



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Kunskapsöversikt

Klimatanpassning

Kunskapsöversikt Klimatanpassning

Tidsperiod: september – december 2021

Utförare: Stockholm Environment Institute (SEI)

Ansvarig: Mathilda Englund, Abdi Mehvar, Karin André, Karina Barquet

Kort sammanfattning: Denna kunskapsöversikt syftade till att ge en överblick över vilka risker som kan uppstå i och med ökad hållbarhet och klimatanpassning, och hur det kan påverka området samhällsskydd och beredskap. Dessutom syftade studien till att identifiera kunskapsluckor och olika typer av beslutsstöd. Studien har initierat och finansierats av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

MSB:s Kontaktperson: Ulrika Postgård, 010-240 5033

Publ. nr: MSB1915 – januari 2022

Tidigare utgiven: Datum

ISBN: 978-91-7927-236-4

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

Innehåll

INLEDNING	4
Avgränsningar	5
Definitioner	5
Klimatrisk	5
Klimatsårbarhet	6
Klimatanpassning	6
Felanpassning.....	6
Samhällsviktig verksamhet	6
Kritisk infrastruktur	7
Resiliens.....	7
KONCEPTUELLT RAMVERK	8
METOD	9
Paraplygranskning – Kunskapsläget inom internationell forskning	9
Steg 1. Sökstrategi	10
Steg 2. Litteratursökning.....	10
Steg 3. Urval och avgränsning av litteratur.....	10
Steg 4. Kompletterande litteratursökningar	11
Steg 5. Kodning av data	11
Steg 6. Syntes och rapportering.....	11
Inventering av grå litteratur – Kunskapsläget i Sverige	12
Begränsningar	13
RESULTAT	15
Överblick	15
Föreslagna anpassningsåtgärder.....	16
Felanpassning - konsekvenser som kan uppstå	18
Miljömässiga konsekvenser	20
Sociala konsekvenser.....	22
Ekonomiska konsekvenser.....	24
Tekniska konsekvenser	26
Övergripande konsekvenser	28
Beslutsstöd.....	30
Risikanalyis	31
Verktyg	31
Klimatinformation och data	31
Deltagandemetoder	32
Kunskapsluckor.....	32
SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	37
REFERENSLISTA.....	39

Inledning

Klimatförändringarna kommer att skapa nya risker i Sverige. Extrema väderhändelser och naturolyckor lär bli mer frekventa, så som exempelvis ras, skred, översvämningar, värmeböljor, och skogsbränder. Sveriges regering antog därför år 2019 en nationell strategi för klimatanpassning, med målet att ”utveckla ett långsiktigt hållbart och robust samhälle som aktivt möter klimatförändringar genom att minska sårbarheter och ta tillvara möjligheter” (Prop. 2017/18:163, s. 62). Myndigheter, länsstyrelser, och kommuner har sedan dess fortsatt att utveckla sitt arbete med klimatanpassning. I detta arbete ingår bland annat att bedöma klimatpåverkan genom klimat- och sårbarhetsanalyser, fastställa mål för klimatanpassningsarbetet och ta fram handlingsplaner för hur målen ska uppnås (SFS, 2018:1428). Dock kvarstår frågan om ett klimatanpassat samhälle är resilient. Strävan mot ökad hållbarhet och klimatanpassning kräver en kraftig omställning av samhället, vilket i sin tur kan skapa nya risker och sårbarheter.

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) har identifierat ett behov av att utforska hur samhället, och särskilt området samhällsskydd och beredskap kommer att påverkas av den pågående klimatförändringen och vilka anpassningsåtgärder som behöver göras för att minska de negativa konsekvenserna i samhället. Det övergripande syftet med denna studie är därför att genomföra en kunskapsöversikt för att bidra till ökad förståelse för hur ökad hållbarhet och klimatanpassning kan påverka samhällets resiliens, samt identifiera vilka negativa konsekvenser som kan uppstå i och med de samhällsomställningar som görs till följd av ett förändrat klimat. Det specifika syftet är att identifiera kunskaps-, forsknings-, och utvecklingsbehov kring klimatanpassning i relation till området samhällsskydd och beredskap, och därmed förstå vilka typer av beslutsstöd och kunskapshöjande insatser som behövs bland svenska aktörer. Utifrån MSBs uppdragsbeskrivning (MSB-70.4) är följande frågeställningar belysta:

1. Vilka negativa konsekvenser kan uppstå i och med omställningar som görs till följd av ett förändrat klimat?
2. Kan strävan mot ökad hållbarhet och klimatanpassning påverka samhällets robusthet, säkerhet och beredskap? Är ett klimatanpassat samhälle ett robust samhälle?
3. Vilka kunskapshöjande insatser behöver myndigheter, kommuner och näringsliv?
4. Vilka typer av beslutsstöd, verktyg, och metoder behövs för att bedöma och kvantifiera nya eller förvärrade risker samt för att stödja klimatanpassningsarbetet? Hur kan dessa beslutsstöd göras mer relevanta och användbara för olika målgrupper?

I denna rapport presenterar vi en översiktlig sammanfattning av kunskapsöversikten. I följande avsnitt beskrivs centrala begrepp och de samband som knyter samman begreppen. Vi utvecklar därefter ett konceptuellt ramverk som har legat till grund för studiens avgränsningar och analys. Sedan beskriver vi

studiens metod och upplägg. Resultaten presenteras i två delar: 1) kunskapsläget inom internationell forskning och 2) kunskapsläget i Sverige. Slutligen identifierar vi kunskaps-, forsknings-, och utvecklingsbehov och ger rekommendationer för framtida forskning.

Avgränsningar

Föreliggande studie har avgränsats till att undersöka risker med klimatanpassning i Sverige inom områdena transport, energiförsörjning, hälsa, samt dricksvattens- och livsmedelsförsörjning. Samtliga områden har identifierats bland de 11 samhällsviktiga sektorer i Sverige (MSB, 2014). Dessa sektorer innehåller några utav samhällets viktigaste funktioner och behöver fungera för att tillgodose den svenska befolkningens välbefinnande och hälsa. Dessa sektorer behöver även genomgå en kraftig omställning för att möta de nationella målen för klimatanpassning. Denna omställning kan skapa nya risker och sårbarheter, och i värsta fall minska samhällets resiliens.

Framtida risker som kan uppstå i och med ökad hållbarhet och klimatanpassning är många, vilket gör ytterligare avgränsningar nödvändiga. Studien därför är avgränsad till att undersöka hur ökad hållbarhet och klimatanpassning kan påverka samhällsskydd och beredskap och hur omställningen kan påverka samhällets förmåga att hantera risker och olyckor.

Definitioner

Denna del definierar de olika nyckelbegreppen som beskrivs i uppdragsbeskrivningen och som ligger till grund för vårt konceptuella ramverk. Dessa begrepp innefattar: klimatrisk, klimatsårbarhet, klimatanpassning, felanpassning (*maladaptation* på engelska), samhällsviktig verksamhet, kritisk infrastruktur och resiliens. Begreppen återfinns inom forskningsfältet katastrofriskhantering och klimatanpassning.

Många begrepp har liknande betydelse. Det finns därför en risk att begrepp blandas ihop och att definitioner inte alltid är i linje med varandra eller kan verka motsägelsefulla. Vi har därför strävat efter att utgå från etablerade definitioner som också vanligtvis används av svenska myndigheter och i den svenska forskningskontexten. Att ha en gemensam och tydlig bild av begreppens definitioner har varit avgörande för studiens inramning och avgränsningar.

Klimatrisk

Begreppet klimatrisk hänvisar till komponenterna sannolikhet, konsekvens, samt åtgärd för de effekter som kan uppstå i och med klimatförändringarna (Adger m.fl., 2018; Eckstein m.fl., 2018). Att anpassa samhället till klimatrisker är svårt, då det råder stora osäkerheter kring framtidens klimat samt vilka effekter som kan uppstå (t ex. Carlsson Kanyama m.fl., 2016).

Klimatsårbarhet

Vi definierar klimatsårbarhet enligt den definition som presenteras av FN:s mellanstatliga klimatpanel (IPCC) (2014, s. 7): ”den grad ett system är mottaglig samt oförmögen att hantera negativa effekter av klimatförändringarna, inklusive klimatvariationer och extrema naturhändelser”.

Klimatanpassning

IPCC (2014) definierar klimatanpassning som en anpassningsprocess för att möta de faktiska eller förväntade klimatförändringarna. Klimatanpassning syftar till att minska eller undvika potentiella negativa effekter som kan uppstå i ett förändrat klimat, samt försöka ta vara på möjligheter. Enligt IPCC (2014) finns tre typer av klimatanpassning:

1. **Institutionell anpassning** – avser institutionella åtgärder och politisk styrning som underlättar klimatanpassning, så som finansiell styrning (skatter, försäkringar, finansieringsprogram efter katastrofer) och lag och förordningar (zonindelning, byggregler, naturreservat, kustförvaltning).
2. **Strukturell anpassning** – avser främst tekniska åtgärder, vilket inkluderar både hårda och mjuka lösningar. Exempel på åtgärder är bland annat tekniska lösningar inom till exempel bevattnings- och vattenbehandlingssystem, eller ekosystembaserade metoder så som naturbaserade lösningar och grön infrastruktur
3. **Social anpassning** – avser åtgärder som syftar att minska sårbarhet inom samhället i stort, men också inom specifika samhällsgrupper som anses särskilt sårbara. Exempel på social anpassning är sociala skyddssystem, lärande, kunskapsdelning, och medvetandehöjande insatser.

Felanpassning

Felanpassning, som ibland kallas missanpassning, är ett oförutsett och oavsiktligt resultat av en anpassningsåtgärd. Felanpassning orsakas ofta av dåligt utformade anpassningsåtgärder (Schipper, 2020). Även om begreppet felanpassning inte nämns i Sveriges nationella klimatanpassningsstrategi så ger de sju vägledande principerna för anpassningsarbetet insikter om hur det kan undvikas. Till exempel genom att beakta långsiktig hållbarhet, samordna med åtgärder och insatser för minskad klimatpåverkan, samt utforma åtgärder som på sikt gynnar olika handlingsalternativ och undviker inlåsningseffekter (Prop. 2017/18:163).

Samhällsviktig verksamhet

Samhällsviktig verksamhet omfattar verksamheter, tjänster och infrastrukturer som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för att möta samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet. I Sverige är begreppet kritiska infrastrukturer inräknat i samhällsviktig verksamhet (MSB, 2020).

Kritisk infrastruktur

Kritisk infrastrukturens funktionalitet bidrar till att säkerställa upprätthållandet av viktiga samhällsfunktioner (Europeiska kommissionen, 2019). De är sammankopplade i sociala, ekologiska, och tekniska system. Dessa är grundläggande för att minska sårbarheten hos samhällen samt öka deras resiliens mot naturolyckor och andra samhällsstörningar (Mehvar m.fl., 2021).

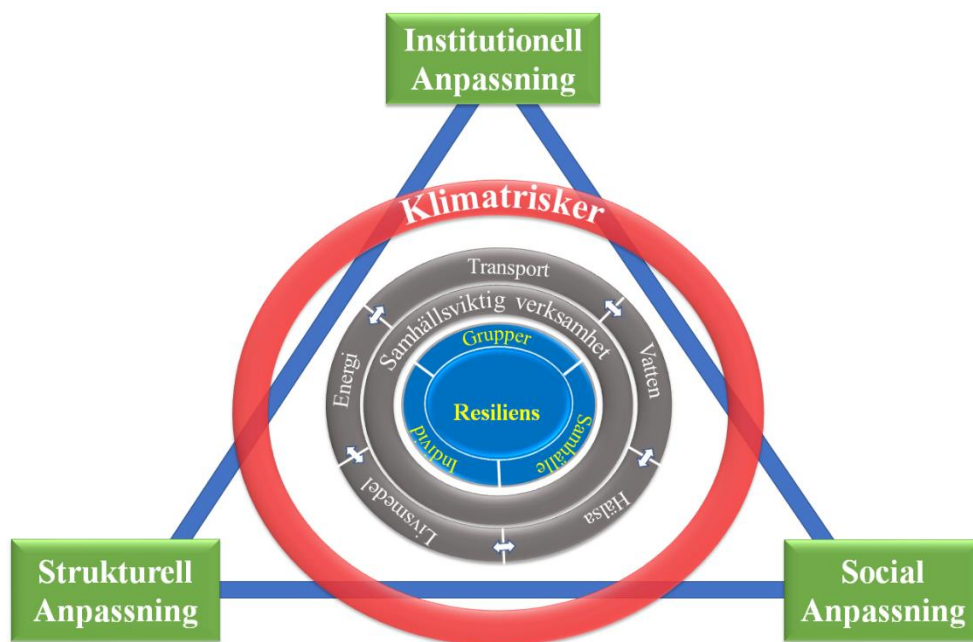
Resiliens

Inom katastrofriskhantering, hänvisar resiliens till förmågan att hantera störningar och därför undvika negativa konsekvenser. Resiliens omfattar förmågan att minska eller undvika skada, begränsa skada vid en störning, och återhämta systemet efter en störning (Cutter m.fl., 2008). Det är viktigt att skilja resiliens från robusthet. Begreppen är nära besläktade, och berör samhällets förmåga att fortsätta fungera vid en störning (Anderies m.fl., 2013; Meerow m.fl., 2016). Resiliens och robusthet skiljer sig dock åt. Robusthet avser ett systems förmåga att motstå påfrestningar utan behov av modifiering (Ganjurjav m.fl., 2019). Resiliens å andra sidan fångar systemens förmåga att förändras genom att absorbera eller anpassa sig till störningen i fråga (Martinez m.fl., 2017).

Konceptuellt ramverk

Vi har skapat ett konceptuellt ramverk för att förstå sambandet mellan de olika centrala begreppen, med speciellt fokus på resiliens, samhällsviktig verksamhet, och klimatrisker (se figur 1). Enligt ramverket så skapar klimatrisker nya typer av ekonomiska och miljömässiga risker, vilket i sin tur kan påverka samhällsviktig verksamhet. De tre typerna av klimatanpassning, det vill säga institutionell, strukturell och social, är ömsesidigt sammankopplade och bidrar till att bygga upp samhällets resiliens på tre nivåer: individ, grupper, och samhälle.

Samhällsviktig verksamhet är tätt sammankopplade i ett nätverk, vilket innebär att kaskadeffekter kan uppstå vid ett avbrott. Kaskadeffekter innebär att om störningar uppstår i en samhällsviktig verksamhet så kan andra infrastrukturer i sin tur påverkas. Till exempel, ett strömbrott kan leda till störningar inom transportsektorn, kommunikation, och vattenförsörjning. Dessa kritiska beroenden kan leda till felanpassning, vilket gör det svårt att välja en lämplig anpassningsåtgärd inom en viss sektor då den också kan påverka andra sektorer och därför paradoxalt nog öka samhällets sårbarhet istället för dess resiliens.



Figur 1. Studiens konceptuella ramverk.

Sammanfattningsvis, vi avser att använda oss utav det konceptuella ramverket för att navigera den komplexitet som uppstår inom arbetet med klimatanpassning. Vi identifierar anpassningsåtgärder utifrån de tre olika typerna, och kontrollerar därefter hur dessa kan skapa nya risker och därmed minska resiliensen för individer, grupper, och samhället.

Metod

Kunskapsöversikten bygger på två metoder: i) granskning av vetenskapliga studier på internationell nivå och ii) en inventering av svenska rapporter och andra källor som inte publiceras i akademiska tidskrifter (s.k. grå litteratur). De vetenskapliga studierna begränsades till sekundärforskning, d.v.s. tidigare forskningsöversikter eller systematiska granskningar. För granskningen av grå litteratur har vi framför allt fokuserat på centrala myndigheters arbete med risk och anpassning i en svensk kontext. Nedan beskriver vi metoderna i mer detalj.

