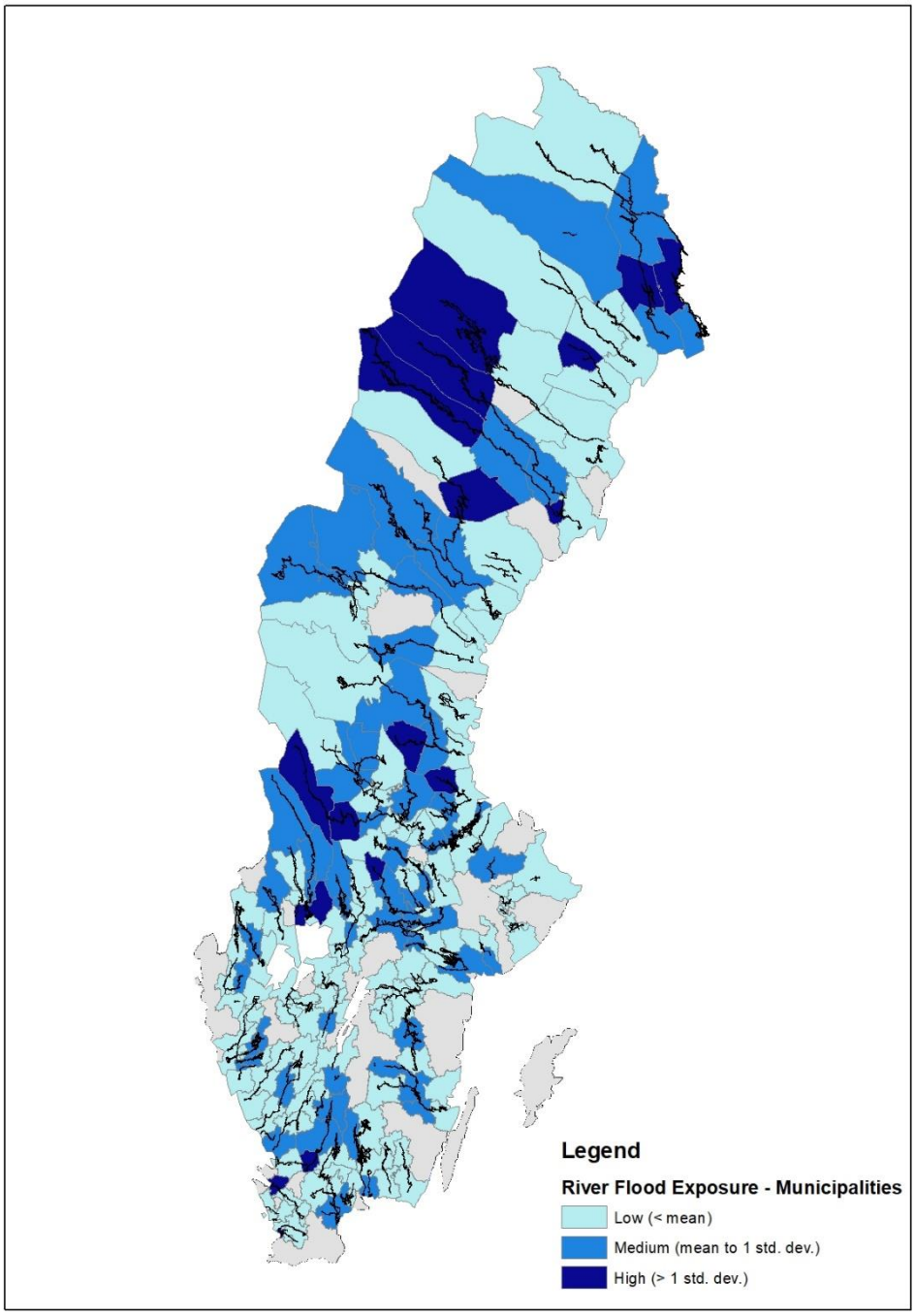
Figur 13. Index för social sårbarhet på RegSO-nivå. Indelning i klasser är baserad på standardavvikelsen.

Översvämning

Exponering vid älvöversvämning

Kommunnivå

Resultaten för kommuners exponering för älvöversvämningar presenteras i Figur 14 och Tabell 7. Ungefär 226 340 människor (2,2 % av den totala befolkningen) finns i zonen för 100-årsöversvämningar. Exponeringen bedömdes hög i 17 kommuner (8,2 % av de utsatta kommunerna) med en befolkning på 30 456 personer. Exponeringen är medelhög i 59 kommuner (28 %) med en exponerad befolkning motsvarande 98 477 personer. Exponeringen bedömdes som låg i 132 kommuner (63 %). Den exponerade befolkningen i lägsta klassen beräknades till 97 407 personer.



Figur 14. Exponering av befolkning för översvämningshot med 100 års återkomsttid, redovisad på kommunnivå.

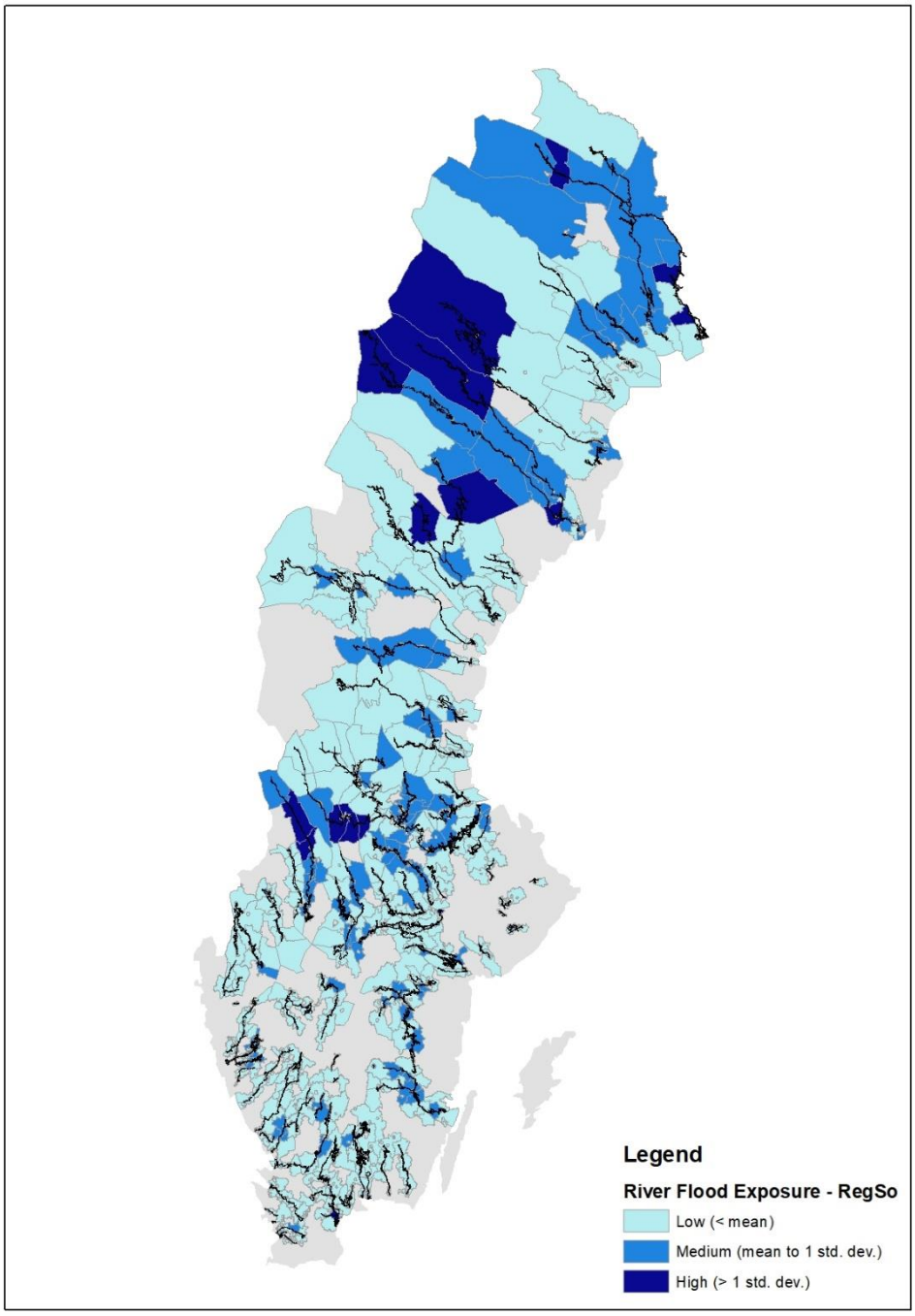
Tabell 7. Kommuner där mer än 10% av befolkningen är exponerad för översvämningar med 100 års återkomsttid.

Kommun	Exponerad befolkning	Total befolkning	Andel %
Sorsele	1 002	2 572	39
Överkalix	1 012	3 297	31
Åsele	507	2 822	18
Arjeplog	489	2 748	18
Vännäs	1 448	8 797	16
Älvsbyn	1 195	8 075	15
Karlstad	12 846	92 410	14
Vansbro	876	6 821	13
Storuman	647	5 882	11
Markaryd	1 051	10 204	10
Övertorneå	444	4 432	10

Resultaten visar att Sorsele och Överkalix kommuner hade högst exponering med 38 % respektive 31 % av befolkningen boende i översvämningszon (Tabell 7).

RegSO-områden

Resultaten av analysen för att bedöma RegSO-områdens översvämningsexponering presenteras i Figur 15 och Tabell 8. 226 489 personer (2,2 % av den totala befolkningen) finns i zonen för 100-årsnivån. Exponeringen bedömdes som hög i 111 RegSO-områden (9,4 % av de exponerade områdena). Den exponerade befolkningen för högt rankade RegSO-områden var 93 909 personer. 272 RegSO-områden hade medelhög exponering (23 %) med en exponerad befolkning lika med 73 824 personer. Exponeringen bedömdes som låg i 787 RegSO-områden (67 %). Den exponerade befolkningen i lägsta klassen beräknades till 58 756 personer.



Figur 15. Exponering av befolkning i RegSO-områden för översvämningshot med 100 års återkomsttid.

Tabell 8. RegSO-områden där mer än 50% av befolkningen är exponerad för en 100-årsnivå.

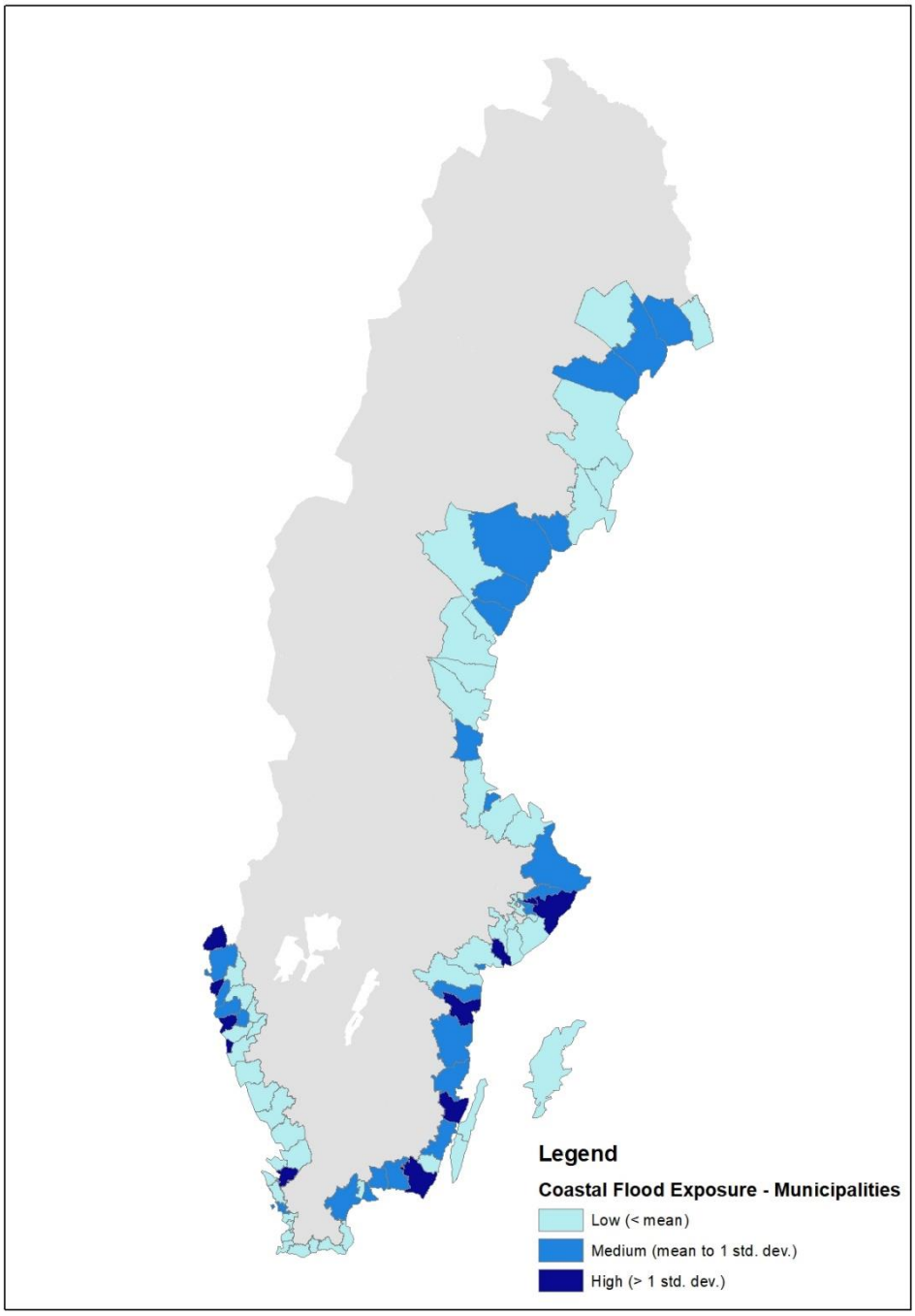
RegSO	Exponerad befolkning	Total befolkning	Andel %
Vilan-Hedentorp	1 794	1 937	93
Uppsala centrum	5 007	5 451	92
Skåre samhälle-Stodene	3 234	3 647	89
Heden östra	885	1 337	66
Charlottesborg-Härlöv	1 325	2 044	65
Havsbaden-Paletten-Danielslund	935	1 626	58
Svaneholm	600	1 091	55
Främre Luthagen-Fjärdingen-Glunten	3 161	6 033	52
Stampen västra	2 232	4 301	52
Överkalix tätort	794	1 536	52
Åby	1 326	2 611	51

Resultaten visar att RegSO-områdena Vilan-Hedentorp (del av Kristianstads kommun) och Uppsala centrum hade högst exponering med 92 % respektive 91 % av befolkningen, följt av Skåre samhälle-Stodene (del av Karlstads kommun) med 88 % av befolkningen exponerad.

