

Examensarbete INES nr 434

# Skyddande, bevarande och skapande av urbana ekosystemtjänster i svenska kommuner

**Linn Gardell**

---

2017  
Institutionen för  
Naturgeografi och Ekosystemvetenskap  
Lunds Universitet  
Sölvegatan 12  
223 62 Lund



Linn Gardell (2017). Skyddande, bevarande och skapande av urbana ekosystemtjänster i svenska kommuner  
English title: Protection, conservation and creation of urban ecosystem services in Swedish municipalities

Master thesis nr 434, 30 hp in Naturgeografi och Ekosystemanalys  
Institution för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap, Lunds Universitet

Nivå: Naturvetenskaplig Masterexamen, Master of Science (MSc)

Kursperiod: Januari 2017 till juni 2017

#### Ansvarsfriskrivning

Detta dokument beskriver det arbete som utförts inom ett studieprogram vid Lunds Universitet. Alla synpunkter och åsikter som uttrycks i denna är den ansvarige författarens, och inte nödvändigtvis institutionens.

# Skyddande, bevarande och skapande av urbana ekosystemtjänster i svenska kommuner

---

Linn Gardell

Masterexamenarbete, 30 högskolepoäng, i Naturgeografi och ekosystemanalys\*

Handledare:  
Göran Blom  
Naturvårdsverket

Anna Maria Jönsson  
Lunds Universitet, Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap

Examinator:  
Lars Harrie  
Lunds Universitet, Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap



## Sammanfattning

Andelen av världens befolkning bosatta i städer väntas dubblas från år 2010 till år 2050. Sverige urbaniseras enligt samma trend. Detta har lett till snabba antropogena förändringar av ekosystemen de senaste 50 åren. Trycket på de ekosystem som förser oss med livsviktiga tjänster har ökat markant. Tjänsterna från ekosystemen kallas ekosystemtjänster. Riskerna av förtätade miljöer och de utmaningar som följer överexploatering är många och en del av dessa förändringar kan komma att visa sig irreversibla. För att bemöta dessa problem krävs planering för skyddande, skapande och bevarande insatser.

Rapporten syftar till att svara på frågeställningarna **I)** Har Sveriges 290 kommuner integrerat arbetet med ekosystemtjänster, utifrån de utmaningar man har, i verksamheter och beslut? **II)** Finns det glapp mellan vad man som kommun arbetar med för bevarandet av ekosystemtjänster i förhållande till de utmaningar man klimatmässigt står inför? **III)** Hur ser den demografiska förändringen ut och hur påverkar detta utmaningarna med bevarandet, skyddandet och skapandet av ekosystemtjänster i urbana områden i Sverige?

För att besvara dessa frågeställningar redovisades klimatindikatorer vilka beskriver det klimat Sveriges kommuner kan komma att möta år 2021-2050. Karteringen är baserad på strålningsdrivningsscenario RCP8,5. En jämförelse av kommunernas respektive insatser gällande dessa visar att flertalet kommuner behöver inkludera dessa mer i sina planeringsunderlag. De demografiska förändringarna tyder på en ökad urban population. Rapporten tydliggör de utvecklingsmöjligheter som finns för arbetet med bevarande, skyddande och skapande av urbana ekosystemtjänster i Sveriges kommuner. Vikten av en länk mellan forskning och beslutstagare samt utvärdering under arbetets gång visar sig vara betydande för att uppnå en flexibel utveckling. Det är viktigt att överväga de långsiktiga konsekvenserna av störningar i ekosystemen.

**Nyckelord:** ekosystemtjänster, klimatscenarier, kommuner, urbana områden, värderingsmetoder

## **Abstract**

The share of the world's population living in urban areas is likely to double between the year 2010 and 2050. Sweden develops in the same manner. For the last 50 years many, rapid, anthropogenic changes has occurred within the ecosystems. In urban communities where the population increases the most, challenges that follow are exploitation and densification of unnatural surfaces. This can, in some cases, lead to irreversible changes in these systems. The services provided by ecosystems are called ecosystem services. To meet the urban areas' demands and to approach the issues of degraded urban ecosystems, action planning of restoration, nature based solutions and conservation is needed.

This report aims to answer the questions **I)** Has Sweden's' 290 municipalities, integrated management of ecosystem services in the societal institutions and the decision making process? **II)** Are there overlaps or are there uncovered areas within the municipal management of the challenges the climate change brings? **III)** How does the demographic change appear and how does it alter the challenges of conservation, protection and creation of ecosystem services in urban areas in Sweden?

To answer the questions climate indicators describing the challenges Sweden's municipalities may face in 2021-2050 are presented based on the radiative forcing scenario RCP8,5. A comparison of the municipalities' respective management actions was carried out showing that the climate scenarios need to be covered and included more in the planning processes. Demographic changes show an increasing urban population in Sweden. It is clarified that there are opportunities within the development of conservation, protection and recreation of urban ecosystem services in Swedish municipalities. The link between research and decision makers are shown to be of importance and the management efforts should aim to achieve flexibility. It is important to consider the long-term consequences of the interference with the ecosystems.

**Key words:** climate scenarios, ecosystem services, valuation methods, municipalities, urban areas.

## **Tillkännagivande**

Jag vill tacka mina handledare, Anna-Maria Jönsson och Göran Blom, för att de bistått mig med råd och stöd, motiverat och inspirerat till idéer och nytänkande samt varit tålmodiga genom arbetets gång. Jag vill också tacka Göran Blom ytterligare, för möjligheten att skriva denna rapport i samarbete med dig och Naturvårdsverket och Anna-Maria för att din akademiska expertis och för att du alltid varit tillgänglig när jag behövt extra råd. Vidare vill jag tacka alla i min omgivning som varit förstående och sporrande under arbetets gång.

## Innehåll

<b>1.0</b>	<b>Introduktion</b>	<b>1</b>
1.1	Ekosystemtjänster	1
1.2	Framtida klimatscenarier	2
1.3	Urbanisering i Sverige och urbana miljöer	2
1.4	Syfte och mål	3
<b>2.0</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>5</b>
2.1	Ekosystemtjänster	5
2.1.1	Stödjande ekosystemtjänster	6
2.1.2	Försörjande ekosystemtjänster	6
2.1.3	Reglerande ekosystemtjänster	7
2.1.4	Kulturella ekosystemtjänster	7
2.2	Klimatscenarier	7
2.3	Demografiska förändringar	10
<b>3.0</b>	<b>Material och Metod</b>	<b>11</b>
3.1	Kommuninsatser	11
3.1.1	Data	11
3.2	Klimatscenarier	12
3.2.1	Data	13
3.3	Demografipåverkan	14
3.3.1	Data	14
<b>4.0</b>	<b>Resultat</b>	<b>15</b>
4.1	Ekosystemtjänster	15
4.2	Klimatscenarier och kommuninsatser	19
<b>5.0</b>	<b>Diskussion</b>	<b>31</b>
5.1	Värderingsmetodik	31
5.2	Analys av klimatanpassning	33
5.3	Demografiförändringar	34
5.4	Begränsningar och möjligheter	35
<b>6.0</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>37</b>
<b>7.0</b>	<b>Referenser</b>	<b>39</b>
<b>Bilaga 1</b>		<b>45</b>
<b>Bilaga 2</b>		<b>51</b>
<b>Bilaga 3</b>		<b>52</b>



## 1.0 Introduktion

“...if they are well planned and developed, including through integrated planning and management approaches, cities can promote economically, socially and environmentally sustainable societies.”

Ban Ki-moon, Secretary General, United Nations, (CBD, 2012).

Enligt Millennium Ecosystem Assessment (Reid et al., 2005) ökade världens urbana befolkning från 200 miljoner till 2,9 miljarder och antalet städer med högre befolkningsantal än en miljon ökade från 17 till 388 stycken mellan år 1900-2000. Enligt The Convention of Biological Diversity (CBD, 2012) väntas andelen av världens befolkning bosatta i städer dubblas till år 2050 jämfört med år 2010 då det var 3,5 miljarder. Liknande befolkningstrend återfinns i Sverige (SCB, 2017). Befolkningstrenden har lett till snabba förändringar i ekosystemen under de senaste 50 åren, vilka inte motsvaras av några tidigare registrerade antropogena förändringar (Reid et al., 2005). Befolkningsförändringarna är följden av de nu mellan 2,5 - 3 gånger ökade krav som ställs på de ekosystem som förser oss med bland annat mat, dricksvatten, timmer, fiber och bränsle. Dessa antropogena förändringar har kortsiktigt gett avkastning för det mänskliga välmåendet samt haft ekonomiska fördelar. Vinsterna har varit till kostnad av ekosystemens degradering och de risker som följer detta. Reid et al. (2005) menar att vissa av de förändringar detta leder till i ekosystemen är ”icke linjära” och potentiellt irreversibla. I förlängningen påverkar detta människors hälsa negativt. För att bemöta de krav som finns på ekosystemen idag, utan att degradera dem ytterligare, nyskapa och återställa dem till hållbar nivå krävs att detta beaktas under besluts- och planeringsprocesser (Reid et al., 2005; CBD, 2012).

### 1.1 Ekosystemtjänster

Ekosystem är samspelet mellan naturens komponenter och ekosystemtjänster är de produkter ekosystemen producerar, med fördel för människan. Urbana system är bebyggda miljöer med hög befolkningstäthet (MEA, 2005). Urbana ekosystemtjänster (EST) erhålls i urbana områden och kan vara exempelvis förbättrad luftkvalitet eller bullerdämpning genom grönstruktur och trädplantering. Förlust av EST i urbaniserade områden är problem som uppmärksammas både globalt, regionalt och lokalt. För att nå en lösning på detta och uppnå ett hållbart urbaniserat samhälle, där ekosystemtjänster och biologisk mångfald har en plats, har flera riktlinjer och mål upprättats. Globala mål är exempelvis delmål 15 ur Agenda 2030. Detta mål ska uppnås till år 2030 och går ut på ett hållbart nyttjande av landbaserade ekosystem och att genom detta hejda förlusten av biologisk mångfald (UNDP, 2017). Ytterligare ett globalt miljömål är Achi mål nummer 2. För ekosystemtjänster innebär målet att värdet av biodiversitet skall ha integrerats nationellt och lokalt i utvecklingsplaneringen till år 2020 (CBD, 2012). Mer regionalt finns exempelvis mål 1 och mål 8 uppsatta inom Europeiska Unionen (EU) som skall uppnås till år 2020. Mål 1 behandlar skyddandet, bevarandet och förstärkning av naturkapitalet inom unionen. Mål 8 strävar efter att förbättra hållbarheten i EU:s städer (Europeiska kommissionen, 2013). Miljöarbetet i Sverige innefattar tio etappmål, varav två är inriktade på ekosystemtjänster. Målet ”Ekosystem och resiliens” innebär att identifiering av viktiga ekosystemtjänster och tillvägagångssätt för att upprätthålla dessa, skall vara systematiserat till år 2030 (Miljömål, 2014). Resiliens är kapaciteten inom ett ekosystem att klara störningar (MSB, 2013). Målet ”Betydelsen av den biologiska

mångfalden och värdet av ekosystemtjänster” innebär att värdet av EST och biologisk mångfald ska vara allmänt känt och implementerat i beslutsprocesser på alla nivåer i samhället till år 2018 (Miljömål, 2014).

De framtida konsekvenserna av människans levnadssätt och klimatförändringarna som följer på detta är många, genomgripande och inte ännu kända i full utsträckning. Hoten som kommer ur degradering av ekosystem och förtätade miljöer i tätorter är exempelvis försämring av kvalitet på luft och färskvatten, minskad biodiversitet och turism samt ohälsa till följd av stressande miljöer med höga bullernivåer (Reid et al., 2005). Därför behövs klimatanpassningsåtgärder behövs inom de flesta av samhällets sektorer. Anpassningsåtgärderna behöver innefatta analyser av de konsekvenser framtidens hot och klimatförändring medför (SMHI, 2016).

## 1.2 Framtida klimatscenarier

Sedan 1750 har atmosfärens koncentrationer av växthusgaser som koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), kväveoxid (N<sub>2</sub>O) ökat till följd av mänsklig aktivitet. Utsläppsbaserad strålningsdrivning kan länkas direkt till mänsklig aktivitet. Klimatförändringen drivs av att naturliga och antropogena ämnen och processer förändrar jordens energibalans. Positiv strålningsdrivning leder till ytuppvärmning och omvänt. I *The Intergovernmental Panel on Climate Change's Fifth Assessment Report* (Stocker et al., 2013) beräknades den totala antropogena strålningsdrivningen till 2,29 W/m<sup>2</sup>. Strålningsdrivningens storlek är det som avgör takten och styrkan av klimatförändringarna. Ett resultat från samma rapport var att mer än hälften av ökningen av den globala yttemperaturen mellan 1951 och 2010 var följden av mänsklig påverkan av strålningsdrivningen.

De scenarier som finns för framtida utveckling av växthuseffekten kallas Representative Concentration Pathways (RCP) eller Representativa Scenarier för koncentrationsutvecklingen, och är ett mått av strålningsdrivningen i Watt per kvadratmeter (W/m<sup>2</sup>). De fyra scenarier som finns är RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0 och RCP8,5, betecknade efter dess projekterade strålningsdrivningsnivå år 2100, jämfört med förindustriella nivåer vilket är år 1750. RCP4,5 motsvarar en strålningsdrivning på 4,5W/m<sup>2</sup> år 2100. De övriga RCP-scenarierna följer samma princip med strålningsdrivningsnivåer på 6,0, 2,6 och 8,5 W/m<sup>2</sup>. Dess klimatpåverkan och potentiella följder är modellerade utifrån antaganden om framtida atmosfärens sammansättning. I klimatmodelleringarna kan man detektera det mänskliga bidraget till flertalet komponenter i klimatsystemet. En skillnad från de föregående scenarierna, Special Report on Emissions Scenarios (SRES), är att människans policys och dess utvecklingsvägar är integrerade i RCP-scenarierna genom de framtida strålningsdrivningsscenarierna (Stocker et al., 2013).

## 1.3 Urbanisering i Sverige och urbana miljöer

Urbana system är bebyggda miljöer med hög befolkningstäthet (Reid et al., 2005). I Sverige räknas orter med minst 200 invånare till tätorter och med ett minsta avstånd mellan husen på 200 meter samt att minst hälften av husen har permanentboende (SCB, 2008). Det finns i nuläget tre storstäder i Sverige enligt Sveriges kommuner och Landstings (SKL) definition; tätorter med minst 200 000 invånare. Dessa är Stockholm, Göteborg och Malmö (SKL, 2016).

Urbanisering innebär avfolkning av landsbygd och befolkningstillväxt i tätort. Urbaniseringsgrad eller tätortsgrad beskriver hur befolkningens storlek i städer förhåller sig till den på landsbygden. För 200 år sedan levde 90 % av befolkningen i Sverige på landet och runt år 1930 nåddes den demografiska brytpunkten, då lika många var bosatta i städer och på landsbygd. År 2015 hade tätortspopulationen stigit till 87 %, med störst ökning i storstäderna. Då Sveriges tätorter endast utgör 1,5 % av landarealen (SCB, 2015), leder en befolkningsökning till förtätning av de urbana områdena. Med ökning av de ogenomträngliga ytorna uppstår effekter som exempelvis värme-ö-effekt, fragmentering av habitat, biodiversitetsförlust, kraftig ytavrinning och översvämningar, förorening av luft, vatten och ljud (Europeiska Kommissionen, 2015). Detta leder till att beslut rörande urbana områden är av stor vikt för hållbarheten av inbördes system (CBD, 2012).

## 1.4 Syfte och mål

Syftet med arbetet är att ta fram en sammanställning av Sveriges kommuners aktiva och planerade arbete med ekosystemtjänster och sätta detta i relation till klimatanpassningsåtgärder, dagvattenhantering, dricksvattenförsörjning, grönstruktur och rekreation samt hälsoeffekter. Rapporten produceras i samarbete med Naturvårdsverket som del i ett regeringsuppdrag, vilket delvis innebär att kommunicera värdet av urbana ekosystemtjänster i Sverige på ett målgruppsanpassat och kunskapsbyggande sätt. Arbetet med detta ingår i det senare av de två etappmålen, nämnda i avsnitt 1.1. Målsättningen med arbetet är att på nationell nivå bidra med ny information genom att länka framtida problem med möjliga förhållningssätt till dessa samt bidra med en kartläggning av var ytterligare insatser kan krävas.

Rapporten bygger på tre delstudier. I delstudie ett ingår en undersökning av insatser och planering för ekosystemtjänster i Sveriges kommuners urbana miljöer. I delstudie två sammanställs kommunmedelvärden för data från ett antal urbana klimatindikatorer. Sammanställningen är avgränsad till klimatscenario RCP8.5 och gäller för tidsaspekten år 2021-2050. Avgränsning till scenario RCP8.5 görs, då detta innebär en fortsättning av dagens klimatpolitik samt pga. att spridningen för global temperaturökning mellan de undersökta scenarierna inte är så stor inom utsatt tidsaspekt för studien (Sjökvist et al., 2015; SMHI, 2015a), vilket beror på den eftersläpning som förekommer inom klimatsystemet (IPCC, 2007; Wetherald et al. 2001). Den tredje delstudien tar upp demografi och hur utvidgning/förtätning samt avfolkningsförändring påverkar kraven på insatser i städer/tätorter gällande ekosystemtjänster.

Resultaten ska bidra med information över vilka områden kommunerna kan arbeta med för att täcka in urbana ekosystemtjänster i sitt arbete, också redan i ett planeringsstadium. Detta har lett fram till rapportens frågeställningar: **I**) Har Sveriges 290 kommuner integrerat arbetet med bevarande, skyddande och skapande av urbana EST i verksamheter och beslut? **II**) Finns det glapp mellan vad man som kommun arbetar med för bevarandet av ekosystemtjänster i förhållande till de utmaningar man klimatmässigt står inför? **III**) Hur ser den demografiska förändringen ut och hur påverkar detta utmaningarna med bevarandet, skyddandet och skapandet av EST i urbana områden i Sverige?



## 2.0 Bakgrund

### 2.1 Ekosystemtjänster

För leveransen av en mängd EST i städer är det avgörande med en hälsosam och naturlig miljö. Tillgodoses inte EST i den urbana planläggningen kan detta leda till förlust av essentiella och viktiga sådana. Vidare kan man nå en så kallad tröskelnivå om ekosystemen uppnår en för hög nivå av degradering, då slutar EST att levereras. Att återskapa degraderade ekosystem är svårt, dyrt och ibland omöjligt (TEEB, 2011), för urbana miljöer är det särskilt viktigt att planera för naturligt baserade ekosystem, då naturliga miljöer i grund avlägsnats (EEA, 2016). Beaktas däremot värdet av EST vid planläggning och underhåll av städer kan detta öka välbefinnandet, säkra sysselsättningen, minska kostnader för kommuner samt bidra med tillväxt i den lokala ekonomin. Vidare är det, det mest kostnadseffektiva sättet att bemöta människors behov. Fokuseras det på ekosystemtjänster kommer fördelarna av fungerande ekosystem och bevarandet av naturliga resurser indirekt underhållas och skapa förutsättningar för hållbara och hälsosamma städer. Det är av vikt att sprida kunskapen om ekosystemtjänsters värde, så att detta beaktas och att välinformerade beslut kan fattas (TEEB, 2011). För att samhället ska kunna anpassa sig till och minska negativa effekter av kommande klimatförändringar krävs fungerande EST. Många EST behöver därmed stärkas (Naturvårdsverket, 2017).

Biodiversitet är variationen av liv på jorden. Det kan röra arter i ett ekosystem eller genetiskt material. Med ekosystem avses samspelet mellan naturens komponenter. Att ekosystemen fungerar är grundläggande för människans hälsa (TEEB, 2011). Det finns flera olika metoder att klassificera och indela ekosystemtjänster. Enligt The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) 2011 och IPCC (Reid et al., 2005) finns 4 huvudsakliga kategorier för klassificering av ekosystemtjänster:

- stödjande
- försörjande
- reglerande
- kulturella

Olika klimatindikatorer har tagits fram för att kunna bedöma de klimatförändringar som sker, men kan också användas till exempelvis jämförelser av olika regioners status. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI, 2017a) skapat en lista över klimatindikatorer, varav de som rör urbana miljöer är:

- strålning (strålningsförändring med mätvärden sedan 1983)
- extrem nederbörd (minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut)
- extrem arealnederbörd (minst 90 mm nederbörd över 1000 km<sup>2</sup> under 24 timmar)
- temperatur (temperaturförändringar med mätvärden sedan 1860)
- nederbörd (nederbördsförändring med mätvärden från 1860)
- vegetationsperiodens längd (förändring av vegetationsperioden, dvs. dagar över 5°C, för tioårsperioder med start 1961-1970)

Det finns både direkta- och indirekta pådrivande faktorer av EST. Exempel på direkta faktorer i urbana miljöer är lokal förändring av markanvändning, artlista och antal, adaptering till ny teknologi, klimatförändringar, konsumtion samt naturliga, fysiska och biologiska faktorer. Indirekta faktorer är de som inte påverkar EST direkt och exempel på sådana inkluderar demografi, ekonomi, socio-politik, vetenskap och teknologi, kultur och religion samt mänskligt välbefinnande. Förändringar av indirekt drivande faktorer kan leda till förändringar bland de direkta faktorerna. Resultatet av detta påverkar ekosystemen och dess tjänster. Dessa påverkar i sin tur människans hälsa, basbehov, sociala relationer, säkerhet och frihet. Denna process pågår både lokalt gällande behoven för det urbana området, men kan även påverkas regionalt pga. efterfrågan av resurser från annat håll. Det kan också röra olika tidsperspektiv, exempelvis kan det som produceras nu påverka luftkvaliteten i lång tid framöver (Reid et al., 2005). Flera av de EST som skapar negativa effekter indirekt, producerar även positiva tjänster direkt. Analyser angående miljövard och klimatanpassning behöver ett tvärsektorielt arbetssätt för att inkludera flera faktorer i analyserna, för att inte skada andra sektorer samt koppla allmän miljövard och anpassning (SMHI, 2016).