Studien har genomförts av en grupp på fem forskare vid Stockholm Environment Institute (SEI) huvudkontor i Stockholm. Samtliga med expertis av forskning inom katastrofriskhantering och klimatanpassning, samt tidigare erfarenhet av att genomföra litteraturöversikter. Forskarna har genomfört studien i nära dialog med varandra och har tagit gemensamma beslut kring utformandet av forskningsprotokoll inklusive sökstrategi och ramverk för analys. Samtliga har varit aktiva i diskussioner kring resultat och slutsatser. Utöver det har en referensgrupp med fyra forskare från SEI med sektorsspecifik kunskap samt god kännedom om den svenska kontexten såväl som det internationella forskningsläget tagit del av preliminära resultat och bidragit med ytterligare input under ett möte. Forskarnas kommentarer inkluderade bland annat tips om relevant litteratur, nya perspektiv, och bekräftelse av resultat. För att säkerställa studiens relevans har projektgruppen även haft en dialog med MSB kring studiens avgränsningar och inriktning.

Paraplygranskning – Kunskapsläget inom internationell forskning

Forskningsfrågorna besvarades genom en paraplygranskning (Aromataris m.fl., 2015) där vi fokuserade på tidigare forskningsöversikter eller systematiska granskningar i syfte att sammanfatta det befintliga kunskapsläget. Vi ansåg att denna metod var särskilt relevant med tanke på studiens breda syfte. En paraplygranskning kan också ge en snabb överblick över det nuvarande forskningsläget, och ge en god grund för en omfattande sammanfattning.

För att strukturera granskningen och säkerställa dess transparens och repeterbarhet utgick vi i stora drag ifrån principer inom så kallade systematiska litteraturöversikter (se t.ex., Haddaway m.fl., 2015) men som anpassats och förenklats utifrån studiens något begränsade förutsättningar. Ett forskningsprotokoll (se ruta 1) utformades som beskriver granskningens olika steg och avvägningar (t.ex., Dawkins m.fl., 2019).

Ruta 1. Forskningsprotokoll

- Steg 1. Sökstrategi
- Steg 2. Litteratursökning
- Steg 3. Urval och avgränsning av litteratur
- Steg 4. Kompletterande litteratursökningar
- Steg 5. Kodning av data
- Steg 6. Syntes och rapportering

Källa: Anpassad efter Dawkins m.fl. (2019)

Steg 1. Sökstrategi

Sökstrategin utformades baserat på studiens centrala begrepp och det konceptuella ramverket: klimatanpassning, felanpassning, anpassningsåtgärd, kritisk infrastruktur, samhällsviktig verksamhet, och resiliens. Begreppen översattes till engelska. Olika kombinationer av begreppen testades för att säkerställa urvalets relevans och omfattning, vilket resulterade i följande söksträng:

TITLE-ABS-KEY “(climate adaptation OR maladaptation OR adaptation measure OR adaptation) AND (critical infrastructure OR vital infrastructure OR societal service) AND (societal resilience OR resilience)”

Steg 2. Litteratursökning

Litteratursökningen utfördes sedan i två vetenskapliga databaser: (i) ScienceDirect och ii) Scopus. Sökningen begränsades med hjälp av sökfilter. Vi inkluderade endast dokument som publicerats någon gång under de senaste sju åren, det vill säga 2015–2021. Detta för att fånga de senaste forskningsrönen, men också för att reflektera Parisavtalet som antogs 2015. Sökningarna gav 1498 träffar, varav 51 dubbelexemplar exkluderades.

Steg 3. Urval och avgränsning av litteratur

Detta steg skedde genom att vi utvecklade och applicerade inkluderings- och exkluderingskriterier. Vi granskade publikationerna och exkluderade därefter de publikationer som inte var av relevans för studiens syfte. Följande kriterier applicerades:

- Typ av studie: Dokumenten behövde vara en litteraturöversikt.
- Ämnesområde: Dokumenten behövde fokusera på något utav följande begrepp i enlighet med det konceptuella ramverket: klimatanpassning, felanpassning, riskhantering, resiliens, infrastruktur, och samhällsviktig verksamhet. Studier som berörde klimatförändringarnas effekter, samhällsomställningar, eller som var inriktade på minskad klimatpåverkan exkluderades.
- Språk: Dokumenten behövde vara skrivna på engelska.

- Geografiskt fokus: Internationellt (d.v.s ingen geografisk avgränsning i detta steg)
- Tidsram: 2015–2021

Resultaten importerades till programvaran Rayyan (Ouzzani m.fl., 2016). Vi filtrerade urvalet i Rayyan utifrån ovan, vilket resulterade i 249 artiklar. Sedan granskade vi dokumenten utifrån deras titel och abstrakt, vilket gav oss ett urval på 116 dokument för vidare analys i steg 5.

Steg 4. Kompletterande litteratursökningar

En kompletterande litteratursökning genomfördes då vi upptäckte att en del litteratur om felanpassning saknades. Vi genomförde därför ännu en sökning med speciellt fokus på litteraturstudier som handlar om felanpassning. Olika kombinationer testades, vilket resulterade i följande söksträng:

TITLE-ABS-KEY ("maladapt" AND "climate change" AND review* OR "gap analysis" OR "evidence gap*" OR *synthes* OR "evidence map*" OR "systematic map*" OR meta-analysis* OR metaanaly* OR scoping OR "literature overview*" OR meta-aggregation* OR metaaggregation*)*

Sökningen genomfördes i Scopus. Ett sökfilter applicerades. Vi inkluderade bara dokument publicerade 2015–2021. Dokumenten behövde vara på engelska. Här begränsades studiernas geografiska fokus till studier från OECD länder. Sökningen gav 54 träffar, varav 8 ansågs relevanta utifrån studiens syfte och avgränsningar (se ovannämnda kriterier). Dessa adderades därför till urvalet av litteratur.

Dessutom genomförde vi en intuitiv Google-sökning för att säkerställa att vi fångat alla relevanta dokument med särskilt fokus på beslutsstöd och felanpassning. Här inkluderades dessa sökord: “adverse impact”, “climate adaptation”, “negative impact”, och “decision-support”. Totalt hittade vi ytterligare 27 dokument. Dessa adderades till det slutgiltiga urvalet på 151 dokument.

Steg 5. Kodning av data

Kodningen genomfördes med hjälp utav Rayyan. Vi läste och kodade 151 dokumenten utifrån forskningsfrågorna. Vi undersökte de följande områdena för att besvara forskningsfrågorna: typ av anpassningsåtgärder, sektorer, utvärderingsmetoder, felanpassning och konsekvenser, beslutsstöd samt forskningsluckor och kunskapsbehov.

Steg 6. Syntes och rapportering

Avslutningsvis syntetiserades resultaten för sammanställning i denna rapport. Resultaten presenteras i tabeller och figurer för att visualisera resultatet samt säkerställa transparens.

Inventering av grå litteratur – Kunskapsläget i Sverige

Paraplygranskningen kompletterades sedan med en inventering av grå litteratur, för att bättre förstå hur svenska myndigheter arbetar med klimatanpassning och vilka risker de har identifierat i och med strävan mot ökad hållbarhet. Här breddades fokuset något i jämförelse med paraplygranskningen, för att fånga de risker som kan uppstå i och med ökad hållbarhet och samhällsomställning.

Först granskade vi svenska myndigheters handlingsplaner för klimatanpassning. Vi valde att fokusera på myndigheter då de har en central roll i svenskt arbete med klimatanpassning, och i att initiera, stödja, och utvärdera anpassningsåtgärder inom sina respektive ansvarsområden. Ett urval av myndigheter gjordes genom att först se vilka myndigheter som omfattas av förordningen om myndigheters klimatanpassningsarbete (2018:1428). Sedan valdes de myndigheter som arbetar med frågor rörande transport, energiförsörjning, hälsa, samt dricksvattens- eller livsmedelsförsörjning. Utifrån dessa myndigheter ansågs sedan 8 myndigheter vara utav särskild relevans: Boverket, Folkhälsomyndigheten, Havs- och Vattenmyndigheten, Livsmedelsverket, Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Jordbruksverket, och Transportstyrelsen. Boverket hade inte publicerat sin handlingsplan. Handlingsplanerna analyserades sedan utifrån forskningsfrågorna och det konceptuella ramverket, med särskilt fokus på felanpassning, forskningsluckor, och beslutsstöd. Vi sammanställde sedan all data, och presenterade den utifrån utmärkande teman.

Insamlingen av grå litteratur fortsatte sedan genom riktade sökningar på ovannämnda myndigheters hemsidor. Sökningen innehöll nyckelord relaterade till studiens frågeställning, så som anpassning, hållbarhet, omställning, risk, robusthet, resiliens, framtid, scenario, med mera. Sökningen kompletterades med intuitiva sökningar på Google. Denna sökning vidgade urvalet till att även inkludera litteratur från Länsstyrelsen Skåne, Kristianstad kommun, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, och SMHI. Totalt inkluderades ytterligare 15 dokument, som inkluderade forskningsrapporter, framtidsscenarioer, utbyggnadsplaner, konsekvensbeskrivningar och en tillsynsvägledning. Alla dokument uppfyllde följande kriterier:

- Dokumenten behövde fokusera på svenska sammanhang.
- Dokumenten behövde vara skrivna på svenska eller engelska.
- Dokumenten behövde vara någon form av grå litteratur för att undvika överlappningar med paraplygranskningen.
- Dokumenten behövde beröra något utav följande områden: riskhantering, klimatanpassning, transport, energiförsörjning, hälsa, samt dricksvattens- eller livsmedelsförsörjning.

- Dokumenten behövde undersöka ökad hållbarhet och klimatanpassning, samt nämna möjliga risker, felanpassning, eller kunskapsluckor relaterat till dessa.

Dokumenterna kodades sedan utifrån de fem forskningsfrågorna, med särskilt fokus på felanpassning, forskningsluckor, och beslutsstöd. Sedan sorterades resultaten i olika teman, och presenterades i en sammanställning.

Begränsningar

Klimatanpassning, katastrofriskreducering, och felanpassning är mycket breda forskningsfält vilket gjorde det svårt att fånga all potentiell litteratur.

Avgränsningar var därför nödvändiga. Det finns alltså ett flertal begränsningar med den valda metoden.

Tabell 1. Litteraturgranskningens olika sökningar och antal dokument som genererats.

Typ av sökning	Antal
Inledande litteratursökning – Scopus och ScienceDirect	116
Kompletterande litteratursökning – med söksträng	8
Kompletterande litteratursökning – intuitiv Google-sökning	27
Grå litteratur – handlingsplaner	7
Grå litteratur – övrigt	15
Totalt	173

Vi valde också att fokusera på litteraturöversikter för att snabbt få en förståelse för nuvarande kunskapsläge och forskningsluckor (Aromataris m.fl., 2015). Andra relevanta dokument kan därför ha exkluderats. Dessa dokument kan ha fångat andra perspektiv. Dessutom inkluderades endast litteratur publicerad mellan 2015–2021.

Vissa begränsningar uppstår även i och med den valda söksträngen. Söksträngen fångade bara artiklar som fokuserade på klimatanpassning och resiliens i relation till samhällsviktig verksamhet. Dock visade det sig att det finns lite tidigare forskning på hur infrastruktur kan leda till felanpassning. Vi gjorde därför en kompletterande litteratursökning som enbart fokuserade på felanpassning. Denna sökning kan också innehålla brister, då den inte inkluderade alla möjliga synonymmer. Sökningen inkluderade även endast litteratur från OECD-länder, och kan därför ha missat andra relevanta dokument. Det pågår forskning kring felanpassning i utvecklingsländer (Brockhaus m.fl., 2021; Warnatzsch & Reay, 2020), vilket inte inkluderades i detta stadiet.

Inventeringen av grå litteratur begränsades av samma kriterier som nämnts ovan, men också till de utvalda myndigheterna. Vi fångade därför inte information från näringsliv, universitet, och civilsamhälle. Dessutom kan relevanta myndigheter ha exkluderats på grund av uppgiftens tidsbegränsningar, men framtida studier bör inkludera dessa. Till exempel, Skogsstyrelsen inkluderades inte i urvalet av myndigheter då deras arbete inte är direkt kopplat till de utvalda sektorerna. Dock

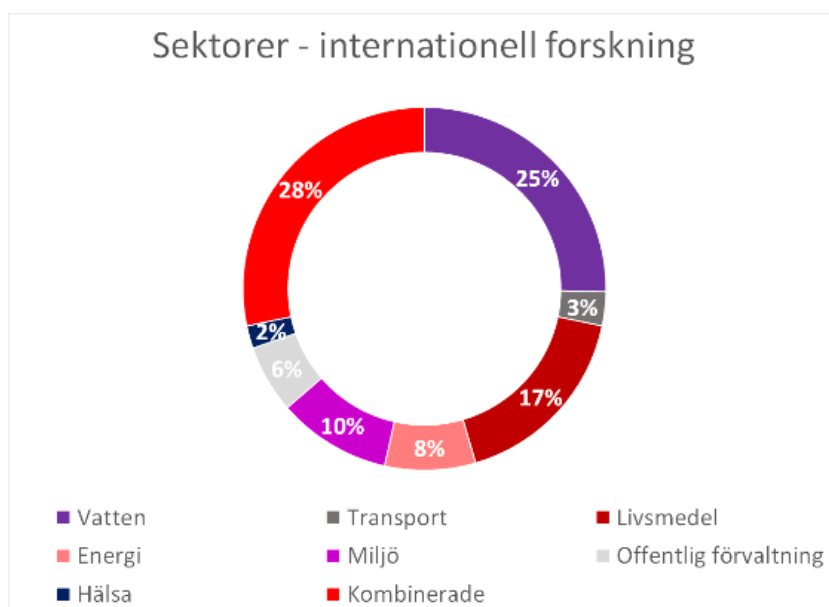
arbetar Skogsstyrelsen med biomassa och bioenergi, och skulle därför kunnat ge ytterligare insikter. Andra expertmyndigheter som inte ingick är Statens geotekniska institut (SGI) och Statens geologiska undersökning (SGU) liksom branschorganisationer som Svensk Vatten och Svensk Försäkring.

Resultat

Först ger vi en överblick över de granskade dokumenten. Sedan presenteras föreslagna anpassningsåtgärder inom internationell forskning. Därefter diskuterar vi negativa konsekvenser och felanpassning som kan uppstå till följd av anpassning och ger exempel från både internationell forskning och svensk grå litteratur. Här utgår vi från fem olika områden: miljö; social; ekonomisk; teknisk, och övergripande konsekvenser. Vi har särskilt fokus på vattenförsörjning, livsmedel, energi, transport, och hälsa. Vissa sektorer är mer representerade än andra, vilket tyder på forskningsluckor. Avslutningsvis ger vi en sammanfattning av olika former av beslutsstöd samt presenterar de kunskapsluckor som identifierats i både den internationella forskningen och den svenska litteraturen.

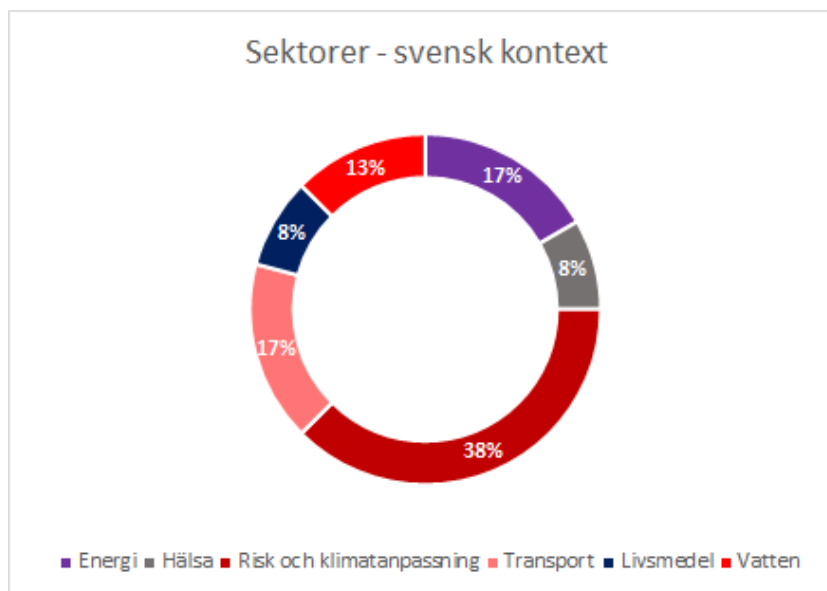
Överblick

Vi granskade totalt 173 dokument, varav 151 vetenskapliga artiklar och 22 svenska rapporter. Ungefär hälften av den vetenskapliga litteraturen var teoretisk, medan andra halvan var empirisk där anpassningsåtgärder utvärderades. Av den vetenskapliga litteraturen så var de flesta publicerade någon gång mellan 2018–2021. Internationell forskning fokuserade på flera olika sektorer vilka presenteras i figur 2. Vanligast var att kombinera flera sektorer som till exempel vatten och energi eller infrastruktur i vid bemärkelse (28 %), tätt följt av vattenförsörjning (25 %). Därefter är livsmedel den tredje vanligaste sektorn (17 %). Miljö och energi stod för 10 respektive 8 % av studierna medan offentlig förvaltning stod för 6 %. Endast 3 respektive 2 % berörde sektorerna transport och hälsa.