Kustöversvämning

Kommuner

Resultaten som visar kommuners översvämningsexponering presenteras i Figur 16 och Tabell 9. 113 177 personer (1,1% av den totala befolkningen) är exponerade vid 1 meters havsnivåhöjning. Exponeringen bedömdes som hög i 11 kommuner (12 % av de utsatta kommunerna), och den exponerade befolkningen var 18 769 personer. Medelhög exponering fanns i 28 kommuner (31 % av de utsatta kommunerna) med en exponerad befolkning på 38 994 personer. Exponeringen bedömdes som låg i 52 kommuner (57 % av de utsatta kommunerna), och den exponerade befolkningen i lägsta klassen beräknades till 55 414 personer.



Figur 16. Exponering av befolkning i kustkommuner vid 1 meters höjning av havsnivån.

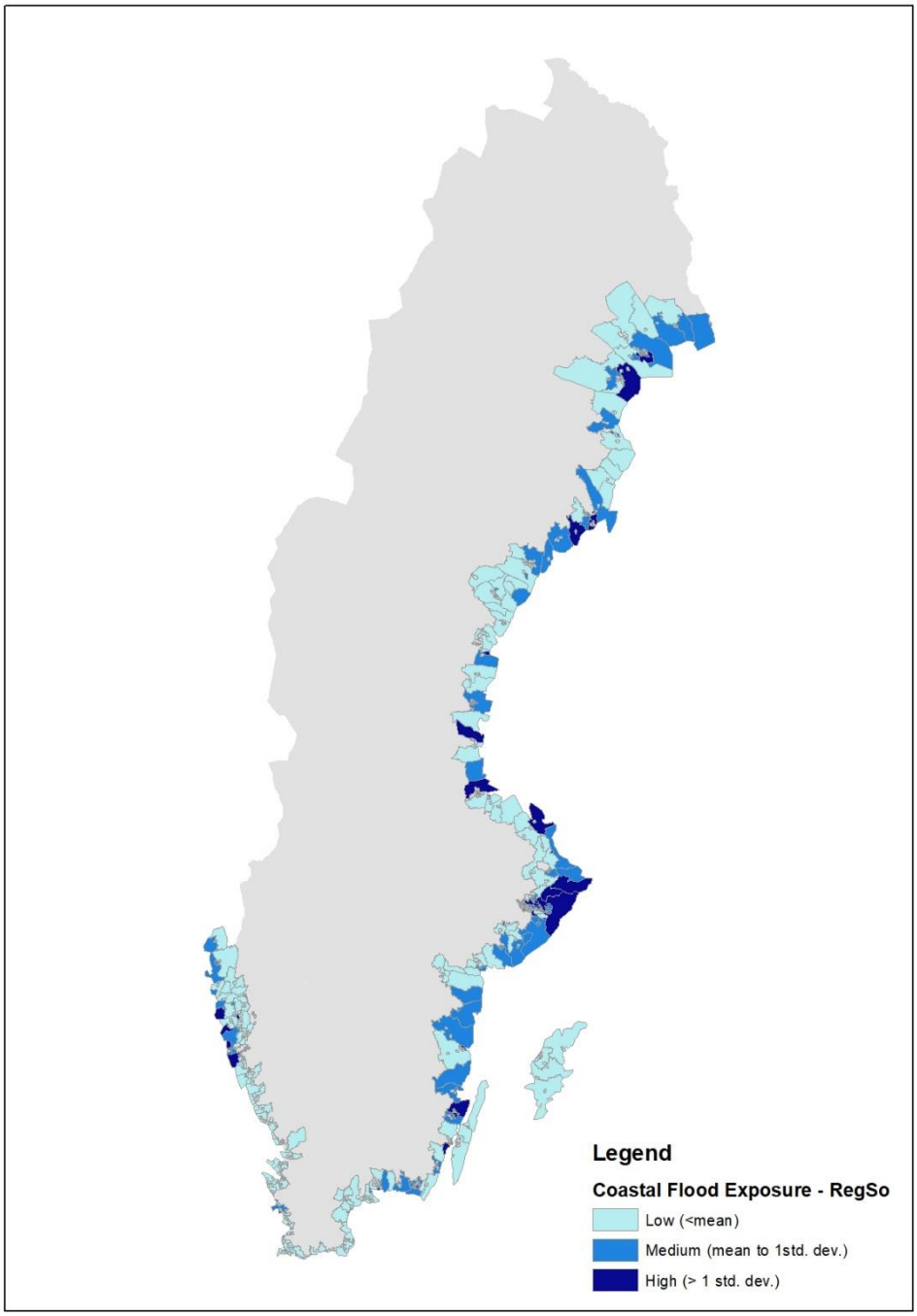
Tabell 9. Kommuner där mer än 5% av befolkningen är exponerad för 1 meters höjning av havsnivån.

Kommun	Exponerad befolkning	Total befolkning	Andel %
Vaxholm	2 081	12 225	17
Öckerö	1 313	12 940	10
Sotenäs	739	9 062	8,2
Tjörn	1 197	15 916	7,5
Karlskrona	4 946	66 661	7,4
Valdemarsvik	537	7 921	6,8
Ängelholm	2 737	42 201	6,5
Mönsterås	874	13 556	6,4
Värmdö	2 775	44 399	6,3
Trosa	789	13 277	5,9
Strömstad	781	13 204	5,9
Karlshamn	1 695	32 330	5,2

Resultaten visade att Vaxholms och Öckerö kommuner hade högst exponering med 17 % respektive 10 % av befolkningen i zonen för 1 meters havsnivåhöjning.

RegSO-områden

Resultaten för bedömningen av RegSO-områdens exponering för kustnära översvämningar presenteras i Figur 17 och Tabell 10. 113 177 personer (1,1 % av den totala befolkningen) finns zonen för 1 meters havsnivåhöjning. Exponeringen rankades som hög för 70 RegSO-områden (11 % av de exponerade områdena). Den exponerade befolkningen i högt rankade RegSO-områden är 52 567 personer. Exponeringen var medelhög i 126 RegSO-områden (20%) med en exponerad befolkning på 31 721 personer. Exponeringen bedömdes som låg i 441 RegSO-områden (69%). Den exponerade befolkningen i lägsta klassen beräknades till 28 889 personer.



Figur 17. Exponering av befolkning i RegSO-områden vid 1 meters höjning av havsnivån.

Tabell 10. RegSO-områden där mer än 30% av befolkningen är exponerad för 1 meters höjning av havsnivån.

RegSO	Exponerad befolkning	Total befolkning	Andel %
Söder	1 531	2 278	67
Västra hamnen sydöst	1 648	3 052	54
Karlshamn västra	662	1 568	42
Gävle Strand-Näringen-Öster	1 135	2 794	41
Holmsund-Obbola omland	593	1 478	40
Hälsö-Nordöarna	524	1 323	40
Hästö	581	1 475	39
Ängavången-Nyhem-Skörpabäcken	1 113	2 842	39
Stenungsund centrum-Stenungsön-Stora Askerön	705	1 936	36
Nyhamn-Södra Industriområdet	719	2 153	33
Södra Hammarbyhamnen	6 439	19 384	33
Furet-Gamletull	1 111	3 438	32
Rambergsstaden östra	842	2 623	32
Långö-Gräsvik	458	1 495	31
Havsbaden-Paletten-Danielslund	496	1 626	30
Eriksberg	3 020	9 916	30
Saltö-Björkholmen	560	1 850	30

Resultaten visade att Söder (Kristianstad) och Västra hamnen sydöst (Malmö) var de RegSO-områden med högst exponering med 67% respektive 54% av befolkningen i översvämningszonen.

Integrering av översvämningsexponering och sårbarhetsindex

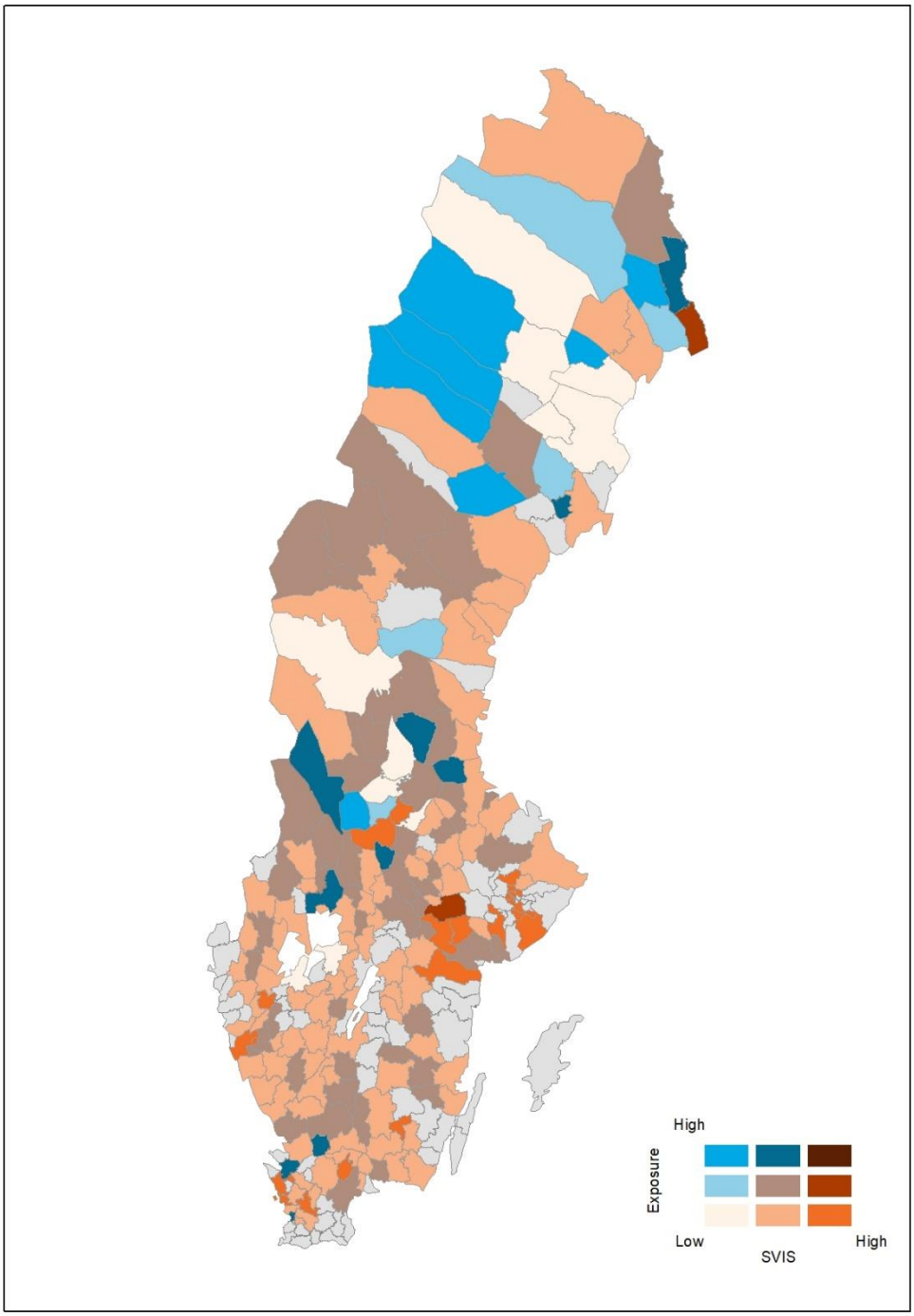
Älvöversvämning

Kommuner

Figur 18 visar den integrerade kartan över exponering för älvöversvämning och den sociala sårbarheten för varje kommun. Baserat på analysen visade 11 kommuner låg översvämningsexponering och låg social sårbarhet. Sju kommuner bedömdes ha hög exponering och låg social sårbarhet och 25 kommuner kännetecknades av låg exponering och hög social sårbarhet. Tabell 11 presenterar olika kombinationer mellan översvämningsexponering och social sårbarhet för svenska kommunerna.