Det finns olika metoder och värderingsmodeller för att värdera EST. Naturvårdsverket (2015) har tagit fram ett sätt att värdera ekosystem som bygger på sex steg. Först fastställs ändamålet, därefter identifieras ekosystemtjänsterna och sedan avgränsas analysen. Efter detta följer beslut om utgångspunkt följt av tillämpning av värderingsmetod och återblick på värderingen. För att mäta värdet av EST uttryckas kvalitativt, i ord; semi-kvantitativt, poäng- eller betygsskala; kvantitativt, uttrycks i någon typ av fysisk enhet; eller monetärt, värdet uttrycks i kronor. Enligt TEEB:s metod (2011) identifieras problem, vilka ekosystemtjänster som är mest relevanta samt vilken information och bedömningsmetod som behövs. Därefter kvantifieras framtida förändring av EST:na och administreringsalternativ tas fram för att bemöta dessa förändringar. Till sist ska man värdera beslutens inverkan. European Environmental Agency (EEA, 2016) har sex steg i sin ekosystemvärderingsmetod. Först sker klassifikation och kartläggning av ekosystemens tillstånd eller förmåga att bringa tjänster. Vidare genomförs en bedömning av den kumulativa effekten av flera faktorer påverkan. Därefter sker en geografisk kartläggning av indikatorerna och en bedömning av tillståndet på biodiversitet och leveransen av EST. I ett sista steg kartläggs tillgång och efterfrågan av EST.

### **2.1.1 Stödjande ekosystemtjänster**

De stödjande EST är grundläggande för liv på jorden och innefattar biologisk mångfald, de stora kretsloppen för vatten och näringsämnen, jordmån samt fotosyntes och primärproduktion. Dessa EST tillgodoser även habitat för olika arter och upprätthållandet av genetisk diversitet (Reid et al., 2005). Biologisk mångfald innefattar också den genetiska mångfalden inom arterna. Varierande egenskaper inom samma art är essentiellt för utveckling och anpassning till nya förutsättningar (Naturvårdsverket, 2017).

### **2.1.2 Försörjande ekosystemtjänster**

De försörjande EST är de tjänster vilka gör det möjligt för oss att leva på jorden (Hilding-Rydevik, 2016). Bland de EST som ingår i denna grupp finns matproduktion,

färskvattentillgång, genetisk diversitet. Även råmaterial, som trä eller fiber och medicinska resurser klassas till de försörjande och många av dessa används kommersiellt (Reid et al., 2005).

### **2.1.3 Reglerande ekosystemtjänster**

Reglerande EST bidrar med bland annat upprätthållande av jordens fertilitet och erosionsmotverkan, pollinering, biologisk kontroll, klimatreglering, återcirkulation samt strålningsreducering. Sammanfattningsvis, naturens förmåga att ge förutsättningar för liv. Vidare innefattar denna klass EST som bullerreducering, luftrening och sjukdomsreglering. Både naturliga och icke naturliga ekosystem påverkar klimat och luftkvalitet. De agerar som källor och sänkor för föroreningar, reaktiva gaser, växthusgaser, aerosoler samt beroende på egenskaper, inverkar på värme- och vatten flöden (Reid et al., 2005). Reglering av det globala klimatet sker genom kollagring via exempelvis fotosyntesen hos grönstrukturer som träd och växter (Europeiska kommissionen, 2015). EST i naturligt tillstånd med bevarad struktur och egenskaper reglerar sjukdomsspridning och spridning av främmande patogener för människor, växter eller djur. Filtrering av avloppsvatten är en EST av högt värde, särskilt i urbaniserade områden (Reid et al., 2005). Vidare har väl fungerande ekosystem och levande organismer förmågan att buffra naturkatastrofer och skydda mot/minska skador från extrema väderfenomen eller naturkatastrofer. Dagvattenrening är ytterligare en viktig EST, vilket bland annat blå- och grönblå struktur bidrar till. Genom mikroorganismers biologiska aktivitet renar blåstruktur som våtmarker dagvatten och utsläpp. Gröna ytor av alla slag ökar även upptaget av dagvatten lokalt, vilket minskar översvämningsrisker under kraftig nederbörd (Europeiska kommissionen, 2015).

### **2.1.4 Kulturella ekosystemtjänster**

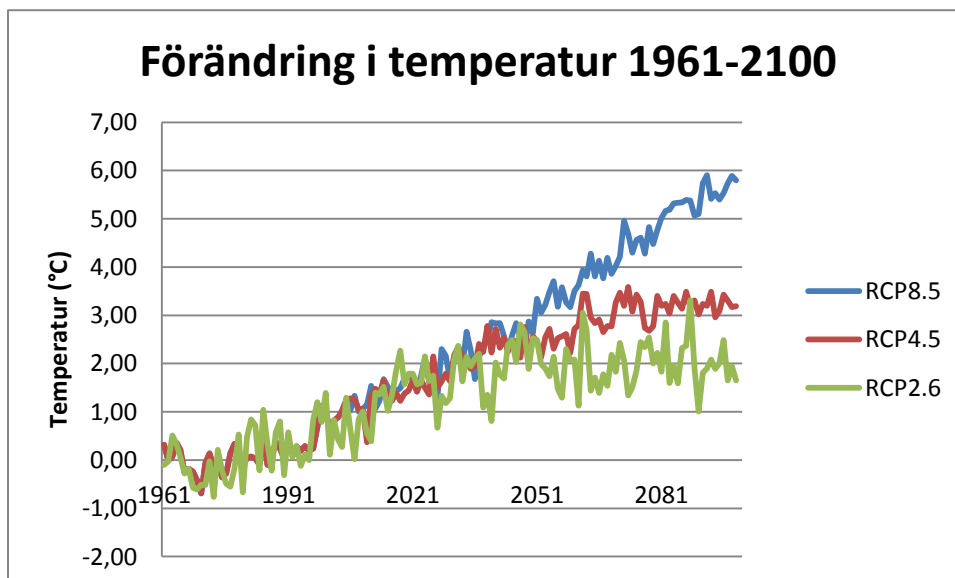
Kulturella EST innefattar tjänster som rekreation och ekoturism, kulturella-, spirituella- och estetiska värden, ekologisk insikt och förståelsen för hur allt hänger samman samt att vi är en del av samspelet i naturen (Reid et al., 2005). Vistelse i parker och naturliga miljöer är positivt både fysiskt och psykiskt (Naturvårdsverket, 2017).

## **2.2 Klimatscenarier**

Enligt Reid et al., (2005) har klimatförändringar redan påverkat jordens ekosystem mätbart och de negativa konsekvenser detta medför kommer att öka de kommande 50 åren. Mellan 1905 - 2005 ökade den globala yttemperaturen med 0.6 °C, regnmönster förändrades och den globala havsnivån höjdes 0,1 - 0,2 meter. Människor och ekosystem i urbana områden i Sverige kommer delvis att drabbas negativt av framtidens förändrade klimat. Med högre grad av klimatpåverkan ökar sannolikheten för allvarliga och permanenta effekter (Kjellström et al., 2014). Förflyttning av klimatzoner, förändrad vegetationsperiod, invandring av främmande arter, näringskedjeförändringar är bara en del av de följder klimatförändringarna kan ge upphov till. Dessa förändringar har redan startat och påverkar direkt de svenska ekosystemen. Det finns flera exempel på hur Sveriges kommuner redan drabbats och vissa har som följd tagit fram handlingsplaner och åtgärdsprogram (Klimatanpassningsportalen, 2017). Turistnäringen på vinterorter kan exempelvis påverkas av snöbrist och tvingas använda

konstgjord snö i allt större utsträckning för att säkra säsongerna (Klimatanpassningsportalen, 2017). Ett annat exempel på framgångsrika översvänningsinsatser är Augustenborgsområdet i Malmö. Skyfallet här år 2014, vilket räknas till ett 50 till 200-årsregn uppmätte de högsta nivåerna sedan uppstarten av mätningarna här vid 1800-talets slut. Augustenborgsområdet har implementerat många dagvattenlösningar, som dammar, gröna filtrerbara ytor samt dagvattenledning ovan jord. Detta resulterade i att en tiondel så många fastigheter översvämmades jämfört med omgivande områden. Området sparade på detta sätt in stora kostnader för återställande av förstörda fastigheter (Naturvårdsverket, 2017).

För att modellera framtida klimatscenarier och kunna jämföra modellernas resultat har experiment med dubblerat värde för den för-industriella koldioxidhalten i atmosfären på 280 ppm utförts. Den globala temperaturens medelvärde stiger under stabila förhållanden av dubblerad koldioxidkoncentration, detta kallas ”klimat känslighet” och är ett mått på brytpunkten för det globala systemet. I IPCC:s rapport (Solomon et al., 2007) varierar resultatet för experimentet mellan 2 - 4,5 °C, med ett bästa värde på 3°C. Vidare visar resultaten att det är högst osannolikt att detta värde understiger 1,5°C. Den största osäkerheten i modelleringen är molnens återkoppling, dvs. kopplingen mellan molnen och ytluftstemperaturen. Modelleringarna prognosticerar även översvämningar, torka och en höjd havsnivå för åren 1990-2100 (Stocker et al., 2013). IPCC:s modelleringar (Solomon et al., 2007) tyder på en ökad genomsnittlig yttemperatur globalt till år 2100 med 2,0-6,4°C från förindustriella nivåer, före år 1750. Spridningen av temperaturförändringen för de olika scenarierna varierar år 2050 mellan 2,53-2,63°C (fig. 1).



**Figur 1.** Den globala temperaturförändringen för tre klimatscenarier. Den samling strålningsscenarier, vilka används globalt, är utarbetade av Förenta Nationernas klimatpanel, IPCC. Strålningsdrivningsscenarierna beräknar den förändrade strålningsbalansen jämfört med innan år 1750. Fram till år 2006 grundas klimatscenarierna på historiskt uppmätt strålningsbalans. De olika scenarierna skildrar atmosfärens strålningsbalans till följd av växthusgaser. Det mest intensiva scenariot, RCP8,5, den blå linjen, där fortsätter utsläppen i samma takt som nu. Först efter 2050 beräknas en tydlig spridning mellan klimatscenarierna. Datakälla: SMHI, 2017.

Modellerad data använda för framtida klimatscenarier i denna rapport baseras på olika antaganden om hur stora utsläppen kan komma att bli. RCP-scenarierna redogör för fyra



framtida utfall för klimatet. Dessa är beroende på bl.a. långlivade växthusgaser och aerosoler. De olika RCP:na representerar en större uppsättning scenarier för att innefatta alla tänkbara utfall. De ska också beskriva tidsförloppet för strålningsdrivningsnivåerna fram till år 2100. Dessa olika RCP-scenarier ska bidra med att ge en bild av klimatutvecklingen i framtiden beroende på halten växthusgaser i atmosfären, till följd av en fortsatt utsläppstrend i dagens nivå till en skarp minskning från dagens utsläppsnivåer i framtiden. Halten växthusgaser i atmosfären utgörs främst av koldioxid, men också till viss del andra växthusgaser som räknas om till koldioxidekvivalenter. Utifrån dessa modelleringar kan beslut gällande anpassningsåtgärder eller utsläppsregleringar fastställas (Kjellström et al., 2014).

Fram till IPCC:s rapport publicerades (Stocker et al., 2013) utgick forskare globalt från Special Report on Emissions Scenarios (SRES). RCP-scenarierna representerar inte bara olika strålningsdrivning utan även olika klimatpolicys. För att uppnå RCP2,6, vilket är det skarpaste scenariot för att behålla dagens klimat i så stor utsträckning som möjligt, och bland annat innebär att mängden koldioxid minskar till cirka 400 ppm till år 2100 samt minskad oljeanvändning. Detta är det enda scenariot där ökningen av den globala medeltemperaturen inte överstiger 2°C (Kjellström et al., 2014). För att uppnå detta krävs en kraftfull klimatpolitik. RCP4,5 innebär att koldioxidutsläppen kulminerar kring år 2040 medan de kulminerar omkring år 2060 för RCP6,0. Vad gäller RCP8,5 tillkommer ingen klimatpolitisk insats och därav förefaller fortsatt höga utsläpp av koldioxid och koldioxidekvivalenter. Detta skulle innebära att den globala befolkningen ökar till 12 miljarder vilket följaktligen ökar kraven på betes- och odlingsmark. CO<sub>2</sub>-utsläpp kommer stiga 3-faldigt och CH<sub>4</sub> kraftigt till år 2100. Vidare beräknas att teknologiutvecklingen för att uppnå ökad energieffektivitet fortskrider långsamt och att ett stort beroende ännu finns till fossila bränslen samt att en hög energiintensitet råder (Stocker et al., 2013). Följs detta scenario visar modelleringarna på en framtida medeltemperaturökning globalt med drygt 4°C till år 2100 (SMHI, 2017e).

De redan dokumenterade förändringarna i Sveriges klimat är att det blivit varmare samt att nederbördsmängden ökat. Även om medeltemperaturökningen begränsas till 2°C väntas kraftiga förändringar för Sveriges tätorter och naturmiljö (Kjellström et al., 2014). Att ha i åtanke i användandet är att RCP-scenarierna inte är prognoser, ingen av dem är mer rätt än någon annan samt att de visar på olika utvecklingsmöjligheter (SMHI, 2017c). Däremot skapades globala riktlinjer under klimatmötet i Paris (COP21) 2015. Dessa innebär bl. a. gemensamma globala mål att minska växthusgasutsläppen och att hålla den globala temperaturökningen under 2°C, med strävan mot 1,5°C jämfört med förindustriella nivåer (United Nations, 2015).

Graddagar används ofta som utgångspunkt för beräkningen av kommande energibehov, då de indikerar på varmare eller kallare klimat. Varma graddagar kan även användas som indikator på exempelvis växtperiodens längd. Med ökat antal dagar över 20°C kan mer energi krävas till nedkylning av lokaler, kontor eller boende. Det samma gäller för kalla graddagar där temperaturen understiger 5°C och lokalerna istället måste värmas. I beräkningen av graddagar ska byggnadens värmesystem värma upp till 17°C och resterande energibehov ska produceras av andra källor så som exempelvis solinstrålning, kroppsvärme eller teknisk utrustning. För

beräkningarna används skillnaden mellan dygnsmedeltemperaturen och +17° C. Värdena tas fram regionvis för 240 tätorter och 10 regioner över Sverige (SMHI, 2015b).

### **2.3 Demografiska förändringar**

I framtida prognoser för Sveriges befolkning framgår att vi med stor sannolikhet når 10,7 miljoner invånare till år 2060. Folkökningen kommer efter år 2030 att bero på en positiv nettovandring då en naturlig folkökning inte längre beräknas ske (SCB, 2009). Befolkningstrenderna i Sverige, kartlagda av SCB (2003) domineras av flytt till universitet- och högskolekommuner eller storstäder. En stor del flyttar därefter vidare till storstäderna. Barnfamiljer flyttar från storstäder/regioncentra till förorter med pendlingsavstånd. Det fastslogs också i studien att storleken på flyttströmmar i Sverige varierar med konjunkturcykeln. Flyttmönster förändras långsamt och att flyttnettona varierar över tiden, men inte dess riktning. Detta leder till koncentration av befolkningen i storstäder, universitet- och högskolekommuner samt regioncentra. I dessa fem kommuntyper bodde 17,2% av Sveriges befolkning då studien genomfördes. Förortskommuner är de med störst stabilitet befolkningsmässigt (SCB, 2003). De stora folkomflyttningarna till storstäderna har lett till stor bostadsbrist, vilket leder till en förtätning av befolkningen här (SCB, 2005).

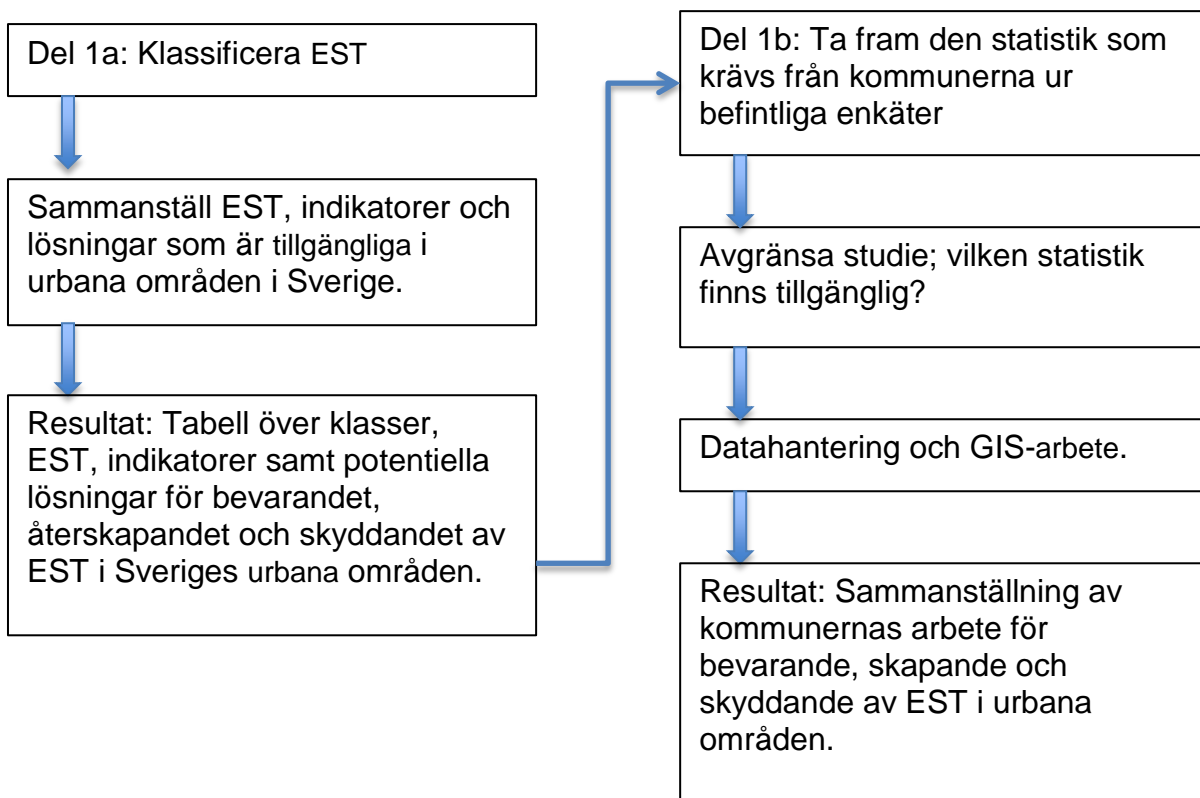
Hur befolkningsomflyttningarna påverkar samhället, beror av de val politiker gör och i många fall behöver beslut tas i god tid eftersom effekterna kan komma decennier eller sekel senare (Lindh, 2008). Den stora andel hårdgjorda och ogenomträngliga ytor i urbana områden förändrar exempelvis vattenflödena och en större andel regnvatten än naturligt blir ytvatten. Det ökar flödesmängden av avloppsvatten som för med sig gatuföroreningar och dylikt. Några av de vidare problem som kommer med urbanisering och förtätning av hårdgjorda ytor är dålig luftkvalitet, ljudföroreningar, värme-ö-effekt och problem med avfall (Europeiska kommissionen, 2015). Migration påverkar allt mer befolkningsmängden i Sverige och vikten av att förstå hur olika system påverkar varandra är betydande. Detta för att de beslut som tas leder till önskat resultat, då en förändrad befolkningsammansättning även påverkar förhållandet mellan utbud och efterfrågan. Ekonomins struktur påverkas av detta vilket i sin tur påverkar beslutsfattare (Lindh, 2008). Den Europeiska kommissionen (2015) bemöter urbaniseringstrenden med förslag och verktyg för mer klimatanpassade tätorter och städer. De betonar naturens värde för vår välfärd i urbana miljöer. Naturligt baserade lösningar krävs på de områden som är så pass anpassade och förändrade att det inte finns ett naturligt system att återskapa eller bevara. Sådana lösningar är exempelvis träd-/buskplantering, gröna tak och väggar. Vikten av planering för urbana ekosystem ökar med urbaniseringsgrad och implementeringen av naturligt baserade lösningar efter konceptet ”låt naturen göra jobbet” kan ge olika typer av städer ekonomiska, sociala och miljömässiga fördelar (Europeiska kommissionen, 2015). Befolkningsutvecklingen innebär risker då naturresurser exploateras mer, särskilt i jordbruks- och skogsområden runt urbana områden. Starkt växande ekonomisk utveckling leder till ökad energi- och råvaruförbrukning per capita och en omfattande urbanisering, vilket leder till stora negativa konsekvenser för framtida EST (Lindh, 2008). Befolkningsutveckling samt snabb och oplanerad urban tillväxt är två faktorer som signifikant skapar risker och känsliga system. Detta kan leda till problem som översvämningar i tätorter och städer. Andra faktorer är exempelvis internationellt finansiella tryck och förvaltningsproblem som t ex. felbedömningar i åtgärdsprogram (Field et al., 2012).

## 3.0 Material och Metod

För datahantering och kartering i samtliga delstudier används programmen Microsoft Excel för Mac version 14.7.1 2010 och ArcMap ESRI, release 10, 2011, ArcGIS Desktop. Redlands.

### 3.1 Kommuninsatser

Studien utgår från EST enligt klassning och indikatorer i avsnitt 2.1. En litteraturstudie av urbana EST-klasser, problem, indikatorer samt exempel på anpassningsåtgärder för dessa redovisas. Sammanställning av enkätmaterial kommunvis redovisas i kartor. Detta åskådliggör kommunernas insatser och utvecklingsläge samt bidrar med att göra analysen lätt att ta del av. I resultaten redovisas hur kommunerna arbetar med och bemöter framtida klimatscenarier redan nu. Tillvägagångssättet skildras i figur 2. Målet är att sammanställningen ska leda till ökad inspiration, ökade insatser och förbättrad redovisning av sådana, inte att ”peka ut” de kommuner som har färre insatser än andra.



Figur 2. Flödesschema över arbetsgången för del ett av studien.