Figur 2 2. Fördelning av sektorer som fanns representerade i den internationella litteraturen.

Inom grå litteraturen (figur 3) var det vanligast att undersöka risk och klimatanpassning utan någon specifik sektor i åtanke (38 %), följt av transport (17 %) och energi (17 %). Livsmedel och hälsa stod för 8 % vardera, medan 13 % av grå litteraturen undersökte frågor kopplade till vatten.



Figur 3. Fördelning av sektorer som fanns representerade i den svenska grå litteraturen.

Föreslagna anpassningsåtgärder

Inom de vetenskapliga studierna nämns oftast institutionella anpassningsåtgärder (37 %), och därefter strukturella anpassningsåtgärder (28 %). En del kombinerar olika typer av anpassningsåtgärder (22 %). Färre undersöker sociala anpassningsåtgärder (13 %). Tabell 2 sammanfattar de olika anpassningsåtgärderna utifrån respektive sektor.

Vi undersökte inte anpassningsåtgärder i Sverige. Detta med anledning av att Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) redan sammanställer myndigheters klimatanpassningsarbete i enlighet med klimatanpassningsförordningen (2018:1428). Enligt Hjerpe m.fl., (2021) föreslår myndigheter 325 anpassningsåtgärder inom framför allt areella näringar, natur och miljö, bebyggelse och byggnader, vattenförsörjning, och hälsa. Många anpassningsåtgärder nämns så som: förbättrade kunskapsunderlag om bland annat klimatförändringar, climateffekter, och klimatanpassning; integrering av klimatanpassning i ordinarie verksamhet; tydliggörande av ansvarsområden; planerad reträtt; och strukturell anpassning.

Ungefär hälften av de vetenskapliga artiklarna utvärderade anpassningsåtgärder. De flesta fokuserade dock på positiva konsekvenser, med särskilt fokus på så kallade positiva bieffekter (*co-benefits* på engelska) som kan uppstå mellan olika sektorer. Enligt Choi m. fl. (2021) bedrivs forskning kring klimatanpassning och dess positiva konsekvenser framför allt i Europa och Nordamerika. Få studier

bedömde vilka negativa konsekvenser som kan uppstå. I nästa avsnitt går vi in på djupet kring vad dessa negativa konsekvenser kan innebära miljömässigt, socialt, ekonomiskt, tekniskt, och på övergripande nivå.

Tabell 2: Föreslagna anpassningsåtgärder inom vetenskapliga studier.

Sektor	Typ av anpassning	Exempel	Referenser
Vattenförsörjning	Institutionell	Integrerad vattenförvaltning; ramverk kring avlägsnande och återinförande av infrastruktur; institutionella ramverk; deltagandemetoder i offentlig förvaltning; ramverk kring vattenåtervinning; ramverk kring avsaltning; riktlinjer; beslutsfattande inom vattenresursteknik; inkluderande förvaltningsprocesser	(Dobler-Morales & Bocco, 2021; Everard, 2020; Grantham m.fl., 2019; Khan m.fl., 2015; Lassiter, 2021; Lee & Jepson, 2020; Mutambara m.fl., 2016; Remington, 2018; Scott m.fl., 2020; Stringer m.fl., 2021)
	Strukturell	Bevattningssystem; naturbaserade lösningar; övervakningsprogram för vattenkvalitet; avsaltning, återvinning och återbruk av avloppsvatten; numeriska experiment och omläggning av kustförsvar; sammankoppling mellan varningssystem och offentlig förvaltning	(Chaumillon m.fl., 2017; DeNicola m.fl., 2015; Ferreira m.fl., 2018; Richards m.fl., 2015; Sahani m.fl., 2019; Thapa m.fl., 2016)
	Social	Samförvaltning av vattenresurser genom kunskapsutbyte; översvämningsmodeller som grund för individuellt och socialt lärande; riskkommunikation kring översvämning	(Cools m.fl., 2016; Kuang & Liao, 2020; Lemos, 2015)
Energi	Institutionell	Sektorsövergripande samarbeten vid riskanalyser	(Gerlak m.fl., 2018)
	Strukturell	Förnybar energiteknik; vattenkraft; globala modeller för att planera framtidens förnybara energikällor; klimatprognoser och nätverksbaserad modellering och simulering	(Adil & Ko, 2016; Brockway & Dunn, 2020; Ruffato-Ferreira m.fl., 2017; Sample m.fl., 2015; Suman, 2021)
	Social	Indikatorer för sociala konsekvenser som kan uppstå i och med förnybar energi; sociala aspekter angående odling av energigrödor	(Baumber, 2018; Carbajo & Cabeza, 2019)
Livsmedelsförsörjning	Institutionell	Sektorsövergripande planering genom certifieringssystem; förvaltning av naturresurser på en mikro-nivå; förvaltning av ekosystem genom nya förvaltningsprocesser; utvärdering av livsmedelsförsörjningsprogram; nya styrdokument och strategier; ekosystemtjänster inom landskapsförvaltning	(Karimi m.fl., 2018; McKune m.fl., 2015; Morrison m.fl., 2020; Singh m.fl., 2019; Verburg m.fl., 2019)
	Strukturell	Naturbaserade lösningar; scenariomodellering om torka; energibesparande luftbehandlingssystem för djurhållning; mark- och vattenvårdsteknik för hållbart jordbruk; nya agroekosystem; modeller för simulering av grödor; agroekologiska metoder	(Ibrahim m.fl., 2021; Kazemi m.fl., 2018; Partey m.fl., 2018; Schauburger m.fl., 2020; Trambly m.fl., 2020; Vignola m.fl., 2015)
	Social	Erbjuda klimattjänster och väderprognoser via mobiler; deltagarmetoder	(Galappaththi m.fl., 2019; Sowman, 2020; Yegbemey & Egah, 2021)
Miljö	Institutionell	Ledarskap och kommunikation för naturbaserade lösningar; grön infrastruktur; riktlinjer och handlingsplaner för restaurering; värdering av ekosystem; förvaltning av korallrev; förebyggande samt flexibla strategier inom naturresursförvaltning	(Ferro-Azcona m.fl., 2019; Folkersen, 2018; Hiers m.fl., 2016; Pauleit m.fl., 2019; Perry, 2015; Weiskopf m.fl., 2020)

	Strukturell	Bioretention för minskning av föroreningar; naturbaserade lösningar	(Liu m.fl., 2020; Moyo m.fl., 2021)
Offentlig förvaltning	Institutionell	Livscykelanalys; kommunala anpassningsinitiativ; nationella kustanpassningsplaner; transnationella kommunala nätverk; socialbidragsprogram	(Agrawal m.fl., 2020; Nagy m.fl., 2019; Pietrapertosa m.fl., 2018)
Transport	Strukturell	Elektrifiering av transportsektorn och inköp av förnybar energi	(Greer m.fl., 2020)
	Social	Beteendeförändring och planerad reträtt med exempel från transportsektorn.	(Dundon & Abkowitz, 2021)
Hälsa	Institutionell	Partnerskap och multisektoriellt tillvägagångssätt	(Bowen & Ebi, 2015)
Allmän	Institutionell	Nationell samordning inom energi- och dricksvattenförsörjning; robust beslutsfattande; finansiering av naturbaserade lösningar genom värderings- och redovisningsmetoder; riktlinjer, lagar, och handlingsplaner; klimatfinansiering; och finansiell inkludering	(Bhave m.fl., 2016; Chirambo, 2016; A. Ernst, 2019; Tang, 2019; Toxopeus & Polzin, 2021)
	Strukturell	Riskanalyser	(Terzi m.fl., 2019)
	Social	Kunskap och information om klimatanpassning; socialt kapital; deltagandemetoder; resiliens som tillvägagångssätt för sektorsövergripande samarbete	(Cradock-Henry m.fl., 2019; Ge m.fl., 2016; Muccione m.fl., 2019; Petzold & Ratter, 2015)

Felanpassning - konsekvenser som kan uppstå

Vi valde att fokusera på de negativa konsekvenser som kan uppstå i och med klimatanpassning och en strävan efter ökad hållbarhet, med fokus på vilka nya risker som kan skapas och hur de påverkar samhällets säkerhet och beredskap. Vi undersökte felanpassning utifrån fem sektoriella fokusområden: transport, energiförsörjning, hälsa, dricksvattens- och livsmedelsförsörjning. Vissa sektorer är mer representerade än andra, där energi, dricksvattens- och livsmedelsförsörjning är överrepresenterade. Detta kan tyda på en forskningslucka kring hur felanpassning kan uppstå inom hälsa och transport.

Felanpassning presenteras här utifrån fem olika områden: miljö; social; ekonomisk; teknisk, och övergripande konsekvenser.

Tabell 3. Sammanställning av felanpassning som kan uppstå till följd av anpassningsåtgärder inom olika kategorier och sektorer.

Kategori	Sektor	Anpassningsåtgärd	Felanpassning
Miljö	Livsmedel	Jordplöjning, jordbearbetning, dräneringssystem, och gödningsmedel	Näringsläckage
		Expanding av jordbruksmark, ny markanvändning, och nya grödor	Negativa konsekvenser för biologisk mångfald och introducera nya invasiva främmande arter
		Förflyttning av livsmedelsproduktion utomlands	Ökat tryck på naturresurser i andra länder
		Bevattningsystem	Minskade grundvattennivåer
	Vattenförsörjning	Vattenåtervinning	Försämrad vattenkvalité
		Avsaltning	Kräver stora mängder kapital, energi, och överföringsledningar, och kan försämra havsvattenkvalitet och biodiversitet
		Kustskydd	Negativ påverkan på biodiversitet. Kan också öka risken för översvämning på andra platser.
		Naturbaserade kustskydd	kan introducera invasiva främmande arter
	Energi	Vattenkraft	Negativ påverkan biodiversitet
		Vindkraft	Påverkar fågelliv, fladdermöss, och insekter
Bioenergi		Negativ påverkan biodiversitet och kan leda till fortsatta utsläpp av växthusgaser	
Sociala	Livsmedel	Bevattningsystem i torra områden	Bromsar omställningen bort från jordbrukssektorn
		Vattenförsörjning	Avsaltning
	Hälsa	Kustskydd	Befolkningsomflyttning, stresskänslor, gentrifiering, och nya ojämlikheter.
		Bekämpningsmedel	Negativa hälsokonsekvenser
		Vedeldning	Negativa hälsokonsekvenser
	Transport	Övervakning	Kränkning av individens privatliv
		Ökade transportkostnader	Minskar tillgänglighet och krymper arbetsmarknaden på landsbygden
Ekonomiska	Livsmedel	Nya investeringar	Ökade utgifter minskar anpassningsförmåga
		Exportrestriktioner	Drabbar andra länder som inte kan importera mat.
	Vattenförsörjning	Avsaltning	Kostnadsineffektivt och därför minskar anpassningsförmåga. Kan också öka efterfrågan på vatten och energi.
	Energi	Investeringar i elnät	Drabbar låginkomsttagare

		Luftkonditionering	Ökar toppbelastningen, nätkostnaderna, koldioxidutsläppen och slutligen elpriser vilket drabbar låginkomsttagare.
		Effektivering	Sänker priser och ökar efterfrågan
		Elektrifiering	Ökat elberoende och importberoende
		Höjda skatter på fossila bränslen	Ekonomiska verksamheter förflyttas utomlands
Tekniska	Vatten-försörjning	Kustskydd	Minskar flexibilitet, skapar en inlåsnings, erosion, kostnadsineffektiv, och skapar underhållsbehov.
		Storskalig infrastruktur	Minskar samhällets förmåga att anta nya lösningar utifrån ny kunskap eller information
	Energi	Diversifierat och decentraliserat energisystem	Svåröverskådligt, svårare med resurshushållning, ökad risk för elavbrott, negativ påverkan på ö-drift
	Transport	Ökad användning av järnvägar	Fler olyckor och minskad tillgänglighet
		Fler elbilar	Minskad framkomlighet
Övergripande	Livsmedel	Buffertzoner	Minskad inkomst för bönder
	Vatten-försörjning	Kustskydd	Skapar konflikter och ökar exponering för översvämningar. Kan öka energianvändning och konsumtion av råvaror
		Avsättning	Ökar energianvändning, utsläpp av växthusgaser, och elpriser
	Energi	Vind- och solkraft	Kräver sällsynta metaller
	Transport	Nya fordon	Ökad konsumtion av råvaror så som sällsynta metaller

Miljömässiga konsekvenser

Ökad hållbarhet och klimatanpassning kan leda till negativ påverkan på biodiversitet och ekosystem. Detta kan i sin tur generera kaskadeffekter och således skapa nya risker och därmed öka belastningen på myndigheter som arbetar med samhällsskydd och beredskap.

Internationell forskning

Enligt Neset (2019) så kan klimatanpassning inom jordbrukssektorn leda till negativa konsekvenser inom biodiversitet och ekosystem. Jordplöjning, jordbearbetning, dräneringssystem, och gödningsmedel ökar risken för näringsläckage, vilket i sin tur kan skapa stora miljöproblem. Neset (2019) nämner också att anpassningsåtgärder som avser att minska näringsläckage kan skapa en grogrund för invasiva främmande arter och skadedjur. Framtidens jordbruk lär också expandera, vilket kommer leda till ny markanvändning och nya grödor vilket i sin tur kan skapa negativa konsekvenser för biologisk mångfald och introducera nya invasiva främmande arter. Kazemi (2018) drar en liknande slutsats, men lägger

till att integrering av biologisk mångfald i jordbruksmetoder är dömt att misslyckas om jordbruket expanderar och intensifieras. Dessutom, DeNicola m.fl. (2015) anser att om livsmedelsproduktionen förflyttas utomlands så kan det öka trycket på naturresurser i andra länder.

Negativa miljömässiga konsekvenser kan också uppstå inom dricksvattenförsörjningssektorn. DeNicola m.fl. (2015) nämner två exempel, nämligen återvinning av vatten och avsaltning. Återvinning av vatten kan påverka vattenkvaliteten negativt och därmed jordbrukssektorn då det kan introducera föroreningar och förhöjda nivåer av natrium. Avsaltning kan leda till miljöproblem då det kräver stora finansiella resurser, energi, och överföringsledningar, och kan försämra både havsvattenkvalitet och biodiversiteten i den marina miljön. I dagsläget finns dessutom ingen lösning för att återvinna saltlake från avsaltningsprocessen.

Anpassningsåtgärder kan också minska grundvattennivåer, vilket i sin tur kan orsaka negativa miljömässiga konsekvenser. Neset m.fl. (2019) fann att jordbruksmetoder och bevattningssystem kan leda till minskade grundvattennivåer, vilket i sin tur kan leda till negativa konsekvenser för livsmedelsproduktion och dricksvattenförsörjning. Detta är framförallt fallet om det saknas lagar och riktlinjer, och kan leda till försaltning av grundvatten samt förstöring av våtmarker (Juhola m.fl., 2016). I Atteridge och Remlings (2018) studie visades att användning av grundvatten kan förflytta sårbarheter mellan ekosystem och individer, vilket kan skapa nya risker inom livsmedelsförsörjning och miljö.

Kustskydd kan förändra den naturliga morfologin, och därför leda till negativa konsekvenser för den marina biodiversitet och ekosystemtjänster (Atteridge & Remling, 2018; Enríquez-de-Salamanca m.fl., 2017).