Tabell 11. Kombinationer av översvämningsexponering och social sårbarhet på kommunnivå.

Exponering och sårbarhet	**Antal kommuner**	**Exponerad befolkning**
Låg exponering - Låg sårbarhet	11	5 581
Låg exponering - Medel sårbarhet	96	59 042
Låg exponering - Hög sårbarhet	25	32 784
Medel exponering - Låg sårbarhet	5	3 311
Medel exponering - Medelhög sårbarhet	52	88 369
Medel exponering - Hög sårbarhet	2	6 797
Hög exponering - Låg sårbarhet	7	5 728
Hög exponering - Medel sårbarhet	10	24 728
Hög exponering - Hög sårbarhet	0	0



Figur 18. Integrerat index för exponering för älvöversvämningar och social sårbarhet på kommunnivå.

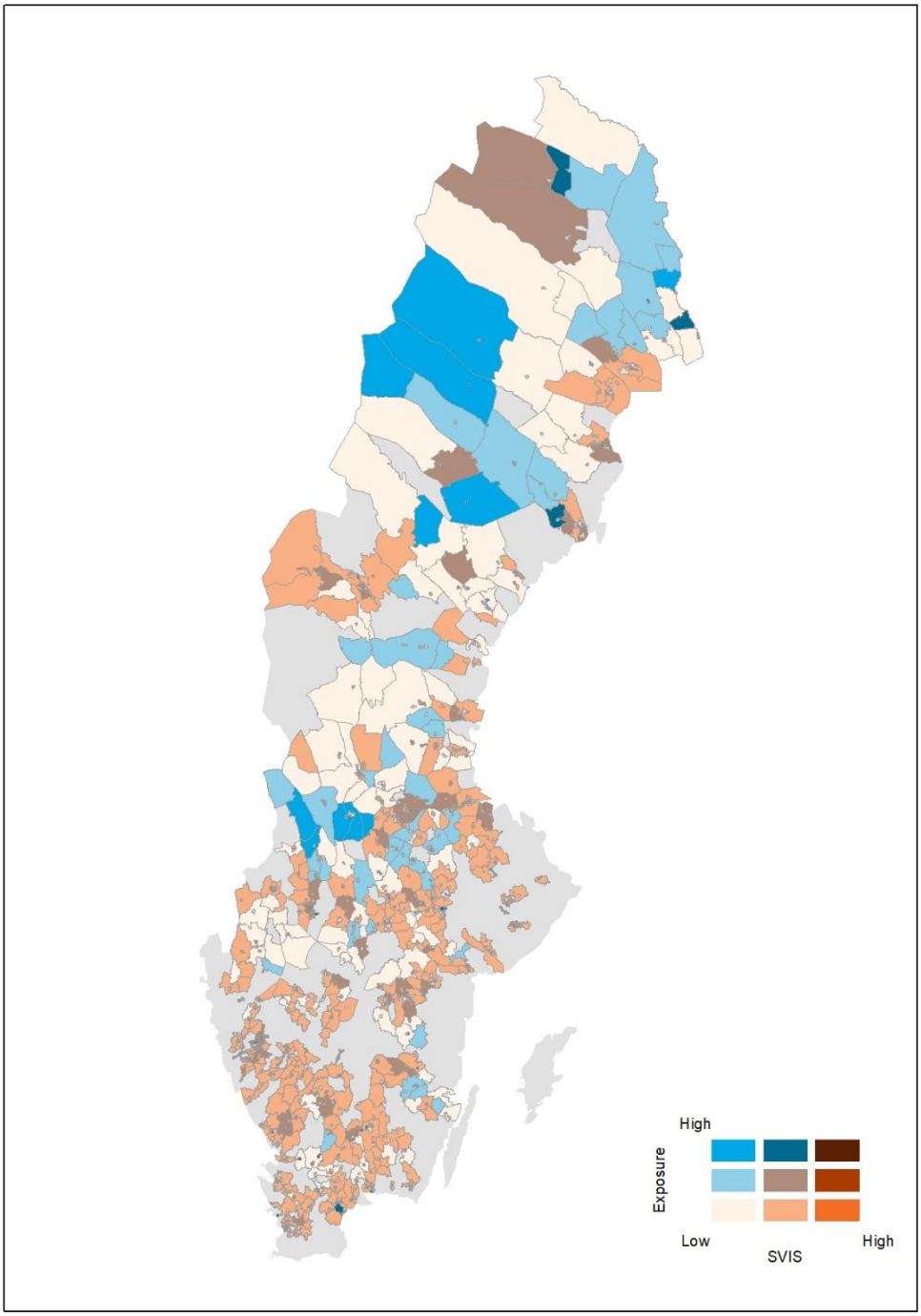
RegSO-områden

Figur 19 visar den integrerade kartan över exponering för älvöversvämningar och den sociala sårbarheten för varje RegSO-område. I analysen identifierades 118 RegSO-områden med låg översvämningsexponering och låg social sårbarhet, 203

områden med medelexponering och medelhög social sårbarhet och 5 områden med hög exponering och hög social sårbarhet. Tabell 12 presenterar de olika kombinationerna mellan översvämningsexponering och social sårbarhet för de olika RegSO-områdena.

Tabell 12. Scenarier mellan översvämningsexponering och social sårbarhet på RegSO-nivå.

Exponering och sårbarhet	**Antal RegSO-områden**	**Exponerad befolkning**
Låg exponering - Låg sårbarhet	118	6 503
Låg exponering - Medel sårbarhet	634	48 937
Låg exponering - Hög sårbarhet	35	3 316
Medel exponering - Låg sårbarhet	59	10 352
Medel exponering - Medel sårbarhet	203	59 442
Medel exponering - Hög sårbarhet	10	4 030
Hög exponering - Låg sårbarhet	20	7 955
Hög exponering - Medel sårbarhet	86	82 046
Hög exponering - Hög sårbarhet	5	3 908



Figur 19. Integrerat index för exponering för älvöversvämningar och social sårbarhet på RegSO-nivå.

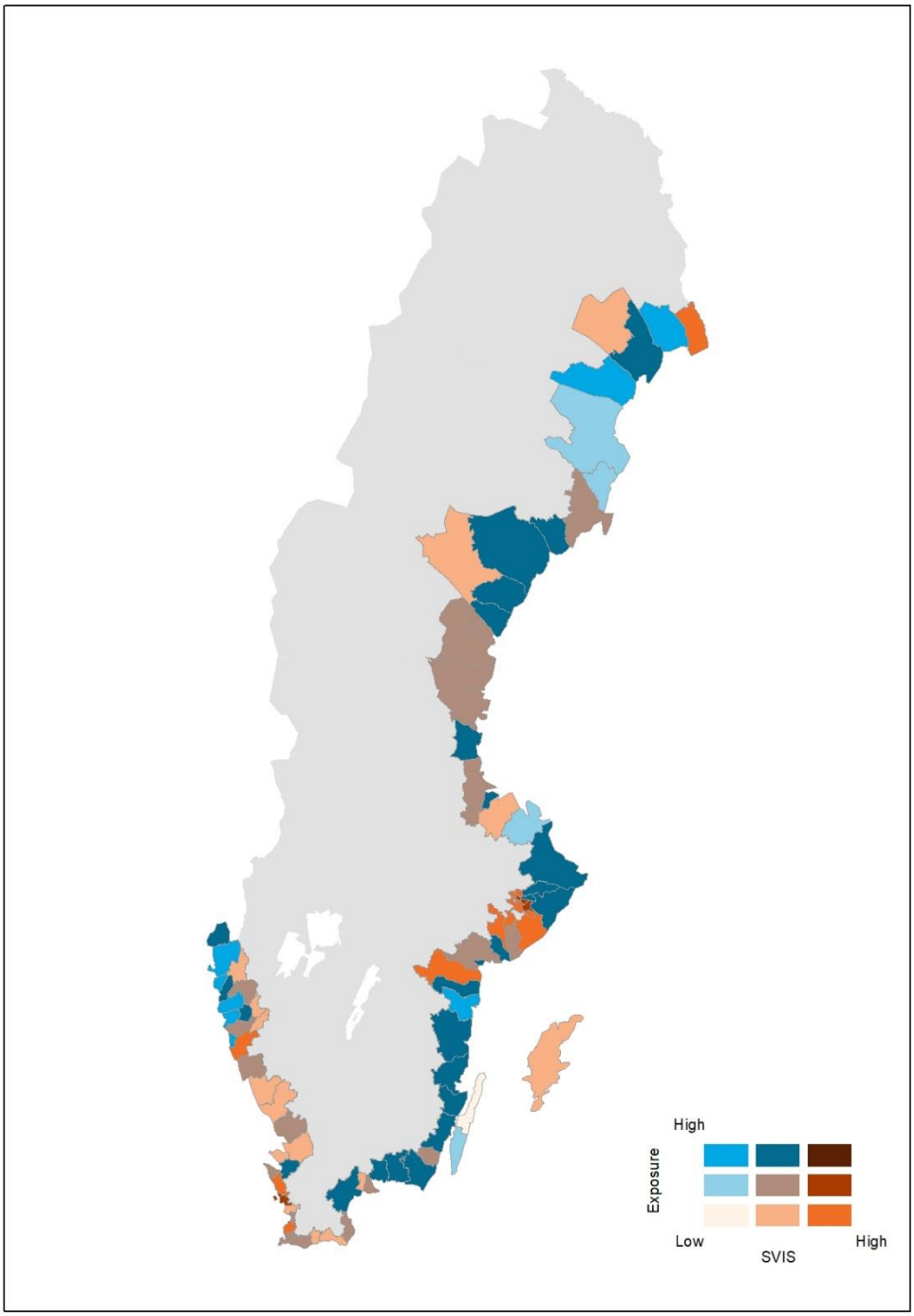
Kustöversvämning

Kommuner

Figur 20 visar den integrerade kartan över kustöversvämningsexponering och den sociala sårbarheten för varje kommun. Analysen visade att en kommun hade låg översvämningsexponering och låg social sårbarhet. 14 kommuner bedömdes ha låg exponering och hög social sårbarhet, och 26 kommuner kännetecknades av hög exponering och medelhög social sårbarhet. Ingen kommun hade hög exponering och hög sårbarhet. Tabell 13 presenterar de olika kombinationerna mellan översvämningsexponering och social sårbarhet för de olika kommunerna.

Tabell 13. Kombinationer av kustöversvämningsexponering och social sårbarhet på kommunnivå.

Exponering och sårbarhet	**Antal kommuner**	**Exponerad befolkning**
Låg exponering - Låg sårbarhet	1	58
Låg exponering - Medel sårbarhet	15	2 224
Låg exponering - Hög sårbarhet	14	31 390
Medel exponering - Låg sårbarhet	4	2013
Medel exponering - Medel sårbarhet	19	20 221
Medel exponering - Hög sårbarhet	4	9 738
Hög exponering - Låg sårbarhet	8	7 121
Hög exponering - Medel sårbarhet	26	40 412
Hög exponering - Hög sårbarhet	0	0



Figur 20. Integrerat index för exponering för kustöversvämningar och social sårbarhet på kommunnivå.

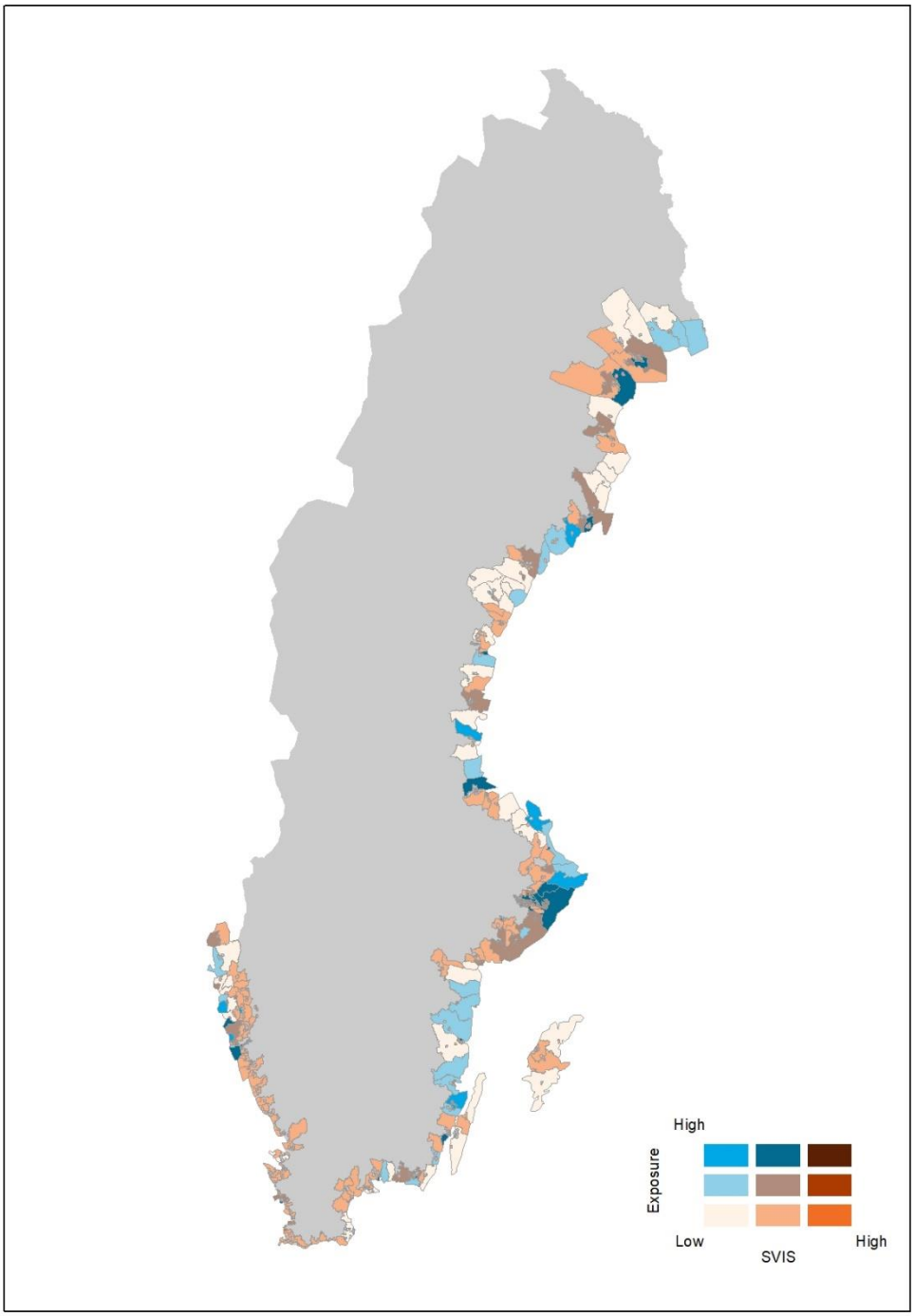
RegSO-områden

Figur 21 visar den integrerade kartan över kustöversvämningsexponering och den sociala sårbarheten för varje RegSO-område. 61 RegSO-områden hade låg översvämningsexponering och låg social sårbarhet. 91 RegSO-områden bedömdes