#### 3.1.1 Data

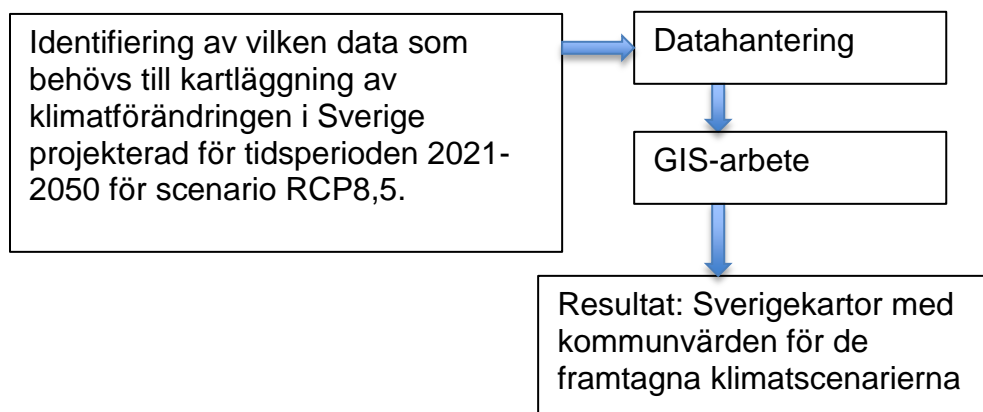
Data använd i delstudie ett kommer från Boverkets miljömålsenkät (2015) rörande God bebyggd miljö. Enkäten genomförs varje år sedan år 2006 och utvecklas inför varje år följande landets utveckling. Förändringar görs i samarbete med Naturvårdsverket, Länsstyrelsernas samarbetsorgan för miljömålsarbete (RUS) och Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). Data sammanställdes från material insamlat från samtliga Sveriges

kommuner år 2015. Svarefrekvensen i enkäten var 85%, dessa dataglapp härstammar från ej besvarade frågor och tas hänsyn till i sammanställningen av arbetet med EST. Resultaten från enkäten använda i denna studie gäller översiktsplaner och åtgärdsprogram med dess aspekter i kommunerna för indikatorer som grön-, blå- och grönblåstruktur, översvämningar, dagvatten, dricksvattenförsörjning, värmebölja, vattenreglering, klimatanpassning samt kulturmiljöer, estetik och kompetens inom klimatanpassning (Boverket, 2015), aspekter finns i bilaga 2. För de frågor där olika alternativ till jakande/ nekande svar angivits har dessa sammanställts till ja respektive nej. Exempel på detta är svarsalternativen: nej, nej men planeras eller nej under formatering, beroende på vilken fråga det rör sig om.

Data från Svenska miljöinstitutets (IVL) klimatanpassningsenkät 2016 var rankad enligt deras särskilda system och enskilda svar fanns inte tillgängliga. Svaren har sedan räknats om till enkla poäng för insatser inom varje del av enkäten och summerats, för att passa formatet i denna studie. Svaren gällande kommuners klimatanpassningsarbete har rapporterats in av respektive kommun. Data saknades från 100 kommuner. Enkäten baserades på Europeiska kommissionens verktyg ”Adaptation Support Tool” gällande systematiskt klimatanpassningsarbete. Enkäten innehöll följande sex steg: etablering av klimatarbetet, identifiering av risker och sårbarheter, identifiering av anpassningsåtgärder, val av anpassningsåtgärder, genomförande, uppföljning och utvärdering (IVL, 2016), se bilaga 3.

### 3.2 Klimatscenarier

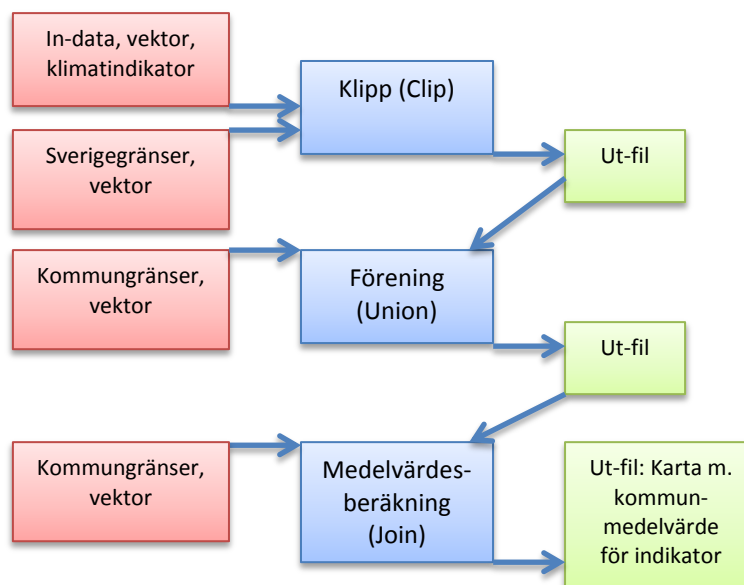
Analysen av studie två utgår från de klimatindikatorer nämnda i avsnitt 2.1. Klimatprojektionerna har sammanställts i kartor med kommunmedelvärden. Tillvägagångssättet skildras i figur 3. Del ett och två av studien analyseras både gällande generella trender och genom jämförelse av projektioner mot kartlagda kommuninsatser.



Figur 3. Flödesschema över arbetsgången för del två av studien.

Tillvägagångssättet för GIS-analysen över klimatindikatorernas framtidsscenarier för perioden 2021-2050 följer flödesschema i figur 4. Samtliga data behandlas med samma metod där in-filen klipps efter Sveriges gränser. Därefter förenas attribut-tabellerna efter kommun och kommunernas medelvärde för bestämd tidsperiod beräknas. Samtliga projektionskartor framställer modellerad förändring jämfört med referensperiodens medelvärde. Referensperioden är åren 1961–1990 för meteorologisk data samt 1963-1992 för hydrologisk

data. Samtliga klimatprojektioner redovisar för scenario RCP 8,5 och framtidsscenario 2021-2050. Klimatprojektionerna redovisas ihop med tillsvarende insatser på kommunnivå.



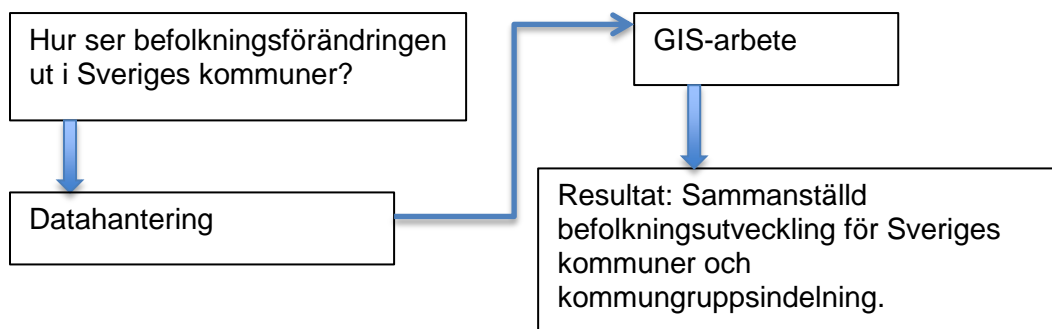
**Figur 4.** Flödesschema för GIS-analysen av klimatprojektionerna.

### 3.2.1 Data

Samtliga av SMHI:s indikatorer listade i avsnitt 2.1, bortsett från strålning, undersöks i studien. Anledningen till att strålning inte undersöks är att irradians endast mäts på 8 stationer i Sverige och att lokala urbana effekter för global irradians därför inte registreras. De data använt till delstudie två kommer från en sammanställning av klimatmodeller, som tagits fram genom att den regionala klimatmodellen RCA och har drivits med data från nio globala klimatmodeller. CCCma-CanESM2, CNRM-CERFACS-CM5, ICHEC-EC-EARTH, IPSL-IPSL-CM5A-MA, MIROC-MIROC5, MOHC-HadGEM2-ES, MPI-M-MPI-ESM-LR, NCC-NorESEM1-M & NOAA-GFDL-GFDL-ESM2M. Data är hämtad från SMHI:s Kunskapscentrum för klimatanpassning och klimatforskningscentret Rossby Centre (SMHI, 2017b). Gridupplösning för data är 4\*4 km, baserat på modeller med upplösningen 50\*50 km för varje beräkningspunkt. Dessa regionala klimatsimuleringar är en del i det större projektet *Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX)* inom *World Climate Research Programme* och baseras alltså på de uppsatta RCP-scenarier som finns, samt data från *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIPP5)*, vilket även IPCC använder i sina senaste klimatmodelleringar (SMHI, 2017f). Samtlig data använd i studien går under scenariot RCP 8,5, då spridningen av scenarierna är liten för den kommande 30-årsperioden, se figur 1 i avsnitt 2.2. Beräkningspunkter som legat i hav eller sjöar är inte inkluderade och ingen hänsyn är tagen till påverkan från omgivningens markanvändning (SMHI, 2017b). Att använda regionala modeller bidrar med större detaljrikedom än globala modeller och därför ett mer tillförlitligt resultat (SMHI, 2017f). Sverigegränser och kommungränser för sortering och bearbetning av data är inhämtade från Lantmäteriets GET-databas (Lantmäteriet, 2017). Samtliga kartor har koordinatsystemet SWEREF99TM.

### 3.3 Demografipåverkan

I den tredje delstudien sammanställs Sveriges kommuntyper och befolkningsutveckling, enligt figur 5. Utgångspunkten är de påfrestningar demografiska förändringar genererar till följd av ökad befolkning och förtätning i urbana områden. Vidare kartläggs kommungruppsindelning baserad på Sveriges Kommuner och Landstings (SKL) indelning 2016, se tabell 1.



Figur 5. Flödesschema över arbetsgången för del tre av studien.

#### 3.3.1 Data

Dataunderlaget för visualisering av kommungruppsindelningen 2017 kommer från SCB:s Statistikdatabas. Kommuntypsindelningen baseras på storlek, täthet och pendlingsmöjligheter och bygger på kommunernas utvecklingsmöjligheter för boende och näringsliv (SKL, 2016), se gruppindelning i tabell 1. Data för sammanställningen av befolkningsutvecklingen kommer från Sveriges statistiska databas och sammanställningen för kommungrupper är hämtad från SKL, 2016.

Tabell 1. De kriterier kommungruppsindelningen följer (SKL, 2016).

Kommungrupp	Kriterier
A. Storstad	Minst 200 000 invånare i den största tätorten
-Pendlingskommun nära storstad	Minst 40 % pendlar till arbete i annan storstadnära kommun och minst 20 % av pendlingen sker till en storstad
B. Större stad	Den största tätorten i kommunen har minst 40 000 och högst 200 000 invånare
-Pendlingskommun nära större stad	Minst 40 % pendlar till arbete i annan kommun och störst del till en större stad
-Lågpendlingskommun nära storstad	Mindre än 40 % pendlar till arbete i annan kommun och störst del till en större stad
C. Mindre städer/ tätorter & landsbygdskommuner	Mindre stad/ tätort: Minst 15 000 och högst 40 000 invånare i kommunens största tätort
-Pendlingskommun nära mindre tätort	Minst 30 % pendlar till/ från mindre tätort.
-Landsbygdskommun, inte nära storstad	Största tätorten i kommunen har mindre än 15 000 invånare. Både ut- och inpendling mindre än 30 %
-Landsbygdskommun med besöksnäring	Landsbygdskommun, mindre än 15 000 invånare i den största tätorten med minst två kriterier för besöksnäring

## 4.0 Resultat

### 4.1 Ekosystemtjänster

Det finns många insatser att inkludera i planering och åtgärdsprogram för att bevara-, nyskapa- eller återskapa EST i urbana miljöer. Det finns inget mönster för vad som prioriteras utan det är individuellt för kommunerna i Sverige. Det finns en del återkommande åtgärder vilka har positiv påverkan på flertalet urbana EST och kan därför vara extra lönsamma att investera i (tabell 2). Det rör sig främst om trädplantering, skapandet av genomsläppliga gröna- och blå samt blågröna (våtmarker) ytor. Tydligt när det kommer till biologisk mångfald, genetisk diversitet och pollinering är att fragmentering och isolering av habitaten är faran och här är länkande ytor lösningen. Gällande de reglerande EST för klimat och extremväder samt de hydrologiskt kopplade EST framgår att genomsläppliga ytor är av vikt bland de urbana hårdgjorda ytorna.

**Tabell 2.** Urbana ekosystemtjänster uppdelat i klasser samt problem, indikatorer och förslag på lösningar till problemen.

EST-klass	EST	Skapade problem	Indikator	Anpassningsåtgärder	Referens
S T Ö D J A N D E	Biologisk mångfald *	Minskad artrikedom och produktion samt nedbrytning till följd av fragmenterade habitat, få länkar mellan habitat samt introduktion av främmande arter	Förändringar i artantal	Natur- och parkområden, skyddade habitat, trädplantering, gröna tak/ väggar i hårdgjorda områden, länka strandsatta habitat, diken, dammar, våtmarker	Bolund et al., 1999; NV, 2007; Hooper et al., 2012; SMHI, 2017a.
	Hydrologisk-* & näringsämnes-cirkulation*	Förorenat avrinningsvatten, erosion, jordskred/ ras, näringsläckage	Övergödning, nederbördsförändringar	Natur- och parkområden, gröna tak/ väggar trädplantering, diken, dammar, våtmarker, bryt upp med grön-, blåstruktur bland hårdgjorda ytor	Reid et al., 2005; Vauramo & Setälä, 2010; NV, 2017: SMHI, 2017a.
F Ö R S	Genetisk diversitet*	Fragmenterade habitat, få- eller avsaknad av länkar mellan habitat, ökad andel främmande arter, mer instabila, lättstörda system, ökad konkurrens mellan	Förlust av genetisk diversitet	Länkande grönytor genom hårdgjorda ytor för strandsatta habitat	MEA, 2005; SMHI, 2017a.

<b>Ö R J A N D E</b>		naturliga och främmande arter			
	Färskvatten- tillgång**	Uttömning och förorening av lokala tillgångar,	Minskad tillgång & brist på rent färskvatten	Öka andelen träd, naturliga ytor som gröna tak/ väggar, diken, dammar, kanaler, trädplantering	Naturvårdsverket, 2017; Reid et al., 2005; SMHI, 2017a.
	Matförsörjning*	Höga krav på omgivningen runt urbana områden	Vegetations- periodens längd och produktions- kapacitet och	Implementera urbant/ peri- urbant jordbruk	Reid et al., 2005; SMHI, 2017a.
<b>R E G L E R A N D E</b>	Temperatur- reglering**	Förändrat lokalklimat med och fler extremvärden för t ex. temperatur	Temperatur och strålningsbalans	Öka andelen träd, naturliga ytor som gröna tak/ väggar, diken, dammar, kanaler, trädplantering	Naturvårdsverket, 2017; Bolund et al., 1999; SMHI, 2017a.
	Klimat-, växthusgas- & extremväd- ers- reglering**	Starkt höjda temperaturer, få skuggande inslag, värme-ö- effekt,	Temperatur och strålningsbalans	Trädplantering <sup>1</sup> , ökad naturlig och genomsläpplig yta, gröna tak/ väggar, diken, dammar, kanaler	Naturvårdsverket, 2017; Nowak, 1994; Reid et al., 2005; Bolund et al., 1999; SMHI, 2017a.
	Dagvattenrening, tillrinning,** översvämning- skydd	Ökad mängd föroreningar i dagvattnet jämfört med standarder samt översvämningar, förändringar i näringsämnes- cykling, nederbörd, vattenavrinning	Nederbörd, extrem nederbörd, extrem arealsnederbörd	Öka markens infiltrationskapacitet genom trädplantering, skelettjordar, gröna tak/ väggar, gräsmarker, dagvattenledning ovan jord, dammor, diken, kanaler, våtmarker, hållbara dräneringssystem, minska hårdgjorda trädgårdar	Naturvårdsverket, 2017; Reid et al., 2005; Vauramo & Setälä, 2010; Villarreal & Bengtsson, 2005; SMHI, 2017a; Europeiska kommissionen, 2015.



	Bullerreducering*	Ohälsosamma och stressande miljöer, försvårad inlärning hos barn	Höga bullernivåer	Gröna tak/ väggar, gräsytor, trädplantering	Kragh, 1995; Bolund et al., 1999; SMHI, 2017a.
	Ren luft*	Luftföroreningar, luftburna partiklar	Temperatur och strålningsbalans	Gröna tak/ väggar, naturliga ytor, trädplantering (särskilt längs större vägar),	Reid et al., 2005; Naturvårdsverket, 2017; Bolund et al., 1999; SMHI, 2017a; Europeiska kommissionen, 2015.
	Pollinering*, skadedjursreglering* & fröspridning*	Förlust av pollinerande insekter, fåglar & fladdermöss	Minskad diversitet, habitatsförändring, artförlust	Natur- och parkområden, skyddade habitat, trädplantering, gröna tak/ väggar i hårdgjorda områden, länka strandsatta habitat, diken, lämna håliga träd, uppmuntra insektshotell och vissa typer av växtplantering	Naturvårdsverket, 2017; Reid et al., 2005; Andersson et al., 2007; SMHI, 2017a; Europeiska kommissionen, 2015.
	UV-skydd*	Ytor utan skydd från sol samt värme-ö-effekten från ej absorberad strålning	Solstrålning	Trädplantering, naturliga områden	Reid et al., 2005; Bolund et al., 1999; SMHI, 2017a.
<b>K U L T U R</b>	Rekreation och turism*	Ökade stressnivåer, turismförändringar, social förlust	Mänsklig ohälsa	Natur- och parkområden, gröna tak/ väggar, trädplantering, diken, dammar, våtmarker, Öka tillgången till publika naturliga ytor & grönområden, Andel (%) offentliga grönområden per invånare	Naturvårdsverket, 2017; Reid et al., 2005; Bolund et al., 1999; SMHI, 2017a.

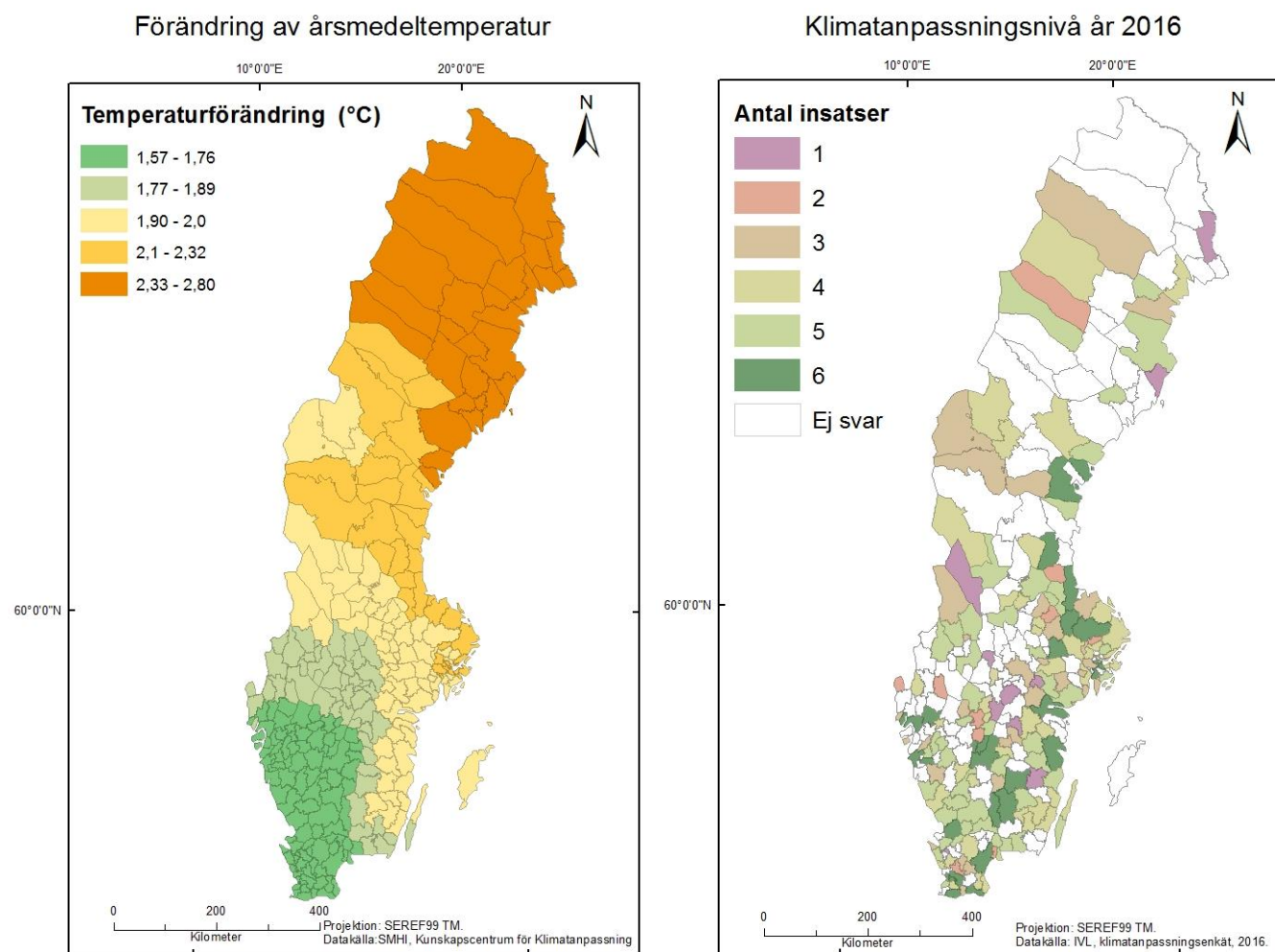
<b>E L L A</b>	Ökad hälsa*	Hälsoproblem orsakade av förhöjda stressnivåer, minskad återhämtning, minskad fysisk aktivitet och fysiska besvär som risk för hjärt- och kärlsjukdomar, diabetes och fetma	Mänsklig ohälsa	Natur- och parkområden, gröna tak/ väggar, skapa hälsostråk för träning i naturlig miljö, trädplantering, diken, dammar och våtmarker	Naturvårdsverket, 2017; Reid et al., 2005; SMHI, 2017a.
	Spirituella, religiösa, kulturella, estetiska värden, rogivande & inspiration*	Minskad kreativitet, lugn, utbildningsinspiration, utveckling hos barn och förlust av tillhörighetskänsla och anknytning	Mänsklig ohälsa	Natur- och parkområden, gröna tak/ väggar, trädplantering, diken, dammar, våtmarker, samt skydd av kulturellt anknutna platser	Naturvårdsverket, 2017; Reid et al., 2005; SMHI, 2017a.

\*Dessa EST har inte kunnat karteras i resultatet av denna rapport, pga. avsaknad av data/ för hög detaljnivå.