Svensk kontext

Så som också nämns inom den internationella forskningen, så kan kustskydd i form av fysiska konstruktioner så som invallningar, vattenreglering, och markavvattning öka stressen på ekosystem och i värsta fall leda till en förlust av viktiga ekosystemtjänster (Havs- och vattenmyndigheten, 2018; Hjerpe m.fl., 2021; Naturvårdsverket, 2019). Dessutom nämns att konstruktionen av ett yttre kustskydd kan påverka naturvärden negativt genom till exempel buller, erosion, och stress för lokala arter (Länsstyrelsen Skåne, u.å.). I Sverige framhålls ofta naturbaserade kustskydd som mer robusta än grå infrastruktur och det understryks att de har många nyttor (Havs- och vattenmyndigheten, 2018; Naturvårdsverket, 2019). Däremot kan naturbaserade lösningar i kustområden ha negativ påverkan på lokala ekosystem, då de kan introducera invasiva främmande arter (Hjerpe m.fl., 2021; Jaramillo m.fl., 2021).

Precis som inom internationell forskning, så visade litteraturen från den svenska kontexten att jordbrukssektorn kan ge upphov till negativa konsekvenser för biodiversitet och ekosystem (Hjerpe m.fl., 2021; Naturvårdsverket, 2019). I Sverige

lär jordbrukssektorn under vissa årstider ha ett ökat bevattningsbehov medan under andra årstider kan behöva använda markavvattningsområden. Även detta kan påverka biologisk mångfald och ekosystem, samt öka samhällets sårbarhet (Hjerpe m.fl., 2021; Jaramillo m.fl., 2021; Naturvårdsverket, 2019).

Till skillnad från internationell forskning, så fann vi i den svenska litteraturen att ren energi kan ha negativ påverkan på biodiversitet samt ekosystem. Ökad hållbarhet kräver en omställning inom energisektorn, där vattenkraft ofta framhålls som ett bra föredöme. Nederbörd lär dessutom öka i ett förändrat klimat, vilket i sin tur innebär mer vatten som kan användas för vattenkraft. Detta kan dock påverka biodiversitet och ekosystem negativt, då vattenkraftverk hindrar arter att nå sina habitat (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Landbaserad vindkraft kan också medföra problem, då de påverkar fågelliv, fladdermöss, och insekter (Linnell, 2020).

Det finns också risker med bioenergi. Biomassa är koldioxidneutralt, och kan ersätta fossil energi. Bioenergi är enligt många avgörande för en omställning till ett klimatneutralt samhälle (Linnell, 2020). Det är dock oklart hur mycket biomassa som kan produceras hållbart (Johansson m.fl., 2020; Linnell, 2020). Många antar att biomassa är en oändlig resurs som kan kosta mer eller mindre beroende på hur snabbt sektorn kan möta marknadens behov (t ex. Energimyndigheten, 2021; Johansson m.fl., 2020), vilket inte stämmer då produktionen begränsas av markanvändning och andra faktorer (Linnell, 2020). Produktion av biomassa lär förändra markanvändning, där det finns en risk att odlingen av biomassa leder till en brist på markyta för jordbruk och skogsbruk (Energimyndigheten, 2021; Linnell, 2020). Dessutom kan bioenergi ha negativ påverkan på miljö, speciellt på luft, vatten, skogsområden, och jordbruksmarker. Ökad användning av bekämpningsmedel anses speciellt problematiskt. Detta kan skapa nya risker, speciellt om miljölagstiftning dröjer (Energimyndigheten, 2021; Linnell, 2020; Noreen m.fl., 2017). Bioenergi kan ha negativ klimatpåverkan, vilket är fallet om förbränningen av biomassa överträffar den totala mängden stående biomassa (Linnell, 2020).

Sociala konsekvenser

Ökad hållbarhet och klimatanpassning kan ge upphov till negativa sociala konsekvenser, där vissa sociala grupper kan missgynnas. Enligt Shi & Moser (2021) så kan klimatanpassning accelerera socioekonomisk ojämlikhet. Detta är viktigt att ha i åtanke när man utformar samhällsskydd, då dessa sociala grupper är särskilt sårbara och därför behöver speciellt stöd vid oönskade händelser.

Internationell forskning

Negativa sociala konsekvenser kan uppstå i och med klimatanpassning av dricksvattenförsörjning. Atteridge och Remling (2018) ger ett exempel: I gränsområdet mellan Mexiko och USA har avsaltning använts som svar på lokal vattenbrist. Det har visat sig att kostnaderna och nyttorna är ojämnt fördelade mellan befolkningen, och att ojämlikheter förstärks.

Kustskydd kan ge upphov till negativa sociala konsekvenser. Enligt Cusick (2020) så kan kustskydd ha negativ påverkan på lokala försörjningsmöjligheter. Till exempel, en skyddsvall eller förhöjd väg kan skapa befolkningsomflyttning och ge upphov till stresskänslor. Shi & Moser (2021) ger ett annat exempel. Planerade reträtt av kustområden kan leda till gentrifiering av bostadsområden in emot landet. Klimatanpassning kan i sig självt också leda till gentrifiering, då klimatanpassade bostadsområden med grön infrastruktur tenderar att gentrifieras snabbare. Å andra sidan, bostadsmarknaden styrs bland annat av försäkringspremier. Dessa baseras på försäkringsbolags riskanalyser, som inte finns för allmän beskådan. Detta påverkar bostadsägare, då kustnära hus kan bli svåra att sälja men också att belåna vilket kan skapa nya ojämlikheter.

Klimatanpassning kan ha negativ påverkan på människors hälsa och välbefinnande. Ökad användning av bekämpningsmedel kan ge upphov till negativa konsekvenser för konsumenter som förtär grödorna (Neset m.fl., 2019). Ett annat exempel är att bryta elberoende med hjälp av vedeldning, vilket kan resultera i smog och därmed luftvägssjukdomar (Juhola m.fl., 2016).

Mehvar m.fl. (2021) pekar på att anpassningsåtgärder kan minska känslan av trygghet i ett samhälle. En del anpassningsåtgärder (t.ex., smarta städer) innebär kameraövervakning av allmän plats, vilket kan användas för att öka samhällets beredskap, identifiera oönskade händelser och katastrofriskhantering. Dock kan kameraövervakning kränka individens privatliv och integritet, och alltså minska känslan av trygghet i samhället.

Vad som anses vara en hållbar anpassningsåtgärd idag kan ur ett längre perspektiv ge upphov till felanpassning och vice versa. Mehvar m.fl. (2021) visade att klimatanpassningsplaner med långa tidsperspektiv på över 30 år kan minska anpassningsförmågan hos låginkomsttagare gentemot samtida extremer då dessa planer inte stimulerar en omställning mot ökad resiliens utan istället stödjer hushåll att fortsätta med ett långsiktigt problematisk praxis. Magnan m. fl. (2020) pekar även på att förbättrade bevattningssystem för småjordbrukare i torra klimat kan lösa direkta negativa klimatrisker men långsiktigt förvärra situationen då det skapar en inlåsnings effekt och därför försvårar den oundvikliga omställningen bort från jordbrukssektorn.

Felanpassning kan också uppstå mellan olika geografiska områden och sektorer. Effekter kan skilja sig på kort och på lång sikt, och kan i vissa fall förvärra klimatförändringarna samt dess konsekvenser. Felanpassning framhålls också som en risk, där anpassningsåtgärder inom en sektor kan ge negativa konsekvenser inom andra sektorer. Detta är kopplat till bumerangeffekter och rekyleffekter (Mehvar m.fl., 2021). Till exempel, skyddsvallar i ett område kan öka översvämningsrisken på andra ställen, och alltså skydda ett område samtidigt som att sårbarheten ökar i ett annat (Atteridge & Remling, 2018; Juhola m.fl., 2016; Shi & Moser, 2021).

Svensk kontext

Inom den svenska litteraturen nämns också specifika grupper som kan missgynnas vid ökad hållbarhet och klimatanpassning. Personer med låg inkomst eller i fattigdom kan missgynnas vid en omställning. Detta då de har mindre finansiella resurser och därför mindre möjligheter att bekosta ny klimatvänlig teknik (Isacsson m.fl., 2020; Linnell, 2020). Många siar att delningsekonomin kommer få ökat inflytande i framtiden, vilket kan missgynna dem med svaga sociala nätverk. Detta då personer med mindre sociala nätverk och mellanmänsklig tillit kan ha svårt att få tillgång till delningsnätverk (Boverket, 2020; Linnell, 2020; MSB 2020, Boverket 2020). Personer som bor på landsbygden kan missgynnas i och med ökad hållbarhet. Styrmedel som ökar transportkostnader drabbar de som bor på landsbygden och saknar annat alternativ för resande. De kan därför uppleva en minskad tillgänglighet. Detta kan krympa arbetsmarknaden och avbefolka landsbygden, då landsbygden hamnar i periferin (Isacsson m.fl., 2020; Johansson m.fl., 2020).

Ekonomiska konsekvenser

Anpassningsåtgärder kan också ge upphov till negativa ekonomiska konsekvenser, då de kan förändra prissättningen på viktiga produkter och resurser.

Prisförändringar kan i sin tur påverka efterfrågan och individens anpassningsförmåga, och därmed leda till felanpassning.

Internationell forskning

Klimatanpassning kan leda till ökade kostnader både på kort- och långsikt, och därför minska individers anpassningsförmåga. Neset m.fl. (2019) ger ett exempel på kortsiktig ökning av kostnader inom jordbrukssektorn. Anpassningsåtgärder kräver ofta nya investeringar i teknisk utrustning, bekämpningsmedel, eller infrastruktur som i sin tur leder till en minskad anpassningsförmåga. Anpassning kan också öka kostnaderna över tid, vilket exemplifieras av Tubi & Williams (2021). Avsaltningen som svar på långa perioder av torka kan leda till felanpassning då kostnaderna för att sköta avsaltningensanläggningarna inte är kosteffektiva under normala förhållanden. Detta skapar en risk kring utbud och efterfrågan, då efterfrågan inte är tillräckligt stor för att motivera ökade kostnader i utbud.

Vissa anpassningsåtgärder kan också leda till ökade priser, vilket kan drabba låginkomsttagare. Investeringar i elnätet leder till ökade priser på el, vilket minskar anpassningsförmågan hos utsatta grupper (Juhola m.fl., 2016). Chi m.fl. (2021) anser att luftkonditionering kan vara en relevant anpassningsåtgärd under värmeböljor men som ger negativa konsekvenser för elnätet eftersom användning av luftkonditionering ökar toppbelastningen, nätkostnaderna, koldioxidutsläppen och slutligen elpriser. Återigen, drabbar ökade priser framförallt låginkomsttagare.

Klimatanpassning kan i vissa fall sänka kostnaden för vissa resurser, vilket minskar incitament för konsumenter att minska sin förbrukning av produkter och resurser. Till exempel, avsaltningensanläggningar kan å ena sidan säkra

dricksvattenförsörjning, men å andra sidan ge upphov till en ökad efterfrågan och färre incitament för att spara vatten (Juhola m.fl., 2016; Tubi & Williams, 2021).

Andra negativa ekonomiska konsekvenser kan uppstå i och med anpassningsåtgärder inom specifika sektorer då samhällsviktiga verksamheter är sammankopplade genom kritiska beroenden (t.ex. vatten- och energinätverk). Ernst & Preston (2017) fann att en sådan anpassningsstrategi kan öka kostnader för anpassningsåtgärder och förskjuta kostnader till andra samhällssektorer. Resursomläggning utgör en annan kostsam anpassningsåtgärd, med hänvisning till den adaptiva investeringseffekten. Tubi och Williams (2021) hävdar till exempel att avsaltning kan omvandla dricksvattenförsörjningsproblematik till ett energiförsörjningsproblem. Avsaltning kräver stora mängder energi och styrs därför av energiutbudet, vilket kan ge upphov till nya risker och påfrestningar.

Klimatanpassning kan också skapa direkta och indirekta kostnader, vilket kan leda till ineffektivt resursutnyttjande. Mohaddes och Williams (2020) menar att detta beror på att finansiella resurser investeras och därför fastläses i anpassningsåtgärder.

Felanpassning kan också uppstå i och med anpassningsåtgärder som sker i andra länder. Atteridge & Remling (2018) ger ett exempel. Exportrestriktioner som infördes under livsmedelskrisen 2007–2008 ledde till att låginkomstländer inte kunde importera livsmedel som svar på deras lokala livsmedelsbrist och därför drabbades utav hårdare konsekvenser.

Svensk kontext

Så som nämns inom internationell forskning, så kan ökad hållbarhet och klimatanpassning leda till minskade priser och därför ökad konsumtion. Inom den svenska litteraturen benämns detta som bakslagseffekter (*backfire-effect* på engelska), vilket uppstår när effektiveringen av nyttandet av en viss resurs sänker produktionskostnaden vilket i sin tur leder till en ökad användning och därmed ökade utsläpp av växthusgaser (Boverket, 2020). Två exempel nämns. Det första exemplet handlar om energi. Hushåll kan höja sin inomhus temperatur när energikostnader minskar, vilket därmed ökar energikonsumtionen och därför utsläpp (Linnell, 2020). Det andra exemplet handlar om transport. Bilresor kan öka om kostanden för energi minskar medan antalet för elfordon ökar, då kostanden för per distansenhet minskar. Tidigare forskning visar att billigare bilresor kan öka transportflödena (Boverket, 2020).

I den svenska litteraturen nämns också negativa konsekvenser som kan uppstå i och med den globala ekonomin. Framtidens energisystem kan möta nya risker i och med den globala ekonomin. Elanvändning och därmed elberoende lär öka i framtiden, vilket innebär att Sverige kommer behöva importera el (Linnell, 2020). Biobränsle importeras redan idag. Importen av biomassa lär öka för att möta marknadens efterfrågan, vilket sätter Sverige i en beroende ställning samt riskerar att förflytta negativa konsekvenser utomlands (Energimyndigheten, 2021). Import har tidigare ansetts vara en anpassningsåtgärd som ökar samhällets resiliens då det

kan minska störningar i den inhemska elförsörjningen (Linnell, 2020). Dock kan importen av energi göra Sverige sårbart inför marknadsförändringar inom till exempel prissättning (Energimyndigheten, 2021). Dessutom kvarstår frågan vilka konsekvenser som uppstår om energiimport inte är möjligt på grund utav en internationell bristsituation. Länder lär prioritera sina egna behov, och Sverige bör därför förbereda sig inför detta scenario (Linnell, 2020).

I den svenska litteraturen nämndes också negativa konsekvenser som kan uppstå om ekonomiska verksamheter förflyttas utomlands (Isacsson m.fl., 2020). Det råder pågående debatt kring att höja skatter på bränsle. Det kan resultera i att näringsliv förflyttar sin verksamhet utomlands med fortsatta utsläpp av växthusgaser. Ett tydligt exempel är bränslepriser. Om bränslepriser höjs i Sverige så lär resenärer tanka billigare bränsle utomlands innan de kommer till Sverige, vilket leder till fortsatta utsläpp samt försämrad konkurrenskraft för svensk transportsektor.

Tekniska konsekvenser

Klimatanpassning kan orsaka negativa tekniska konsekvenser. Kaskadeffekter är möjliga, då många samhällsviktiga verksamheter är nära sammankopplade genom olika kritiska beroenden. Detta måste beaktas när man planerar kring samhällsskydd och beredskap.

Internationell forskning

Kustskydd kan ge upphov till flera negativa tekniska konsekvenser. Avsaltning används ofta för att klimatanpassa lokal vattenförsörjning. Avsaltningsanläggningar ligger ofta i kustnära områden, vilket gör dem mycket sårbara för framtida havsnivåhöjningar (Tubi & Williams, 2021). Kustskydd kan också ge upphov till erosion och öka sårbarhet gentemot allvarliga naturhändelser. Storskaliga kustskydd är ofta kostnadsineffektiva, och kan skapa nya tekniska risker om de inte underhålls (Magnan m.fl., 2020).

Anpassningsåtgärder kan ha en negativ inverkan på multifunktionella infrastrukturer, då deras multifunktionella egenskaper och tekniska begränsningar ofta gör det svårt att anpassa denna typ av infrastruktur (Mehvar m.fl., 2021). Dessa infrastrukturer saknar flexibilitet, vilket minskar samhällets förmåga att anpassa sig till ett förändrat klimat. Detta då samhällen binder upp sig gentemot vissa lösningar trots att det visar sig att det leder till felanpassning (Juhola m.fl., 2016). Chi m.fl. (2021) påpekar att felanpassning kan uppstå om kustförvaltning inte tar hänsyn till osäkerhet och flexibilitet. Tubi och Williams (2021) ger ett praktiskt exempel. Regnavrinning i städer planeras ofta utifrån ett specifikt klimatscenario, och lösningen är vanligtvis någon form av infrastruktur. På långsikt kan detta leda till felanpassning, då det minskar samhällets förmåga att anta nya lösningar utifrån ny kunskap eller information.