ha medelexponering och medelhög social sårbarhet och 6 RegSO-områden kännetecknades av hög exponering och hög social sårbarhet. Tabell 14 presenterar de olika kombinationerna mellan översvämningsexponering och social sårbarhet för de olika RegSO-områdena.

Tabell 14. Kombinationer mellan exponering för kustöversvämningar och social sårbarhet på RegSO-nivå.

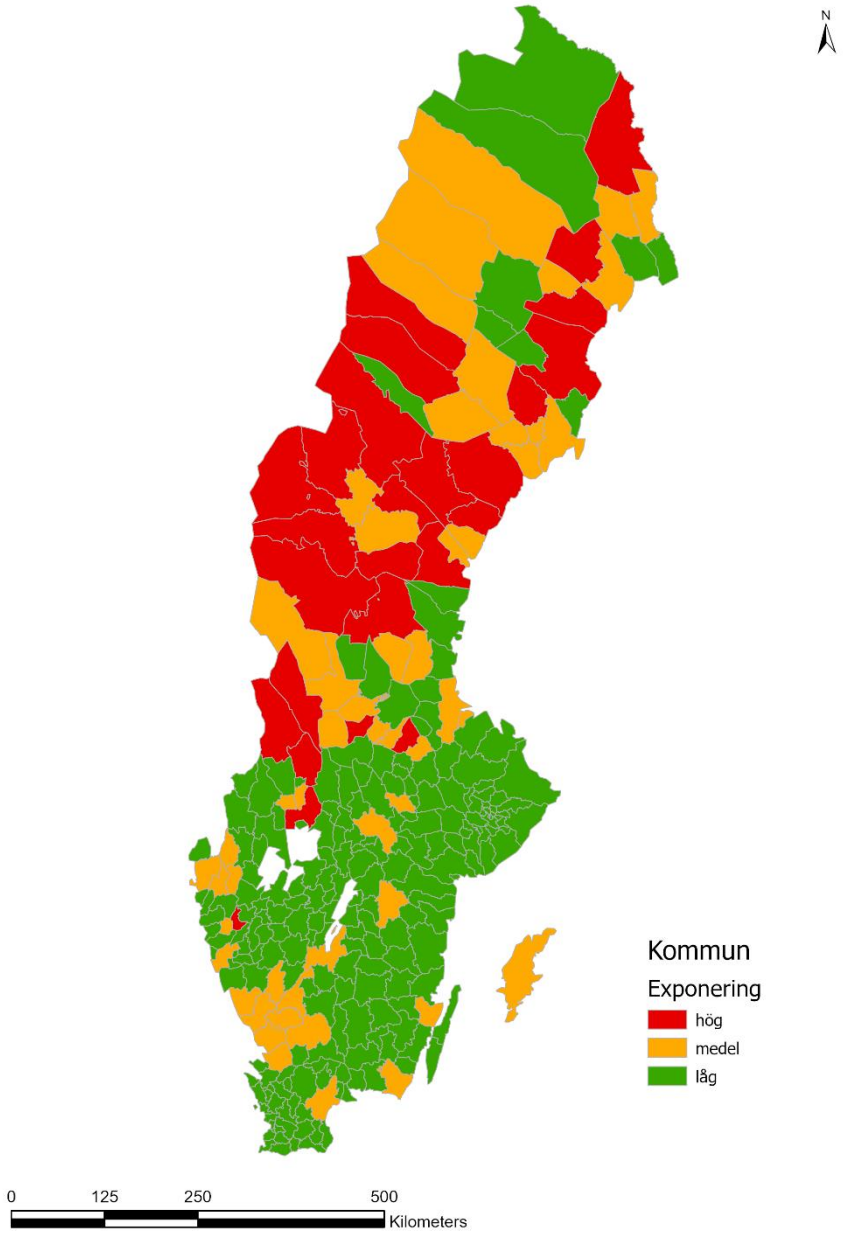
Exponering och sårbarhet	**Antal RegSO-områden**	**Exponerad befolkning**
Låg exponering - Låg sårbarhet	61	3 681
Låg exponering - Medel sårbarhet	358	23 477
Låg exponering - Hög sårbarhet	22	1 731
Medel exponering - Låg sårbarhet	28	5 780
Medel exponering - Medel sårbarhet	91	23 363
Medel exponering - Hög sårbarhet	7	2 578
Hög exponering - Låg sårbarhet	10	3 461
Hög exponering - Medel sårbarhet	54	38 379
Hög exponering - Hög sårbarhet	6	10 727



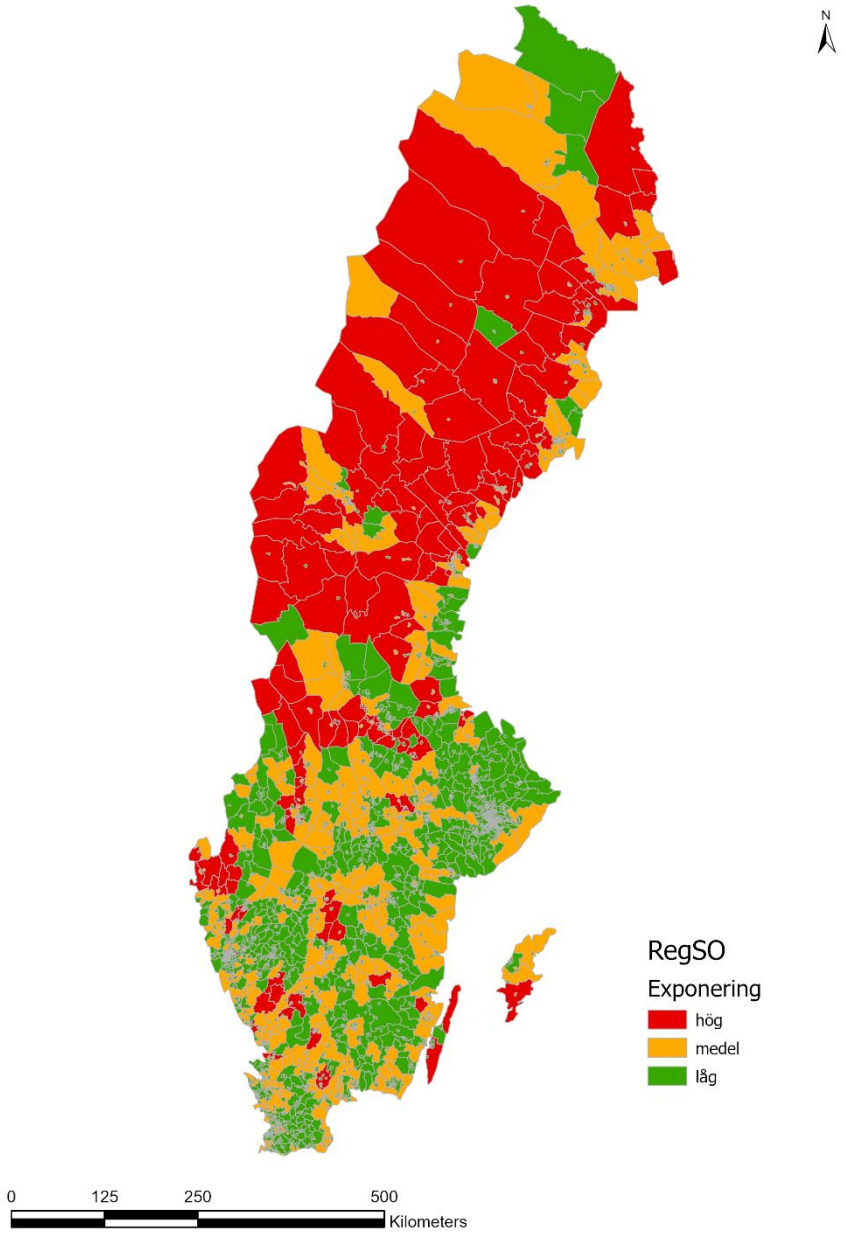
Figur 21. Integrerat index för exponering för kustöversvämningar och social sårbarhet på RegSO-nivå.

Ras, skred och erosion

Beräkningen av exponering för ras- och skredhot baserades på data för ett antal dataskikt över ras-, skred- och erosionsbenägenhet i Sverige. Kartor för exponeringen redovisad på kommun- och RegSO-nivå redovisas i Figur 22-23.

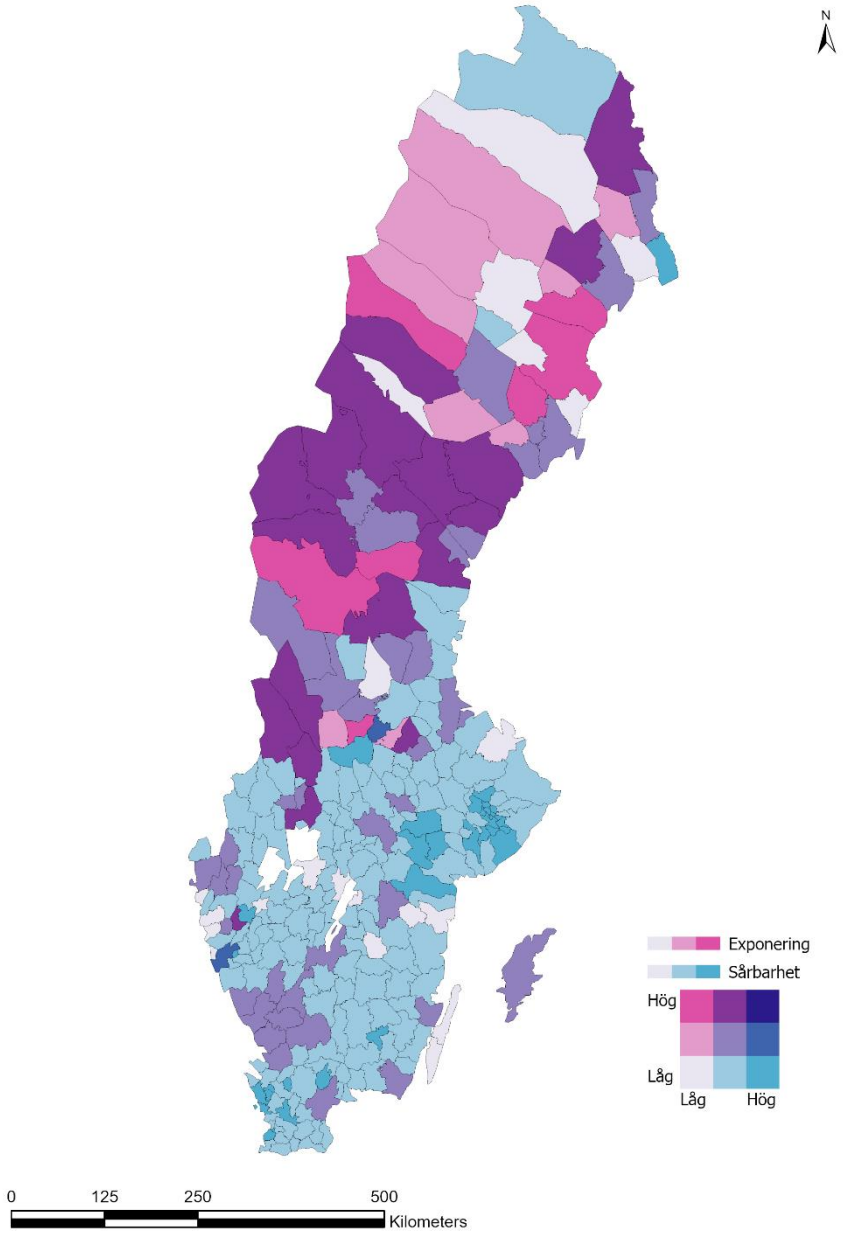


Figur 22. Karta över exponering för ras, skred och erosion på kommunnivå.