\*\*Dessa EST är vidare undersökta i studien

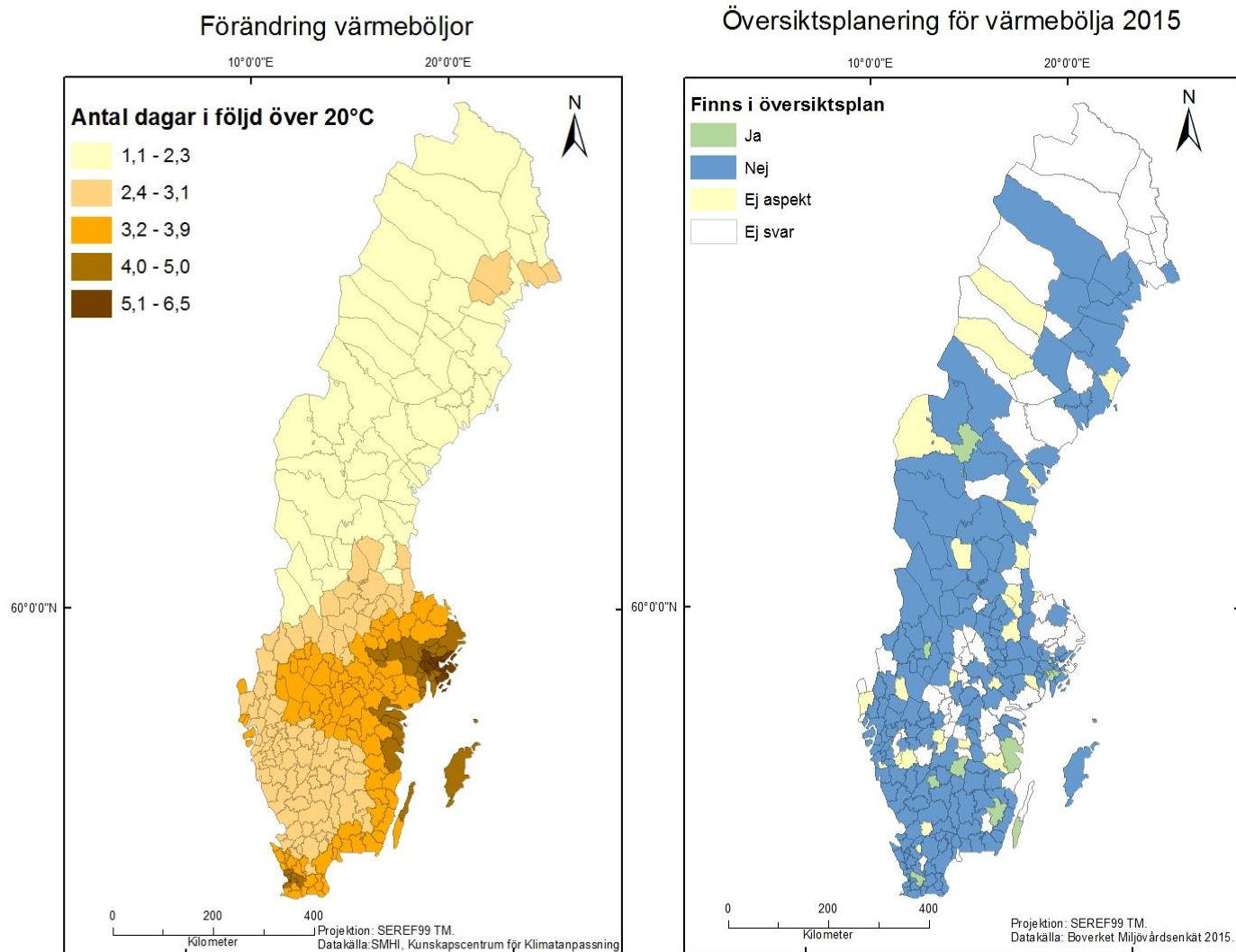
<sup>1</sup> Träd tar upp koldioxid via fotosyntesen när de växer, en del återgår till atmosfären genom respiration, men stor del utgör trädens biomassa

## 4.2 Klimatscenarier och kommuninsatser



Sammanställda klimatindikatorer och kommuninsatser åskådliggörs i detta avsnitt. En tydlig gradient i nord – sydlig riktning framkommer för temperaturförändringen (fig. 6), där nordliga kommuner i Sverige löper risk för störst temperaturökning. Framställt till höger är huruvida kommunerna klimatanpassats. Klimatanpassningsnivå inom kommunerna är sammanställt genom ett poängsystem, där ett poäng tilldelats varje insats inom de angivna klimatanpassningsstegen i avsnitt 3.1.1. Spridningen för klimatanpassning varierar över Sveriges kommuner där en del nått långt inom arbetet och har både planeringsunderlag, åtgärdsplaner- och program, medan andra inte redovisat för någon av dessa delar.

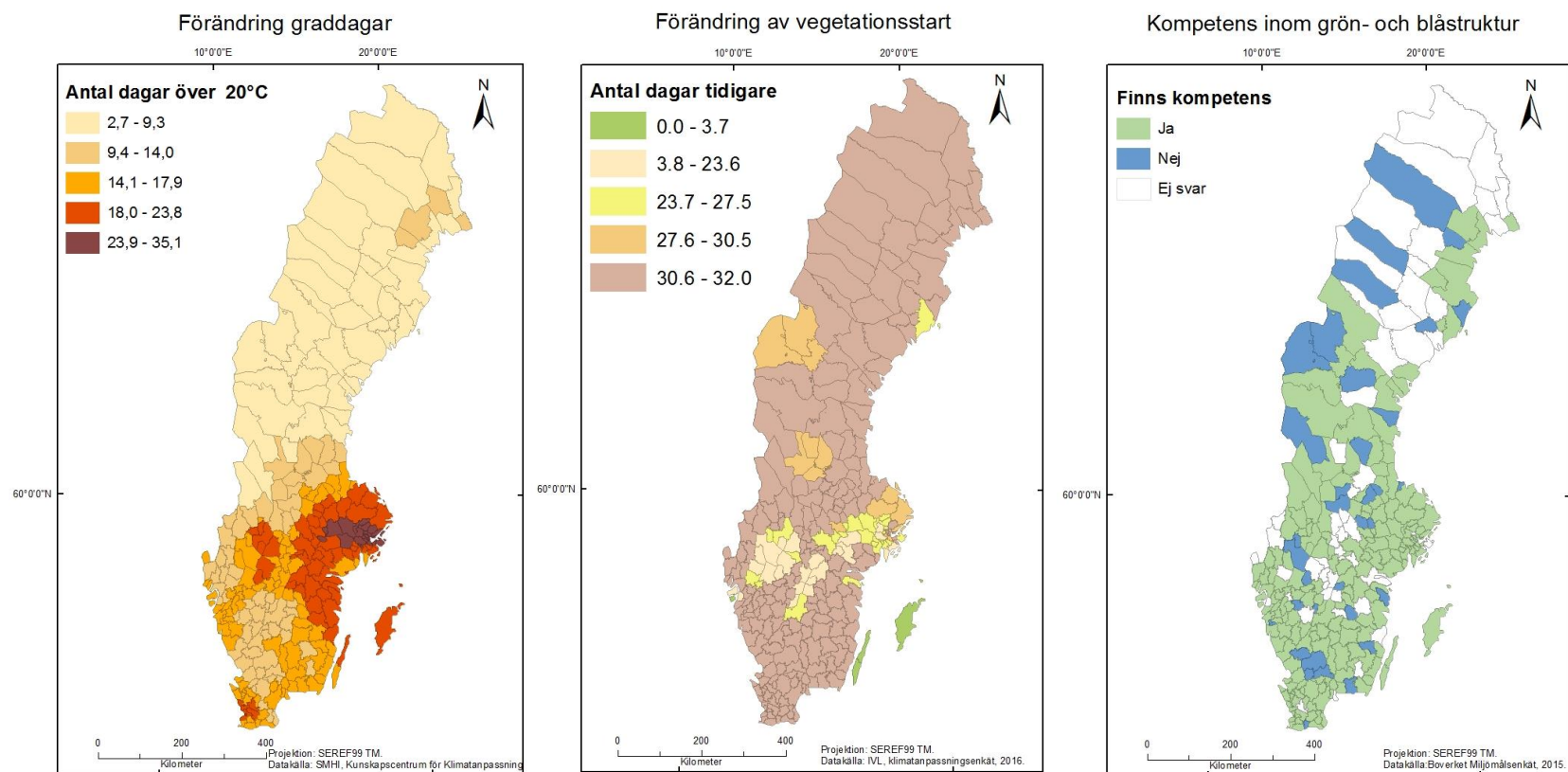
**Figur 6.** Till vänster åskådliggör den beräknade förändringen i Sveriges årsmedeltemperatur för år 2021-2050 jämfört med referensperioden 1961-1990 enligt klimatscenario RCP8,5. Datakälla SMHI, 2017b. Till höger demonstreras antalet kommuninsatser gällande klimatanpassning år 2016 Datakälla: IVL,2016.



Framtidsprojektionerna indikerar ökad risk för längre sammanhängande värmeböljor (Fig. 7). I de starkast drabbade kommunerna kan antalet dagar med värmebölja förlängas med upp till 6,5 dagar. Ett mönster framgår med en gradient från Stockholmsområdet mot nordväst där värmeböljorna minskar med 1,1 dagar, samma mönster framkommer i mindre skala för malmöområdet där minskningen sker främst norrut i Götaland. Generellt förlängs värmeböljorna minst i Nordsveriges kommuner, där antalet dagar i följd ökar med upp till 2,3 dagar. Till höger redovisas vilka kommuner som har med värmebölja som aspekt i sin översiktsplanering. Totalt har 16 kommuner uppgett att de arbetar med värmeböljor i sin översiktsplanering och 220 kommuner gör det inte.

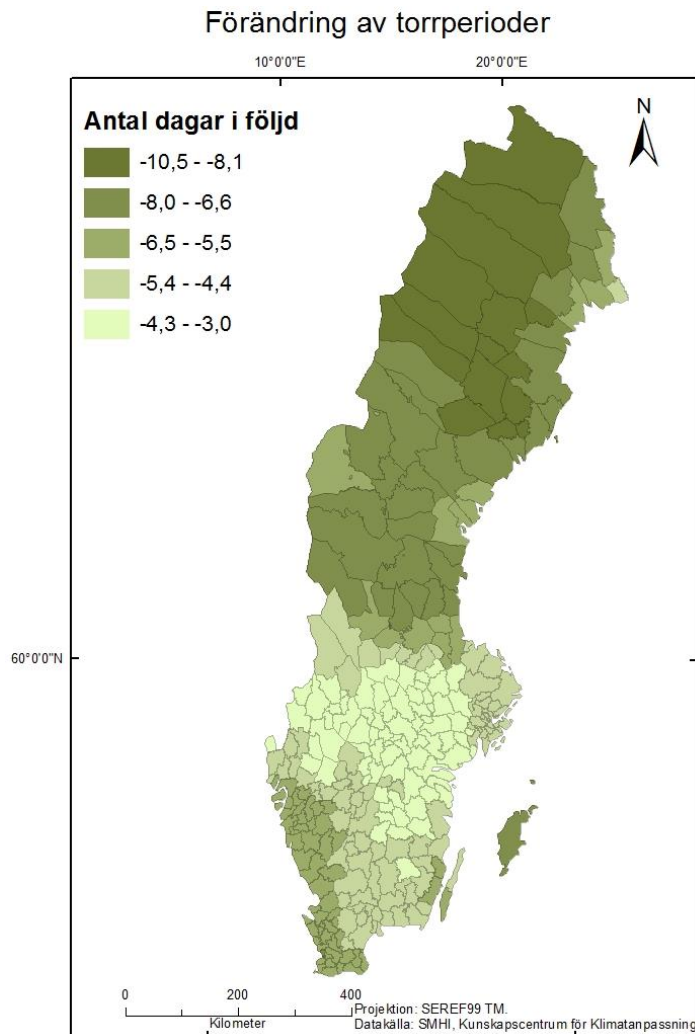
**Figur 7.** Till vänster åskådliggörs den beräknade förändringen i antal dagar över 20°C för år 2021-2050 jämfört med referensperioden 1961-1990, enligt klimatscenario RCP8,5. Till höger redovisas vilka kommuner som planerar för värmebölja i sina översiktsplaneringar.

Antal graddagar över 20°C redovisar temperaturavvikelsen från normalårsperioden, åren 1981-2010. En ökning av graddagar beräknas över hela landet med mellan 2,7 – 35,1 dagar och främst så för kommunerna kring östra Svealand, med minskad ökning norrut (fig. 8). Vegetationsperioden prognosticeras starta cirka en månad tidigare i nästan hela Sverige. Vegetationsstarten kommer att förändras minst på Öland och Gotland. Vidare framgår att 226 av kommunerna har eller kan få tag på kompetens inom grön-, blå- eller grönblå struktur och 37 kommuner har angivit att de inte har tillgång till kompetens inom detta område.

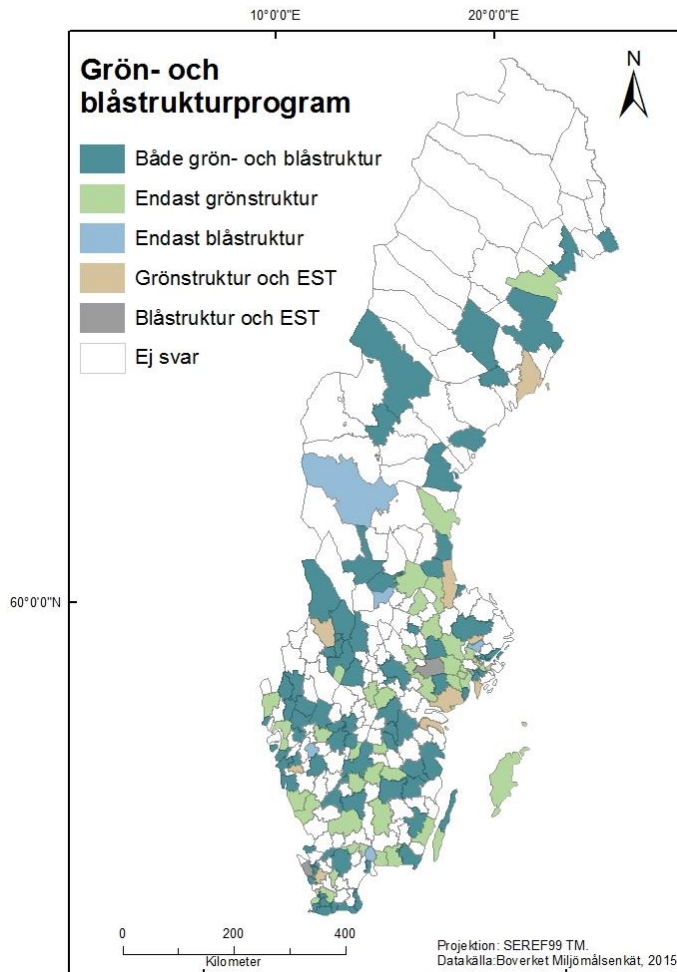


**Figur 8.** Till vänster åskådliggörs den beräknade förändringen i antal graddagar med temperaturer över 20°C för år 2021-2050 jämfört med referensperioden 1961-1990, enligt klimatscenario RCP8,5. I mitten åskådliggörs kommunmedelvärden över förändringen av växtsäsongens start, dvs. den första dagen i den första 4-dagarsperioden med temperatur över 5°C för perioden 2021-2050, jämfört med referensperioden 1961-1990. Figuren till höger redovisar vilka kommuner som har- eller har tillgång till kompetens gällande grön, blå och grönblå struktur.





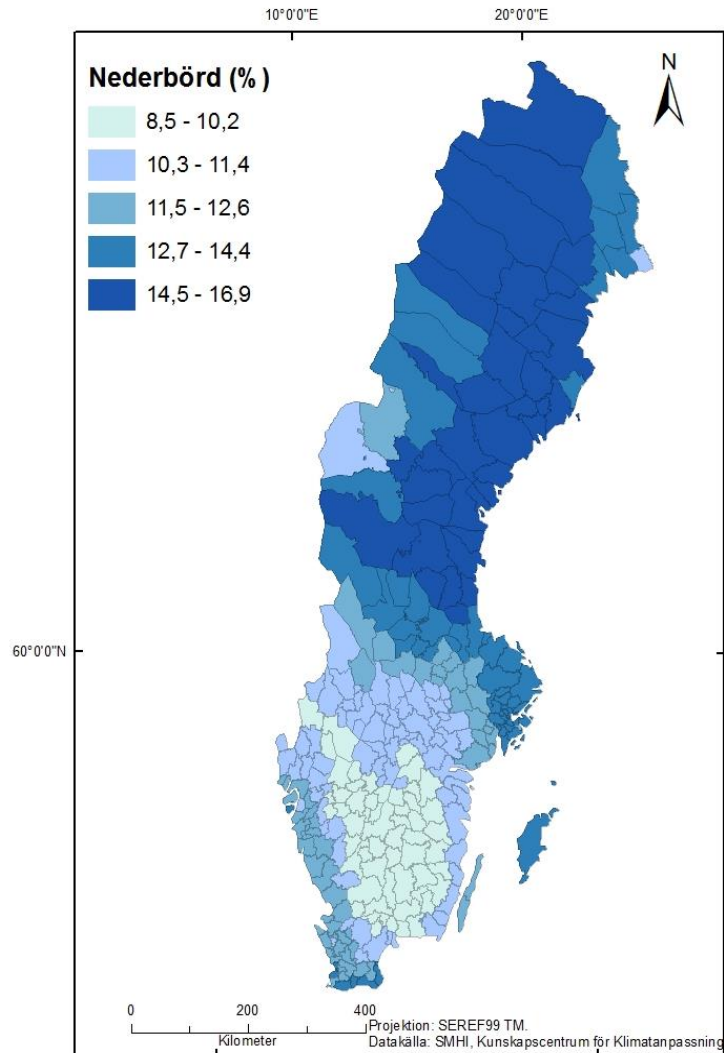
Kommuninsatser inom grön- och blå struktur 2015



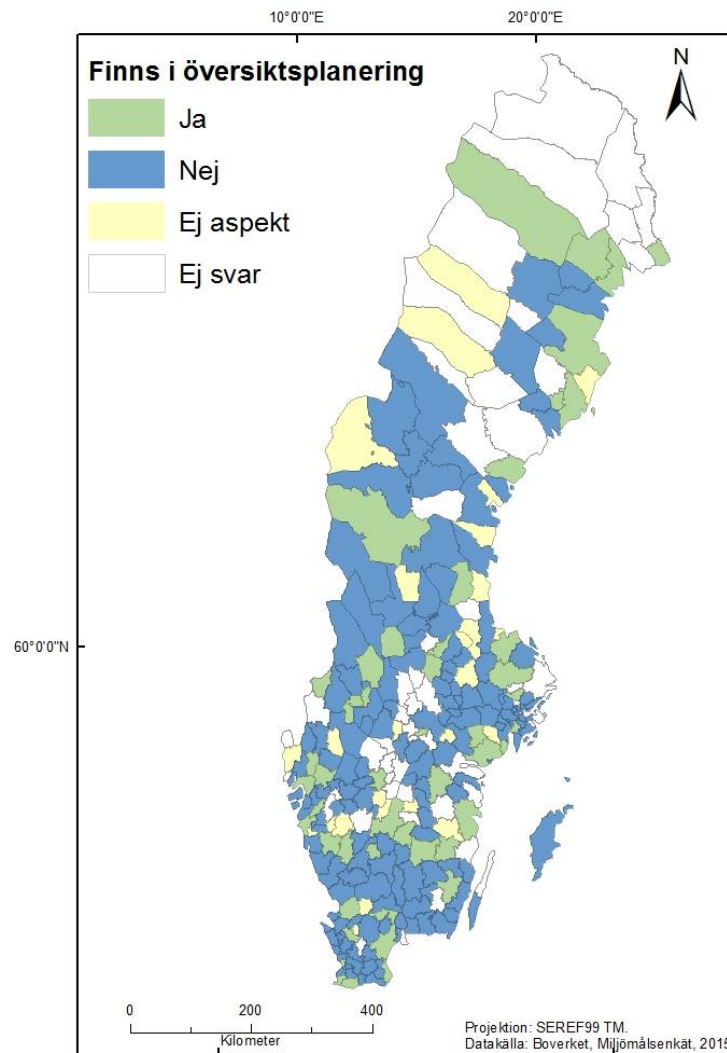
Projektionen för antalet dagar i följd med nederbörd under 1mm åskådliggör en förkortning av torrperioder. I Sverige minskar torrperiodernas längd främst för Lapplandskommunerna, där antalet dagar i följd utan nederbörd minskar med upp till 10,5 dagar. Det tydliga mönstret är att Sveriges kommuner inte kommer behöva bemöta en problembild med förlängda torrperioder (fig. 9). Vilken typ av struktur (grön, blå och grönblå) kommunerna arbetar med, samt kommuner vilka kombinerat dessa med EST-arbete redovisas till höger. Det är 155 kommuner som inte svarat på denna enkätfråga.

**Figur 9.** Framställt till vänster är det beräknade kommunmedelvärde för antalet dagar i rad utan nederbörd år 2021-2050 i förhållande till referensperioden 1961-1990, enligt klimatscenario RCP8,5. Till höger, redovisas vilken typ av grön, blå och grönblå struktur kommunerna arbetar med.

### Förändring av årsmedelnederbörd



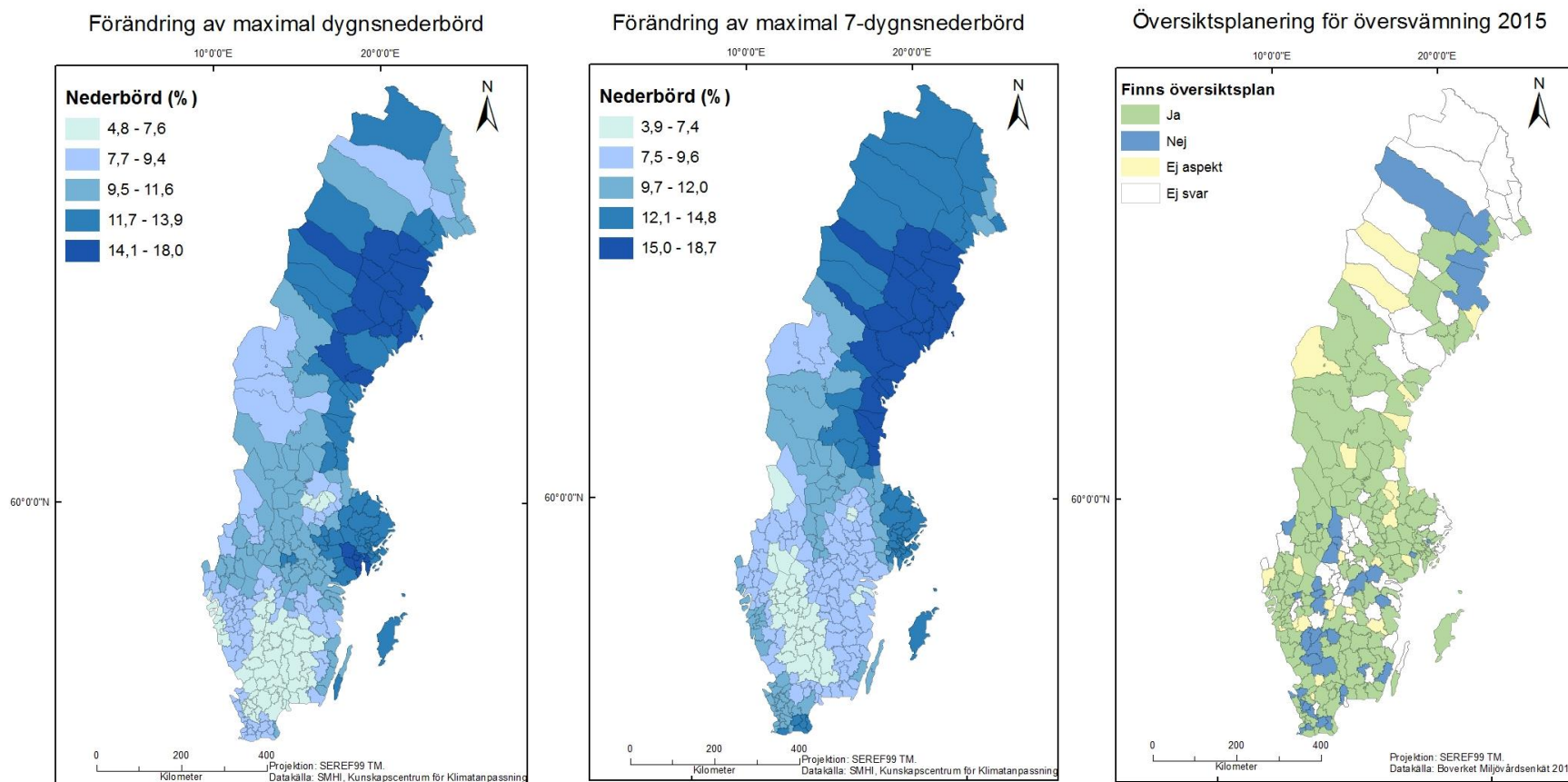
### Översiktsplanering för fysiska skyddsåtgärder 2015



Beräknad förändring i årsmedelvärde för nederbörd kommer att öka med mellan 8,5 - 16,9% (fig. 10). Nederbördsförändringen sker i en relativt tydlig nord – sydlig gradient, där ökningen är störst för Norrlandskommunerna och avtar söderut. Till höger redovisas vilka kommuner som har inkluderat fysiska skyddsåtgärder i sin översiktsplanering. Exempel på en sådan åtgärd är vattenreglering eller byggförbud på särskilda platser. 59 kommuner har med fysiska skyddsåtgärder i översiktsplaneringen och 184 har inte med denna aspekt i sina översiktsplaneringar.

**Figur 10.** Till vänster åskådliggörs kommunmedelvärden för den totala förändringen av årsnederbörd för perioden 2021-2050 i förhållande till referensperioden 1961-1990, enligt klimatscenario RCP8,5. Till höger redovisas vilka kommuner som inkluderat fysiska skyddsåtgärder i sin översiktsplanering.

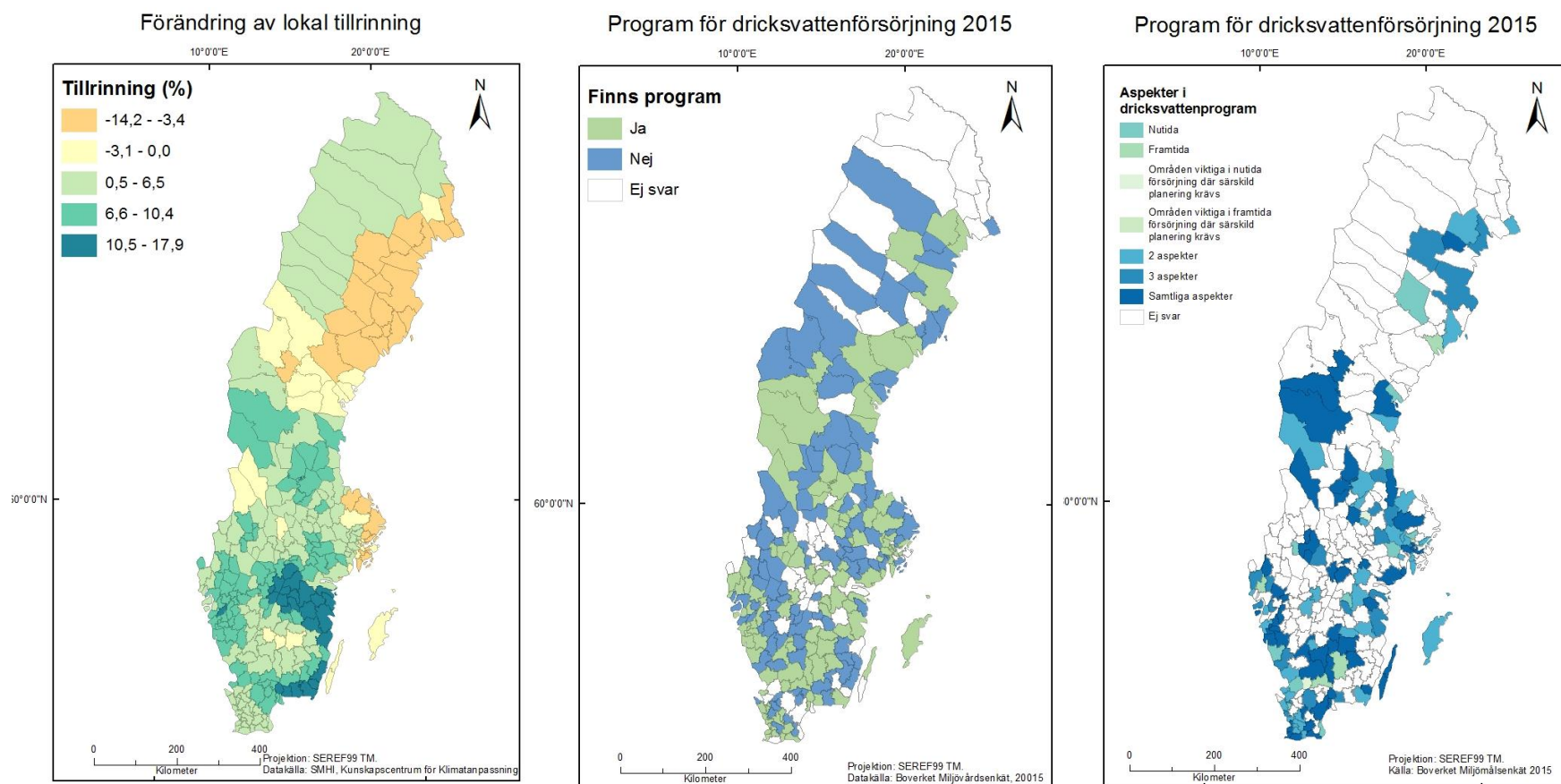
För både maximal dygnsnederbörd och maximal 7-dygnsnederbörd framgår en nord – sydlig gradient med störst ökning i nordöstliga kommuner (fig.11). Ökningen för skyfall prognosticeras variera mellan 4,8 - 18,0% och för 7-dygnsperioder med 3,9 – 18,8%. 197 kommuner har inkluderat översvämning i översiktsplaneringen och 46 kommuner har inte det.



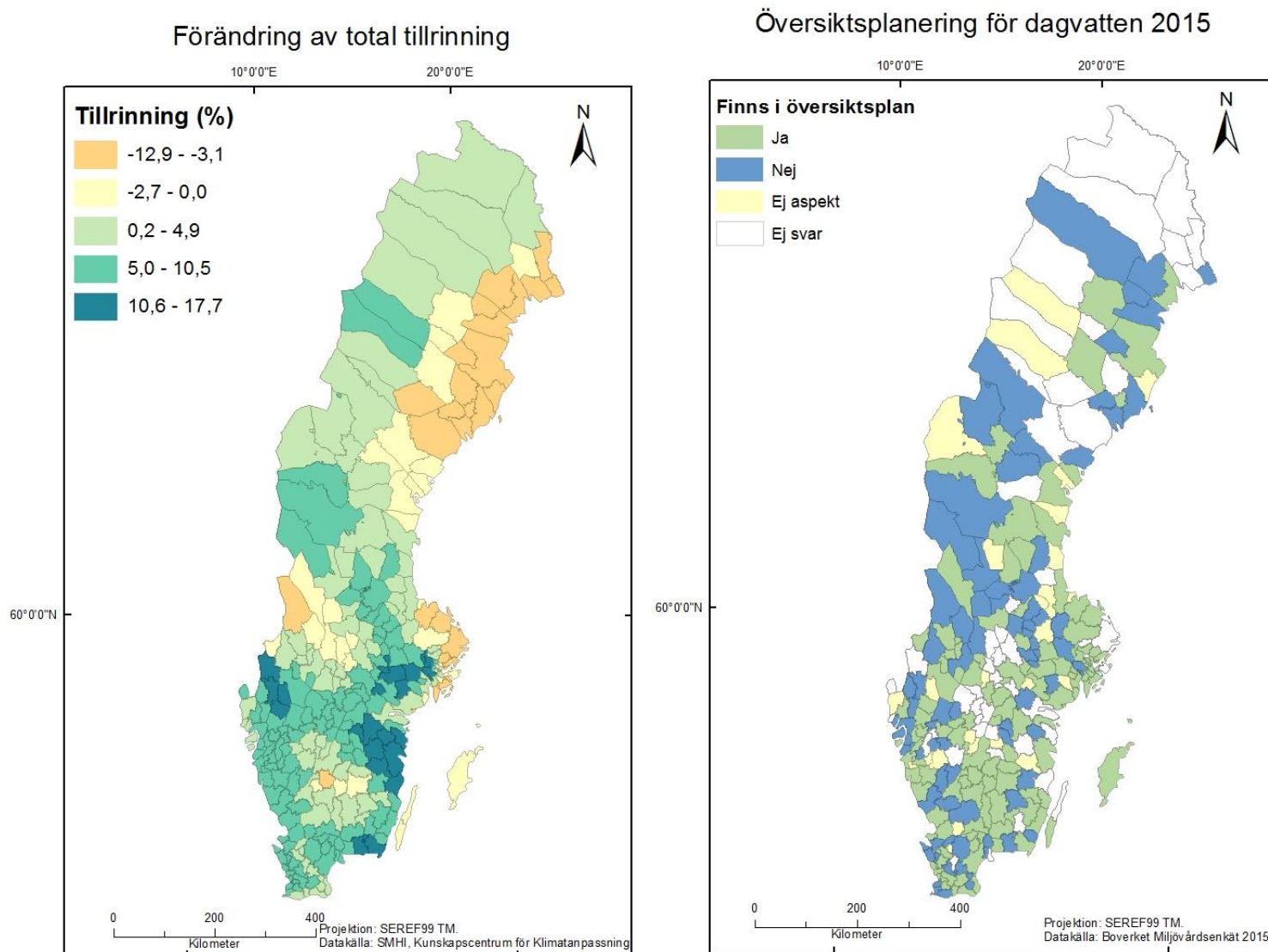
**Figur 11.** Till vänster åskådliggörs kommunmedelvärden för prognosticerad maximal dygnsnederbörd (skyfall) för perioden 2021-2050 jämfört med referensperioden 1961-1990, enligt klimatscenario RCP8,5. I mitten åskådliggörs kommunmedelvärden maximal nederbörd över 7-dagarsperioder för perioden 2021-2050, jämfört med referensperioden 1961-1990. Till höger redovisas kommunernas planering av översvämningssåtgärder i översiktsplaneringen enligt Boverkets enkät 2015.



Den procentuella förändringen i den lokala årsmedeltillrinningen varierar lokalt gällande huruvida tillrinningen ökar eller minskar, dock återfinns de kraftigaste reduceringarna i nordöst och de kraftigaste ökningarna i östra Götaland (fig.12). 148 kommuner har program för dricksvattenförsörjning och 118 har det inte. De aspekter som finns med i dricksvattenprogrammen är: nutida, framtida, områden viktiga i nutida- eller framtida försörjning där särskild planering krävs eller kombinationer av fler aspekter. 165 kommuner har inte redovisat för denna enkätfråga.



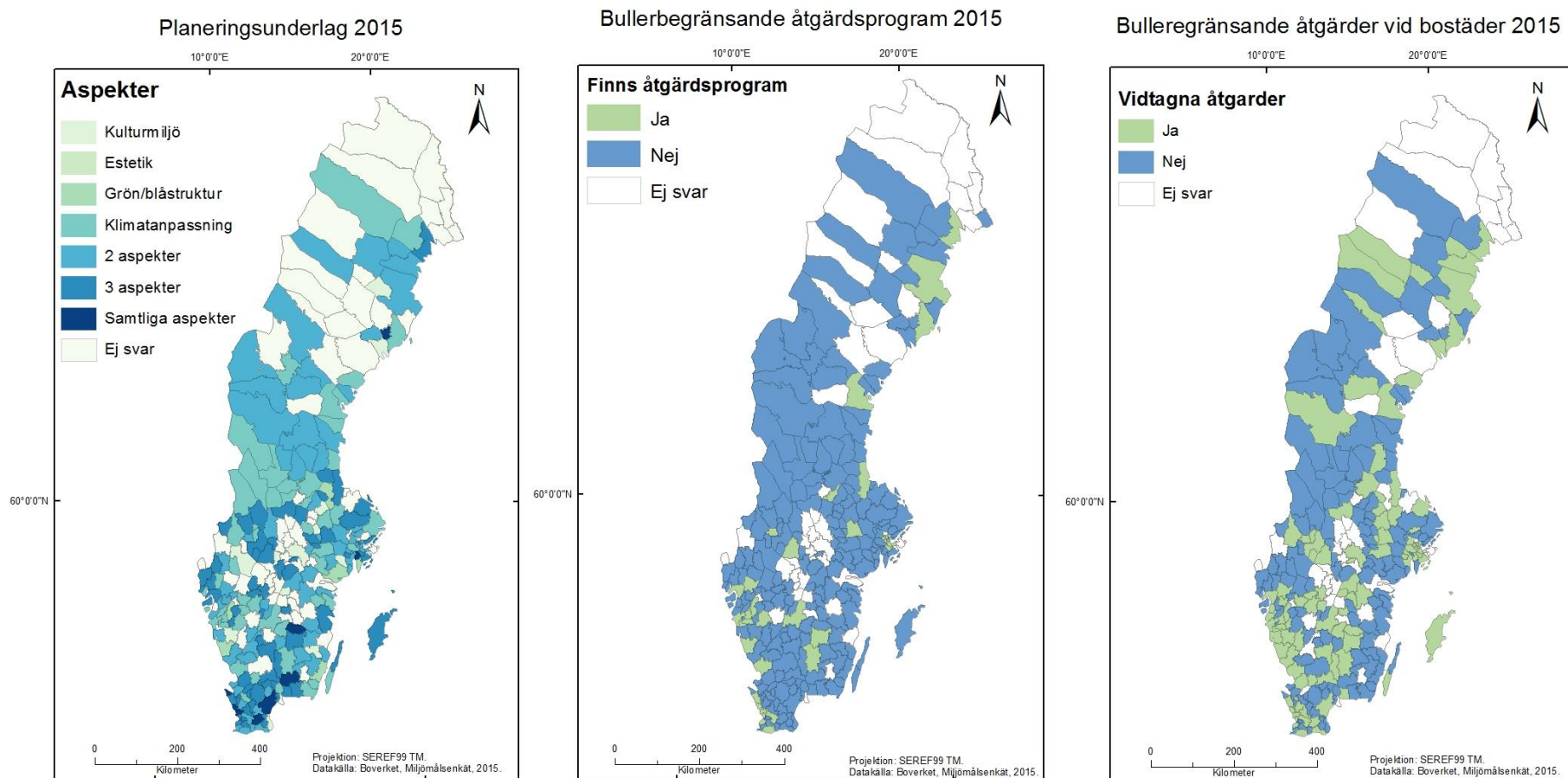
**Figur 12.** Åskådliggjort till vänster är projekterad lokal vattentillrinning, för samtliga kommunmedelvärden, för perioden 2021-2050, jämfört med referensperioden 1963-1992, enligt klimatscenario RCP8,5. I mitten redovisas vilka kommuner som hade ett program för dricksvattenförsörjning och till höger redovisas de aspekter som var inkluderade i dricksvattenprogrammen i boverkets miljömålsenkät 2015.



Den totala dygnsmedeltillrinningen varierar geografiskt över Sveriges kommuner mellan -12,9-17,7%. Den kraftigaste reduktionen av tillrinning beräknas i östra Norrland (fig. 13). 145 kommuner hade översiktsplanering gällande dagvattenhantering år 2015 och 98 kommuner hade det inte. Stor avsaknad av översiktsplanering finns i västra Norrland.

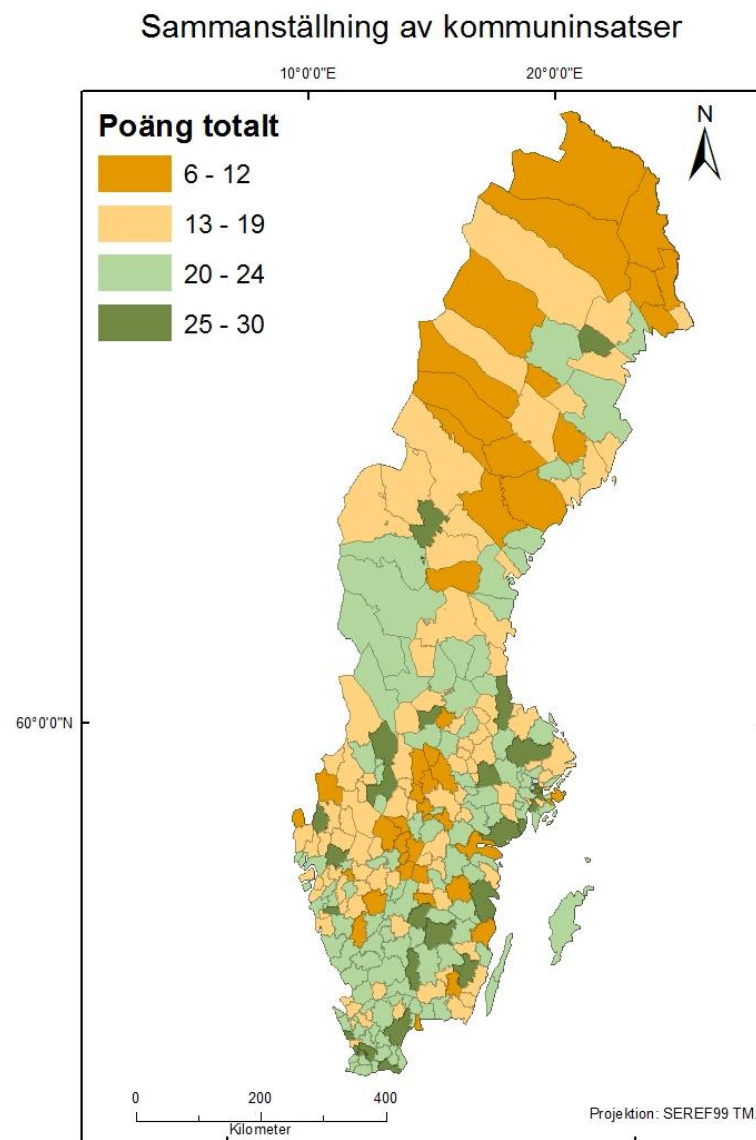
**Figur 13.** Åskådliggjort till vänster är den totala dygnsmedeltillrinningen för perioden 2021-2050 för samtliga Sveriges kommuners medelvärde, jämfört med referensperioden 1963-1992. Till höger, redovisas kommunernas dagvattenplanering i översiktsplanerna 2015.

De aspekter som togs upp i planeringsunderlagen år 2015 är kulturmiljö, estetik, grön-, blå- eller grönblå struktur samt klimatanpassning. 73 kommuner har inte besvarat enkätfrågan men somliga kommuner hade inkluderat flertalet aspekter (fig. 14). 40 kommuner uppgav att de hade åtgärdsprogram för bullerbegränsande insatser år 2015 och 237 att de inte har det. 121 kommuner hade satt in bullerbegränsande åtgärder vid bostäder och 155 hade inte det 2015.



**Figur 14.** Åskådliggjort till vänster är de kulturella aspekter som togs upp i kommunernas planeringsunderlag år 2015. I mitten redovisas de kommuner som hade åtgärdsprogram för bullerbegränsande åtgärder år 2015. Till höger redovisas vilka kommuner som hade infört bullerreglerande åtgärder vid bostäder år 2015.

Sammanställning av kommuninsatser och deras rankning. Varje insats gav 1 poäng och ytterligare poäng erhöles för varje hänseende inom en aspekt, exempelvis nutida- samt framtida dricksvattenprogram, se detaljerad poängdata i bilaga 1. Summerat är antalet insatser, planeringsunderlag och åtgärdsprogram Sveriges kommuner rapporterat in till Boverket och IVL, i deras enkätundersökningar 2015 och 2016. Rankningen är indelad i fyra grupper vilka åskådliggör de 145 kommuner med högst poäng respektive de 145 kommuner med lägre poäng samt inom vilken del av rankingen de hamnat på (fig. 15).

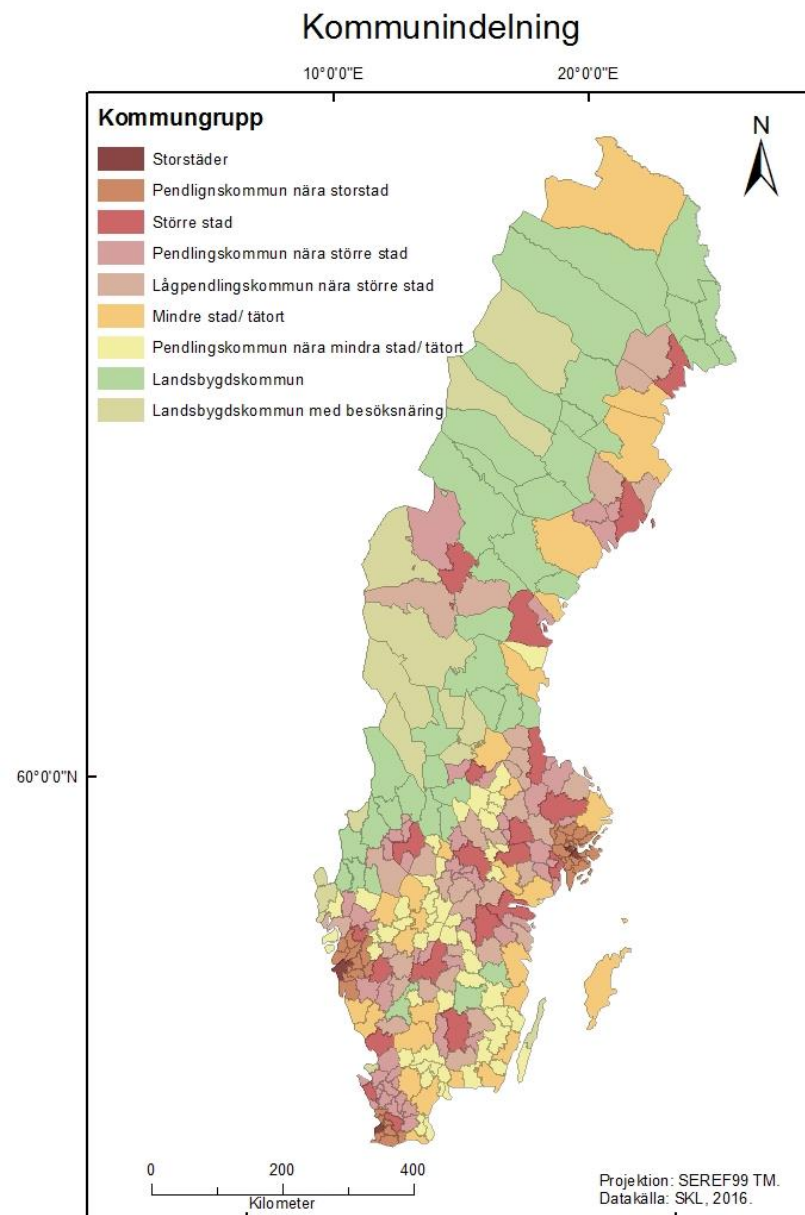


**Figur 15.** Redovisat är de kommuner som tillhör de 145 kommuner vilka fått flest poäng respektive lägst poäng summerat från redovisade insatser, planeringsunderlag och åtgärdsplaner. Sammanställd data härstammar från kommunernas svar på Boverkets miljömålsenkät och IVL:s klimatanpassningsenkät.



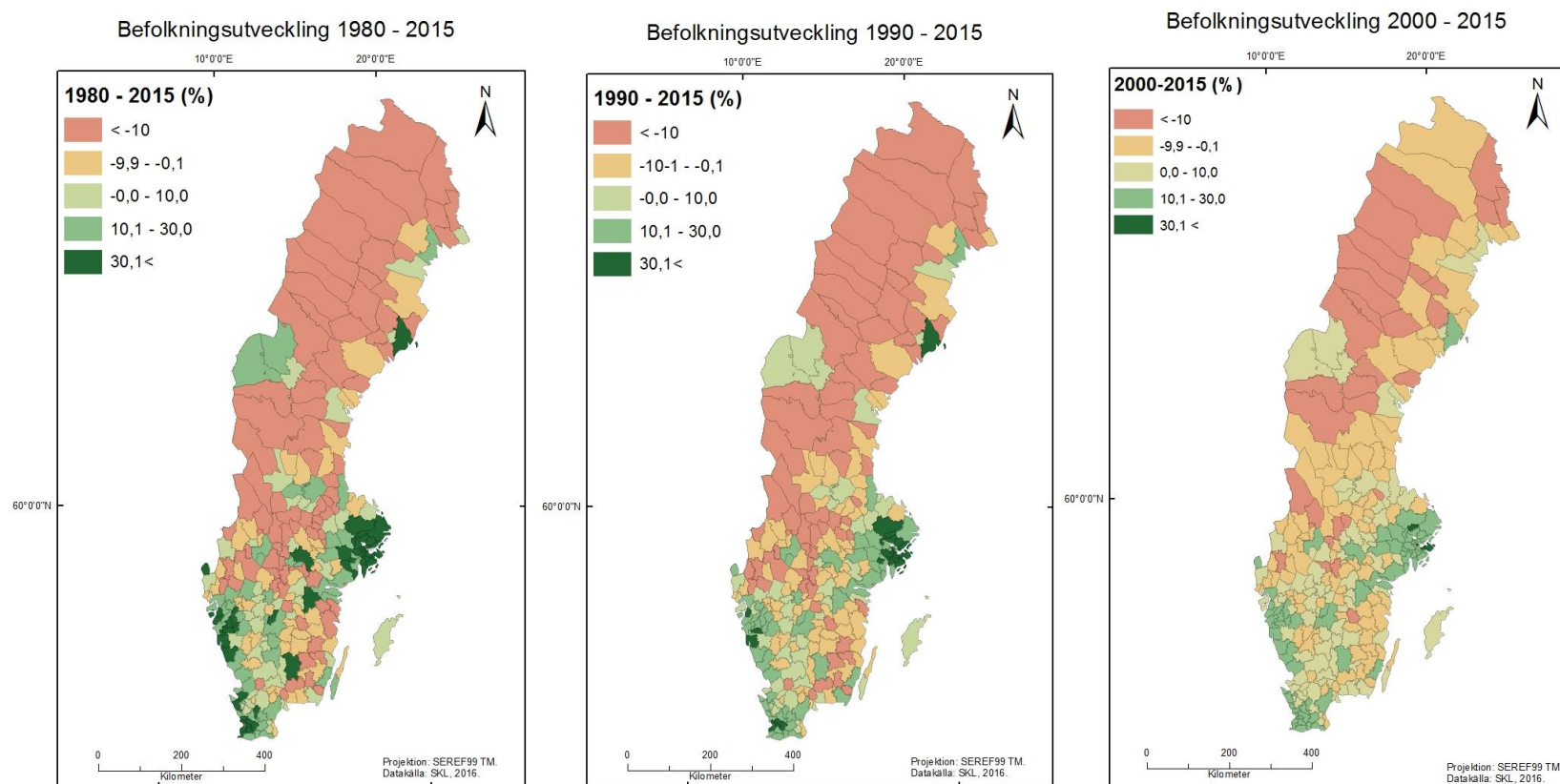
### 4.3 Demografipåverkan

För år 2017 fanns tre huvudgrupper och sex undergrupper i kommungruppsindelningen, se tabell 1 i avsnitt 3.3.1. Till huvudgrupp A, storstäder och storstadsnära kommuner, tillkommer undergrupperna storstäder och pendlingskommun nära storstad. Det fanns tre storstäder och 43 av de senare av de två undergrupperna. Huvudgrupp B, större städer och kommuner nära större stad, med tre undergrupper större stad, pendlingskommun nära större stad, låg-pendlingskommun nära större stad. Det fanns 21 stycken större städer och 52 kommuner vilka tillhörde de pendlingsnära kommuner. Lågpendlingskommuner nära större stad innefattade 35 kommuner. I huvudgrupp C, mindre städer/tätorter och landsbygdskommuner, innefattades fyra undergrupper. Undergrupperna är mindre stad/tätort, pendlingskommun nära mindre stad/ tätort, landsbygdskommun och landsbygdskommun med besöksnäring. Det fanns 29 mindre städer/tätorts-kommuner i Sverige, 52 kommuner med pendling till mindre tätort. Vidare fanns 40 landsbygdskommuner och 15 landsbygdskommuner med besöksnäring (fig. 16).



**Figur 16.** Åskådliggjort är kommunindelning efter tätortsgrupp, med dess tre huvudgrupper och sex undergrupper. Det finns tre storstäder och flest antal pendlingskommuner. Pendlingskommuner är de, vilka ligger i anslutning till storstäderna, större städer/ tätorter eller mindre tätorter.

Trenden för befolkningsförändringen i Sveriges kommuner, sammanställd i figur 17 gäller de tre tidsperioderna 1980-2015, 1990-2015 och 2000-2005. Figurerna visar folkmängd ökar i storstadskommunerna. Främst västra Norrland och västra Svealand är de områden där befolkningsutvecklingen är negativ och alltså minskar. Utvecklingen för tidsperioden 2000-2015 redovisar för en snabb utveckling av storstadsområdena under de senaste årtiondena. Den kumulativa effekten för längre tidsperioder är tydlig i inbördes jämförelser.



**Figur 17.** Till vänster redovisas den procentuella befolkningsförändringen för Sveriges kommuner mellan år 1980-2015. Befolkningsförändringen varierar mellan minskning på ner till 40% och ökning upp till 134%. I mitten redogörs den procentuella befolkningsförändringen för Sveriges kommuner mellan 1990-2015 och till höger den procentuella befolkningsförändringen för Sveriges kommuner mellan år 2000-2015. Befolkningsförändringen varierar mellan minskning på ner till 31% och ökning upp till 86% för 1990-2015, respektive 21% och 38% för år 2000-2015.

## 5.0 Diskussion

Ekosystemtjänster räknas enligt Naturvårdsverket (2012) som förnybara naturresurser. Med ökad urbanisering har kraven på ekosystemen och deras tjänster förändrats. Därför är det viktigt med värdering av lokala ekosystem så att förståelse för hur dessa relaterar till EST ska leda fram till rätt beslut. Hur värderingen för ekosystemen i en tätort utförs är av högsta vikt för att sörja för fortsatt produktion av EST även på lång sikt. Den här rapporten åskådliggör och exemplifierar länken mellan natur, ekosystem och människors välbefinnande, vilket beskriver grunden för begreppet EST. Generellt har södra Sveriges kommuner redovisat för fler klimatinsatser än norra Sverige. Då norra Sverige dessutom beräknas möta stora ökade mängder i nederbörd och ökad årsmedeltemperatur behöver dessa kommuner se över sina planeringsunderlag gällande dagvatten, översvämning, fysiska skyddsåtgärder samt grön, blå och grönbå struktur. Gällande det sistnämnda är redovisade åtgärder även betydligt lägre här än i södra Sveriges kommuner, vilket kan vara en följd av att flertalet av kommunerna är landsbygdskommuner och detta inte prioriteras. Vidare beräknas östra Svealand drabbas hårt av värmeböljor, något som inte bemöts i översiktsplaneringen. Gällande bullerbegränsande åtgärdsprogram behöver största delen av Sveriges kommuner täcka detta bättre, speciellt i de områden där förtätning är kraftig. För att täcka in de aspekter kommunerna i dagsläget saknar, behövs ett nytt perspektiv på urbana miljöer där möjligheterna betonas samt där ett nyskapande av naturligt baserade lösningar står i fokus i en rörlig problembildshandling. Genom användning av de lösningar med tvärgående fördelar inom flera EST-klasser, såsom grön, blå och grönbå struktur eller trädplantering effektiviseras insatserna.

### 5.1 Värderingsmetodik

Vilken värderingsmetodik man använder sig av för att bedöma EST i respektive kommun kan komma att bli avgörande för vilka resultat man uppnår i sina insatser och om uppsatta mål faktiskt uppnås. Resultaten pekar på att ytterligare åtgärder kan komma att behövas i flertalet kommuner för att bemöta framtidens hot mot urbana EST. Beroende på resurser kan viktiga avväganden krävas för att åtgärderna ska täcka de mest påkallande. Den värderingsmetodik som används är fundamental för att bemöta de krav människans beroende och negativa påverkan på de urbana EST. I nuläget baseras majoriteten av hanteringsbesluten för urbana EST på marknadssyften, varför hänsyn inte tas till övriga EST som till följd av detta kan degraderas eller gå förlorade. Därför bör ekonomiska värderingar inte vara enda grunden, utan vara ett av flera underlag som iaktas i beslutsprocessen i valda värderingsmetoder. Många EST-degraderande faktorer går hand i hand och skifte av markanvändning i redan modifierade habitat kan därför få oförutsägbara effekter.

Eftersom det inte finns ett exakt svar på hur framtidens klimatförändringar kommer att se ut, ger klimatscenarierna en indikation på vart vi är på väg åt och vad man måste arbeta mot. För att buffra mot att modelleringarna underskattat eller överskattat kommande förändring bör en marginal läggas in i åtgärdsprogrammen. Då en del klimatförändringar är storregionala eller globala krävs globala klimatöverenskommelser såsom COP21, vilka sedan når alla nivåer i samhället. Hallegatte (2009) beskriver vikten av länken mellan forskningsresultat och

användare/beslutsfattare. Att forskningsresultat blir användbara och går att tolka på kommunal nivå utgör en stor del i de värderingar och förståelse som slutligen ligger till grund för åtgärdsprogram och beslut. Det finns flera olika strategier att bemöta urbaniserings utmaningar med för att uppnå hög resiliens inom ekosystemen. Hallegatte (2009) argumenterar för att osäkerheten i klimatmodellerna gör det möjligt att viktiga projiceringar inte uppfattas i tid.

Övergripande saknas insatser för bevarande och stärkande av EST i många kommuner där en modellerad hotbild framkommer. För att prioritera rätt projekt i de fall resurserna är begränsade är, återigen, den grundläggande förståelsen för hur EST hänger ihop med klimatförändringar viktig. För att lyckas med detta finns utarbetade ramverk vilka kan vara till stor hjälp. Ett exempel på vad ett ramverk ska innehålla är planering och definition av syfte som följs upp med indikatorer på klimatförändring och dess effekter. När dessa indikatorer vägts in ska syfte och mål ses över på nytt för att utvärdera om planeringen täcker in förändringseffekterna. Möjliga metoder för att bemöta problembilden identifieras och ett tillvägagångssätt utvärderas och fastställs (Stein et al., 2013). Möjliga metoder att använda sig av är exempelvis *Sit-and-wait* metoden som används med hänvisning till osäkerheterna i klimatmodellerna. Man riskerar att gå miste om möjligheten att förebygga potentiella problem i väntan på att klimatmodellernas beräkningar ska slå in. Risken att de insatser man gjort inte längre visar sig vara värdefulla eller vidare kan förvärra situationen ökar också. Två vanliga värderingsstrategier är *Cost-benefit analyser* och *Cost-effectiveness analyser*. I dessa vägs kostnader mot fördelar respektive möjligheten att finna alternativa sätt att uppnå samma mål (Watkiss et al., 2013). *No-regret strategier* inkluderar klimatförändringen och har förmåner även vid utebliven sådan. En förlängning på detta är *safety-margin strategier* vilka innebär att till låg kostnad inkluderar marginaler för framtida förändringar så att om värsta scenariot inträffar, ska infrastruktur och allmänna ytor etc. klara av detta. Ytterligare en strategi är *soft strategier* där alla beslut gällande allmännyttor måste godkännas av myndigheter (Hallegatte, 2009). Därefter ska detta implementeras och en uppföljning på insatsernas respons genomföras. Utvärdering av insatsen följer och eventuella justeringar av tillvägagångssättet läggs till. Detta ramverk fungerar som en loop och har ett brett användningsområde samt kan vidhålla systemets status efter aktiva insatser avslutats (Stein et al., 2013). Liknande cykliskt ramverk är skildrat av Watkiss et al.(2013). Skillnaden är att den senare inte inkluderar utvärderings-processer under arbetets gång utan endast efteråt, för att sedan starta om på första steget igen. Att utvärdera insatser och dess resultat under arbetets gång är värdefullt, delvis för att kunna bemöta förändrade förutsättningar och för att få in rörlighet i hanteringen. Rörliga hanteringsperspektiv inom klimatanpassningsstrategier ger många fördelar (Lawler, 2008).

En bra planeringsprocess kan sprida information om vikten att reglera den bebyggda miljön samt användningen av mark och vatten. På så sätt underlättas genomförandet av åtgärder på alla nivåer i samhället. I Sverige ligger lagstiftning (Miljöbalken, Plan- och bygglagen) och policys till grund för styrning av naturresurser som vatten- och markanvändning. För hushållning av mark och vatten gäller exempelvis att långsiktiga intressen ska väga tyngre än kortsiktiga. I långsiktig planering av infrastruktur, behöver nutida och framtida klimat vägas



in. I de fall detta inte är möjligt förkortas hållbarheten. Det är av stor vikt att beslut och åtgärdsprogram inte dröjer allt för länge samt att de är flexibla och fungerar även om den klimatförändring man försökt förebygga skulle utebli (Hallegatte, 2009). 97 av Sveriges 290 kommuner hade år 2010 översiktsplaner från 1990-talet (SCB, 2013).

## 5.2 Analys av klimatanpassning

I sammanställningen av kommuninsatser framgår att flera av de framtida klimatscenarier där kommunerna kan komma att möta kraftiga förändringar finns få eller inga insatser. Trots att översiktsplanering inte är bindande utan bara visar ansatser är kopplingen mellan förlegade översiktsplaner och behovet av utveckling i kommunerna för att möta nuvarande och framtida urbana problem är betydande. Med väntad förändring av vattenflöden krävs planering av dagvattenhantering, särskilt för de kommuner där både tillrinning och nederbörd i kombination med färre torra perioder är att vänta. Generellt behöver dagvattenplanering täckas in bättre av kommunerna då endast cirka hälften av Sveriges kommuner planerar för detta. Vid en geografisk jämförelse av var planering och program finns och var hoten är störst stämmer dessa inte helt överens. Detta kan tyda på, förutom att uppdatering av översiktsplaner krävs, att länken mellan forskning och beslutsorgan lokalt inte fungerar. Detta kan leda till att flertalet kommuner satsar på andra frågor då förståelsen av de förändringar som kan komma inte befästs. Samma övergripande utvecklingsriktning gäller förväntad ökning i årsnederbörd, skyfall och 7-dygnsnederbörd, där 184 kommuner helt saknar översiktsplanering för fysiska skyddsåtgärder. Däremot har 197 kommuner en översiktsplanering gällande översvämningshantering. Klimat-projiceringarna för indikatorer såsom ökat antal graddagar över 20°C, förlängda värmeböljor och höjd årsmedeltemperatur, förkortade torrperioder och tidigare vegetationsstart bemöts generellt inte. Endast 16 kommuner redovisade att de har värmebölja som aspekt i sina översiktsplaner 2015. Av de kommuner som redovisat sina klimatanpassningsinsatser har många kommit vidare från ett planeringsstadium, vilket tyder på en vilja och förståelse av dagens situation samt vikten av planering och genomförande av klimatanpassningsåtgärder.

Enligt analys av resultatet finns god kännedom om grön- och blåstruktur i 226 kommuner, men när man ser på vilka kommuner som faktiskt implementerat någon typ av grön- eller blåstrukturprogram har 155 kommuner valt att inte svara på denna fråga. Grön-, blå- och grönbå strukturer stärker många kulturella EST, vilka Sveriges kommuner har täckt in relativt väl i planeringsarbetet. Kulturella EST är av stor vikt för trivsel och hälsa inom urbana system. I Boverkets miljömålsenkät (2015) undersöktes vilka aspekter som täcktes av planeringsunderlaget i Sveriges kommuner. Ett stort antal kommuner inkluderar flera aspekter och flertalet har inkluderat samtliga. Detta är positivt, då det tyder på en god kännedom gällande vikten av dessa inslag i urbana miljöer för att öka den allmänna hälsan. Dock gällande insatser för begränsning av höga bullernivåer vid bostäder, finns endast 40 sådana program redovisade och 121 kommuner har redovisat för faktiska insatser. På tätortsnivå är det de lokala förutsättningarna som avgör vilken EST som är av störst vikt att lägga resurser på. Det kan exempelvis röra sig om uttagsmöjligheter eller grundvattennivåer. Färskvattenbrist på Öland och Gotland har exempelvis lett till att campingplatser börjat med

havsvattenpooler på Öland och att bräckvattenverk öppnat på Gotland (Klimatanpassningsportalen, 2016a; Klimatanpassningsportalen, 2016b).

### 5.3 Demografiförändringar

Tätorters och urbaniserade områdens utveckling påverkar i hög grad ekosystem som finns där. Med rätt planering av urbaniseringen kan påverkansgraden minskas och EST nyttjas på ett fördelaktigt och långsiktigt sätt även i dessa områden. En stor del av den globala befolkningen är urbaniserad och det resulterar delvis i att människan är den främsta drivande faktorn för utvecklingen i den nya tidsperiod som påbörjats, Antropocen (Elmqvist et al., 2013). 1,5% landareal i Sverige utgörs av tätorter där genomsnittlig befolkningstäthet år 2015 var knappt 1400 personer/km<sup>2</sup>. Befolkningstätheten är störst i Stockholm där den ligger på 2500 personer/km<sup>2</sup> (SCB, 2016). Det ökade beroendet av områdena kring tätorter leder till minskning av naturliga tillgångar samt degradering av dessa (CBD, 2012). Med urbaniseringen och den följande förtätningen av bebodda och hårdgjorda områden blir stadsplaneringen desto viktigare (TEEB, 2011). Planering för förtätning av urbana områden har ett långtidsperspektiv på mellan 50-200 år och gör områdena väldigt klimat känsliga. Då klimatet förutses förändras betydande inom denna tidsperiod måste projiceringarna finnas till grund i stadsplaneringen. Ett exempel på en utmaning är översvämningsplanering som enligt Hallegatte (2009) endast är aktuell under några årtionden. Detta leder till att planerna konstant måste utvärderas och uppdateras följande klimatmodellens projektioner. Andelen pendlingskommuner kring storstäder, större städer och mindre städer är stor och detta leder till ökad trafik och dess följderna som exempelvis föroreningar, koldioxidutsläpp och ökad yta med vägbeläggning. Dessutom sker den största befolkningsökningen i storstads- eller kommuner till större städer för samtliga tidsperspektiv (fig.17). En tydlig kumulativ trend för perioden 1980-2015 framkommer också och den snabba befolkningsökningen i storstadsområdena under 2000-talet leder till nybyggnation av bostäder för att bemöta den ökade efterfrågan. Utan rätt planeringsinsatser kan de förtätade stadsmiljöerna öka risken för få infiltrerande ytor, färre- och mer fragmenterade habitat.

Vid förtätning av bebyggelsen måste anpassning till klimatförändringar och upprätthållande av EST, som sagt, planeras för. Olika sätt att mäta tätorters klimatanpassning är tätortens sammansättning och andelen av olika typer av ytor. I SCB:s undersökning (2010) av tätorter med över 30 000 invånare hade 94% grönytestruktur på över 50% av arealen. Dock var i genomsnitt 25% av denna yta inte allmänt tillgänglig, men tillgängligheten till grönområden beräknad som hög för de flesta av dessa tätorter (SCB, 2010). Eftersom dessa strukturer har så stor hälsopåverkan är de av stor vikt även för kulturella EST. I tabell 2, finns en sammanställning av övergripande lösningsförslag till specifika problem i urbana områden. Det framkommer att urbana träd har många viktiga funktioner och fungerar inte enbart som direkt solskydd, utan verkar också kylande på lokal temperatur och buffrar för inverkan från värmeböljor i städer samt inverkar klimatreglerande i ett större perspektiv (Gómez-Baggethun et al., 2012). Vidare har grön, blå eller grönblå struktur tvärgående effekter och inverkar på många av de EST som behövs för att möta de framtida förändringarna. Exempelvis de vattenflödesreglerande EST går att förstärka genom grön, blå och grönblå

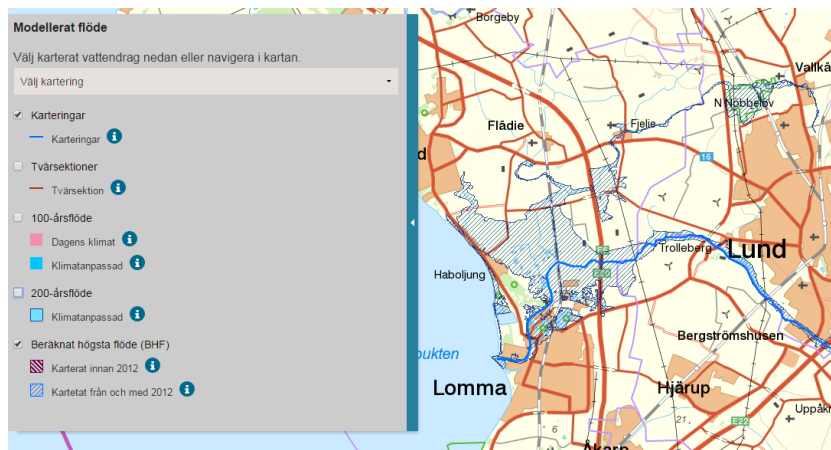
infrastruktur, samt trädplantering, då detta har stark påverkan på den hydrologiska cykeln, främst genom upptag och filtrering av dagvatten (NV, 2017). Urbana vattendrag samt dammar agerar även de som filter av urbant vatten (Gómez-Baggethun et al., 2012).

## 5.4 Begränsningar och möjligheter

Förutsättningarna för att ta upp alla aspekter för alla kommuners urbana områden har begränsats på flera sätt. Det finns många lösningar för att förebygga klimatförändringarna i urbana områden och de faktiska insatserna kanske inte alltid framkommer genom enkätredovisning. En kommun som exempelvis inte anger att de arbetar med översvämningshantering men med grönstruktur, kan ha mycket grönyta och spridda träd i sina tätorter vilka verkar som infiltreringsytor och håller samt fördröjer vattnet, utan att detta varit syftet. Då inte alla kommuner redovisat för samtliga frågor i sammanställningen av insatser kan detta resultat ge en något felriktad bild av verkligheten då dessa inkluderats med de som inte redovisat för insats i frågan. Dessutom finns ingen information angående hur enkäterna fyllts i eller av vem. Detta leder till en osäkerhet i svaren. Utformningen av enkäterna påverkar också hur resultaten anges och det finns ett tolkningsutrymme inom en del frågor. Vidare skiljer sig medlen åt mellan olika kommuner, vilket leder till att det i vissa kommuner inte finns resurser till planering, värdering eller åtgärd. Inverkan ekonomiska faktorer spelar för vilka åtgärdsprogram som genomförs är tydlig, men denna gång ur ett praktiskt perspektiv och inte ur ett pådrivande marknadsperspektiv. Trots de problem som kommer med den ojämna svarsfrekvensen- och kapacitet att tillmötesgå behoven kommunerna emellan, ger sammanställningen en bild av kommunernas ambitionsnivå. Sammanställningen kan leda till att urbana EST-frågor får mer utrymme i kommunerna samt förbättrad redovisning som följd.

Då karteringarna för klimatscenarierna visar medelvärdet för varje kommun, innebär detta att stora kommuner eller kommuner med stora lokala variationer drabbas mer av generaliseringar än andra. De EST rapporten tar upp har begränsats av vad som är möjligt att kartlägga på Sverigeskala, med en noggrannhet på kommunnivå och urbana områden som fokus. Exempelvis har inte bullernivåer, luftföroreningar, grön, blå eller grönblå struktur, länkande habitat, rekreationsområden eller biodiversitetsindex kartlagts. Dessa kan variera lokalt och en kartläggning på en Sverigeskala skulle ge allt för grova och generaliserade resultat alternativt inte passa ramen för denna studie. För vissa faktorer, exempelvis buller, kan även en detaljnivå på stadsdelsnivå krävas. Ytterligare något denna rapport inte bemöter är urbana områden nedströms andra och hur de kan drabbas vid översvämningar uppströms. Är riskkartering av översvämningsområden något man söker finns detta på ”Portalen för Översvämningsshot” av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, se exempel i figur 18, som baseras på deras och Sveriges länsstyrelser inventeringar (SCB, 2013). Nästa steg är att uppdatera översiktsplanerna i de kommuner där dessa inte aktualiserats under den senaste mandatperioden. Vidare bör EST i samtliga urbana områden kartläggas och värderas för att beslut angående insatser ska täcka in både nutida och framtida problematik och behov. Ur ett praktiskt perspektiv behövs detaljerad information om urbana ekosystems tillstånd för att förvaltningen ska bli korrekt. Huruvida insatserna blir positivt mottagna av samhället bygger

på förståelsen av samspelet mellan människan och de EST, vilka ofta tas för givet (Kronenberg, 2012). Generellt saknas ännu en genomgående förståelse för hur arter och system svarar på framtida klimatförändringar (Lawler, 2008). För att öka denna förståelse är länken mellan forskningsresultat och hur dessa tolkas av beslutstagare, återigen, viktig. Att ta hjälp av ovan nämnda ramverk och verktyg i arbetet med urbana EST rekommenderas. Med gemensamma mål, som de etappmål vi strävar mot i Sverige, behövs insatser från samtliga kommuner även om problematiken är lokalt varierande. Som Ban Ki-moon uttryckt i det inledande citatet finns stora potentialer i städer med rätt planering och åtgärdsprogram och med denna grund kan de bli ekonomiskt, socialt och miljömässigt hållbara (avsnitt 1.0, 2012).



**Figur 18.** Ett exempel på hur Översvänningsportalen ser ut och hur man kan välja vilken typ av modellerat flöde man vill se. I exemplet åskådliggörs Lommaområdet för beräknat högsta flöde. Källa: MSB, 2017.

## 6.0 Slutsatser

*Den här studien indikerar att Sveriges 290 kommuner har integrerat arbetet med skyddande och skapande av urbana EST i viss mån, men att stora utvecklingsmöjligheter ännu finns. Länken mellan forskning och beslutstagare är av stor vikt för förståelsen mellan urbana EST och våra handlingar. Bra metoder inkluderar planering, utvärdering och återknytning under arbetets gång.*

Flertalet kommuner kan vänta klimatförändringar som de ännu inte inkluderat i sina planeringar eller åtgärdsprogram. Detta är något man behöver ta hänsyn till för att på rätt sätt förvalta de EST man har behov av i urbana miljöer. En analys av diskrepansen mellan hittills utförda åtgärder och framtida utmaningar visar på att det framför allt är ökade nederbörsmängder, stärkt hydrologisk cirkulering och betydligt högre temperaturer fokus bör ligga på i Norrland och att fokus bör ligga på ökade risker för värmeböljor i Svealand och Götaland.

I de storstads- och tätortskommuner där befolkningmängden ökar mest följer de stora utmaningarna exploatering och förtätning av onaturliga ytor. Med nuvarande demografisk trend ökar alltså utmaningarna för bevarandet, skyddandet och skapandet av EST i urbana områden, vilket kan medföra en ytterligare ökning av glappet mellan kommunernas utmaningar och bemötandet av dessa. Det krävs extra insatser för att tillvarata de EST som finns samt möjliggöra förutsättningar för nyskapande. Viktiga avväganden kan komma att krävas beroende på kommunernas resurser och vilka förändringar som projicerats. Rekommenderat är att vända sig till tvärgående lösningar, vilka ger fördelar för flera EST-klasser.



## 7.0 Referenser

- Andersson, E., S. Barthel, and K. Ahrné. 2007. Measuring social – ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. *Ecological Society of America* 17: (5) 1267-1278.
- Bolund, P. och S. Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29 (1999): 293–301.
- Boverket. 2015. Miljömålsenkäten. Hämtad: 10 april 2017, från <http://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/oppna-data/miljomalsenkaten/>
- CBD (Convention on Biological Diversity). 2012. Cities and Biodiversity Outlook. The Global Assessment of the Links between Urbanization, and Ecosystem Services. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Kanada.
- EEA (European Environmental Agency). 2016. Mapping and Assessing the Condition of Europe's Ecosystems: Progress and Challenges. Drivers, Pressures, State, Impact and Response. European Environmental Agency Report 3/2016, Luxemburg, doi:10.2800/417530
- Elmqvist T., M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P.J. Marcotullio, R.I. McDonald, S. Parnell, M. Schewenius och M. Sendstad. 2013. Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. Springer Dordrecht Heidelberg, New York, London.
- Europeiska kommissionen. 2015. Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities' (full version). European Union and Directorate-General for Research and Innovation, Bryssel, Belgien, doi: 10.2777/765301
- Europeiska kommissionen. 2013. Att leva gott inom Planetens gränser, det sjunde allmänna miljöhandlingsprogrammet för unionen till 2020. Europeiska Unionen, doi:10.2779/63589
- Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, et al. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
- Gómez-Baggethun E., D.N., Barton. 2012. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86 (2013): 235-245.

- Hallegatte. 2009. Strategies to adapt to an uncertain climate change. Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED) and Ecole Nationale de la Météorologie, Frankrike. *Global Environmental Change* 19 (2009): 240–247
- Hilding-Rydevik, T., M. Blicharska. 2016. Ekosystemtjänster i Praktiken, Erfarenheter av att praktiskt använda begreppet ekosystemtjänster i planering och beslutsfattande i Sverige och en exempelsamling. Naturvårdsverket, Rapport 6724, 2016, Stockholm, Sverige.
- Hooper et al.. 2012. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature* 486 (2012): 105–108, doi:10.1038/nature11118.
- IVL. 2016. Klimatanpassning 2016 - Så långt har Sveriges kommuner kommit. En enkätundersökning och kommunrankning. Svenska Miljöinstitutet, Rapport B2261, 2016.
- Kjellström, E., R. Abrahamsson, E. Jernåker, M. Karlberg, J. Morel och Å. Sjöström. 2014. Uppdatering av det Klimatvetenskapliga Kunskapsläget. Energimyndigheten, Naturvårdsverket, SMHI, Klimatologi 9.
- Klimatanpassningsportalen. 2016a. Bräckvattenverk för dricksvatten på Gotland. Hämtad: 29 april 2017 från <http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/brackvattenverk-for-dricksvatten-pa-gotland-1.110946>
- Klimatanpassningsportalen. 2016b. Camping på Öland byte till Havsvattenpooler. Hämtad: 29 april 2017 från <http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/camping-pa-oland-bytte-till-havsvattenpooler-1.112348>
- Klimatanpassningsportalen. 2017. Fjällanläggning klimatanpassas, Ramundberget. Hämtad: 29 april 2017 från <http://www.klimatanpassning.se/hur-paverkas-samhallet/turism-och-besoksnaring/turism-och-besoksnaring-1.107457>
- Kragh, J., 1981. Road traffic noise attenuation by belts of trees. *Journal of Sound and Vibration* 74: (2) 235–241.
- Kronenberg J. 2012. Urban ecosystem services. *Sustainable Development Applications* 3: 2012.
- Lantmäteriet. 2017. Hämta öppna geodata. Hämtad: 22 februari 2017 från <http://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Kartor/oppna-data/hamta-oppna-geodata/#faq:gsd-oversikt-kartan-vektor>
- Lawler, J. 2009. Climate Change Adaptation Strategies for Resource Management and Conservation Planning. *The year in ecology and conservation biology*, 2009,



Annual Academy of Science 1162: 79-98, doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04147.x

- Lindh, T. 2008. Sverige i en åldrande värld –framtidsperspektiv på den demografiska utvecklingen. Underlagsrapport nr 13 till Globaliseringsrådet. Globaliseringsrådet, Stockholm, Sverige.
- Miljömål. 2014. Hur miljön mår och arbetet med Sveriges miljömål går. Hämtad: 10 februari 2017 från <http://www.miljomal.se/sv/etappmalen/Biologisk-mangfald/>
- MSB. 2017. Potralen för översvämningsshot. Hämtad: 22 maj 2017 från <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/enkel-karta.html>
- MSB. 2013. Resiliens -Begreppets olika betydelser och användningsområden. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Rapport MSB569-2013, Karlstad, Sverige.
- Naturvårdsverket. 2017. Argument för mer ekosystemtjänster. Naturvårdsverket, Stockholm, Rapport 6736.
- Naturvårdsverket. 2015. Guide för Värdering av Ekosystemtjänster. Naturvårdsverket, Stockholm, Rapport 6690, 2015.
- Naturvårdsverket. 2012. Sammanställd information om Ekosystemtjänster. Naturvårdsverket, Stockholm, skrivelse ärendenummer: NV-00841-12
- Nowak, D.J. 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. I: Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Ed. McPherson, E.G., Nowak, D.J., Rowntree, R.A. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Radnor PA, 63–81.
- Reid, W.V., A.A. Mooney, A. Cropper, D. Capistrano, S.T. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta and T. Dietz et al. 2005. Ecosystems and human Well-Being: synthesis. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Island Press, Washington, DC, USA.
- SCB. 2017. Befolkningsutvecklingen i riket efter kön. År 1749-2016.. Hämtad: 28 februari 2017 från [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_BE\\_BE0101\\_BE0101G/BefUtvKon1749/table/tableViewLayout1/?rxid=00a92185-b2c9-4f19-a75e-a9e87a917cd9](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101G/BefUtvKon1749/table/tableViewLayout1/?rxid=00a92185-b2c9-4f19-a75e-a9e87a917cd9)
- SCB. 2016. Tätorter 2015 – Befolkning och arealer. Sveriges officiella Statistik, Statistiska meddelanden, Statistiska Centralbyrån, Rapport MI 38 SM 1601, Örebro, Sverige.
- SCB. 2015. Urbanisering –Från Land till Stad. Artikel: 2015:96. Hämtad: 3 mars 2017 från [http://www.scb.se/sv/\\_/Hitta-statistik/Artiklar/Urbanisering--fran-land-till-stad/#](http://www.scb.se/sv/_/Hitta-statistik/Artiklar/Urbanisering--fran-land-till-stad/#)

- SCB. 2013. Markanvändningen i Sverige. Sjätte utgåvan. Sveriges officiella Statistik, Statistiska Centralbyrån, Örebro, Sverige.
- SCB. 2010. Grönytor och Grönområden i tätorter 2010. Sveriges Officiella Statistik, Statistiska Meddelanden, Statistiska centralbyrån, Rapport MI 12 SM 1501, Örebro, Sverige.
- SCB. 2009. Demografiska rapporter 2009:1. Sveriges framtida befolkning 2009 – 2060. Statistiska Centralbyrån, Rapport 2009:1, Örebro, Sverige.
- SCB. 2008. Tätorter; arealer, befolkning 2005 Beskrivning av statistiken. Statistiska Centralbyrån, Enheten för miljöräkenskaper och naturresurser. Rapport: MI0810, Örebro, Sverige.
- SCB. 2005. Demografiska rapporter 2005:1. Bostaden, storstaden och Barnfamiljen. Statistiska Centralbyrån, Rapport 2005:1, Örebro, Sverige.
- SCB. 2003. Demografiska rapporter 2003:2. Flyttströmmar i Sverige 1999-2001. Statistiska Centralbyrån, Rapport 2003:2, Örebro, Sverige.
- Sjökvist E., J. Axén Mårtensson, J. Dahné, N Köplin, E. Björck, L. Nylén, G. Berglöv och J. Tengdelius Brunell et al. 2015. Klimatscenarier för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier. Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning, SMHI, Klimatologi 15 (2015), Norrköping, Sverige.
- SKL. 2016. Kommungruppsindelning 2017. Omarbetning av Sveriges Kommuner och Landstings kommungruppsindelning. Sveriges Kommuner och Landsting, Stockholm, Sverige.
- SMHI. 2017a. Klimtindikatorer. Hämtad 15 mars 2017 från <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatindikatorer-1.7050>
- SMHI. 2017b. Nedladdningstjänst för SCID. Hämtad 10 mars 2017 från <https://data.smhi.se/met/scenariodata/rcp/scid/>
- SMHI. 2017c. Ny Generation Scenarier för Klimatpåverkan –RCP. Hämtad 25 mars 2017 från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914>
- SMHI. 2017d. Vad är RCP? Hämtad 25 mars 2017 från <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarier/vad-ar-rcp-1.80271>

- SMHI. 2017e. Över 100 klimatsimuleringar visar framtidens klimat. Hämtad 10 mars 2017  
<https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/over-100-klimatsimuleringar- visar-framtida-klimat-1.32871>
- SMHI. 2016f. Klimatförändringens konsekvenser för Samhället. Hämtad 19 april 2017 från  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatforandringens-konsekvenser-for- samhallet-1.3880>
- SMHI. 2015a. SCID Innehåll - Climate index database for Sweden. SMHI, Kunskapscentrum för klimatanpassning, version 4.0, Norrköping, Sverige.
- SMHI. 2015b. SMHI Graddagar. Hämtad 24 april 2017 från  
[https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.3482!/Menu/general/extGroup/attachmentC olHold/mainCol1/file/Faktablad%20SMHI%20Graddagar%20150601.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.3482!/Menu/general/extGroup/attachmentC olHold/mainCol1/file/Faktablad%20SMHI%20Graddagar%20150601.pdf)
- Stein, B.A., A. Staudt, M.S. Cross, N.S. Dubois, C. Enquist, R. Griffis, L.J. Hansen och J.J. Hellman et al. 2013. Preparing for and managing change: climate adaptation for biodiversity and ecosystems. *Front Ecology and the Environment* 11(9): 502–510, doi:10.1890/120277
- Stocker, T.F., D., Qin, G.K., Plattner, M.M.B., Tignor, S.K., Allen, J., Boschung, A., Nauels, Y., Xia, et al. 2013. Climate 2013: The Physical Science Basis. Working Group 1 Contribution to the Fifth Assessment Report on Climate Change. International Panel of Climate Change, Schweiz.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). 2007. Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis. International Panel of Climate Change Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 Kapitel: 10.7 Long Term Climate Change and Commitment, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). 2011. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. United Nations Environment Programme.
- United Nations. 2015. Paris Agreement. Hämtad 9 maj 2017  
[http://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/english\\_ paris\\_agreement.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_ paris_agreement.pdf)
- UNDP (United Nations Development Programme). 2017. Mål 15: Ekosystem och Biologisk mångfald. United Nations Development Programme's Nordiska kontor, Stockholm. Hämtad 29 januari 2017 från  
<http://www.se.undp.org/content/sweden/sv/home/agenda-2030/sdg- overview/goal-15.html>

- Vauramo S., Setälä H. 2010. Urban belowground food-web responses to plant community manipulation – Impacts on nutrient dynamics. *Landscape and Urban Planning* 97 (2010): 1–10.
- Villarreal, E.L., Bengtsson, L., 2005. Response of a Sedum green-roof to individual rain events. *Ecological Engineering* 25: 1–7.
- Watkiss, P. and Hunt, A. 2013. Method Overview: Decision Support Methods for Adaptation, Briefing Note 1. Summary of Methods and Case Study Examples from the MEDIATION Project. Funded by the EC's 7FWP.
- Wetherald R.T., R.J. Stouffer och K.W. Dixon. 2001. Committed warming and its implications for climate change. *NOAA Geophysical Research Letters*, 28 (8): 1535-1538.

## Bilaga 1

**Tabell I:** Tabellen innehåller total poängsammanställning från de olika enkäterna. Ett poäng tilldelades var insats oavsett om den legat på planeringsnivå, programnivå eller faktisk insats.

Kommunkod	Kommunnamn	Länsnamn	Total p. BoV	Total p. IVL	Totalt
1440	Ale	Västra Götalandsregionen	17	3	20
1489	Alingsås	Västra Götalandsregionen	14	5	19
0764	Alvesta	Kronobergs län	20	6	26
0604	Aneby	Jönköpings län	6	4	10
1984	Arboga	Västmanlands län	18	0	18
2506	Arjeplog	Norrbottnens län	6	4	10
2505	Arvidsjaur	Norrbottnens län	21	0	21
1784	Arvika	Värmlands län	14	5	19
1882	Askersund	Örebro län	21	1	22
2084	Avesta	Dalarnas län	16	2	18
1460	Bengtstors	Västra Götalandsregionen	16	0	16
2326	Berg	Jämtlands län	21	3	24
2403	Bjurholm	Västerbottens län	15	5	20
1260	Bjuv	Region Skåne	16	0	16
2582	Boden	Norrbottnens län	17	0	17
1443	Bollebygd	Västra Götalandsregionen	13	0	13
2183	Bollnäs	Gävleborgs län	16	6	22
0885	Borgholm	Kalmar län	19	4	23
2081	Borlänge	Dalarnas län	6	4	10
1490	Borås	Västra Götalandsregionen	14	5	19
0127	Botkyrka	Stockholms län	23	6	29
0560	Boxholm	Östergötlands län	17	3	20
1272	Bromölla	Region Skåne	20	2	22
2305	Bräcke	Jämtlands län	15	0	15
1231	Burlöv	Region Skåne	21	4	25
1278	Båstad	Region Skåne	18	0	18
1438	Dals-Ed	Västra Götalandsregionen	21	4	25
0162	Danderyd	Stockholms län	20	5	25
1862	Degerfors	Örebro län	13	4	17
2425	Dorotea	Västerbottens län	7	0	7
1730	Eda	Värmlands län	19	0	19
0125	Ekerö	Stockholms län	18	3	21
0686	Eksjö	Jönköpings län	21	0	21
0862	Emmaboda	Kalmar län	6	4	10
0381	Enköping	Uppsala län	19	4	23
0484	Eskilstuna	Södermanlands län	18	4	22
1285	Eslöv	Region Skåne	19	2	21
1445	Essunga	Västra Götalandsregionen	6	0	6
1982	Fagersta	Västmanlands län	14	4	18
1382	Falkenberg	Region Halland	18	4	22
1499	Falköping	Västra Götalandsregionen	17	0	17
2080	Falun	Dalarnas län	16	5	21
1782	Filipstad	Värmlands län	13	0	13
0562	Finspång	Östergötlands län	17	3	20
0482	Flen	Södermanlands län	19	3	22

1763	Forshaga	Värmlands län	21	0	21
1439	Färgelanda	Västra Götalandsregionen	19	0	19
2026	Gagnef	Dalarnas län	21	4	25
0662	Gislaved	Jönköpings län	19	5	24
0461	Gnesta	Södermanlands län	14	0	14
0617	Gnosjö	Jönköpings län	20	4	24
0980	Gotland	Region Gotland	20	0	20
1764	Grums	Värmlands län	17	0	17
1444	Grästorp	Västra Götalandsregionen	17	4	21
1447	Gullspång	Västra Götalandsregionen	6	0	6
2523	Gällivare	Norrbottnens län	6	0	6
2180	Gävle	Gävleborgs län	23	6	29
1480	Göteborg	Västra Götalandsregionen	18	6	24
1471	Götene	Västra Götalandsregionen	16	3	19
0643	Habo	Jönköpings län	16	6	22
1783	Hagfors	Värmlands län	20	5	25
1861	Hallsberg	Örebro län	6	0	6
1961	Hallstahammar	Västmanlands län	14	0	14
1380	Halmstad	Region Halland	15	5	20
1761	Hammarö	Värmlands län	22	0	22
0136	Haninge	Stockholms län	18	5	23
2583	Haparanda	Norrbottnens län	16	0	16
0331	Heby	Uppsala län	16	6	22
2083	Hedemora	Dalarnas län	17	3	20
1283	Helsingborg	Region Skåne	19	5	24
1466	Herrljunga	Västra Götalandsregionen	15	0	15
1497	Hjo	Västra Götalandsregionen	6	5	11
2104	Hofors	Gävleborgs län	13	5	18
0126	Huddinge	Stockholms län	17	0	17
2184	Hudiksvall	Gävleborgs län	19	0	19
0860	Hultsfred	Kalmar län	19	1	20
1315	Hylte	Region Halland	16	5	21
0305	Håbo	Uppsala län	17	3	20
1863	Hällefors	Örebro län	6	0	6
2361	Härjedalen	Jämtlands län	21	0	21
2280	Härnösand	Västernorrlands län	17	6	23
1401	Härryda	Västra Götalandsregionen	19	6	25
1293	Hässleholm	Region Skåne	19	4	23
1284	Höganäs	Region Skåne	18	3	21
0821	Högsby	Kalmar län	17	0	17
1266	Hörby	Region Skåne	17	3	20
1267	Höör	Region Skåne	21	3	24
2510	Jokkmokk	Norrbottnens län	14	3	17
0123	Järfälla	Stockholms län	21	0	21
0680	Jönköping	Jönköpings län	17	6	23
2514	Kalix	Norrbottnens län	6	0	6
0880	Kalmar	Kalmar län	15	4	19
1446	Karlsborg	Västra Götalandsregionen	6	1	7
1082	Karlshamn	Blekinge län	19	5	24

1883	Karlskoga	Örebro län	6	0	6
1080	Karlskrona	Blekinge län	19	0	19
1780	Karlstad	Värmlands län	21	5	26
0483	Katrineholm	Södermanlands län	18	5	23
1715	Kil	Värmlands län	19	0	19
0513	Kinda	Östergötlands län	6	5	11
2584	Kiruna	Norrbottnens län	6	0	6
1276	Klippan	Region Skåne	17	0	17
0330	Knivsta	Uppsala län	16	2	18
2282	Kramfors	Västernorrlands län	16	5	21
1290	Kristianstad	Region Skåne	22	6	28
1781	Kristinehamn	Värmlands län	19	0	19
2309	Krokom	Jämtlands län	14	4	18
1881	Kumla	Örebro län	23	0	23
1384	Kungsbacka	Region Halland	19	0	19
1960	Kungsör	Västmanlands län	17	3	20
1482	Kungälv	Västra Götalandsregionen	16	0	16
1261	Kävlinge	Region Skåne	18	0	18
1983	Köping	Västmanlands län	19	5	24
1381	Laholm	Region Halland	18	6	24
1282	Landskrona	Region Skåne	21	4	25
1860	Laxå	Örebro län	20	0	20
1814	Lekeberg	Örebro län	6	0	6
2029	Leksand	Dalarnas län	18	0	18
1441	Lerum	Västra Götalandsregionen	16	5	21
0761	Lessebo	Kronobergs län	14	4	18
0186	Lidingö	Stockholms län	19	0	19
1494	Lidköping	Västra Götalandsregionen	17	0	17
1462	Lilla Edet	Västra Götalandsregionen	19	0	19
1885	Lindesberg	Örebro län	6	0	6
0580	Linköping	Östergötlands län	20	4	24
0781	Ljungby	Kronobergs län	19	5	24
2161	Ljusdal	Gävleborgs län	18	0	18
1864	Ljusnarsberg	Örebro län	6	0	6
1262	Lomma	Region Skåne	23	6	29
2085	Ludvika	Dalarnas län	18	5	23
2580	Luleå	Norrbottnens län	20	4	24
1281	Lund	Region Skåne	20	6	26
2481	Lycksele	Västerbottens län	18	0	18
1484	Lysekil	Västra Götalandsregionen	15	6	21
1280	Malmö	Region Skåne	18	5	23
2023	Malung-Sälen	Dalarnas län	19	1	20
2418	Malå	Västerbottens län	7	0	7
1493	Mariestad	Västra Götalandsregionen	6	5	11
1463	Mark	Västra Götalandsregionen	20	3	23
0767	Markaryd	Kronobergs län	12	5	17
1461	Mellerud	Västra Götalandsregionen	17	0	17
0586	Mjölby	Östergötlands län	14	1	15
2062	Mora	Dalarnas län	15	5	20

0583	Motala	Östergötlands län	15	0	15
0642	Mullsjö	Jönköpings län	15	6	21
1430	Munkedal	Västra Götalandsregionen	18	0	18
1762	Munkfors	Värmlands län	17	3	20
1481	Mölnadal	Västra Götalandsregionen	15	0	15
0861	Mönsterås	Kalmar län	18	4	22
0840	Mörbylånga	Kalmar län	19	5	24
0182	Nacka	Stockholms län	20	4	24
1884	Nora	Örebro län	6	0	6
1962	Norberg	Västmanlands län	12	4	16
2132	Nordanstig	Gävleborgs län	16	5	21
2401	Nordmaling	Västerbottens län	17	0	17
0581	Norrköping	Östergötlands län	6	6	12
0188	Norrtälje	Stockholms län	14	4	18
2417	Norsjö	Västerbottens län	14	0	14
0881	Nybro	Kalmar län	21	4	25
0140	Nykvarn	Stockholms län	19	3	22
0480	Nyköping	Södermanlands län	22	5	27
0192	Nynäshamn	Stockholms län	20	3	23
0682	Nässjö	Jönköpings län	22	5	27
2101	Ockelbo	Gävleborgs län	19	2	21
1060	Olofström	Blekinge län	19	5	24
2034	Orsa	Dalarnas län	15	0	15
1421	Orust	Västra Götalandsregionen	19	0	19
1273	Osby	Region Skåne	20	0	20
0882	Oskarshamn	Kalmar län	6	5	11
2121	Ovanåker	Gävleborgs län	19	4	23
0481	Oxelösund	Södermanlands län	17	3	20
2521	Pajala	Norrbottnens län	6	0	6
1402	Partille	Västra Götalandsregionen	20	0	20
1275	Perstorp	Region Skåne	16	0	16
2581	Piteå	Norrbottnens län	16	3	19
2303	Ragunda	Jämtlands län	15	0	15
2409	Robertsfors	Västerbottens län	14	1	15
1081	Ronneby	Blekinge län	19	5	24
2031	Rättvik	Dalarnas län	21	0	21
1981	Sala	Västmanlands län	13	3	16
0128	Salem	Stockholms län	18	0	18
2181	Sandviken	Gävleborgs län	14	5	19
0191	Sigtuna	Stockholms län	20	4	24
1291	Simrishamn	Region Skåne	18	4	22
1265	Sjöbo	Region Skåne	21	0	21
1495	Skara	Västra Götalandsregionen	15	5	20
2482	Skellefteå	Västerbottens län	19	5	24
1904	Skinnskatteberg	Västmanlands län	15	0	15
1264	Skurup	Region Skåne	20	3	23
1496	Skövde	Västra Götalandsregionen	21	2	23
2061	Smedjebacken	Dalarnas län	20	0	20
2283	Sollefteå	Västernorrlands län	7	4	11



0163	Sollentuna	Stockholms län	21	4	25
0184	Solna	Stockholms län	6	0	6
2422	Sorsele	Västerbottens län	14	2	16
1427	Sotenäs	Västra Götalandsregionen	18	3	21
1230	Staffanstorps	Region Skåne	20	6	26
1415	Stenungsund	Västra Götalandsregionen	17	0	17
0180	Stockholm	Stockholms län	20	6	26
1760	Storfors	Värmlands län	16	1	17
2421	Storuman	Västerbottens län	7	5	12
0486	Strängnäs	Södermanlands län	17	0	17
1486	Strömstad	Västra Götalandsregionen	6	2	8
2313	Strömsund	Jämtlands län	17	0	17
0183	Sundbyberg	Stockholms län	18	4	22
2281	Sundsvall	Västernorrlands län	18	6	24
1766	Sunne	Värmlands län	19	5	24
1907	Surahammar	Västmanlands län	14	0	14
1214	Svalöv	Region Skåne	18	4	22
1263	Svedala	Region Skåne	19	4	23
1465	Svenljunga	Västra Götalandsregionen	11	0	11
1785	Säffle	Värmlands län	18	0	18
2082	Säter	Dalarnas län	17	0	17
0684	Sävsjö	Jönköpings län	21	3	24
2182	Söderhamn	Gävleborgs län	15	0	15
0582	Söderköping	Östergötlands län	22	0	22
0181	Södertälje	Stockholms län	16	4	20
1083	Sölvesborg	Blekinge län	6	5	11
1435	Tanum	Västra Götalandsregionen	18	0	18
1472	Tibro	Västra Götalandsregionen	6	4	10
1498	Tidaholm	Västra Götalandsregionen	16	2	18
0360	Tierp	Uppsala län	14	3	17
2262	Timrå	Västernorrlands län	14	0	14
0763	Tingsryd	Kronobergs län	19	0	19
1419	Tjörn	Västra Götalandsregionen	21	3	24
1270	Tomelilla	Region Skåne	17	4	21
1737	Torsby	Värmlands län	16	3	19
0834	Torsås	Kalmar län	17	0	17
1452	Tranemo	Västra Götalandsregionen	16	4	20
0687	Tranås	Jönköpings län	16	3	19
1287	Trelleborg	Region Skåne	18	6	24
1488	Trollhättan	Västra Götalandsregionen	18	0	18
0488	Trosa	Södermanlands län	23	3	26
0138	Tyresö	Stockholms län	6	0	6
0160	Täby	Stockholms län	15	0	15
1473	Töreboda	Västra Götalandsregionen	6	4	10
1485	Uddevalla	Västra Götalandsregionen	18	6	24
1491	Ulricehamn	Västra Götalandsregionen	6	0	6
2480	Umeå	Västerbottens län	19	0	19
0114	Upplands Väsby	Stockholms län	24	5	29
0139	Upplands-Bro	Stockholms län	18	4	22

0380	Uppsala	Uppsala län	24	6	30
0760	Uppvidinge	Kronobergs län	19	5	24
0584	Vadstena	Östergötlands län	15	0	15
0665	Vaggeryd	Jönköpings län	14	0	14
0563	Valdemarsvik	Östergötlands län	14	0	14
0115	Vallentuna	Stockholms län	14	5	19
2021	Vansbro	Dalarnas län	15	0	15
1470	Vara	Västra Götalandsregionen	15	0	15
1383	Varberg	Region Halland	16	5	21
0187	Vaxholm	Stockholms län	16	3	19
1233	Vellinge	Region Skåne	21	0	21
0685	Vetlanda	Jönköpings län	21	6	27
2462	Vilhelmina	Västerbottens län	12	0	12
0884	Vimmerby	Kalmar län	17	5	22
2404	Vindeln	Västerbottens län	6	0	6
0428	Vingåker	Södermanlands län	15	1	16
1442	Vårgårda	Västra Götalandsregionen	19	5	24
1487	Vänersborg	Västra Götalandsregionen	19	6	25
2460	Vännäs	Västerbottens län	21	0	21
0120	Värmdö	Stockholms län	6	4	10
0683	Värnamo	Jönköpings län	23	0	23
0883	Västervik	Kalmar län	24	6	30
1980	Västerås	Västmanlands län	20	6	26
0780	Växjö	Kronobergs län	17	6	23
0512	Ydre	Östergötlands län	15	0	15
1286	Ystad	Region Skåne	22	6	28
1492	Åmål	Västra Götalandsregionen	14	2	16
2260	Ånge	Västernorrlands län	6	3	9
2321	Åre	Jämtlands län	16	3	19
1765	Årjäng	Värmlands län	6	0	6
2463	Åsele	Västerbottens län	6	0	6
1277	Åstorp	Region Skåne	19	1	20
0561	Åtvidaberg	Östergötlands län	16	4	20
0765	Älmhult	Kronobergs län	19	5	24
2039	Älvdalen	Dalarnas län	17	4	21
0319	Älvkarleby	Uppsala län	13	0	13
2560	Älvsbyn	Norrbottnens län	20	5	25
1292	Ängelholm	Region Skåne	14	5	19
1407	Öckerö	Västra Götalandsregionen	16	0	16
0509	Ödeshög	Östergötlands län	6	0	6
1880	Örebro	Örebro län	15	3	18
1257	Örkelljunga	Region Skåne	15	5	20
2284	Örnsköldsvik	Västernorrlands län	7	0	7
2380	Östersund	Jämtlands län	21	4	25
0117	Österåker	Stockholms län	20	4	24
0382	Östhammar	Uppsala län	18	4	22
1256	Östra Göinge	Region Skåne	18	0	18
2513	Överkalix	Norrbottnens län	6	0	6
2518	Övertorneå	Norrbottnens län	6	1	7

## Bilaga 2

Poänggivande aspekter från Boverkets enkät 2015.

- Översiktsplan för; översvämning
- Översiktsplan för; dagvatten
- Översiktsplan för; värmebölja
- Översiktsplan för; fysiska skyddsåtgärder som vallar, vattenreglering
- Klimatanpassningsansvarig institution finns
- Har det, de senaste två åren, genomförts åtgärder för att främja hållbara transporter?
- Har kommunen aktuella dokument för ett kulturmiljöprogram?
- Kulturmiljöprogram; Ja, delvis/under uppbyggnad
- Grön- & blåstrukturprogram finns
- Grönstrukturprogram finns
- Blåstrukturprogram finns
- Skydd av grönområden m. Låg bullernivå
- Kompetens finns/ går att få tag på inom grön- & blåstruktur
- Planeringsunderlag finns för; kulturmiljö
- Planeringsunderlag finns för; estetik
- Planeringsunderlag finns för; grön- & blåstruktur
- Planeringsunderlag finns för; klimatanpassning
- Finns rivningsförbud på kulturhistoriska byggnader
- Åtgärdsprogram finns för bullerbegränsning
- Åtgärder vidtagna för bullerbegränsning
- Dricksvattenförsörjningsprogram finns
- Dricksvattenplan/program finns för; dagens dricksvattenförsörjning
- Dricksvattenplan/program finns för; framtida dricksvattenförsörjning (ca 25-årsperspektiv)
- Dricksvattenplan/program finns för; Områden som är viktiga för nuvarande vattenförsörjning och där särskild hänsyn måste tas i planering och mark-/vattenanvändning
- Dricksvattenplan/program finns för; Områden som är viktiga för framtida vattenförsörjning och där särskild hänsyn måste tas i planering och mark-/vattenanvändning

### **Bilaga 3**

Poänggivande aspekter från IVL:s enkät 2016. Det fanns fler poäng att hämta för varje steg här beroende på hur många perspektiv man haft med inom varje steg nedan.

- Etablera anpassningsarbetet
- Risker och sårbarheter
- Identifiera anpassningsåtgärder
- Välja anpassningsåtgärder
- Genomförande
- Följa upp och utvärdera

**Institutionen för naturgeografi och ekosystemvetenskap, Lunds Universitet.**

Studentexamensarbete (seminarieuppsatser). Uppsatserna finns tillgängliga på institutionens geobibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND. Serien startade 1985. Hela listan och själva uppsatserna är även tillgängliga på LUP student papers (<https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/>) och via Geobiblioteket ([www.geobib.lu.se](http://www.geobib.lu.se))

The student thesis reports are available at the Geo-Library, Department of Physical Geography and Ecosystem Science, University of Lund, Sölvegatan 12, S-223 62 Lund, Sweden. Report series started 1985. The complete list and electronic versions are also electronic available at the LUP student papers (<https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/>) and through the Geo-library ([www.geobib.lu.se](http://www.geobib.lu.se))

- 400 Sofia Sjögren (2016) Effective methods for prediction and visualization of contaminated soil volumes in 3D with GIS
- 401 Jayan Wijesingha (2016) Geometric quality assessment of multi-rotor unmanned aerial vehicle-borne remote sensing products for precision agriculture
- 402 Jenny Ahlstrand (2016) Effects of altered precipitation regimes on bryophyte carbon dynamics in a Peruvian tropical montane cloud forest
- 403 Peter Markus (2016) Design and development of a prototype mobile geographical information system for real-time collection and storage of traffic accident data
- 404 Christos Bountzouklis (2016) Monitoring of Santorini (Greece) volcano during post-unrest period (2014-2016) with interferometric time series of Sentinel-1A
- 405 Gea Hallen (2016) Porous asphalt as a method for reducing urban storm water runoff in Lund, Sweden
- 406 Marcus Rudolf (2016) Spatiotemporal reconstructions of black carbon, organic matter and heavy metals in coastal records of south-west Sweden
- 407 Sophie Rudbäck (2016) The spatial growth pattern and directional properties of *Dryas octopetala* on Spitsbergen, Svalbard
- 408 Julia Schütt (2017) Assessment of forcing mechanisms on net community production and dissolved inorganic carbon dynamics in the Southern Ocean using glider data
- 409 Abdalla Eltayeb A. Mohamed (2016) Mapping tree canopy cover in the semi-arid Sahel using satellite remote sensing and Google Earth imagery
- 410 Ying Zhou (2016) The link between secondary organic aerosol and monoterpenes at a boreal forest site
- 411 Matthew Corney (2016) Preparation and analysis of crowdsourced GPS bicycling data: a study of Skåne, Sweden
- 412 Louise Hannon Bradshaw (2017) Sweden, forests & wind storms: Developing a model to predict storm damage to forests in Kronoberg county
- 413 Joel D. White (2017) Shifts within the carbon cycle in response to the absence of keystone herbivore *Ovibos moschatus* in a high arctic mire
- 414 Kristofer Karlsson (2017) Greenhouse gas flux at a temperate peatland: a comparison of the eddy covariance method and the flux-gradient method
- 415 Md. Monirul Islam (2017) Tracing mangrove forest dynamics of Bangladesh using historical Landsat data
- 416 Bos Brendan Bos (2017) The effects of tropical cyclones on the carbon cycle
- 417 Martynas Cerniauskas (2017) Estimating wildfire-attributed boreal forest burn in Central and Eastern Siberia during summer of 2016

- 418 Caroline Hall (2017) The mass balance and equilibrium line altitude trends of glaciers in northern Sweden
- 419 Clara Kjällman (2017) Changing landscapes: Wetlands in the Swedish municipality Helsingborg 1820-2016
- 420 Raluca Munteanu (2017) The effects of changing temperature and precipitation rates on free-living soil Nematoda in Norway.
- 421 Neija Maegaard Elvekjær (2017) Assessing Land degradation in global drylands and possible linkages to socio-economic inequality
- 422 Petra Oberhollenzer, (2017) Reforestation of Alpine Grasslands in South Tyrol: Assessing spatial changes based on LANDSAT data 1986-2016
- 423 Femke, Pijcke (2017) Change of water surface area in northern Sweden
- 424 Alexandra Pongracz (2017) Modelling global Gross Primary Production using the correlation between key leaf traits
- 425 Marie Skogseid (2017) Climate Change in Kenya - A review of literature and evaluation of temperature and precipitation data
- 426 Ida Pettersson (2017) Ekologisk kompensation och habitatbanker i kommunalt planarbete
- 427 Denice Adlerklint (2017) Climate Change Adaptation Strategies for Urban Stormwater Management – A comparative study of municipalities in Scania
- 428 Johanna Andersson (2017) Using geographically weighted regression (GWR) to explore spatial variations in the relationship between public transport accessibility and car use : a case study in Lund and Malmö, Sweden
- 429 Elisabeth Farrington (2017) Investigating the spatial patterns and climate dependency of Tick-Borne Encephalitis in Sweden
- 430 David Mårtensson (2017) Modeling habitats for vascular plants using climate factors and scenarios - Decreasing presence probability for red listed plants in Scania
- 431 Maja Jensen (2017) Hydrology and surface water chemistry in a small forested catchment : which factors influence surface water acidity?
- 432 Iris Behrens (2017) Watershed delineation for runoff estimations to culverts in the Swedish road network : a comparison between two GIS based hydrological modelling methods and a manually delineated watershed
- 433 Jenny Hansson (2017) Identifying large-scale land acquisitions and their agro-ecological consequences : a remote sensing based study in Ghana
- 434 Linn Gardell (2017) Skyddande, bevarande och skapande av urbana ekosystemtjänster i svenska kommuner
- 435 Johanna Andersson (2017) Utvärdering av modellerad solinstrålning i södra Sverige med Points Solar Radiation i ArcGIS