En del ny teknik med syftet att stödja klimatanpassning kan i vissa fall leda till en minskade resiliens hos kritiska infrastrukturer. Ett beroende på innovativa

anpassningsåtgärder kan leda till att samhällets beredskap och säkerhet överskattas och därmed minskar samhällets resiliens (Markolf m.fl., 2018).

Anpassningsåtgärder kan ha en negativ inverkan på infrastruktur, särskilt åtgärder som bygger på många kritiska beroenden. Om anpassningsåtgärden orsakar ett avbrott kan det därför leda till kaskadeffekter där även annan samhällsviktig verksamhet påverkas negativt. Dessa kritiska beroenden finns bland annat inom energiförsörjning och transportsektorn som är i behov av informationsteknik (Birkmann m.fl., 2016; Hickford m.fl., 2018).

Svensk kontext

Precis som nämns inom internationell forskning, så nämns även flexibilitet som viktigt inom den svenska litteraturen. Risker uppstår i och med att binda upp investeringar eftersom det då blir svårare att anpassa sig när nya insikter eller kunskap uppstår (Isacsson m.fl., 2020). Detta understryks speciellt i robusta beslutsstödmeter, vilket är en metod som är anpassad för att stödja beslutsfattning under stora osäkerheter (Carlsson Kanyama m.fl., 2016). Det kan också uppstå risker när den fysiska miljön utformas utefter en specifik teknisk lösning, då det skapar ett beroende samt gör det svårt att uppdatera lösningen när det kommer nya krav eller bättre lämpade tekniska produkter. Det skapar alltså en inlåsning, där samhällets resiliens riskerar att påverkas negativt (Boverket, 2020).

Precis som i internationell forskning, så kan risker uppstå i och med storskaliga kustskydd. De måste återbyggas och underhållas, och kan därför påverka samhällets resiliens negativt (Naturvårdsverket, 2019). Ett praktiskt exempel kommer från Skåne som planerar för ett storskaligt kustskydd. Det understryks att dessa lösningar kan fixera kustlinjen och därmed öka risken för så kallad kustzoninklämning (*coastal squeeze* på engelska). Stranden minskar då till en korridor och risken för kusterosion ökar (Länsstyrelsen Skåne, u.å.).

Precis som inom den internationella forskningen, så anger den svenska litteraturen att kritiska beroenden kan skapa nya risker. Den svenska litteraturen fokuserar dock på energiförsörjning. Risker kan uppstå i och med en ökad elektrifiering. Många framhåller elektrifiering som en möjlig lösning till att minska beroendet av fossila bränslen. Dock kan ökad elektrifiering skapa ett ökat elberoende, vilket i sin tur har en negativ påverkan på samhällets resiliens. Detta då ett ökat elberoende gör samhället sårbart inför oväntade händelser, där en störning i elförsörjning kan ge upphov till mycket allvarliga konsekvenser (Linnell, 2020). Det finns också en risk sett till utbud (Energimyndigheten, 2021). Sommarhalvåret har en hög fossilfri elproduktion men låg efterfrågan, medan vinterhalvåret har en låg fossilfri elproduktion men hög efterfrågan. Detta kan skapa ett behov av att importera el (Linnell, 2020). Det utgör också en prisrisk för konsumenter (Energimyndigheten, 2021).

Den svenska litteraturen nämner också att framtidens energisystem lär vara diversifierat och decentraliserat vilket kan ge upphov till nya risker (Linnell, 2020). I vissa fall kan diversifiering öka samhällets robusthet vid eventuell störning, medan i andra fall öka samhällets sårbarhet då det är mer svåröverskådligt. Frågan

kvarstår hur energisystemet ska bemöta det ökade elbehovet utan att riskera fossilberoende. I ett diversifierat och decentraliserat energisystem är det svårare med resurshushållning och därför att anpassa eltillförsel utifrån elbehov, vilket kan öka risken för elavbrott och som i sin tur kan ge upphov till allvarliga kaskadeffekter. Dessutom kan decentraliserad elproduktion minska nätägarens intäkter då det kan leda till en minskad användning av stamnät. Det här ger nätägare mindre resurser, och kan i sin tur påverka samhällets krisberedskap då det finns mindre pengar att lägga på underhåll och redundans. Ö-drift kan påverkas negativt, vilket i sin tur kan ge upphov till negativa konsekvenser inom krisberedskap. Detta då ö-drift ger möjlighet för samhället att säkerställa eltillgång till olika områden vid kris.

I den svenska litteraturen identifieras nya risker som kan uppstå i och med den sannolika framtida ökningen av trafik på järnvägar (Isacsson m.fl., 2020; Johansson m.fl., 2020). Detta kan skapa mer buller och vibrationer, vilket kan ha en negativ påverkan på både samhälle och miljö. Ökad användning av järnväg ökar också risken för olyckor. Dessutom kan rumsliga områden skäras av, vilken kan påverka tillgängligheten för individer och civilförsvarsfunktioner.

Den svenska litteraturen nämner också risker som kan uppstå i och med den sannolika ökningen av batteridrivna elbilar i framtiden (Linnell, 2020). Sårbarheter kan öka då laddpunkter är mer utspridda. Dessutom kan risker uppkomma i och med att civilförsvarsfunktioner kan ha problem med framkomlighet, vilket kan skapa allvarliga konsekvenser för samhällets resiliens. Många servicefordon kan behövas kallas in för att upprätthålla samhällsviktig verksamhet vid ett elavbrott.

Övergripande konsekvenser

En del felanpassning kan resultera i negativa konsekvenser inom ett flertal olika områden. Några negativa konsekvenser är sektorsöverskridande konsekvenser och kan därför påverka miljö, ekonomi, och samhälle samtidigt.

Internationell forskning

Kustskydd kan leda till felanpassning. Enligt Mehvar m.fl. (2021) så kan kustskydd skada kustnära ekosystem och blockera havsutsikten, och därmed orsaka konflikter mellan turister, lokalsamhällen, ekologer och kustmyndigheter. Dessutom kan dessa anpassningsåtgärder utgöra en socioekonomisk risk då det uppmuntrar människor att bosätta sig nära havet, och därför öka exponeringen för översvämningar och havsnivåhöjning.

Jordbrukssektorn kan drabbas av ett flertal negativa konsekvenser. Misra (2017) anser att moderna jordbrukstekniker kan förstöra ekosystem, vilket i sin tur försämrar försörjningsmöjligheter och samhällets resiliens. Neset (2019) nämner också att ekonomiska och miljömässiga mål kan stå i konflikt med varandra, till exempel om man planerar att införa buffertzoner intill jordbruksfält för att undvika näringsläckage i och med ökad nederbörd.

Det finns ofta en klyfta mellan handlingsplaner och strategier och faktisk genomförda anpassningsåtgärderna. Detta gör anpassningsåtgärderna ineffektiva och kan i värsta fall ge upphov till felanpassning (Runhaar m.fl., 2018).

Klimatanpassning kan i vissa fall öka utsläpp av växthusgaser (Neset m.fl., 2019; Sharifi, 2021). Tubi och Williams (2021) konstaterar till exempel att avsaltningssystem kräver stora mängder energi och därmed kan öka utsläppen av växthusgaser. Detta kan också öka energipriser, vilket framförallt påverkar låginkomsttagare. Viguié m.fl. (2021) anser att anpassningsåtgärder kan öka efterfrågan på energi och därmed leda till ökade utsläpp av växthusgaser, till exempel vid installation av luftkonditionering eller konstruktion av storskaliga översvämningsskydd.

Svensk kontext

Precis som i den internationella forskningen, så anser den svenska litteraturen att en omställning till ett hållbart och klimatanpassat samhälle kräver stora mängder energi. Även om transporter, industrier, och hushåll lyckas att helt och hållet energieffektiveras så kommer omställningen kräva så pass mycket energi att utsläppen av växthusgaser kommer öka de kommande decennierna (Linnell, 2020). Denna paradox uppstår bland annat då fossila bränslen byts ut mot el, vilket i praktiken innebär att industrier blir mindre energieffektiva då det krävs en ökad mängd energi för att producera samma mängd varor (Energimyndigheten, 2021).

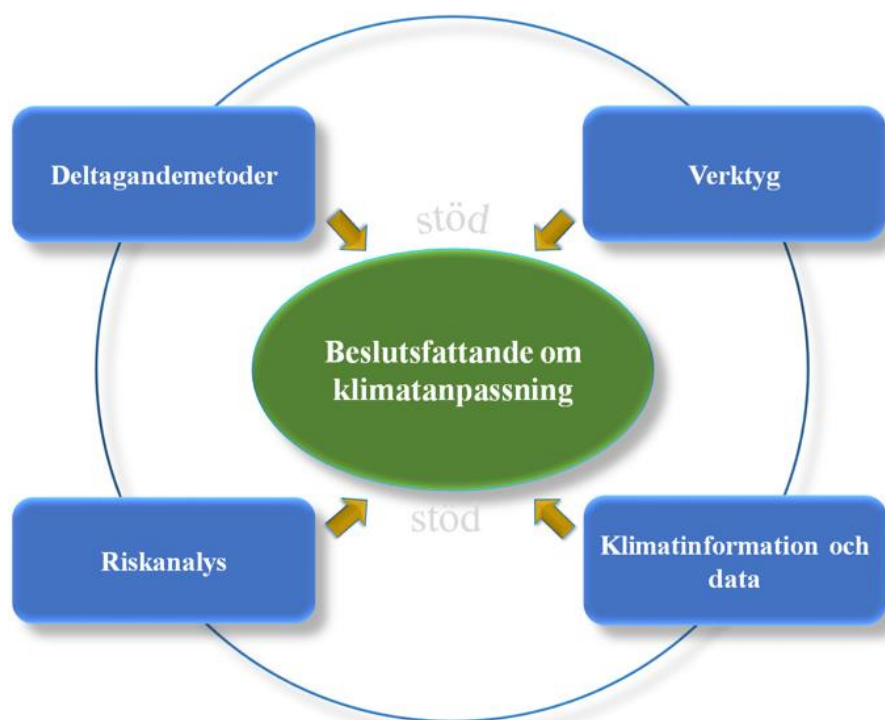
Den svenska litteraturen nämner också att omställningen till ett hållbart och klimatanpassat samhälle också kräver en ökad konsumtion av råvaror. Omställningen kräver renoveringar, nybyggnationer, och utbyggnationer av infrastruktur vilket i slutändan ökar konsumtionen av råvaror (Linnell, 2020). Ett exempel som lyfts är inom transportsektorn. Ökad hållbarhet inom transportsektorn kräver nya typer av fordon, utbyggnad av infrastruktur, biodrivmedel, med mera (Isacsson m.fl., 2020).

I den svenska litteraturen understryks det att många nya fossilfria energiteknologier är i behov av sällsynta metaller, vilket kan ge upphov till ett flertal risker både i Sverige och utomlands. Dessa risker kan beröra säkerhet, hälsa, samt miljö. Vind- och solkraft kräver sällsynta metaller, vilket kan ha negativ påverkan på miljön (Linnell, 2020). Produktionen av elfordon kräver utvinning av sällsynta metaller, vilket kan leda till ökade koldioxidutsläpp. Sociala förhållanden för de som arbetar med utvinning är ofta dålig (Isacsson m.fl., 2020). Dessa sällsynta metaller lär fortsätta vara en bristvara, vilket kan öka Sveriges sårbarhet vid eventuellt underskott (Boverket, 2020).

Beslutsstöd

Det finns idag ett antal vägledningar och beslutsstöd från svenska myndigheter och forskning och där Klimatanpassningsportalen¹ samlar ett flertal av dessa. Två nyligen avslutade forskningsprojekt som kan nämnas i detta sammanhang är: Beslutsstöd för framtidens naturolyckor (HazardSupport) och Robusta beslutsstödsmetoder för klimatanpassning i Sverige, båda med finansiering från MSB. En sammanställning av ytterligare pågående och avslutade projekt som på olika sätt belyser behovet av beslutsstöd finns tillgänglig på MSBs hemsida². Nationella expertrådet för klimatanpassning arbetar även med en rapport om beslutsstöd som kommer att inkludera rekommendationer och förslag på framtida åtgärder³ vilket troligtvis kan ge ytterligare insikter om behov som inte nämns i denna studie.

Utifrån den internationella forskningen ser vi att anpassningsåtgärder ofta integrerar med många olika informationskällor, strategier och verktyg (Hewitson m.fl., 2017; Porter & Dessai, 2017). Figur 4 visar en schematisk översikt på fyra olika komponenter som kan utgöra ett beslutsstöd (anpassad från Palutikof m.fl. (2019): i) verktyg, ii) riskanalys, iii) klimatinformation och data, och iv) deltagandemetoder. Dessa komponenter överlappar ofta med varandra. I följande avsnitt ges exempel på olika beslutsstöd som nämns in den granskade litteraturen, men det ska inte ses som en komplett lista.



Figur 4. Beslutsstödskomponenter, anpassad från Palutikof m.fl. (2019).

¹ <http://www.klimatanpassning.se/>

² <https://www.msb.se/sv/aktuellt/forskning-pagar/klimatforandringars-konsekvenser-naturolyckor/>.

³ Vid skrivande stund har vi dock ingen kännedom om när denna rapport kommer att publiceras.

Risikanalys

Risikanalys ligger som grund till arbetet med klimatanpassning, och används inom samtliga samhällssektorer. Vanliga metoder inkluderar bland annat felträdsanalys, "fyrögda" principen - ett krav på att två personer godkänner någon åtgärd innan den kan vidtas (Burg et al., 2019) - och säkerhetsanordningar (Mehvar m.fl., 2021). Både kvalitativa och kvantitativa metoder kan användas beroende på vad som behöver undersökas. Kostnad-nyttoanalyser kan användas för att bedöma vilken anpassningsåtgärd som är mest effektiv, och visa potentiella målkonflikter (Faivre m.fl., 2018).

När det gäller hydrometeorologiska risker belyste Sahani m.fl. (2019) den roll som naturbaserade lösningar kan spela i metoder för riskbedömning och hantering. Exempel på bedömningsmetoder i samband med översvämningsrisker är fuzzy logic och probabilistisk metodik, medan sårbarhetskartläggning av fastigheter och befolkning med hjälp av GIS används i risikanalys för värmeböljor. På detta sätt samverkar klimatriskbedömning avsevärt med nödvändiga 'informations- och datakällor' och 'verktyg och tekniker' som kompletterande typer av beslutsstöd.

Verktyg

Utöver risikanalys finns många andra verktyg som kan stödja beslutsfattare i deras arbete med klimatanpassning. Exempelen är många, och inkluderar bland annat GIS-kartor, robusta beslutsstödsmetoder, utvärderingsramverk, och indikatorer för att mäta resiliens. Inom vattensektorn utvärderade Saraswat m.fl. (2016) till exempel metoder för hantering av dagvattenavrinning och belyste hur användbara fjärranalys- och GIS-tekniker är för att utforma optimala uppsamlingsmått under framtida klimatförändringsscenarier. Bhawe m.fl. (2016) presenterade robusta metoder för beslutsfattande som bygger på miljökonsekvensbedömningar och andra strategiska miljöbedömningar. Andra typer av verktyg och tekniker som används i katastrofberedskap är fjärranalys och avbildning (t.ex. småskalig avbildning med hjälp utav drönare och storskaligavbildning via satellitbilder), system för tidig varning och system för övervakning av extrema händelser (Ghaffarian m.fl., 2019; Kerle, 2015). Inom ramen för riskreducering och förebyggande arbete är dessa verktyg till hjälp för att till exempel öka den sociala medvetenheten och planera snabba evakueringar.

Klimatinformation och data

Klimatinformation och data utgör ett viktigt underlag för anpassningsbeslut men forskningen visar att det finns ett gap mellan den information som produceras och dess tillgänglighet för användning som stöd för beslutsfattare (t.ex. Palutikof m.fl. 2019). Under de senaste åren har därför forskning fokuserat på klimattjänster och andra beslutsstöd för att förstå hur detta gap kan överbryggas och skapa bättre underlag för planering och beslutsfattande (GFCS, 2009).