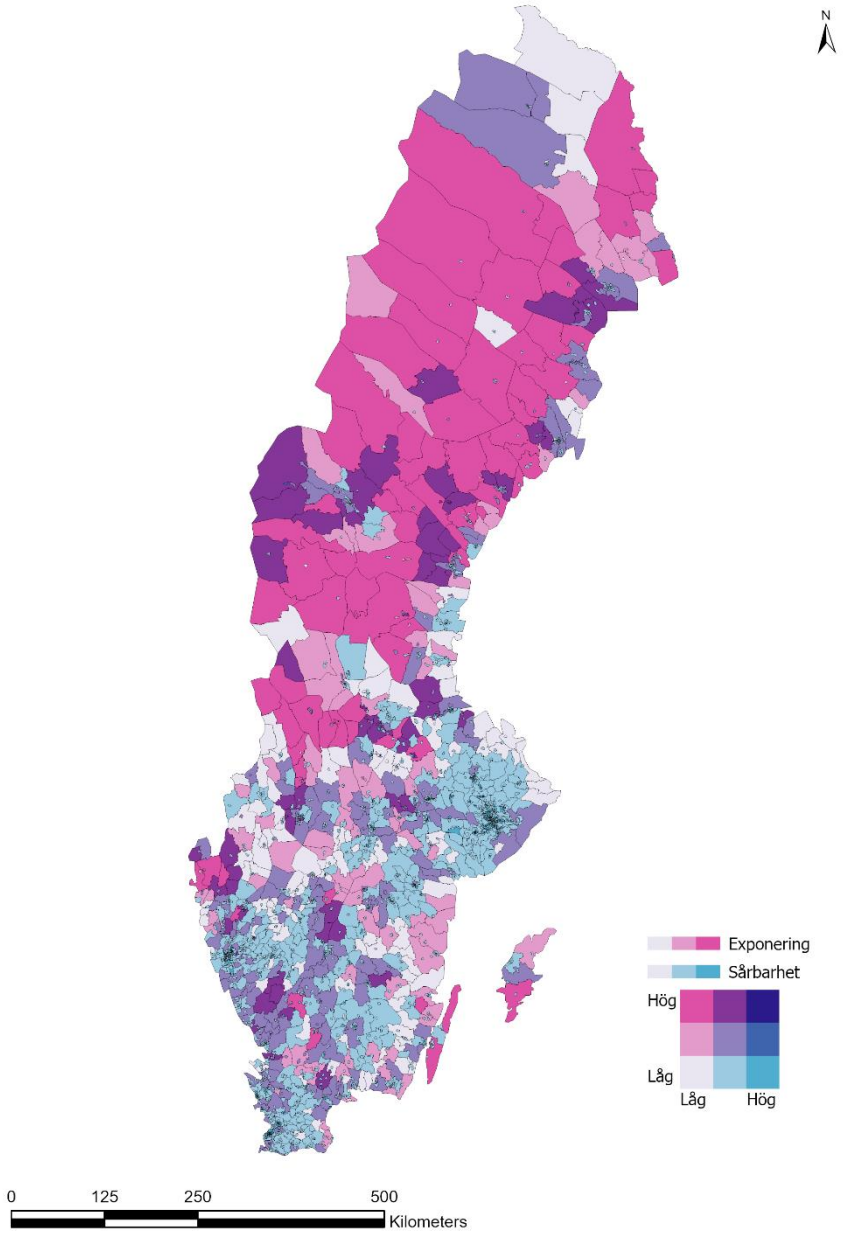


Figur 23. Karta över exponering för ras, skred och erosion i RegSO-områden.

Bivariata kartor för ras-, skred- och erosionsrisk har skapats på samma vis som för översvämningar där den kombinerade skredexponeringen jämförs med sårbarhetsindexet på kommunal (Figur 24) och RegSO-nivå (Figur 25).



Figur 24. Integrerat index för exponering för ras, skred och erosion och social sårbarhet på kommunnivå.



Figur 25. Integrerat index för exponering för ras, skred och erosion och social sårbarhet på RegSO-nivå.

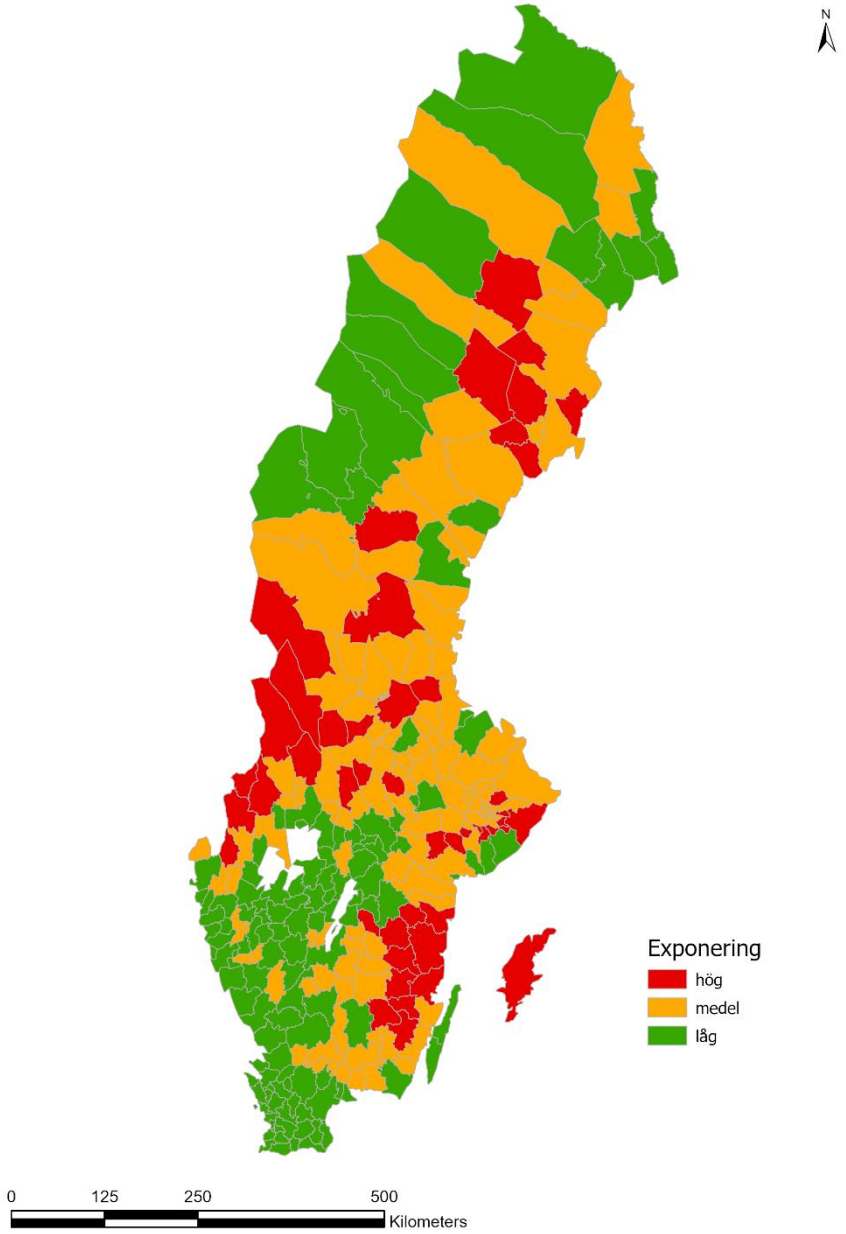
Varken kommuner eller RegSO-områden med högrisk som karakteriseras av hög exponering samt hög social sårbarhet har identifierats. Tabell 15 sammanfattar antalet bivariata kombinationer på kommunal och RegSO-nivå.

Tabell 15. Exponering och sårbarhet för kommun- och RegSO-nivå.

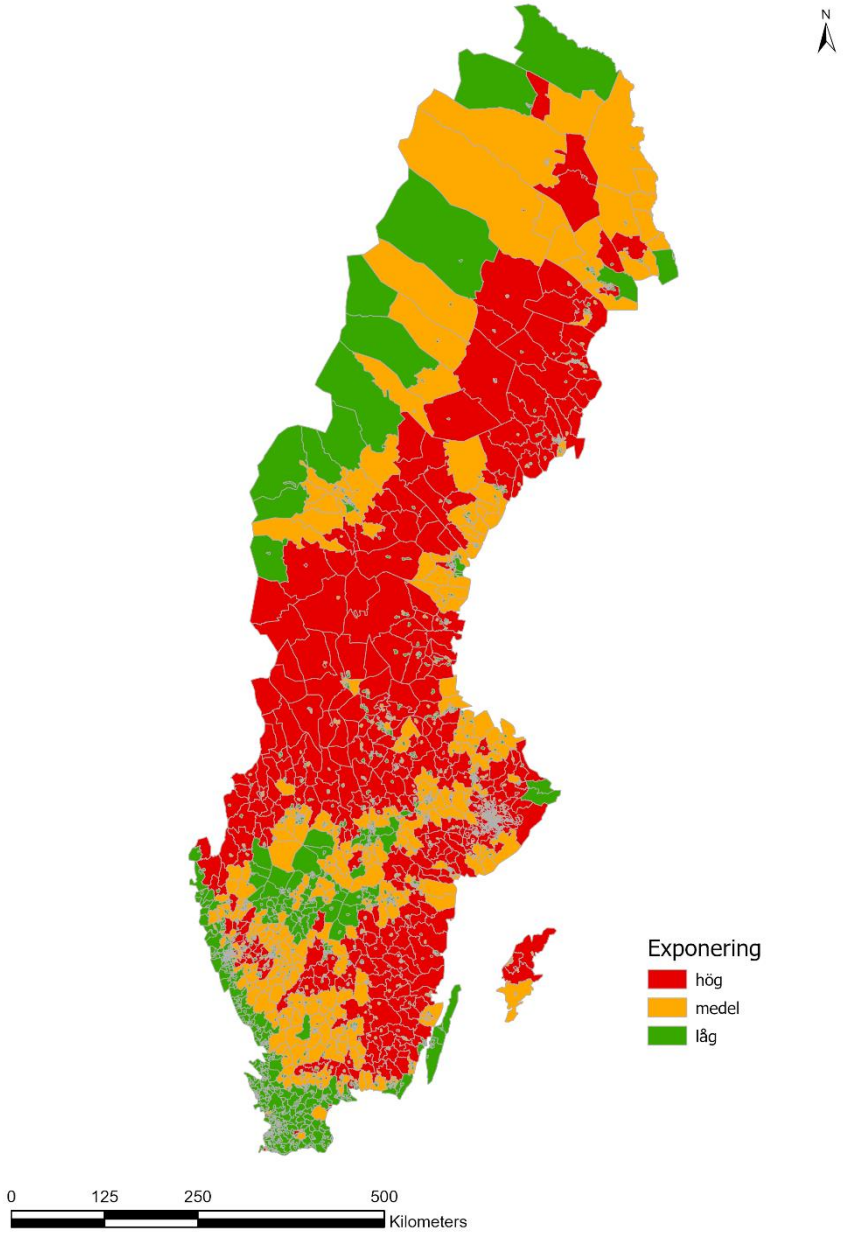
Exponering och sårbarhet	**Antal kommuner**	**Antal RegSO**
Låg exponering – Låg sårbarhet	21 (7,2 %)	208 (6,2 %)
Låg exponering – Medel sårbarhet	156 (54 %)	2108 (63 %)
Låg exponering – Hög sårbarhet	35 (12, %)	472 (14 %)
Medel exponering – Låg sårbarhet	9 (3,1 %)	105 (3,1 %)
Medel exponering – Medel sårbarhet	41 (14 %)	314 (9,3 %)
Medel exponering – Hög sårbarhet	2 (0,7 %)	4 (0,1 %)
Hög exponering – Låg sårbarhet	7 (2,4 %)	79 (2,3 %)
Hög exponering – Medel sårbarhet	19 (6,6 %)	73 (2,2 %)
Hög exponering – Hög sårbarhet	0 (0 %)	0 (0 %)

Skogsbrand

Beräkningen av exponering för skogsbrand baserades på data för varningsindex, vegetationsklasser och byggnadsbestånd. Kartor för exponeringen redovisad på kommun- och RegSO-nivå redovisas i Figur 26-27.



Figur 26. Karta över exponering för skogsbrandshot på kommunnivå.



Figur 27. Karta över exponering för skogsbrandshot på RegSO-nivå.