Det finns många typer utav klimatinformation och data så som väderleksrapporter, historiska data, och klimatscenarier. Klimatinformation kan också tillhandahållas

genom politiska rapporter, strategier och riktlinjer, t.ex. Australiens riktlinjer för dricksvatten eller Världshälsoorganisationens riktlinjer för dricksvattenkvalitet (Khan m.fl., 2015).

Deltagandemetoder

Litteraturen framhåller att kunskapsdelning och deltagande i anpassningsarbetet är viktiga verktyg för att stödja beslutsfattande. Gerlak m.fl. (2018) och Sowman (2020) lyfter fram behovet av att deltagandemetoder för sektorsövergripande samarbete i riskhantering och sårbarhetsbedömningar. På samma sätt lyfter Mutambara m.fl. (2016) fram de lokala myndigheternas roll att stärka vattenanvändares kunskap, genom att främja deltagande från den privata sektorn, för att stödja en hållbar vattenförvaltning. Stöd för klimatanpassning tillhandahålls också av transnationella kommunala nätverk enligt Fünfgeld (2015), vilket främjar kunskap på lokal nivå.

Avslutningsvis visar våra samlade erfarenheter på att det är viktigt med skräddarsydda beslutsstöd för att tillgodose olika behoven beroende på beslutskontexten samt utifrån typ av klimatrisker, möjliga anpassningsåtgärder, och befintlig kunskap (se t.ex., André m.fl., 2020; Barquet and Cumiskey 2018). Klimatinformation och data bör också presenteras i ett användarvänligt format, så som rapporter, strategier, eller riktlinjer. Forskning visar här på att samarbete mellan forskare och användare är centralt, till exempel genom iterativa processer där forskare och användare gemensamt utformar frågeställningar och klimatinformation (André m.fl., 2020; Barquet m.fl., 2018). Vidare framgår att samproducerade klimattjänster kan generera ny kunskap samtidigt som det stärker relationer, förtroende, tillit och bygger kapacitet (Daniels m.fl., 2020). Andra positiva resultat handlar om ett ökat ägarskap, legitimitet och trovärdighet (Lang m.fl., 2012), vilket i slutändan ökar sannolikheten för att forskningsresultat genomförs i praktiken (Reed m.fl., 2018).

Det ska dock poängteras att vissa utmaningar kvarstår, framförallt när det gäller kommunikationen som mellan forskare och användare. Som forskningsprojektet HazardSupport visade behöver ibland användarna ny kunskap som inte ännu finns tillgänglig vilket gör det svårt för forskarna att tillgodose dessa behov. Ibland är det som är intressant utifrån ett forskningsperspektiv inte heller praktiskt applicerbart. Andra utmaningar handlar om tid och resurser att delta i samskapande processer, då dessa i vissa fall kan vara tidskonsumerande.

Kunskapsluckor

Under kunskapsöversikten framgick flera kunskapsluckor, där samtliga behöver belysas i framtida forskning. Kunskapsluckorna presenteras här utifrån ett flertal tematiska områden, utan specifik inbördes ordning.

- Risker som kan uppstå i och med klimatanpassning

Det saknas kunskap om felanpassning i en svensk kontext. Det behövs en ökad förståelse för vad felanpassning innebär rent konceptuellt. Ibland benämns felanpassning som missanpassning (Linnell, 2020), vilket pekar på att det ännu inte finns en etablerad benämning inom Sverige. Några exempel på felanpassning nämns i den granskade grålitteraturen, men ingen ger en helhetsbild utav vilka risker som kan uppstå. Dessa risker bör beaktas från ett ekonomiskt, socialt, och ekologiskt perspektiv. Det finns inte heller någon sammanställning på vem som kan påverkas vid klimatanpassning och vilka grupper som kan missgynnas. Det behövs också vidare studier kring felanpassning av infrastruktur för att förstå vilka nya risker som kan uppstå i och med stora infrastrukturprojekt. Dessutom saknas kunskap kring vilka konsekvenser som uppstår om samhället inte klimatanpassas.

- Klimatförändringarnas konsekvenser

Det behövs en ökad förståelse för vilka konsekvenser som kan uppstå i och med ett förändrat klimat. Detta då klimatanpassningsåtgärder behöver planeras utifrån kunskap om klimatförändringarna och dess påverkan på samhället. Många specifika kunskapsbehov nämns i de granskade dokumenten på svenska. De presenteras i Tabell 5.

Tabell 5. Kunskapsluckor om klimatförändringar och dess effekter

Sektor	Kunskapsluckor
Generellt	Vindförhållanden; framtida ökningen av nederbördsintensitet; klimatscenarier för Sverige; värme; bränder; ras och skred; havsnivåer; luftfuktighet; snö; vattennivåer i vattendrag; data för renkötselområdet; data för inre Norrland; GIS-underlag; händelsestatistik; osäkerheter
Energi	Klimatförändringarnas effekter på olika energislag
Livsmedelsförsörjning	Sambandet mellan klimatförändring och antibiotikaresistens; potential för nya jordbruksgrödor; utveckling av toxiska ämnen i livsmedelsprodukter; detaljerade jordartskartor
Dricksvattenförsörjning	Klimatförändringarnas påverkan på vattenmiljöer; lokal information om vattentillgång kopplat till geologi; vattenuttag; Mälaren
Offentlig förvaltning	Finansiering och lagändringar; nya länsanalyser med nya scenarier
Hälsa	Klimatrelaterad sjukdomsbörda; hälsoeffekter utomlands
Miljö	Hotade arter och naturtyper i marin miljö; klimatförändringarnas påverkan på miljö; klimatförändringarnas påverkan på biologisk mångfald; klimatförändringar och havsförurning; klimatförändringarnas påverkan på ekosystem; kustzonen; arter, ekosystem och naturtyper; utbredning av vektorer; indirekta konsekvenser; dominoeffekter
Övrigt	Människors livsval och beteenden; kartläggning av kulturmiljöer

Källa: Energimyndigheten (2018); Folkhälsomyndigheten (2017); Havs- och vattenmyndigheten, (2015, 2018); Hjerpe m.fl., (2021); Jaramillo m.fl., (2021); Livsmedelsverket, (2018).

- Identifiera målkonflikter och synergier

Myndigheter, kommuner, och näringsliv behöver stöd i att identifiera potentiella målkonflikter och synergier som kan uppstå i och med ökad hållbarhet och klimatanpassning (Energimyndigheten, 2021; Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Hjerpe m.fl., 2021). Målkonflikter och synergier bör identifieras inom olika nationella intressen. Mer forskning behövs på avvägningar mellan utsläppsminskningar, klimatanpassning, och biodiversitet för att undvika felanpassning och andra negativa konsekvenser. Enligt internationell forskning (Atteridge & Remling, 2018) behövs det vidare forskning på hur myndigheter kan prioritera dessa avvägningar.

Inom både den svenska och internationella litteraturen så blandas klimatanpassning ihop med utsläppsminskningar, vilket visar på att en konceptuell diskussion behövs. Det finns betydande skillnader som skiljer klimatanpassning från utsläppsminskningar. Att förstå dessa skillnader kan hjälpa myndigheter, kommuner, och näringsliv att hitta synergier och målkonflikter, och alltså minska risken för felanpassning.

- Utveckla ramverk, system, och indikatorer

Ramverk, system och indikatorer behöver utvecklas för att stödja myndigheter, kommuner, och näringsliv med deras arbete med klimatanpassning. Det finns ett behov att utveckla integrerade riskbedömningsmetoder, som kan användas för att identifiera och hantera risker som kan uppstå i och med klimatanpassning.

Följande behov nämndes:

- Indikatorer behövs för att mäta förändringar i hälsa i och med ett förändrat klimat (Folkhälsomyndigheten, 2017).
- Indikatorer för att följa klimatförändringarna (Noreen m.fl., 2017).
- Indikatorer, ramverk och system behövs för att analysera effektivitet av anpassningsåtgärder, och därför fånga potentiell felanpassning (Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Hjerpe m.fl., 2021; Jaramillo m.fl., 2021).
- Indikatorer för att mäta förändringar inom jordbrukssektorn (Noreen m.fl., 2017).
- Övervakningssystem för värmeböljor (Folkhälsomyndigheten, 2017), avvattning inom jordbruket (Noreen m.fl., 2017), ekosystemtjänster, samt havsplanering (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).
- Det saknas också ramverk och indikatorer för att mäta organisatorisk resiliens i relation till olika anpassningsåtgärder inom Sverige.

Dessa index bör appliceras individuellt, men metoder bör också tas fram där de kan kombineras och presenteras i lättförståeliga format så som kartor (Hjerpe m.fl., 2021).

- Finansiell genomförbarhetsstudie för anpassningsåtgärder

Ekonomiska analyser behövs för att förstå vilka anpassningsåtgärder som är mest kostnadseffektiva. Kostnad-nyttoanalyser bör utföras (Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Hjerpe m.fl., 2021). Speciellt fokus behövs på att kvantifiera ekosystemtjänster och naturbaserade lösningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Naturvårdsverket, 2019)

Internationell forskning hävdar ofta att det behövs mer investeringar i klimatanpassning, men frågan kvarstår om dessa investeringar faktiskt minskar samhällets resiliens då de i vissa fall leder till felanpassning (Atteridge & Remling, 2018). Det behövs alltså ett ramverk för att mäta hur finansiellt gångbara olika anpassningsåtgärder är mellan olika sektorer, och därmed kan visa på vilka anpassningsåtgärder som fungerar bäst.

- Sektorspecifika behov

Det finns ett flertal sektorspecifika behov inom jordbruk, vatten, och energi. Energisektorn behöver forskning kring framtida användning av kärnkraft relaterat till felanpassning; generell klimatanpassning, politiska styrmedel; risker med marin vattenkraft; risker med elektrifiering och hantering av dessa; och risker med bortkoppling från stamnätet. Det behövs även mer forskning om hur en ökad energianvändning kan påverka Sveriges vattendepåer och därmed vattenkraften, och hur det kan leda till felanpassning. Livsmedelssektor och jordbruket behöver mer forskning kring framtida jordbruksexpansion och potentiella risker; näringsläckage; inhemsk livsmedelproduktion i och med en ökad befolkningens mängd; och risker med bevattning. Drickvattensförsörjning behöver mer forskning på risk för kontaminering i grundvattensreservoarer; och brytpunkter för grundvattennivåer.

I den internationella forskningen nämns sällan vilka konsekvenser som kan uppstå på infrastrukturer i och med extrema väderhändelser. Till exempel, klimatförändringar lär leda till ökad nederbörd vilket kan leda till erosion av vägar. Det finns därför ett behov av att undersöka om det behövs nya material i framtiden. Ökad nederbörd kan också leda till ökat tryck på vattenförsörjning, detta då de flesta vattenhanteringssystemen byggdes utifrån vattenflöden för 100 år sedan. Det behövs vidare forskning om framtidens vattenhanteringssystem som kan hantera stora fluktuationer i flöden.

Den internationella forskningen (Viguié m.fl., 2021) nämner också att energisektorn är i behov av kunskapshöjande insatser för att förstå hur framtidens energiförbrukning kommer se ut i och med ett förändrat klimat. Dessutom kan andra faktorer påverka framtidens energianvändning, vilket också bör inkluderas i framtida sidor. Få studier undersöker "peak energy demand".

- Naturbaserade lösningar och ekosystemtjänster

Myndigheter, kommuner, och näringsliv behöver mer kunskap inom naturbaserade lösningar och ekosystemtjänster. Det behövs kunskapsöversikter som undersöker naturbaserade lösningar utifrån deras mångfunktionalitet

(Naturvårdsverket, 2019). Naturbaserade lösningar bör undersökas utifrån deras påverkan på beslutsfattande och social hållbarhet (Havs- och vattenmyndigheten, 2015). Naturbaserade lösningar framhålls dessutom ofta som enbart positiva med många nyttor. Det behövs därför ytterligare studier kring potentiell negativa konsekvenser och risker på samhället, till exempel genom att öka gentrifiering. Dessutom nämner inget utav de granskade dokumenten att naturbaserade lösningar kräver underhåll, vilket indikerar att det inte beaktas under planeringen av dessa åtgärder.

- Klimatanpassning och beslutsfattande

Det bör undersökas hur klimatanpassning bäst kan integreras i befintliga processer. Myndigheter, kommuner, och näringsliv behöver stöd kring hur klimatanpassning kan integreras i deras arbete, med speciellt fokus på samhällsskydd och beredskap, energisektorn, och ekosystemsförvaltning. Det behövs även underlag och processer kring hur olika konsekvenser och åtgärder bör prioriteras (Livsmedelsverket, 2018). Det saknas också generella riktlinjer kring vilka säkerhetskrav som bör ställas på storskaliga skydd (Boverket, 2020). Modellering kan stödja beslutsfattande, men ytterligare vägledning behövs för hur detta kan göras bäst (Chi m.fl., 2021). Inspiration skulle kunna dras från andra forskningsfält som hanterar liknande komplexitet som klimatanpassning (Atteridge & Remling, 2018).

Slutsatser och rekommendationer

Denna studie syftade till att ge en överblick över vilka risker som kan uppstå i och med ökad hållbarhet och klimatanpassning, och hur det kan påverka samhällets beredskap och säkerhet. Dessutom syftade studien att identifiera kunskapsluckor och olika typer av beslutsstöd. I linje med syftet formulerades fyra frågor: i) vilka negativa konsekvenser kan uppstå i och med omställningar som görs till följd av ett förändrat klimat?; ii) kan strävan mot ökad hållbarhet och klimatanpassning påverka samhällets robusthet, säkerhet och beredskap?; iii) vilka kunskapshöjande insatser behöver myndigheter, kommuner och näringsliv?; samt iv) vilka typer av beslutsstöd, verktyg, och metoder behövs för att bedöma och kvantifiera nya eller förvärrade risker samt för att stödja klimatanpassningsarbetet?

Begreppet felanpassning har varit centralt, och många exempel lyftes i både internationella och svenska litteraturen. Detta är speciellt nämntvärt i den svenska kontexten, då felanpassning ännu inte är ett etablerat begrepp. Inga studier ger dock en helhetsbild utav vilka risker som kan uppstå i och med ökad hållbarhet och klimatanpassning. Vidare forskning behövs om felanpassning. Forskning behöver också undersöka målkonflikter och synergier för att tidigt kunna identifiera potentiell felanpassning. Inspiration kan hämtas från andra kontexter även utanför OECD. Vi ser också att det finns ett behov av att bättre förstå synergieffekter och kompromisser mellan åtgärder för en minskad klimatpåverkan och anpassningsåtgärder.

Positiva konsekvenser som kan uppstå i och med klimatanpassning och ökad hållbarhet nämns ofta. Det finns även en hel del forskning om felanpassning, framför allt om livsmedel och avsaltning. Det behövs dock mer forskning om hur felanpassning kan uppstå i andra sektorer så som inom hälsa och transport, samt en ökad förståelse för hur dessa risker kan utvecklas i en svensk kontext. Vissa sektorer uttrycker specifika behov kring kunskapshöjande insatser, vilket är något som bör tas i beaktning.

Frågan kvarstår om ett klimatanpassat samhälle är resilient och robust. Resultaten indikerar att nya risker kan uppstå i och med klimatanpassning, så som att storskaliga kustskydd kan öka erosion och påverka marin biodiversitet negativt. Men det finns lite forskning kring hur samhället kan identifiera och hantera dessa nya risker, och hur dessa risker kan påverka samhällets resiliens, miljö, människors hälsa, och samhällsskydd och beredskap.

Myndigheter, kommuner, och näringslivet behöver ett flertal kunskapshöjande insatser för att effektivt implementera anpassningsåtgärder och minimera risker. De behöver praktiska verktyg och indikatorer för att effektivt kunna utvärdera och följa anpassningsåtgärder över tid. Dessa verktyg bör vara enkla för tjänstemän och beslutsfattare att använda, och måste kunna anpassas till olika kontexter. Andra kunskapshöjande insatser inkluderar till exempel en ökad förståelse för

målkonflikter och synergier; prioriteringskriterier; verktyg för att bedöma anpassningsåtgärder och deras effektivitet; samt indikatorer för att övervaka och därmed förbättra den organisatorisk resiliensen. Sammantaget ser vi inte att det finns ett ytterligare behov kring att ta fram nya riktlinjer för hur beslutsstöd bäst bör utformas. Däremot skulle fördjupade studier kunna ge svar på i vilken utsträckning befintliga beslutsstöd och vägledningar skapar förutsättningar för långsiktigt hållbara beslut om anpassningsåtgärder.