För att validera resultaten föreslås det att jämföra den bedömda brandrisken i RegSO-områden och kommuner med insatsstatistiken från MSB:s insatsdatabas IDA[12]. Databasuttaget som gjordes i denna studie omfattar 100 314 rapporterade insatser 2000-2020 varav 79 019 kan kopplas till RegSO-områden. Endast bränder i trädklädd mark (50 640) borde analyseras. Den rapporterade brandorsaken kan kategoriseras som antingen antropogen eller naturlig. Tabell 16 redovisar antalet bränder med respektive orsak som kan användes framöver för att validera

[12] https://ida.msb.se/ida2#page=5c0a9951-be79-414f-84c4-b7fa6b22849e

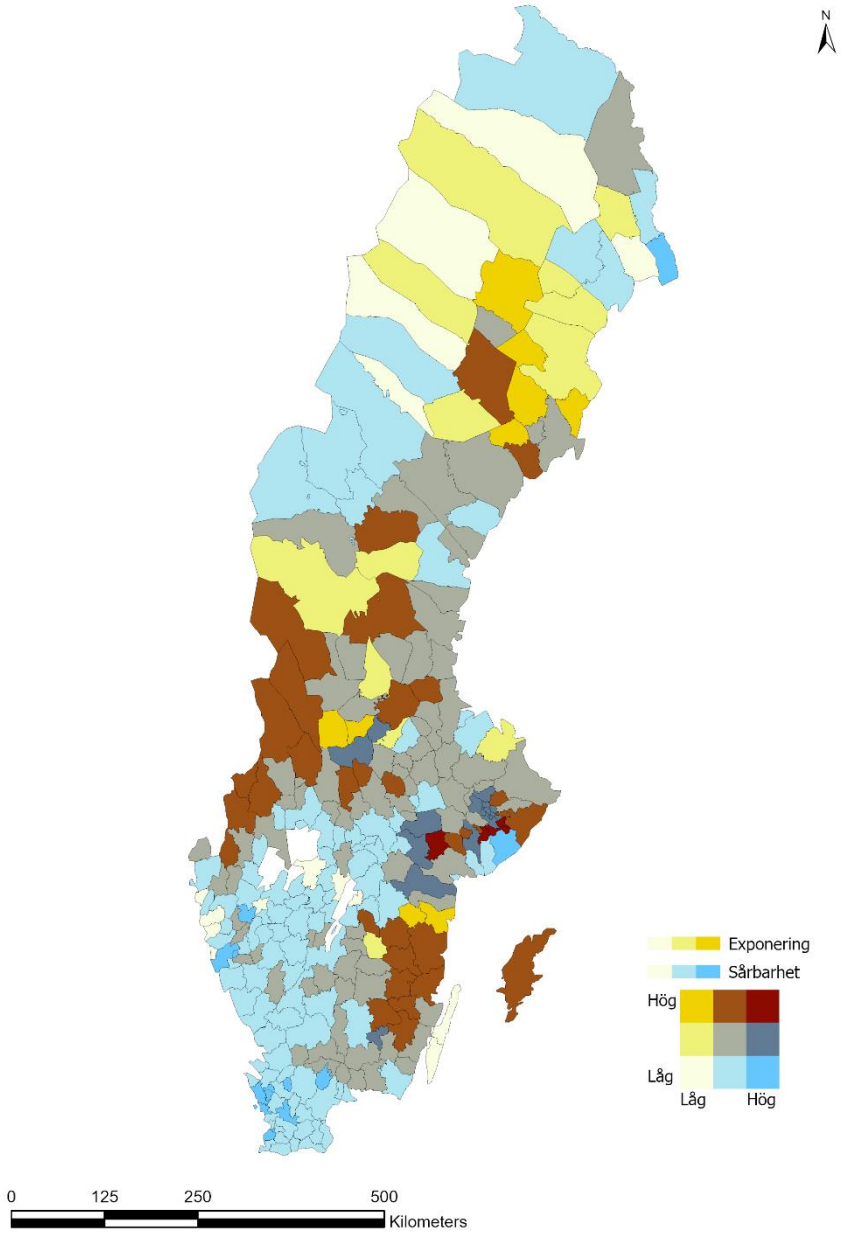
sambandet med historiska FWI-data och områden med hög brandbenägenhet baserande på vegetationen.

Tabell 16. Summering av data från insatsrapporter.

Brandorsak	**Antal**	**Typ**
Annan	2 877	okänd
Annan eldning	3 986	antropogen
Avsiktlig brand	5 522	antropogen
Barns lek med eld	3 063	antropogen
Blixtnedslag	4 030	naturlig
Fel i utrustning	235	antropogen
Fyrverkeri och pyroteknik	261	antropogen
Grillning eller lägereld	5 261	antropogen
Heta arbeten	76	antropogen
Okänd	21 308	okänd
Rökning	720	antropogen
Självantändning – biologisk eller kemisk	249	naturlig
Tågbromsning	359	antropogen
Uppgift saknas	56	okänd
Återantändning av brand från tidigare räddningsinsats	1 503	naturlig
Övriga gnistor	1 134	okänd

Eftersom bara 11,4% av alla skogsbränder anses ha en naturlig orsak och att man saknar en tydlig brandorsak i ungefär hälften av alla fall bör man inte skilja mellan antropogen eller naturlig brandorsak. Varje brand oavsett anledning utgör ett potentiellt hot för befolkningen. Antalet bränder per kommun och RegSO normaliserades mot enhetens totala befolkning och år.

Bivariata kartor för brandrisk har skapats på samma vis som för översvämningar där den kombinerade brandexponeringen jämförs med sårbarhetsindexet på kommunal (Figur 28) och RegSO-nivå (Figur 29).

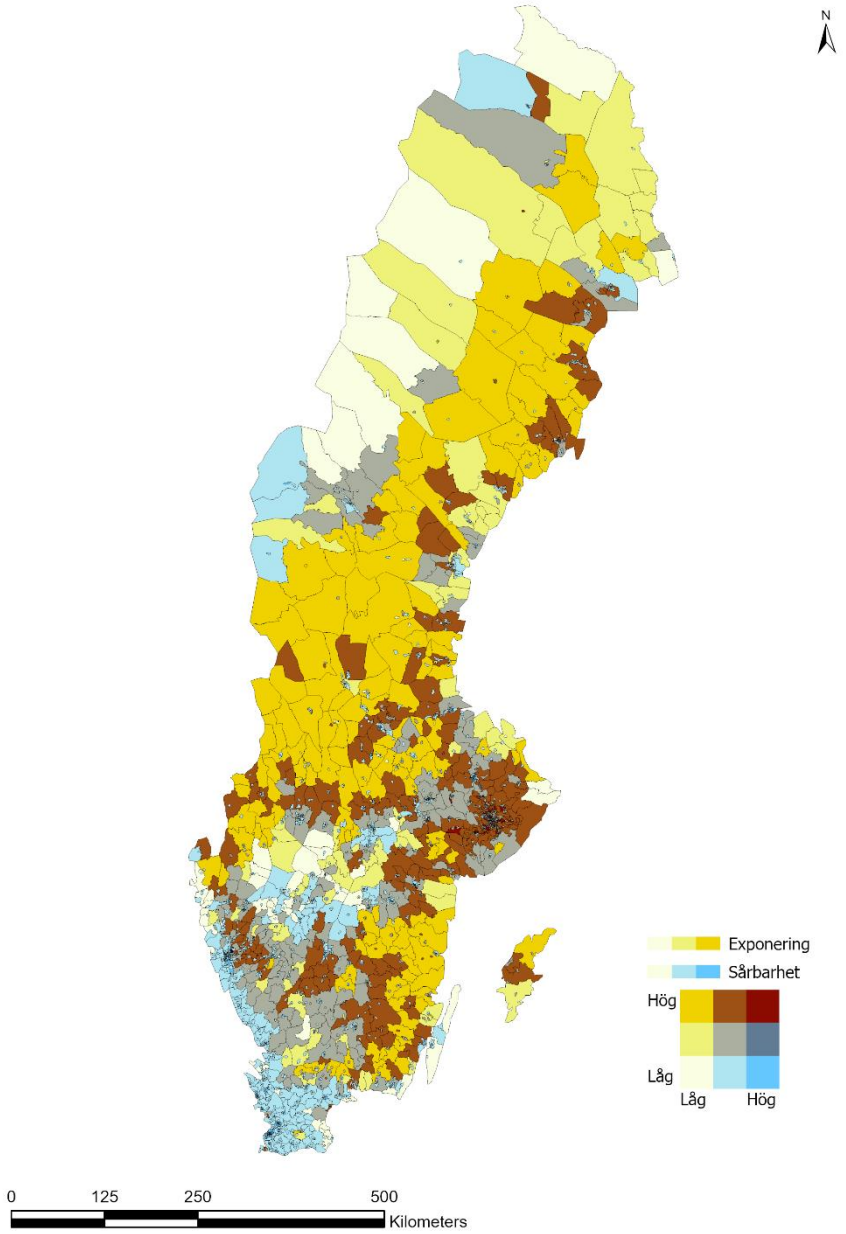


Figur 28. Integrerat index för skogsbrandsexponering och social sårbarhet på kommunnivå.

Fem högriskkommuner (Huddinge, Botkyrka, Tyresö, Nacka och Flen) samt 69 RegSO-områden med hög risk har identifierats. Tabell 17 sammanfattar antalet bivariata kombinationer på kommunal och RegSO-nivå.

Tabell 17. Exponering och sårbarhet för kommun- och RegSO-nivå.

Exponering och sårbarhet	**Antal kommuner**	**Antal RegSO**
Låg exponering – Låg sårbarhet	15 (5,2 %)	122 (3,6 %)
Låg exponering – Medel sårbarhet	100 (34,5 %)	1 431 (42,6 %)
Låg exponering – Hög sårbarhet	14 (4,8 %)	261 (7,8 %)
Medel exponering – Låg sårbarhet	13 (4,5 %)	103 (3,1 %)
Medel exponering – Medel sårbarhet	83 (28,6 %)	698 (20,8 %)
Medel exponering – Hög sårbarhet	18 (6,2 %)	146 (4,3 %)
Hög exponering – Låg sårbarhet	9 (3,1 %)	167 (5,0 %)
Hög exponering – Medel sårbarhet	33 (11,4%)	366 (10,9 %)
Hög exponering – Hög sårbarhet	5 (1,7%)	69 (2,1 %)



Figur 29. Integrerat index för skogsbrandsexponering och social sårbarhet på RegSO-nivå.

Diskussion

Denna studie har tagit fram en metod för nationell bedömning av social sårbarhet och befolkning som är exponerad för tre olika naturhot. Utvecklingen av ett generellt sårbarhetsindex har haft stöd av den litteraturöversikt som redovisats i del 1 av denna rapport. Vidare har studien kunnat beskriva den generella sårbarheten på två nivåer (kommuner och RegSO-områden) vilket öppnar för jämförelser i olika skalor och av t ex stad/land-relationer. Vi har också sett en tendens till att det förekommer RegSO-områden som har hög exponering och hög sårbarhet, men dessa områden framträder inte när vi gör analysen på kommunnivå. Det sker en viss medelvärdesbildning över en kommun som gör att vissa riskområden inte syns. För översvämningsexponering användes socio-ekonomiska data i ett rutnät på 100 m x 100 m. Detta visade sig vara mycket användbart och gav en extra analytisk nivå, mindre än RegSO-områden. I dagsläget är dock inte sårbarhetsvariabler kopplade till den exponerade befolkningen öppet tillgängliga. Fortsatta analyser kan i större omfattning luta sig mot denna högupplösta typ av data, d.v.s. en spatial aggregering av socio-ekonomiska variabler per hotyta vore önskvärd istället för per administrativ enhet eller rutnät. Det är principiellt möjligt att ta fram data för detaljerade områden, förutsatt ett närmare samarbete med SCB.De generella indexen har i nästa steg kombinerats med hot- och exponeringsdata för älv- och kustöversvämning, skogsbrand och ras/skred/erosion. Alla analyser som genomförts i studien är baserade på öppna data, vilket är en viktig förutsättning för att de framtagna indexen ska kunna användas och utvecklas vidare i Sverige. Det förenklar också framtida uppdateringar av särskilda datamängder när sådana finns tillgängliga.

Resultaten av studien visade att befolkningens sociala sårbarhet har en stark rumslig variation, vilket indikerar ett riskmönster för individer och samhällen. Detta kan ses i kontrast till det faktum att tidigare forskning pekar mot att traditionella metoder för hantering av översvämningsrisk (t ex byggregler och försäkringssystem) tillämpas lika över större områden, oavsett socioekonomiska skillnader i befolkningen (t ex Koks m.fl., 2015). En mer utvecklad rumslig analys av social sårbarhet kan vara underlag för nya typer av riskreducerande insatser. Att identifiera den sociala sårbarheten hjälper till att identifiera grupper i samhället som kan behöva hjälp under en nödsituation men också för att utveckla förmågor på olika nivåer i samhället.

I nationell skala beräknades t ex 226 340 (2,2%) av den svenska befolkningen vara exponerade för översvämningshot (100 års återkomsttid) och 113 177 (1,1%) av den svenska befolkningen är boende i en zon som kan översvämmas vi 1 meters havsnivåhöjning. Det är också betydande exponering av människor och byggnader för ras/skred- och skogsbrandhot. Den nationella översikten som studien presenterat ger grundläggande information för hela landet som kan stödja förebyggande och förberedande åtgärder på nationell nivå, och prioritering mellan olika områden.

Det är viktigt att kvantifiera den osäkerhet som är förknippad med de socioekonomiska indexen i framtida studier. Osäkerheten i indexen ökar när olika källor används, och vid val av de variabler som ska ingå i indexen. En annan orsak till osäkerhet är frågan om och hur olika variabler och faktorer (t ex de principalkomponenter som genererats i denna studie) ska viktas gentemot varandra. Ytterligare en källa till osäkerhet är förändringar över tid där såväl klimatet som de socio-ekonomiska förhållandena förändras. En intressant utveckling av analysen vore att inkludera bedömningar av kommande förändring av dessa båda faktorer genom att använda framtida hotytor. Det är möjligt att analysera historiska socio-ekonomiska data från SCB:s arkiv för att upptäcka utvecklingstrender fram till idag och för att modellera framtidsförhållanden.

Ett ytterligare förslag för ett fortsatt arbete med sårbarhetsindexet är att undersöka sårbarheten för andra klimathot som förväntas öka framöver, t ex värmeböljor eller skyfall. Detta medför även krav på detaljerade exponeringsdata som bostäders läge och beskaffenhet.

Det finns också mer specifika observationer vad gäller tillgång på data. Ett sådant exempel är bedömningarna för ras, skred och erosionsrisk som är baserad på fritt tillgängliga data från olika år (2001-2018). Det finns många områden i Sverige som inte är kartlagda ännu men där det med stor sannolikhet finns en risk. Således kan vår ansats anses som ofullständig och eventuellt missvisande. Anledningen till att vissa kommuner och RegSO-områden visar en hög risk för ras, skred och erosion beror på att det fanns data tillgänglig över dessa områden. Lågriskkommuner och RegSO-områden behöver inte nödvändigtvis vara mindre exponerad för ras, skred och erosion, utan avsaknad av data kan vara en anledning till detta.

Studien pekar på de möjligheter som finns i Sverige att generera index för sårbarhet och risk, särskilt med tanke på den goda tillgången på data för socio-ekonomiska förhållanden men också för de hot och den exponering som finns i landet. Detta stödjer tankarna på att utveckla ett nationellt riskindex för natur- och klimathot, i likhet med det som görs i USA. Ett nära samarbete med SCB kan resultera i utökade datamängder som möjliggör utvecklingen av riskindex för fler olika typer av hot. Detta arbete kan sannolikt göras med relativt begränsade resurser, och kan förväntas ge mycket värdefull information för styrning av resurser på nationell nivå.

Referenser

Abrams, J. B., Knapp, M., Paveglio, T. B., Ellison, A., Moseley, C., Nielsen-Pincus, M., & Carroll, M. S. (2015). Re-envisioning community-wildfire relations in the US West as adaptive governance. *Ecology and Society*, 20(3).

Andersson-Sköld, Y., Falemo, S., & Tremblay, M. (2014). Development of methodology for quantitative landslide risk assessment—Example Göta river valley. *Natural Science*, 6(3), 130-143.

Asp, V., Blomstrand, R., Deschamps-Berger, J., Levy-Nilsson, S., Narby, P., & Sandberg, D. (2018). Besten besegrad - Utvärdering av krishanteringen under skogsbränderna i Ljusdal 2018. Försvarshögskolan.

Baker, J., Shaw, W. D., Bell, D., Brody, S., Riddel, M., Woodward, R. T., & Neilson, W. (2009). Explaining subjective risks of hurricanes and the role of risks in intended moving and location choice models. *Natural Hazards Review*, 10(3), 102-112.

Birkmann, J., Jamshed, A., McMillan, J. M., Feldmeyer, D., Totin, E., Solecki, W., ... & Alegría, A. (2022). Understanding human vulnerability to climate change: A global perspective on index validation for adaptation planning. *Science of The Total Environment*, 803, 150065.

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B. (1994). At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters. Routledge, London.

Blanchi, R., Whittaker, J., Haynes, K., Leonard, J., & Opie, K. (2018). Surviving bushfire: the role of shelters and sheltering practices during the Black Saturday bushfires. *Environmental Science & Policy*, 81, 86-94.

Brenkert-Smith, H., Champ, P. A., & Flores, N. (2012). Trying not to get burned: understanding homeowners' wildfire risk–mitigation behaviors. *Environmental Management*, 50(6), 1139-1151.

Cardil, A., Delogu, G. M., & Molina-Terrén, D. M. (2017). Fatalities in wildland fires from 1945 to 2015 in Sardinia (Italy). *Cerne*, 23, 175-184.

Cardil, A., & Molina, D. M. (2015). Factors causing victims of wildland fires in Spain (1980–2010). *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21(1), 67-80.

Carroll, M., & Paveglio, T. (2016). Using community archetypes to better understand differential community adaptation to wildfire risk. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150344.

Carroll, M. S., & Paveglio, T. (2019). Local community agency and vulnerability influences on a Montana wildfire. *Journal of Forestry*, 117(2), 104-113.

Champ, P. A., Donovan, G. H., & Barth, C. M. (2013). Living in a tinderbox: wildfire risk perceptions and mitigating behaviours. *International Journal of Wildland Fire*, 22(6), 832-840.

Collins, T. W. (2005). Households, forests, and fire hazard vulnerability in the American West: A case study of a California community. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 6(1), 23-37.

Collins, T. W. (2008). What influences hazard mitigation? Household decision making about wildfire risks in Arizona's White Mountains. *The Professional Geographer*, 60(4), 508-526.

Collins, T. W., & Bolin, B. (2009). Situating hazard vulnerability: people's negotiations with wildfire environments in the US Southwest. *Environmental Management*, 44(3), 441-455.

Corotis, R. B., & Hammel, E. M. (2010). Multi-attribute aspects for risk assessment of natural hazards. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 14(6), 437-458.

Coughlan, M. R., Ellison, A., & Cavanaugh, A. H. (2019). Social vulnerability and wildfire in the wildland-urban interface: literature synthesis.

Cova, T. J., Theobald, D. M., Norman, J. B., & Siebeneck, L. K. (2013). Mapping wildfire evacuation vulnerability in the western US: the limits of infrastructure. *GeoJournal*, 78(2), 273-285.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.

Davies, I. P., Haugo, R. D., Robertson, J. C., & Levin, P. S. (2018). The unequal vulnerability of communities of color to wildfire. *PloS one*, 13(11), e0205825.

Diakakis, M., Xanthopoulos, G., & Gregos, L. (2016). Analysis of forest fire fatalities in Greece: 1977–2013. *International Journal of Wildland Fire*, 25(7), 797-809.

Donovan, G. H., Champ, P. A., & Butry, D. T. (2007). Wildfire risk and housing prices: a case study from Colorado Springs. *Land Economics*, 83(2), 217-233.

Eidsvig, U. M. K., McLean, A., Vangelsten, B. V., Kalsnes, B., Ciurean, R. L., Argyroudis, S., Winter, M. G., Mavrouli, O. C., Fotopoulou, S., Pitilakis, K., Baills, A., Malet, J.-P., & Kaiser, G. (2014). Assessment of socioeconomic vulnerability to landslides using an indicator-based approach: methodology and case studies. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 73(2), 307-324.

Emslie, A. (2017). October Fires' 44th Victim. KQED News, https://www.kqed.org/news/11633757/october-fires-44th-victim-a-creative-globetrotting-engineer-with-thekindest-heart. [Last accessed 2021-10-21].

Falemo, S., & Andersson-Sköld, Y. (2011). Landslide consequence analysis–mapping expected losses in the Göta river valley. *Geotechnical Safety and Risk*. ISGSR 2011, 173-180.

Flanagan, B. E., Gregory, E. W., Hallisey, E. J., Heitgerd, J. L., & Lewis, B. (2011). A social vulnerability index for disaster management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 8(1).

Fothergill, A., & Peek, L. A. (2004). Poverty and disasters in the United States: A review of recent sociological findings. *Natural Hazards*, 32(1), 89-110.

Gaither, C. J., Poudyal, N. C., Goodrick, S., Bowker, J. M., Malone, S., & Gan, J. (2011). Wildland fire risk and social vulnerability in the Southeastern United States: An exploratory spatial data analysis approach. *Forest Policy and Economics*, 13(1), 24-36.

Gaither, C. J., Goodrick, S., Murphy, B. E., & Poudyal, N. (2015). An exploratory spatial analysis of social vulnerability and smoke plume dispersion in the US South. *Forests*, 6(5), 1397-1421.

Goldammer, J., Xanthopoulos, G., Eytixidis, G., Mallinis, G., Mitsopoulos, I., & Dimitrakopoulos, A. (2019*). Prospects for the Management of Forest and Landscape Fires in Greece*. The Global Fire Monitoring Center (GFMC), 80.

Grahn, T., & Jaldell, H. (2017). Assessment of data availability for the development of landslide fatality curves. *Landslides*, 14(3), 1113-1126.

Gu, H., Du, S., Liao, B., Wen, J., Wang, C., Chen, R., & Chen, B. (2018). A hierarchical pattern of urban social vulnerability in Shanghai, China and its implications for risk management. *Sustainable Cities and Society*, 41, 170-179.

Guillard-Gonçalves, C., & Zêzere, J. L. (2018). Combining social vulnerability and physical vulnerability to analyse landslide risk at the municipal scale. *Geosciences*, 8(8), 294.

Haynes, K., Handmer, J., McAneney, J., Tibbits, A., & Coates, L. (2010). Australian bushfire fatalities 1900–2008: exploring trends in relation to the 'Prepare, stay and defend or leave early' policy. *Environmental Science & Policy*, 13(3), 185-194.

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.

Humphreys, L. G., & Ilgen, D. R. (1969). Note on a criterion for the number of common factors. *Educational and Psychological Measurement*, 29(3), 571-578.

Johannessen, Å., & Granit, J. J. (2015). Integrating flood risk, river basin management and adaptive management: gaps, barriers and opportunities, illustrated by a case study from Kristianstad, Sweden. *International Journal of Water Governance*, 3(3), 5-24.

Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202.

Jongman, B. (2018). Effective adaptation to rising flood risk. *Nature communications*, 9(1), 1-3.

Kanclerz, L., & DeChano-Cook, L. M. (2013). Understanding wildfire vulnerability of residents in Teton County, Wyoming. *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 22.

Karagiorgos, K., Thaler, T., Hübl, J., Maris, F., & Fuchs, S. (2016). Multi-vulnerability analysis for flash flood risk management. *Natural Hazards*, 82(1), 63-87.

Keane, R. E., Menakis, J. P., Hessburg, P. F., Reynolds, K. M., & Dickinson, J. D. (2014). Evaluating wildfire hazard and risk for fire management applications. In *Making Transparent Environmental Management Decisions* (pp. 111-133). Springer, Berlin, Heidelberg.

Khajehei, S., Ahmadalipour, A., Shao, W., & Moradkhani, H. (2020). A place-based assessment of flash flood hazard and vulnerability in the contiguous United States. *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.

Klepsvik, A. (2018). Seeking resilience in a forest fire prone country: The June 2017 forest fire in central Portugal. Master's thesis, University of Stavanger, Norway.

Klimatanpassningsportalen (2013). Översvämmning (Flooding).

Koks, E. E., Jongman, B., Husby, T. G., & Botzen, W. J. (2015). Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science & Policy*, 47, 42-52.

Kron, W., Eichner, J., & Kundzewicz, Z. W. (2019). Reduction of flood risk in Europe–Reflections from a reinsurance perspective. *Journal of Hydrology*, 576, 197-209.

Lidskog, R., Johansson, J., & Sjödin, D. (2019). Wildfires, responsibility and trust: public understanding of Sweden's largest wildfire. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34(4), 319-328.

Ljusdals kommun (2019). Utredning av krisledningsgruppens arbete under skogsbränderna 2018. Säkerhetsenheten.

Loomis, J. (2004). Do nearby forest fires cause a reduction in residential property values?. *Journal of Forest Economics*, 10(3), 149-157.

Länsstyrelsen Gävleborgs län (2020). Olycksutredning – Skogsbränderna i Ljusdals kommun 2018. Rapport 2020:5.

Länsstyrelsen Gävleborgs län (2021). FAS 3 – Efterarbetet. När räddningsinsatsen har avslutats. Rapport 2021:1.

Länsstyrelsen Jämtlands län (2019). Modell för hur eftersläckningsarbete kan organiseras i områden med många berörda markägare Regeringsuppdrag N2018/04261/SK. Diarienummer: 59-5556-2018.

Länsstyrelsen Västmanlands län (2014). Skogsbranden i Västmanland 2014 – en dolkumentation utgiven av länsstyrelsen i Västmanlands län. *JG Media* 21.

Mayhorn, C. B. (2005). Cognitive aging and the processing of hazard information and disaster warnings. *Natural Hazards Review*, 6(4), 165-170.

Molina-Terrén, D. M., Xanthopoulos, G., Diakakis, M., Ribeiro, L., Caballero, D., Delogu, G. M., Viegas, D. X., Silva, C. A., & Cardil, A. (2019). Analysis of forest fire fatalities in southern Europe: Spain, Portugal, Greece and Sardinia (Italy). *International Journal of Wildland Fire*, 28(2), 85-98.

Morrow, B. H. (1999). Identifying and mapping community vulnerability. *Disasters*, 23(1), 1-18.

Muttarak, R., & Lutz, W. (2014). Is education a key to reducing vulnerability to natural disasters and hence unavoidable climate change?. *Ecology and Society*, 19(1).

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2015). Observatörsrapport. Skogsbranden i Västmanland 2014. Publ.nr: MSB798 - februari 2015. ISBN: 978-91-7383-527-5.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2016). Ansvar, samverkan, handling. Åtgärder för stärkt krisberedskap utifrån erfarenheterna från skogsbranden i Västmanland 2014 (Ju2015/1400/SSK). Publikationsnummer MSB996 - April 2016. Utgåva 2.0. ISBN 978-91-7383-659-3.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2018). MSB:s arbete med skogsbränderna 2018. Tillsammans kunde vi hantera en extrem skogsbrandssäsong. Publikationsnummer: MSB1274. ISBN: 978-91-7383-875-7.

Nerikes Brandkår (2014). Olycksutredning. Skogsbrand Västmanland. Dnr: 2014/336 – MBR – 196.

Ngo, E. B. (2001). When disasters and age collide: Reviewing vulnerability of the elderly. *Natural Hazards Review*, 2(2), 80-89.

Nielsen-Pincus, M., Ribe, R. G., & Johnson, B. R. (2015). Spatially and socially segmenting private landowner motivations, properties, and management: A typology for the wildland urban interface. *Landscape and Urban Planning*, 137, 1-12.

Oliveira, S., Zêzere, J. L., Queirós, M., & Pereira, J. M. (2017). Assessing the social context of wildfire-affected areas. The case of mainland Portugal. *Applied Geography*, 88, 104-117.

Palaiologou, P., Ager, A. A., Nielsen-Pincus, M., Evers, C. R., & Day, M. A. (2019). Social vulnerability to large wildfires in the western USA. *Landscape and urban planning*, 189, 99-116.

Palaiologou, P., Kalabokidis, K., Day, M. A., & Kopsachilis, V. (2020). Evaluating Socioecological Wildfire Effects in Greece with a Novel Numerical Index. *Fire*, 3(4), 63.

Papathoma-Köhle, M., Neuhäuser, B., Ratzinger, K., Wenzel, H., & Dominey-Howes, D. (2007). Elements at risk as a framework for assessing the vulnerability of communities to landslides. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7(6), 765-779.

Papilloud, T., Röthlisberger, V., Loreti, S., & Keiler, M. (2020). Flood exposure analysis of road infrastructure–Comparison of different methods at national level. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47, 101548.

Paveglio, T. B., Brenkert-Smith, H., Hall, T., & Smith, A. M. (2015a). Understanding social impact from wildfires: Advancing means for assessment. *International Journal of Wildland Fire*, 24(2), 212-224.

Paveglio, T. B., Moseley, C., Carroll, M. S., Williams, D. R., Davis, E. J., & Fischer, A. P. (2015b). Categorizing the social context of the wildland urban interface: Adaptive capacity for wildfire and community "archetypes". *Forest Science*, 61(2), 298-310.

Paveglio, T. B., Prato, T., Edgeley, C., & Nalle, D. (2016). Evaluating the characteristics of social vulnerability to wildfire: demographics, perceptions, and parcel characteristics. *Environmental Management*, 58(3), 534-548.

Paveglio, T. B., Edgeley, C. M., & Stasiewicz, A. M. (2018). Assessing influences on social vulnerability to wildfire using surveys, spatial data and wildfire simulations. *Journal of Environmental Management*, 213, 425-439.

Pereira, S., Zêzere, J. L., Quaresma, I. D., & Bateira, C. (2014). Landslide incidence in the North of Portugal: Analysis of a historical landslide database based on press releases and technical reports. *Geomorphology*, 214, 514-525.

Pollock, W., & Wartman, J. (2020). Human vulnerability to landslides. *GeoHealth*, 4(10), e2020GH000287.

Poudyal, N. C., Johnson-Gaither, C., Goodrick, S., Bowker, J. M., & Gan, J. (2012). Locating spatial variation in the association between wildland fire risk and social vulnerability across six southern states. *Environmental management*, 49(3), 623-635.

Román, M. V., Azqueta, D., & Rodrígues, M. (2013). Methodological approach to assess the socio-economic vulnerability to wildfires in Spain. *Forest Ecology and Management*, 294, 158-165.

Rufat, S., Tate, E., Burton, C. G., & Maroof, A. S. (2015). Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 470-486.

Sjökvist A, & Strömberg I. (2015). Rapport från Skogsbrandsutredningen. [Report from the investigation of the forest fire]. Stockholm: Ministry of Justice (Dir. 2014:116, Dir. 2015:12).

Statens Offentliga Utredningar (2019). Skogsbränderna sommaren 2018. SOU 2019:7. ISBN 978-91-38-24898-0.

Svensk Försäkring (2020). Insurance in Sweden 2010 – 2019. [https://www.svenskforsakring.se/globalassets/rapporter/forsakringar-i-sverige/insurance-in-sweden-2010-2019.pdf]

Tate, E., Rahman, M. A., Emrich, C. T., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Natural Hazards*, 106(1), 435-457.

Teague, B., Pascoe, S., & McLeod, R. (2010). The 2009 Victorian Bushfires Royal Commission final report: summary.

UNISDR, 2017. Wildfire Hazard and Risk Assessment. In: Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment, Hazard Specific Risk Assessment.

Viegas, D. X., Pita, L. P., Ribeiro, L., & Palheiro, P. (2005). Eruptive fire behaviour in past fatal accidents. *Proceedings, Eighth International Wildland Fire Safety Summit*, 26-28.

Viegas, D. X., Ribeiro, L. M., & Almeida, M. A. (2013). Relatório sobre os Dois Grandes Incêndios Florestais e os Acidentes Mortais ocorridos em 2013. (Relato´rio solicitado pelo Ministério da Administração Interna. Coimbra: Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais, ADAI/LAETA, Universidade de Coimbra.

Wigtil, G., Hammer, R. B., Kline, J. D., Mockrin, M. H., Stewart, S. I., Roper, D., & Radeloff, V. C. (2016). Places where wildfire potential and social vulnerability coincide in the coterminous United States. *International Journal of Wildland Fire*, 25(8), 896-908.

Xanthopoulos, G., Viegas, D. X., & Caballero, D. (2009). The fatal fire entrapment of Artemida (Greece) 2007. *Recent forest fire related accidents in Europe*, 65.

Appendix A

Tema	Variabel	Källa
Demografi	Ålder (ung och gammal)	Blaikie m.fl. 1994; Morrow 1999; Ngo 2001; Xanthopoulos m.fl. 2009; Haynes m.fl. 2010; Teague m.fl. 2010; Gaither m.fl. 2015; Nielsen-Pincus m.fl. 2015; Wigtil m.fl. 2016; Emslie 2017; Oliveira m.fl. 2017; Davies m.fl. 2018; Paveglio m.fl. 2018; Carroll & Paveglio 2019;; Goldammer m.fl. 2019; Palaiologou m.fl. 2019
	Etnicitet (minoriteter), marginalisering och kulturell diversitet	Blaikie m.fl. 1994; Morrow 1999; Gaither m.fl. 2011; Poudyal m.fl. 2012; Gaither m.fl. 2015; Nielsen-Pincus m.fl. 2015; Wigtil m.fl. 2016; Carroll & Paveglio 2019; Coughlan m.fl. 2019; Palaiologou m.fl. 2019
	Kön	Blaikie m.fl., 1994; Morrow 1999; Haynes m.fl. 2010; Wigtil m.fl. 2016
	Pensionärer	Collins 2008
Ekonomi, tillgångar och arbetsmarknad	Inkomst	Fothergill & Peek 2004; Collins & Bolin 2009; Brenkert-Smith m.fl. 2012; Wigtil m.fl. 2016; Davies m.fl. 2018; Paveglio m.fl. 2018; Coughlan m.fl. 2019; Carroll & Paveglio 2019; Palaiologou m.fl. 2019
	Fattigdom	Morrow 1999; Gaither m.fl. 2011; Poudyal m.fl. 2012; Gaither m.fl. 2015; Nielsen-Pincus m.fl. 2015; Wigtil m.fl. 2016; Davies m.fl. 2018Palaiologou m.fl. 2019
	Hus- och fastighetsvärde	Loomis m.fl. 2004; Donovan m.fl. 2007; Wigtil m.fl. 2016; Paveglio m.fl. 2016; Paveglio m.fl. 2018;
	Tillgång till fordon	Cova m.fl. 2013; Wigtil m.fl. 2016 Davies m.fl. 2018; Klepsvik 2018; Palaiologou m.fl. 2019
	Arbetslöshet	Wigtil m.fl. 2016; Davies m.fl. 2018; Palaiologou m.fl. 2019
	Rikedom	Nielsen-Pincus m.fl. 2015; Wigtil m.fl. 2016
	Sysselsättning och arbete	Wigtil m.fl. 2016; Oliveira m.fl. 2017; Palaiologou m.fl. 2019
	Ekonomisk biståndstagare	Wigtil m.fl. 2016
	Arbete i jordbruk	Oliveira m.fl. 2017
	Arbete i utvinningsindustrin	Wigtil m.fl. 2016
	Arbete med naturresurser	Palaiologou m.fl. 2019
	Arbete i tjänstesektor	Palaiologou m.fl. 2019
	Arbete i offentlig sektor	Palaiologou m.fl. 2019
	Köpkraft	Oliveira m.fl. 2017
Hem, hushåll och levnadsförhållanden	Hyresgäster	Morrow 1999; Collins & Bolin 2009; Gaither m.fl. 2011; Poudyal m.fl. 2012; Gaither m.fl. 2015; Wigtil m.fl. 2016; Davies m.fl. 2018

	Boendeform och -tid	Morrow 1999; Collins 2008; Paveglio m.fl. 2016; Paveglio m.fl. 2018; Carroll & Paveglio 2019; Coughlan m.fl. 2019
	Boende i husbil	Morrow 1999; Gaither m.fl. 2011; Poudyal m.fl. 2012; Wigtil m.fl. 2016; Davies m.fl. 2018
	Ensamstående hushåll	Morrow 1999; Davies m.fl. 2018; Palaiologou m.fl. 2019
	Överbefolkat boende	Morrow, 1999; Davies m.fl. 2018; Palaiologou m.fl. 2019
	Lägenheter i höghus	Morrow 1999
	Hushåll med ensamstående kvinnor	Morrow 1999
	Stora hushåll	Morrow 1999
	Boendeform och överkomlighet	Wigtil m.fl. 2016
	Hushållets resurser	Morrow 1999
	Bostadsrätter	Collins 2008
	Flerfamiljshus och grindstäder	Collins 2008
	Hemlösa	Morrow 1999
Utbildning, beredskap, kognitiva och fysiska förutsättningar	Utbildning	Morrow 1999; Baker m.fl. 2009; Flanagan m.fl. 2011; Gaither m.fl. 2011; Poudyal m.fl. 2012; Champ m.fl. 2013; Muttarak & Lutz 2014; Gaither m.fl. 2015; Wigtil m.fl. 2016; Oliveira m.fl. 2017; Davies m.fl. 2018; Paveglio m.fl. 2018; Carroll & Paveglio 2019; Palaiologou m.fl. 2019
	Bristande språkkunskaper	Morrow 1999; Flanagan m.fl. 2011; Wigtil m.fl. 2016; Davies m.fl. 2018; Palaiologou m.fl. 2019
	Funktionsnedsättning	Morrow 1999; Blaikie m.fl. 1994; Teague m.fl. 2010; Davies m.fl. 2018; Palaiologou m.fl. 2019
	Erfarenhet från tidigare naturolyckor	Morrow 1999; Kanclerz & DeChano-Cook 2013; Paveglio m.fl. 2015b
	Riskbedömning	Teague m.fl. 2010; Paveglio m.fl. 2016; Paveglio m.fl. 2018;
	Beslutsfattning	Xanthopoulos m.fl. 2009; Teague m.fl. 2010
	Psykologiskt förhållningssätt till bränder och naturbruk	Coughlan m.fl. 2019
	Förmåga att reagera snabbt och fly	Corotis & Hammel 2010
	Kognitiv kapacitet	Mayhorn 2005
	Hälsa och fysisk förmåga	Morrow 1999
	Tid och färdighet	Morrow 1999
Regionala och fysiska miljöer och grannskap	Lantbefolkning	Xanthopoulos m.fl. 2009; Haynes m.fl. 2010; Paveglio m.fl. 2016
	Antalet flerfamiljshus	Collins 2008; Davies m.fl. 2018; Palaiologou m.fl. 2019

	Befolkningstäthet	Wigtil m.fl. 2016; Palaiologou m.fl. 2019
	Avstånd från hem/skydd till skogen	Blanchi m.fl. 2018; Coughlan m.fl. 2019
	Fastighetens och byggnadens ålder	Paveglio m.fl. 2016; Oliveira m.fl. 2017
	Bebyggelse och bostadsdensitetM	Paveglio m.fl. 2016; Paveglio m.fl. 2018;
	Byggmaterial	Paveglio m.fl. 2018;
	Hustyp	Oliveira m.fl. 2017
	Naturbruk	Coughlan m.fl. 2019
	Regional utveckling och åldrande	Oliveira m.fl. 2017
	Antalet hushåll	Palaiologou m.fl. 2019
	Antalet hus med boendefunktion	Palaiologou m.fl. 2019
	Antalet modulhus	Palaiologou m.fl. 2019
	Infrastruktur/vägnätet	Cova m.fl. 2013
	Närhet till tätorter	Paveglio m.fl. 2018;
	Tillgång till transportmedel	Morrow 1999
	Landskapsfragmentering	Paveglio m.fl. 2018;
	Samhällsstruktur och -utveckling	Morrow 1999
	Nytillkomna boenden/invandrare/migranter	Morrow 1999
	Turister och resande	Morrow 1999
	Tillit till regeringen	Coughlan m.fl. 2019
	Social kapital	Coughlan m.fl. 2019

Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 **www.msb.se**
Publ.nr MSB1978 – maj 2022 ISBN 978-91-7927-274-6