För att sammanfatta: Det är viktigt att förstå vilka risker ökad hållbarhet och klimatanpassning kan medföra. Detta för att bygga upp en stark beredskap i samhället, men också i ett preventivt syfte och därmed undvika att öka sårbarheten bland vissa grupper och sektorer i samhället.

Referenslista

Notera att referenslistan endast inkluderar de studier och dokument som citeras i rapporten. Samtliga referenser som ingått i granskningen finns tillgängliga vid förfrågan.

- Adger, W. N., Brown, I., & Surminski, S. (2018). Advances in risk assessment for climate change adaptation policy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2121), 20180106. <https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0106>
- Adil, A. M., & Ko, Y. (2016). Socio-technical evolution of Decentralized Energy Systems: A critical review and implications for urban planning and policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1025–1037. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.079>
- Agrawal, A., Kaur, N., Shakya, C., & Norton, A. (2020). Social assistance programs and climate resilience: Reducing vulnerability through cash transfers. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 44, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.09.013>
- Anderies, J. M., Folke, C., Walker, B., & Ostrom, E. (2013). Aligning Key Concepts for Global Change Policy: Robustness, Resilience, and Sustainability. *Ecology and Society*, 18(2), art8. <https://doi.org/10.5751/ES-05178-180208>
- André, K., Järnberg, L., & Gerger Swartling, Å. (2020). *Co-designing climate services to support adaptation to natural hazards: Two case studies from Sweden [policy brief]*. <https://www.sei.org/publications/co-designing-climate-services-to-support-adaptation-to-natural-hazards/>
- Aromataris, E., Fernandez, R., Godfrey, C. M., Holly, C., Khalil, H., & Tungpunkom, P. (2015). Summarizing systematic reviews: Methodological development, conduct and reporting of an umbrella review approach. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13(3), 132–140. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000055>
- Atteridge, A., & Remling, E. (2018). Is adaptation reducing vulnerability or redistributing it? *WIREs Climate Change*, 9(1). <https://doi.org/10.1002/wcc.500>
- Baumber, A. (2018). Energy cropping and social licence: What's trust got to do with it? *Biomass and Bioenergy*, 108, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.10.023>
- Barquet, K., & Cumiskey, L. (2018) Using participatory Multi-Criteria Assessments for assessing disaster risk reduction measures, *Coastal Engineering (134)*, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2017.08.006>
- Barquet, K., Dickin, S.K., Meijer, J.J. & Dastgheib, A. (2018). Testing RISC-KIT's integrated approach for assessing Disaster Risk Reduction measures on

- the coast of Kristianstad, Sweden. *Coastal Engineering*, 134, 203–211.
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2017.08.007>
- Bhave, A. G., Conway, D., Dessai, S., & Stainforth, D. A. (2016). Barriers and opportunities for robust decision making approaches to support climate change adaptation in the developing world. *Climate Risk Management*, 14, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2016.09.004>
- Birkmann, J., Wenzel, F., Greiving, S., Garschagen, M., Vallée, D., Nowak, W., Welle, T., Fina, S., Goris, A., Rilling, B., Friedrich, F., Fekete, A., Cutter, S. L., Düzgün, S., Ley, A., Friedrich, M., Kuhlmann, U., Novák, B., Wieprecht, S., ... Mitchell, J. K. (2016). Extreme Events, Critical Infrastructures, Human Vulnerability and Strategic Planning: Emerging Research Issues. *Journal of Extreme Events*, 03(04), 1650017. <https://doi.org/10.1142/S2345737616500172>
- Boverket. (2020). *Sambanden mellan byggd miljö, teknikutveckling och hållbarhet: En introduktion till stöd för översiktlig planering* (2020:10). Boverket.
- Bowen, K. J., & Ebi, K. L. (2015). Governing the health risks of climate change: Towards multi-sector responses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 12, 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.12.001>
- Brockhaus, M., Di Gregorio, M., Djoudi, H., Moeliono, M., Pham, T. T., & Wong, G. Y. (2021). The forest frontier in the Global South: Climate change policies and the promise of development and equity. *Ambio*, 50(12), 2238–2255. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01602-1>
- Brockway, A. M., & Dunn, L. N. (2020). Weathering adaptation: Grid infrastructure planning in a changing climate. *Climate Risk Management*, 30, 100256. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100256>
- Burg, T., A. Kowarik, M. Six, G. Brancato, and D. Krapavickaitė. 2019. “ESSnet KOMUSO: QUALITY GUIDELINES FOR FRAMES IN SOCIAL STATISTICS Version 1.51.” Framework Partnership Agreement No 07112.2015.003-2015.226 Specific Grant Agreement No 3 (SGA-3) No 07112.2018.007-2018.0444 Work Package 2. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/qgffss-v1.51.pdf>.
- Carbajo, R., & Cabeza, L. F. (2019). Sustainability and social justice dimension indicators for applied renewable energy research: A responsible approach proposal. *Applied Energy*, 252, 113429. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113429>
- Carlsson Kanyama, A., Mossberg Sonnek, K., Wikman-Svahn, P., & Zetterlund, H. (2016). *”Vi vill ju veta var linjen går”: Klimatanpassning i fem beslutsprocesser med fokus på osäkerhetshantering* (ISSN 1402-7615). KTH.
- Chaumillon, E., Bertin, X., Fortunato, A. B., Bajo, M., Schneider, J.-L., Dezileau, L., Walsh, J. P., Michelot, A., Chauveau, E., Créach, A., Hénaff, A., Sauzeau, T., Waeles, B., Gervais, B., Jan, G., Baumann, J., Breilh, J.-F., & Pedreros, R. (2017). Storm-induced marine flooding: Lessons from a multidisciplinary approach. *Earth-Science Reviews*, 165, 151–184. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.12.005>

- Chi, C.-F., Lu, S.-Y., Hallgren, W., Ware, D., & Tomlinson, R. (2021). Role of Spatial Analysis in Avoiding Climate Change Maladaptation: A Systematic Review. *Sustainability*, *13*(6), 3450. <https://doi.org/10.3390/su13063450>
- Chirambo, D. (2016). Moving past the rhetoric: Policy considerations that can make Sino-African relations to improve Africa's climate change resilience and the attainment of the sustainable development goals. *Advances in Climate Change Research*, *7*(4), 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2016.11.002>
- Choi, C., Berry, P., & Smith, A. (2021). The climate benefits, co-benefits, and trade-offs of green infrastructure: A systematic literature review. *Journal of Environmental Management*, *291*, 112583. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112583>
- Cools, J., Innocenti, D., & O'Brien, S. (2016). Lessons from flood early warning systems. *Environmental Science & Policy*, *58*, 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.006>
- Cradock-Henry, N. A., Flood, S., Buelow, F., Blackett, P., & Wreford, A. (2019). Adaptation knowledge for New Zealand's primary industries: Known, not known and needed. *Climate Risk Management*, *25*, 100190. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.100190>
- Cusick, D. (2020). Climate Adaptation Risks Displacing Vulnerable Communities, If Not Done Right. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/climate-adaptation-risks-displacing-vulnerable-communities-if-not-done-right/>
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Local evidence on vulnerabilities and adaptations to global environmental change*, *18*(4), 598–606. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>
- Daniels, E., Bharwani, S., Gerger Swartling, Å., Vulturius, G., & Brandon, K. (2020). Refocusing the climate services lens: Introducing a framework for co-designing “transdisciplinary knowledge integration processes” to build climate resilience. *Climate Services*, *19*, 100181. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2020.100181>
- Dawkins, E., André, K., Axelsson, K., Benoist, L., Swartling, Å. G., & Persson, Å. (2019). Advancing sustainable consumption at the local government level: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, *231*, 1450–1462. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.176>
- DeNicola, E., Aburizaiza, O. S., Siddique, A., Siddique, A., Khwaja, H., & Carpenter, D. O. (2015). Climate Change and Water Scarcity: The Case of Saudi Arabia. *Annals of Global Health*, *81*(3), 342. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.005>

- Dobler-Morales, C., & Bocco, G. (2021). Social and environmental dimensions of drought in Mexico: An integrative review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102067>
- Dundon, L. A., & Abkowitz, M. (2021). Climate-induced managed retreat in the U.S.: A review of current research. *Climate Risk Management*, 33, 100337. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100337>
- Eckstein, D., Hutfils, M.-L., Winges, M., & Germanwatch. (2018). *Global Climate Risk Index 2019 Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2017 and 1998 to 2017*.
- Energimyndigheten. (2018). *Energimyndighetens arbete med klimatanpassning: Handlingsplan Dnr 2018–926* (Handlingsplan Dnr 2018-926). Energimyndigheten. <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/trygg-energiforsorjning/energimyndighetens-arbete-med-klimatanpassning---handlingsplan.pdf>
- Energimyndigheten. (2021). *Scenarier över Sveriges energisystem 2020* (ISSN 1403-1892). Energimyndigheten.
- Enríquez-de-Salamanca, Á., Díaz-Sierra, R., Martín-Aranda, R. M., & Santos, M. J. (2017). Environmental impacts of climate change adaptation. *Environmental Impact Assessment Review*, 64, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.03.005>
- Ernst, A. (2019). Research techniques and methodologies to assess social learning in participatory environmental governance. *Learning, Culture and Social Interaction*, 23, 100331. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100331>
- Ernst, K. M., & Preston, B. L. (2017). Adaptation opportunities and constraints in coupled systems: Evidence from the U.S. energy-water nexus. *Environmental Science & Policy*, 70, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.01.001>
- Europeiska kommissionen. (2019). *Critical infrastructure protection*. <https://ec.europa.eu.ezp.sub.su.se/jrc/en/research-topic/critical-infrastructure-protection>
- Everard, M. (2020). Managing socio-ecological systems: Who, what and how much? The case of the Banas river, Rajasthan, India. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 44, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.03.004>
- Faivre, N., Sgobbi, A., Happaerts, S., Raynal, J., & Schmidt, L. (2018). Translating the Sendai Framework into action: The EU approach to ecosystem-based disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 32, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.12.015>
- Ferreira, O., Viavattene, C., Jiménez, J. A., Bolle, A., das Neves, L., Plomaritis, T. A., McCall, R., & van Dongeren, A. R. (2018). Storm-induced risk assessment: Evaluation of two tools at the regional and hotspot scale. *Coastal Engineering*, 134, 241–253. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2017.10.005>

- Ferro-Azcona, H., Espinoza-Tenorio, A., Calderón-Contreras, R., Ramenzoni, V. C., Gómez País, M. de las M., & Mesa-Jurado, M. A. (2019). Adaptive capacity and social-ecological resilience of coastal areas: A systematic review. *Ocean & Coastal Management*, *173*, 36–51. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.01.005>
- Folkersen, M. V. (2018). Ecosystem valuation: Changing discourse in a time of climate change. *Ecosystem Services*, *29*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.008>
- Folkhälsomyndigheten. (2017). *Folkhälsa i ett förändrat klimat Handlingsplan för klimatanpassning år 2017-2020*. Folkhälsomyndigheten. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/globalassets/livsvillkor-levnadsvanor/halsoskydd-miljohalsa/handlingsplan-klimatanpassning-folkhalsomyndigheten.pdf>
- Fünfgeld, H. (2015). Facilitating local climate change adaptation through transnational municipal networks. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *12*, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.10.011>
- Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete
- Galappaththi, E. K., Ford, J. D., & Bennett, E. M. (2019). A framework for assessing community adaptation to climate change in a fisheries context. *Environmental Science & Policy*, *92*, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.005>
- Ganjurjav, H., Zhang, Y., Gornish, E. S., Hu, G., Li, Y., Wan, Y., & Gao, Q. (2019). Differential resistance and resilience of functional groups to livestock grazing maintain ecosystem stability in an alpine steppe on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Journal of Environmental Management*, *251*, 109579. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109579>
- Ge, L., Anten, N. P., van Dixhoorn, I. D., Feindt, P. H., Kramer, K., Leemans, R., Meuwissen, M. P., Spooler, H., & Sukkel, W. (2016). Why we need resilience thinking to meet societal challenges in bio-based production systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *23*, 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.009>
- Gerlak, A. K., Weston, J., McMahan, B., Murray, R. L., & Mills-Novoa, M. (2018). Climate risk management and the electricity sector. *Climate Risk Management*, *19*, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.12.003>
- GFCS. (2009). *World Climate Conference-3 (WCC-3) | GFCS*. http://www.gfcs-climate.org/wwc_3/
- Ghaffarian, S., Kerle, N., Pasolli, E., & Jokar Arsanjani, J. (2019). Post-Disaster Building Database Updating Using Automated Deep Learning: An Integration of Pre-Disaster OpenStreetMap and Multi-Temporal Satellite Data. *Remote Sensing*, *11*(20), 2427. <https://doi.org/10.3390/rs11202427>
- Grantham, T. E., Matthews, J. H., & Bledsoe, B. P. (2019). Shifting currents: Managing freshwater systems for ecological resilience in a changing

- climate. *Water Security*, 8, 100049.
<https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100049>
- Greer, F., Rakas, J., & Horvath, A. (2020). Airports and environmental sustainability: A comprehensive review. *Environmental Research Letters*, 15(10), 103007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb42a>
- Haddaway, N. R., Woodcock, P., Macura, B., & Collins, A. (2015). Making literature reviews more reliable through application of lessons from systematic reviews: Making Literature Reviews More Reliable. *Conservation Biology*, 29(6), 1596–1605. <https://doi.org/10.1111/cobi.12541>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2015). *Key research needs for sustainable management of the Baltic Sea* (ISBN 978-91-87967-00-9). Havs- och Vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/download/18.393ecf3e15512407d9c8ec2e/1465368512553/rapport-2015-27-report-research-needs-for-the-baltic.pdf>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2018). *Havs- och vattenmyndighetens arbete med handlingsplan för klimatanpassning* (ISBN: 978-91-87967-98-6). Havs- och Vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/download/18.413d9ff9162bd6b08f0376e8/1523974006883/handlingsplan-klimatanpassning.pdf>
- Hewitson, B., Waagsaether, K., Wohland, J., Kloppers, K., & Kara, T. (2017). Climate information websites: An evolving landscape. *WTREs Climate Change*, 8(5). <https://doi.org/10.1002/wcc.470>
- Hickford, A. J., Blainey, S. P., Ortega Hortelano, A., & Pant, R. (2018). Resilience engineering: Theory and practice in interdependent infrastructure systems. *Environment Systems and Decisions*, 38(3), 278–291. <https://doi.org/10.1007/s10669-018-9707-4>
- Hiers, J. K., Jackson, S. T., Hobbs, R. J., Bernhardt, E. S., & Valentine, L. E. (2016). The Precision Problem in Conservation and Restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(11), 820–830. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.08.001>
- Hjerpe, K., Sjöberg, T., Englund, B., & Jonsson, A. (2021). *Myndigheters arbete med klimatanpassning 2020*. 96.
- Ibrahim, A., Saito, K., Bado, V. B., & Wopereis, M. C. S. (2021). Thirty years of agronomy research for development in irrigated rice-based cropping systems in the West African Sahel: Achievements and perspectives. *Field Crops Research*, 266, 108149. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108149>
- Isacsson, G., Karlsson, L., Ahlenius, H., & Lang, J. (2020). *Effekter, samhällsekonomisk effektivitet och hållbarhet: En underlagsrapport till Inriktningsunderlag inför transportinfrastrukturplanering för perioden 2022 – 2033 och 2022 – 2037* (2020:223). Trafikverket.
- Jaramillo, F., Lund, V., Stock, B., & Piemontese, L. (2021). *Långsamma kontinuerliga risker från klimatförändringar i Sverige 2050* (Nr MSB1778-maj 2021). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29634.pdf>

- Johansson, H., Eklöf, H., & Lindblom, H. (2020). *Kunskapsunderlag om energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan* [2020:084]. Trafikverket. https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/76294/Ineko.Product.RelatedFiles/2020_084_Kunskapsunderlag_klimat_2020_final_2.0.pdf
- Juhola, S., Glaas, E., Linnér, B.-O., & Neset, T.-S. (2016). Redefining maladaptation. *Environmental Science & Policy*, *55*, 135–140. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.09.014>
- Karimi, V., Karami, E., & Keshavarz, M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. *Journal of Integrative Agriculture*, *17*(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61794-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61794-5)
- Kazemi, H., Klug, H., & Kamkar, B. (2018). New services and roles of biodiversity in modern agroecosystems: A review. *Ecological Indicators*, *93*, 1126–1135. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.018>
- Kerle, N. (2015). Disasters: Risk assessment, management, and post – disaster studies using remote sensing. I *Remote sensing of water resources, disasters, and urban studies (Remote sensing handbook, 3)* (s. 455–481). CRC Press.
- Khan, S. J., Deere, D., Leusch, F. D. L., Humpage, A., Jenkins, M., & Cunliffe, D. (2015). Extreme weather events: Should drinking water quality management systems adapt to changing risk profiles? *Water Research*, *85*, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.018>
- Kuang, D., & Liao, K.-H. (2020). Learning from Floods: Linking flood experience and flood resilience. *Journal of Environmental Management*, *271*, 111025. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111025>
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., & Thomas, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, *7*(1), 25–43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Lassiter, A. (2021). Rising seas, changing salt lines, and drinking water salinization. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *50*, 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.04.009>
- Lee, K., & Jepson, W. (2020). Drivers and barriers to urban water reuse: A systematic review. *Water Security*, *11*, 100073. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100073>
- Lemos, M. C. (2015). Usable climate knowledge for adaptive and co-managed water governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *12*, 48–52. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.09.005>
- Linnell, M. (2020). *Framtida samhällsrisker. Energisystem och klimat i Sverige 2050* (Nr MSB1779-maj 2021). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29638.pdf>
- Liu, B.-W., Wang, M.-H., Chen, T.-L., Tseng, P.-C., Sun, Y., Chiang, A., & Chiang, P.-C. (2020). Establishment and implementation of green infrastructure practice for healthy watershed management: Challenges and perspectives.

- Water-Energy Nexus*, 3, 186–197.
<https://doi.org/10.1016/j.wen.2020.05.003>
- Livsmedelsverket. (2018). *Livsmedelssektorn i ett förändrat klimat—Plan för vad Livsmedelsverket behöver göra* (Handlingsplan ISSN 1104-7089). Livsmedelsverket.
<https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2018/2018-livsmedelsverkets-handlingsplan-for-klimatanpassning.pdf>
- Länsstyrelsen Skåne. (u.å.). *Bilaga 1: Miljökonsekvensbeskrivning av Riskhanteringsplan för Falsterbonäset*. Länsstyrelsen Skåne.
<https://motenmedborgarportal.malmo.se/welcome-sv/namnderstyrelser/stadsbyggnadsnamnden/mote-2021-10-20/agenda/miljokonsekvensbeskrivning-samrad-falsterbonasetpdf?downloadMode=open&fbclid=IwAR2MhZjMsDp8odi7DfVZ38BHTRsiybH2BurzFmn25ULH8RuQ368EwxGNWcQ>
- Magnan, A. K., Schipper, E. L. F., & Duvat, V. K. E. (2020). Frontiers in Climate Change Adaptation Science: Advancing Guidelines to Design Adaptation Pathways. *Current Climate Change Reports*, 6(4), 166–177.
<https://doi.org/10.1007/s40641-020-00166-8>
- Markolf, S. A., Chester, M. V., Eisenberg, D. A., Iwaniec, D. M., Davidson, C. I., Zimmerman, R., Miller, T. R., Ruddell, B. L., & Chang, H. (2018). Interdependent Infrastructure as Linked Social, Ecological, and Technological Systems (SETSs) to Address Lock-in and Enhance Resilience. *Earth's Future*, 6(12), 1638–1659.
<https://doi.org/10.1029/2018EF000926>
- Martinez, M. L., Taramelli, A., & Silva, R. (2017). Resistance and Resilience: Facing the Multidimensional Challenges in Coastal Areas. *Journal of Coastal Research*, 77, 1–6. <https://doi.org/10.2112/SI77-001.1>
- McKune, S. L., Borresen, E. C., Young, A. G., Auria Ryley, T. D., Russo, S. L., Diao Camara, A., Coleman, M., & Ryan, E. P. (2015). Climate change through a gendered lens: Examining livestock holder food security. *Global Food Security*, 6, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.05.001>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Mehvar, S., Wijnberg, K., Borsje, B., Kerle, N., Schraagen, J. M., Vinke-de Kruijf, J., Geurs, K., Hartmann, A., Hogeboom, R., & Hulscher, S. (2021). Review article: Towards resilient vital infrastructure systems – challenges, opportunities, and future research agenda. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(5), 1383–1407. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1383-2021>
- Misra, M. (2017). Smallholder agriculture and climate change adaptation in Bangladesh: Questioning the technological optimism. *Climate and*

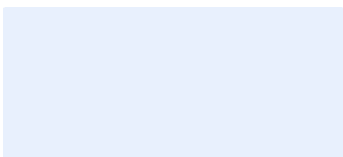
- Development*, 9(4), 337–347.
<https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1145101>
- Mohaddes, K., & Williams, R. J. (2020). The adaptive investment effect: Evidence from Chinese provinces. *Economics Letters*, 193, 109332.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109332>
- Morrison, T. H., Adger, N., Barnett, J., Brown, K., Possingham, H., & Hughes, T. (2020). Advancing Coral Reef Governance into the Anthropocene. *One Earth*, 2(1), 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.014>
- Moyo, H., Slotow, R., Rouget, M., Mugwedi, L., Douwes, E., Tsvuura, Z., & Tshabalala, T. (2021). Adaptive management in restoration initiatives: Lessons learned from some of South Africa's projects. *South African Journal of Botany*, 139, 352–361. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.016>
- MSB. (2014). *Action plan for the protection of vital societal functions & critical infrastructure*. MSB.
- MSB. (2020). *Uppdaterad definition samhällsviktig verksamhet*.
<https://www.msb.se/contentassets/d8fca23b124c4686a629970fd2c1aa31/uppdaterad-definition-samhallsviktig-verksamhet.pdf>
- Muccione, V., Huggel, C., Bresch, D. N., Jurt, C., Wallimann-Helmer, I., Mehra, M. K., & Pabón Caicedo, J. D. (2019). Joint knowledge production in climate change adaptation networks. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 147–152. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.09.011>
- Mutambara, S., Darkoh, M. B. K., & Athlopheng, J. R. (2016). A comparative review of water management sustainability challenges in smallholder irrigation schemes in Africa and Asia. *Agricultural Water Management*, 171, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.03.010>
- Nagy, G. J., Gutiérrez, O., Brugnoli, E., Verocai, J. E., Gómez-Erache, M., Villamizar, A., Olivares, I., Azeiteiro, U. M., Leal Filho, W., & Amaro, N. (2019). Climate vulnerability, impacts and adaptation in Central and South America coastal areas. *Regional Studies in Marine Science*, 29, 100683.
<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100683>
- Naturvårdsverket. (2019). *Handlingsplan för Naturvårdsverkets arbete med klimatanpassning* [Handlingsplan]. Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/contentassets/469a59fe37ac46369fdf9d44e33a806f/handlingsplan-for-naturvardsverkets-arbete-med-klimatanpassning-20190124.pdf>
- Neset, T.-S., Wiréhn, L., Klein, N., Käyhkö, J., & Juhola, S. (2019). Maladaptation in Nordic agriculture. *Climate Risk Management*, 23, 78–87.
<https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.12.003>
- Noreen, A., Andersson, J., & Markensten, T. (2017). *Handlingsplan för klimatanpassning* (RA17:7). Jordbruksverket.
<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ra177.html>

- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan— A web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Pachauri, R. K., & Reisinger, A. (2014). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.
- Palutikof, J. P., Street, R. B., & Gardiner, E. P. (2019). Decision support platforms for climate change adaptation: An overview and introduction. *Climatic Change*, 153(4), 459–476. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02445-2>
- Partey, S. T., Zougmore, R. B., Ouédraogo, M., & Campbell, B. M. (2018). Developing climate-smart agriculture to face climate variability in West Africa: Challenges and lessons learnt. *Journal of Cleaner Production*, 187, 285–295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.199>
- Pauleit, S., Ambrose-Oji, B., Andersson, E., Anton, B., Buijs, A., Haase, D., Elands, B., Hansen, R., Kowarik, I., Kronenberg, J., Mattijssen, T., Stahl Olafsson, A., Rall, E., van der Jagt, A. P. N., & Konijnendijk van den Bosch, C. (2019). Advancing urban green infrastructure in Europe: Outcomes and reflections from the GREEN SURGE project. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.006>
- Perry, J. (2015). Climate change adaptation in the world's best places: A wicked problem in need of immediate attention. *Landscape and Urban Planning*, 133, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.08.013>
- Petzold, J., & Ratter, B. M. W. (2015). Climate change adaptation under a social capital approach – An analytical framework for small islands. *Ocean & Coastal Management*, 112, 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.05.003>
- Pietrapertosa, F., Khokhlov, V., Salvia, M., & Cosmi, C. (2018). Climate change adaptation policies and plans: A survey in 11 South East European countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 3041–3050. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.116>
- Porter, J. J., & Dessai, S. (2017). Mini-me: Why do climate scientists' misunderstand users and their needs? *Environmental Science & Policy*, 77, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.004>
- Prop. 2017/18:163 Nationell strategi för klimatanpassning.
- Reed, M. S., Vella, S., Challies, E., de Vente, J., Frewer, L., Hohenwallner-Ries, D., Huber, T., Neumann, R. K., Oughton, E. A., Sidoli del Ceno, J., & van Delden, H. (2018). A theory of participation: What makes stakeholder and public engagement in environmental management work?: A theory of participation. *Restoration Ecology*, 26, S7–S17. <https://doi.org/10.1111/rec.12541>

- Remington, G. (2018). Transforming tradition: The aflaj and changing role of traditional knowledge systems for collective water management. *Journal of Arid Environments*, *151*, 134–140.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.10.003>
- Richards, R. G., Davidson, A. T., Meynecke, J.-O., Beattie, K., Hernaman, V., Lynam, T., & van Putten, I. E. (2015). Effects and mitigations of ocean acidification on wild and aquaculture scallop and prawn fisheries in Queensland, Australia. *Fisheries Research*, *161*, 42–56.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.06.013>
- Ruffato-Ferreira, V., da Costa Barreto, R., Oscar Júnior, A., Silva, W. L., de Berrêdo Viana, D., do Nascimento, J. A. S., & de Freitas, M. A. V. (2017). A foundation for the strategic long-term planning of the renewable energy sector in Brazil: Hydroelectricity and wind energy in the face of climate change scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*, 1124–1137.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.020>
- Runhaar, H., Wilk, B., Persson, Å., Uittenbroek, C., & Wamsler, C. (2018). Mainstreaming climate adaptation: Taking stock about “what works” from empirical research worldwide. *Regional Environmental Change*, *18*(4), 1201–1210. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1259-5>
- Sahani, J., Kumar, P., Debele, S., Spyrou, C., Loupis, M., Aragão, L., Porcù, F., Shah, M. A. R., & Di Sabatino, S. (2019). Hydro-meteorological risk assessment methods and management by nature-based solutions. *Science of The Total Environment*, *696*, 133936.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133936>
- Sample, J. E., Duncan, N., Ferguson, M., & Cooksley, S. (2015). Scotland’s hydropower: Current capacity, future potential and the possible impacts of climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *52*, 111–122.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.071>
- Saraswat, C., Kumar, P., & Mishra, B. K. (2016). Assessment of stormwater runoff management practices and governance under climate change and urbanization: An analysis of Bangkok, Hanoi and Tokyo. *Environmental Science & Policy*, *64*, 101–117.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.018>
- Schauberger, G., Hennig-Pauka, I., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Knauder, W., Anders, I., Andre, K., & Schönhart, M. (2020). Efficacy of adaptation measures to alleviate heat stress in confined livestock buildings in temperate climate zones. *Biosystems Engineering*, *200*, 157–175.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.09.010>
- Schipper, E. L. F. (2020). Maladaptation: When Adaptation to Climate Change Goes Very Wrong. *One Earth*, *3*(4), 409–414.
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.014>

- Scott, C. A., Shrestha, P. P., & Lutz-Ley, A. N. (2020). The re-adaptation challenge: Limits and opportunities of existing infrastructure and institutions in adaptive water governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 44, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.09.012>
- Sharifi, A. (2021). Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. *Science of The Total Environment*, 750, 141642. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141642>
- Shi, L., & Moser, S. (2021). Transformative climate adaptation in the United States: Trends and prospects. *Science*, 372(6549), eabc8054. <https://doi.org/10.1126/science.abc8054>
- Singh, N. P., Anand, B., Singh, S., & Khan, A. (2019). Mainstreaming climate adaptation in Indian rural developmental agenda: A micro-macro convergence. *Climate Risk Management*, 24, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.04.003>
- Sowman, M. (2020). Participatory and rapid vulnerability assessments to support adaptation planning in small-scale fishing communities of the Benguela Current Large Marine Ecosystem. *Environmental Development*, 36, 100578. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100578>
- Stringer, L. C., Mirzabaev, A., Benjaminsen, T. A., Harris, R. M. B., Jafari, M., Lissner, T. K., Stevens, N., & Tirado-von der Pahlen, C. (2021). Climate change impacts on water security in global drylands. *One Earth*, 4(6), 851–864. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.010>
- Suman, A. (2021). Role of renewable energy technologies in climate change adaptation and mitigation: A brief review from Nepal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111524>
- Tang, K. H. D. (2019). Climate change in Malaysia: Trends, contributors, impacts, mitigation and adaptations. *Science of The Total Environment*, 650, 1858–1871. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.316>
- Terzi, S., Torresan, S., Schneiderbauer, S., Critto, A., Zebisch, M., & Marcomini, A. (2019). Multi-risk assessment in mountain regions: A review of modelling approaches for climate change adaptation. *Journal of Environmental Management*, 232, 759–771. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.100>
- Thapa, B., Scott, C., Wester, P., & Varady, R. (2016). Towards characterizing the adaptive capacity of farmer-managed irrigation systems: Learnings from Nepal. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 21, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.10.005>
- Toxopeus, H., & Polzin, F. (2021). Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, 289, 112371. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112371>

- Tramblay, Y., Koutroulis, A., Samaniego, L., Vicente-Serrano, S. M., Volaire, F., Boone, A., Le Page, M., Llasat, M. C., Albergel, C., Burak, S., Cailleret, M., Kalin, K. C., Davi, H., Dupuy, J.-L., Greve, P., Grillakis, M., Hanich, L., Jarlan, L., Martin-StPaul, N., ... Polcher, J. (2020). Challenges for drought assessment in the Mediterranean region under future climate scenarios. *Earth-Science Reviews*, 210, 103348. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103348>
- Tubi, A., & Williams, J. (2021). Beyond binary outcomes in climate adaptation: The illustrative case of desalination. *WIREs Climate Change*, 12(2). <https://doi.org/10.1002/wcc.695>
- Verburg, R., Rahn, E., Verweij, P., van Kuijk, M., & Ghazoul, J. (2019). An innovation perspective to climate change adaptation in coffee systems. *Environmental Science & Policy*, 97, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.03.017>
- Vignola, R., Harvey, C. A., Bautista-Solis, P., Avelino, J., Rapidel, B., Donatti, C., & Martinez, R. (2015). Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers: Definitions, opportunities and constraints. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.05.013>
- Viguié, V., Juhel, S., Ben-Ari, T., Colombert, M., Ford, J. D., Giraudet, L. G., & Reckien, D. (2021). When adaptation increases energy demand: A systematic map of the literature. *Environmental Research Letters*, 16(3), 033004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc044>
- Warnatzsch, E. A., & Reay, D. S. (2020). Assessing climate change projections and impacts on Central Malawi's maize yield: The risk of maladaptation. *Science of The Total Environment*, 711, 134845. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134845>
- Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., Hyde, K. J. W., Morelli, T. L., Morisette, J. T., Muñoz, R. C., Pershing, A. J., Peterson, D. L., Poudel, R., Staudinger, M. D., Sutton-Grier, A. E., Thompson, L., Vose, J., Weltzin, J. F., & Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of The Total Environment*, 733, 137782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>
- Yegbemey, R. N., & Egah, J. (2021). Reaching out to smallholder farmers in developing countries with climate services: A literature review of current information delivery channels. *Climate Services*, 23, 100253. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100253>



I samarbete med:

