

Examensarbete INES nr 313

# Konsekvenser av stigande havsnivå för ett kustsamhälle

En fallstudie av VA systemet i Beddingestrand



*Foto A. Fast*

**Anette Fast**

---

2014  
Institutionen för  
Naturgeografi och Ekosystemvetenskap  
Lunds Universitet  
Sölvegatan 12  
223 62 Lund



Anette Fast (2014). Konsekvenser av stigande havsnivå för ett kustsamhälle- en fallstudie av VA systemet i Beddingestrand.  
Bachelor degree thesis nr 313, 15 credits in *Physical Geography & Ecosystem Analysis*  
Department of Physical Geography and Ecosystems Science, Lund University

Handledare:

Jonas Åkerman, Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys, Lunds Universitet

Karin Larsson, GIS centrum, Lunds Universitet

Hans Lilja, Tekniska Förvaltningen i Trelleborgs Kommun

## Förord

---

Detta examensarbete har genomförts i samarbete med Tekniska Förvaltningen i Trelleborgs kommun. Studien syftar till att ge en detaljerad bild, både visuellt och kvantitativt, av hur VA systemet i Beddingestrand kan komma att påverkas av stigande havsnivåer under 2000-talet.

Det har varit otroligt lärorikt att genomföra detta examensarbete och jag är glad över att ha genomfört det i samarbete med Trelleborgs kommun, min förhoppning är att det kan användas vid en framtida åtgärdsplan för Beddingestrand. Jag vill rikta ett stort TACK till alla som bidragit med hjälp, tips och råd och som har engagerat och stöttat mig genom arbetet. Särskilt vill jag tacka mina handledare; Hans Lilja vid Trelleborgs kommun som givit mig möjlighet att skriva uppsatsen, Jonas Åkerman vid Lunds Universitet för kunskap inom ämnet och hjälp framåt och Karin Larsson vid Lunds Universitet för ovärderlig hjälp med framställning av kartor i GIS program. Jag vill även nämna Bengt Lander som var min första kontakt med Trelleborgs kommun och Johan Häggqvist vid Samhällsbyggnadsförvaltningen i Trelleborgs kommun som hjälpt mig med underlagsmaterial till kartor. Slutligen vill jag tacka familj och vänner för allt engagemang och stöd. Alla knuffar i rätt riktning har varit ovärderliga!

## Abstract

---

Global warming continues, leading to rising sea-levels that could affect coastal communities around the world. Rising sea levels in turn affect erosion processes, which increase as sea-levels rise and more material can be reworked by waves and currents. The south coast of Scania is exposed to erosion at several locations, which has led to an altered shoreline and damage of infrastructure during high water events.

This study aims to investigate the consequences that a future sea-level rise is likely to have on the water supply system in a coastal community in southern Sweden. The study is conducted in collaboration with the Technical Administration of Trelleborg Municipality, responsible for the water supply system. In consultation with Trelleborg Municipality the community Beddingestrand and parts of the community Skateholm were chosen as the study area, due to the coast here being exposed to erosion and the water supply system is located near the shoreline. The two communities are fused together, and spreads out along the coast at the eastern boundary of the municipality of Trelleborg on the south coast of Scania.

Based on the latest report from the UN's climate panel and oceanographic data, detailed visualisations of sea-level rise and its impact on the water supply system were developed for two periods during the century; 2046-2065 and 2081-2100. Moreover, it was examined which additional parts that may be affected by temporary floods with 2, 10, 50 and 100 year return periods.

The resulting maps show clearly which parts of the local water supply system that can be affected. These were supplemented by detailed tables that quantify the amount of various components within the system that can be affected by various flood stalls. When analysing the results the following conclusions can be demonstrated:

- The mean global sea-level rise does not have any direct affect on the water supply system in the study area, but in combination with temporary high tide large parts can be affected.
- The most vulnerable areas for future sea-level rise and high tide are in the vicinity of existing watercourses and in certain locations along the shoreline.
- More and larger areas will likely be affected at higher greenhouse gas emissions.
- Higher greenhouse gas emissions results in more areas being affected at high tide with more frequent recurrence intervals.
- More and larger areas are likely to be affected in the late 2000s than in the middle of this century.
- The coastline of Beddingestrand and Skateholm will continue to change due to erosion processes.

The results can provide a basis for future action planning in the study area. The material that has been developed could also be the basis for future investigations of Beddingestrand and Skateholm. Such studies could provide a detailed picture of future changes by erosion, which has only been treated in general in this study.

**Keywords:** Global sea-level rise, climate change, IPCC, RCP, water supply system, Scania, Trelleborg Municipality



## Sammanfattning

---

Den globala uppvärmningen fortsätter vilket leder till stigande havsnivåer som kan påverka kustnära samhällen världen runt. Stigande havsnivåer påverkar i sin tur erosionsprocesser, som ökar när havet stiger och mer material kan omarbetas av vågor och strömmar. Skånes sydkust är utsatt för erosion på ett flertal lokaler, vilket har lett till en förändrad strandlinje och vid höga vattenstånd har infrastruktur tagit skada.

Denna studie syftar till att undersöka vilka konsekvenser för VA systemet som framtida förhöjda havsnivåer troligen kommer att ha för ett kustsamhälle i Skåne. Studien är utförd i samarbete med Tekniska Förvaltningen i Trelleborgs kommun som ansvarar för VA nätverket. I samråd med Trelleborgs kommun valdes samhället Beddingestrand och delar av samhället Skateholm ut som lämplig studielokal, detta pga. kusten där idag utsätts för erosion och där finns kustnära VA strukturer. De två orterna är sammanväxta och breder ut sig längs med kusten vid den östra gränsen av Trelleborgs kommun, på Skånes sydkust.

Utifrån den senaste rapporten från FN:s klimatpanel och oceanografiska data arbetades en tydlig bild av stigande havsnivåer och dess inverkan på VA systemet fram för två perioder under detta århundrade, 2046-2065 och 2081-2100. Vidare undersöktes vilka ytterligare delar som kan påverkas vid tillfälliga högvatten med 2, 10, 50 och 100 års återkomstperioder.

De resulterande kartorna visar tydligt vilka delar av det lokala VA systemet som kan påverkas. Kartorna kompletterades med detaljerade tabeller som kvantifierar hur stor mängd av olika komponenter inom systemet som kan påverkas vid olika högvattenstånd. Vid analys av resultaten kunde följande slutsatser påvisas:

- Medelvärdet för den globala havsnivåhöjningen påverkar inte VA systemet direkt, men i kombination med tillfälliga högvatten kan stora delar påverkas.
- De mest utsatta områdena för framtida havsnivåhöjning och högvattenstånd är vid befintliga vattendrag och bitvis längs med strandlinjen.
- Fler och större partier av VA systemet riskerar att påverkas ju högre växthusgasutsläppen är.
- Ju högre växthusgasutsläppen är desto fler delar av VA systemet påverkas vid högvatten med mer frekvent återkomstperiod.
- Fler och större partier av VA systemet riskerar att påverkas i slutet av 2000-talet än i mitten av detta århundrade.
- Kustlinjen i Beddingestrand och Skateholm kommer att fortsätta förändras genom erosionsprocesser, vilket kan påverka VA systemet.

Resultaten kan utgöra underlag för framtida planering av åtgärder i studieområdet. Delar av det material som arbetats fram kan också ligga till grund för framtida undersökningar av Beddingestrand och Skateholm. Sådana studier skulle kunna ge en detaljerad bild av framtida förändringar genom erosion, vilket endast har behandlats generellt i denna studie.

**Nyckelord:** Global havsnivåhöjning, klimatförändring, IPCC, RCP, VA system, Skåne, Trelleborgs kommun.

# Innehållsförteckning

---

<b>Förord</b> .....	<b>I</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>II</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>III</b>
<b>1. Introduktion</b> .....	<b>1</b>
1.1 Inledning .....	1
1.2 Syfte och mål .....	2
1.3 Avgränsningar .....	2
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
2.1 Skånes södra kustlinje .....	3
2.1.1 Beddingestrand och Skateholm.....	5
2.2 Havsnivån i Östersjön .....	8
2.3 Höjning av den globala havsnivån .....	9
2.4 Framtida klimatscenarion.....	10
2.4.1 Framtida globala havsnivåer .....	11
2.4.2 Framtida havsnivå i Östersjön .....	13
2.4.3 Framtida stormfrekvenser och högvatten.....	13
<b>3. Metod och material</b> .....	<b>14</b>
3.1 Arbetsflöde och underlag .....	14
3.2 Justering av medelhavsnivån i Ystad .....	15
3.3 Justering av högvattenstånd med återkomstperioder .....	16
3.4 Höjdmodell och strandlinje .....	16
3.5 Riskklassificering av VA system .....	17
<b>4. Resultat</b> .....	<b>18</b>
4.1 Presentation av resultaten.....	18
4.2 Havsnivåhöjning för perioden 2046-2065 .....	19
4.3 Havsnivåhöjning för perioden 2081-2100 .....	24
4.4 Fältbesök i de utsatta områdena.....	31
<b>5. Diskussion</b> .....	<b>33</b>
5.1 Påverkan av den globala havsnivåhöjningen .....	33
5.2 Utsatta områden .....	33
5.2.1 Partier längs med kustlinjen.....	33
5.2.2 Partier inåt land .....	34
5.3 Riskerna ökar med tiden .....	34
5.4 Riskerna ökar med ökande växthusgasutsläpp .....	35
<b>6. Slutsatser</b> .....	<b>36</b>
<b>7. Referenser</b> .....	<b>37</b>

## Bilagor

Bilaga 1 .....	Karta för RCP4.5 för åren 2046-2065
Bilaga 2 .....	Karta för RCP6.0 för åren 2046-2065
Bilaga 3 .....	Högriskområden RCP4.5 för åren 2046-2065
Bilaga 4 .....	Högriskområden RCP6.0 för åren 2046-2065
Bilaga 5 .....	Tabeller för RCP4.5 och RCP6.0 för åren 2046-2065
Bilaga 6 .....	Karta för RCP4.5 för åren 2081-2100
Bilaga 7 .....	Karta för RCP6.0 för åren 2081-2100
Bilaga 8 .....	Högriskområden RCP4.5 för åren 2081-2100
Bilaga 9 .....	Högriskområden RCP6.0 för åren 2081-2100
Bilaga 10 .....	Tabeller för RCP4.5 och RCP6.0 för åren 2081-2100

# 1. Introduktion

---

## 1.1 Inledning

Den globala uppvärmningen fortsätter och det är tydligt att den till största delen orsakats av människans aktivitet (FN:s klimatpanel 2013). En direkt konsekvens av den globala uppvärmningen är stigande havsnivåer, vilket kan påverka kustnära samhällen världen runt. FN:s klimatpanel, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), publicerade en ny rapport hösten 2013. I rapporten presenteras nya projektioner för havsnivåförändringar, vilka är högre än de som presenterades i den föregående rapporten från år 2007. I den föregående rapporten uppskattades havsnivån stiga med 0,18-0,59 meter (Meehl et al. 2007), medan den nya rapporten uppskattar en höjning med 0,17-0,82 meter (Church et al. 2013).

Stigande havsnivåer påverkar i sin tur erosionsprocesser, vilka ökar när havet stiger och mer material kan omarbetas av vågor och strömmar. Kusterosion är en process som kan uppträda längs alla världens kuster med lämpliga oceanografiska, geologiska och topografiska förhållanden. Under de senare decennierna fram till 1980-talet hade över 70% av sandstränderna i världen eroderat (Bird 1981, 1985; Paskoff 1983; Collins et al. 2013). Kusterosion verkar på flera ställen längs med Skånes kuster, men mest utsatt är sydkusten där lokalen för denna studie är lokaliserad.

Denna studie undersöker i detaljskala hur ett kustavsnitt längs Skånes sydkust kan förändras under 2000-talet till följd av stigande havsnivåer, och dess konsekvenser för det lokala VA systemet. En tydlig bild av stigande havsnivåer och dess inverkan på VA systemet har arbetats fram för två perioder under detta århundrade, 2046-2065 och 2081-2100.

Studien är utförd i samarbete med Tekniska Förvaltningen i Trelleborgs kommun som ansvarar för produktion och distribution av dricks- och avloppsvatten. I samråd med Trelleborgs kommun valdes samhället Beddingestrand och delar av samhället Skateholm ut som lämplig studielokal, detta på grund av kusten där idag utsätts för erosion och där finns kustnära VA strukturer. De två orterna är sammanväxta och breder ut sig längs med kusten vid den östra gränsen av Trelleborgs kommun, på Skånes sydkust.

## 1.2 Syfte och mål

Denna studie syftar till att undersöka vilka konsekvenser för VA systemet som framtida förhöjda havsnivåer troligen kommer att ha för ett kustsamhälle i Skåne.

Det övergripande syftet delades upp i fyra delmål:

- Undersöka vilka delar av studielokalen som kan komma att hamna under vatten eller drabbas av erosion vid mitten och vid slutet av detta århundrade.
- Undersöka vilka ytterligare områden av studielokalen som kan hamna under vatten eller drabbas av erosion vid tillfälliga högvatten med 2, 10, 50 och 100 års återkomstperiod.
- Att utifrån ovan beskrivna mål uppskatta vilka delar av det lokala VA systemet som riskerar att påverkas av förhöjda havsnivåer, samt kvantifiera hur stor mängd av olika komponenter inom systemet som kan påverkas.

## 1.3 Avgränsningar

Undersökningen har avgränsats till ett kustavsnitt som innefattar samhället Beddingestrand och delar av samhället Skateholm. Området sträcker sig från strax väster om utbuktningen vid Beddingestrand fram till Tullstorpsån som markerar den östra gränsen för Trelleborgs kommun (figur 2.2).

Konsekvenserna av havsnivåhöjningen har avgränsats till att endast omfatta konsekvenser för VA systemet. Alla komponenter av VA systemet är inkluderade i studien, se fullständig lista i tabell 4.1. Påverkan på VA systemet är vidare avgränsat till att fokusera på *vilka områden* samt *hur stor mängd* av varje komponent som riskerar att påverkas. Hur en högre havsnivå kan påverka funktionen och konstruktionen av VA systemet och dess olika komponenter har exkluderats. Vidare har kostnadsberäkning av skador exkluderats, eftersom detta till stor del är beroende av vilken typ av struktur som tagit skada och var i VA nätverket skadan har inträffat.

Tidsspannet för studien sträcker sig fram till år 2100. Tidigare förändring av havsnivån sedan 1800-talet och fortsatt förändring av havsnivån efter år 2100 har endast omnämnts i korthet för att sätta havsnivåns utveckling i kontext. De framtida havsnivåerna som presenteras i studien är enbart baserade på de prognoser som presenterades i IPCC's rapport hösten 2013. Prognoser från tidigare rapporter från IPCC har endast omnämnts i korthet, men ingen ytterligare jämförelse har gjorts med andra eller tidigare prognoser.

Modeller och beräkningar för erosionsprocessen och hastigheten är både komplicerade och omdiskuterade och då dessa inte rymdes inom tidsramen och ambitionsnivån för denna studie har de exkluderats. En detaljerad undersökning om hur erosion vidare kan påverka kustlinjen och VA systemet under 2000-talet skulle dock kunna utföras i framtiden med resultaten från denna studie som en del av dess underlag.

## 2. Bakgrund

### 2.1 Skånes södra kustlinje

Skånes södra kust genomgår konstanta förändringar, där områden antingen förlorar eller ackumulerar material (figur 2.1). Denna kuststräcka består av omväxlande sten- och sandstränder, där sandstränder är den vanligaste typen både på sydkusten och vid övriga kuststräckor i Skåne (Åkerman 2012). De tre markanta uddarna inom Trelleborgs kommun vid Stavstensudde, Smygehuk och Beddingestrand består av stenstränder (Kærgaard et al. 2007), som har uppstått efter att den finare sanden har transporterats bort och ansamlats så långt bort som på Falsterbohalvön och vid Sandhammaren (Åkerman 2012).



**Figur 2.1.** Exempel på lokaler längs med Skånes sydkust som förändras genom erosion eller ackumulation av material.

*Figuren är genererad från Google Maps.*

I väster på sydkusten ligger Falsterbohalvön, som varit lokal för flera studier (Davidsson 1963; Pakkan 2006; Alström 2013) med fokus på förhöjda havsnivåer, vågförhållanden och kustmorfologi. På Falsterbohalvön återfinns Måkläppen som är ett dynamiskt sandsystem som sträcker sig ut i havet och som ständigt förändras (Davidsson 1963). På samma halvö sker också ackumulation av sand, som under de senaste 100 åren har byggt ut stranden vid Skånör hamn med 50 meter (Åkerman 2012).

En bit österut från Falsterbohalvön börjar Trelleborgs kommun, där Stavstensudde är nära belägen själva staden. Kærgaard et al. (2007) har via uppgifter från golfklubben vid Stavstensudde angett att kusten här har dragit sig tillbaka med ca 10 meter under lika många år.

Vid en kustteknisk undersökning av DHI (Danmarks Hydrologiska Institut) i Smygehuk dokumenterade Kærgaard et al. (2007) den skada som orsakats av kraftig erosion vid en storm i januari samma år som undersökningen utfördes. Vindstyrkan uppgick till 20 m/s och havsnivån steg till 0,6 meter, vilket resulterade i att en 6 meter bred strandremsa eroderades bort och en VA ledning blottades som fick skador längs med 18 meter. Även vindriktningen hade stor betydelse för erosionen som under stormen var västlig, vilket innebar att vågorna slog mot stranden med en stor vinkel vilket ökade kapaciteten för sedimenttransport under stormen.

Det mest kända exemplet på kusterosion i Skåne är Löderups strandbad i Ystad kommun. Flera studier (Osængius 1992; Dahlerus och Egermayer 2005; Nilsson 2004) har utförts i detta område som förlorar material som sedan transporteras österut för att slutligen ackumuleras vid Sandhammaren. Under perioden 1858-1991 försvann mer än 100 meter av stranden i Löderup (Osængius 1992), och erosionen har accelererat sedan 1970-talet (Åkerman 2012). Detta har resulterat i skador på byggnader och flera fastigheter har förstörts. Erosionen är i grunden ett naturligt fenomen, men mänskliga aktiviteter och konstruktioner såsom Ystad hamn har förvärrat erosionen (Åkerman 2012).

Österut från Löderups strandbad ligger Hagestads naturreservat som erfar erosion i de västra delarna och ackumulation i de östra delarna (Åkerman 2012). Längre österut övergår Hagestads naturreservat i Sandhammaren, där sand ackumuleras. Ett tydligt bevis för detta är att byggnader som en gång restes i anslutning till havet nu ligger långt inåt land. I mitten av 1900-talet byggdes en livbåtsstation vid strandlinjen, som nu återfinns 500 meter inåt land (Åkerman 2012).

Sandstränder är dynamiska system som strävar mot att stå i balans med de processer som verkar på stranden. När havsytan stiger omarbetas materialet och stranden förändras både över och under vattenytan. Förändringen kan beräknas enligt principen för Bruuns lag, där strandlinjens förskjutning beräknas utifrån vattenståndshöjning och bottenlutningen. Beroende på bottenlutningen kan stränderna inom Trelleborgs kommun erodera 30 till 95 meter vid en vattenståndshöjning på 1 meter (Fredriksson och Almström 2012). Det är värt att notera att Bruuns lag är omdiskuterad, och dess användning och pålitlighet har ifrågasatts (Cooper och Pilkey 2004). Trots detta används den världen runt, troligen för att den är enkel att förmedla och förstå och för att det saknas vedertagna alternativ.

### 2.1.1 Beddingestrand och Skateholm

Studien fokuseras till Beddingestrand och Skateholm. Dessa två samhällen ligger längs med kusten, med hus och infrastrukturer i nära anslutning till strandlinjen (figur 2.2). I en studie av Fredriksson och Almström (2012) klassades Beddingestrand som ett område som bör prioriteras för anläggning av åtgärder för att skydda VA ledningar som annars riskerar att blottläggas.



**Figur 2.2.** Studieområdets utsträckning. Området innefattar Beddingestrand och Skateholm, och avgränsas i öster av Tullstorpsån.

*Figuren är genererad från Trelleborgs kommun (2014).*

Under 2007 utförde Kærgaard et al. (2007), vid DHI (Danmarks Hydrologiska Institut), en kustteknisk undersökning för att beskriva erosions- och översvänningsförhållanden i nutid och framtid i Trelleborgs kommun. I undersökningen fann de att litoraltransporten, med andra ord sedimenttransporten, längs kuststräckan inom Trelleborgs kommun sker inom avgränsade celler som endast utväxlar mycket lite sediment med varandra. Detta betyder att erosion och ackumulation av material sker till största delen inom samma litoralcell. De olika cellerna isoleras från varandra av de utbuktningar som finns längs med Skånes sydkust, t.ex. vid Stavstensudde, Smygehuk och Beddingestrand (figur 2.1 och 2.3).

Studieområdet överskrider två olika litoralceller, här betecknade A och B, som separeras av utbuktningen vid Beddingestrand (figur 2.3). Vid DHI's kusttekniska undersökning (Kærgaard et al. 2007) visade sig litoralcell A vara i jämvikt, med erosion i båda ändar av cellen och ackumulation mot stranden i mitten av cellen. Litoralcell B förlorar material nära utbuktningen som sedan ansamlas längre österut i samma litoralcell. Således sker erosion i de västliga delarna av litoralcellen och ansamling av material i den östra delen. Kærgaard et al. (2007) dokumenterade även dessa processer vid en fysisk inventering av kuststräckan, där spår efter erosion och tecken på ackumulation syntes på de väntade lokalerna i de två olika litoralcellerna.





**Figur 2.3.** Studieområdet påverkas av två litoralceller.  
 Figuren har genererats från Google Maps, och har sedan omarbetats.

Spår av denna process syntes tydligt vid ett studiebesök i Beddingestranda för denna studie, där den västra delen av litoralcell B visade tydliga erosionsskador som ras vid klitterna (figur 2.4). Det noterades även hur privatpersoner verkat för att förhindra erosion genom att lägga ut stenar för att förhindra sandflykt och genom att konstruera förstärkningar för att skydda sina hus (figur 2.5 och 2.6). Österut syntes tydliga tecken på ansamling av sand, där växtligheten avancerar över sandstranden vilket hjälper till att binda material och bygga upp en ny främre sanddyn (figur 2.7). Dynerna här skadades under en storm vintern 2006-2007, men stranden återhämtade sig redan till hösten 2007 vilket också tyder på ackumulering av material (Kærgaard et al. 2007).



**Figur 2.4.** Erosionsskador vid klitterna.  
 Foto A. Fast



**Figur 2.5.** Stenblock har placerats framför fastigheten för att förhindra sandflykt.  
 Foto A. Fast





**Figur 2.6.** Tomtgränsen har förstärkts med strandkoning för att förhindra erosion.

*Foto A. Fast*



**Figur 2.7.** Växtligheten avancerar över stranden mot havet.

*Foto A. Fast*

I en studie utförd av Sweco uppskattar Fredriksson och Almström (2012) att strandlinjen vid Beddingestrand kan förskjutas 90 meter vid en havsnivåhöjning på 1 meter enligt Bruuns lag. I studien anses det mest kritiska området vara det strax öster om utbuktningen, eftersom både vägen och avloppsledningar riskerar att skadas vid erosion. Vid blottläggning av utlopp för dagvatten kan det lokala erosionsmönstret förändras, eftersom de då kan börja fungera som en hövd och förhindra sedimenttransporten.

Längre österut i studieområdet, i Skateholm, fann Fredriksson och Almström (2012) att vegetationslinjen flyttas framåt. Swecos rekommendationer för åtgärder innefattar att anlägga en strandkoning vid utbuktningen i Beddingestrand, samt att sandstaket ska sättas upp i Skateholm för att ytterligare underlätta sandackumulation. För att förhindra slitage av de beväxta dynerna i Skateholm råder Sweco att informationstavlor för badgäster ska sättas upp så att dynerna inte beträdes.

## 2.2 Havsnivån i Östersjön

Havsnivån i Östersjön skiljer sig i dag från det globala medelvärdet, och det finns även nivåskillnader inom Östersjön. Detta beror på ett flertal faktorer som det geografiska läget och väderförhållanden (Kærgaard et al. 2007). Östersjön är nästintill avstängd från andra hav då utväxling med andra hav endast sker i sydvästra hörnet. Vattenmassan fylls hela tiden på från flera stora floder som mynnar ut i Östersjön och detta resulterar också i en gradient i salthalten vilken minskar från väster till öster och därför minskar också vattnets densitet från väster mot öster. Dessa faktorer i kombination med dominant västliga vindar som reglerar och periodvis bromsar utväxlingen mellan Östersjön och andra hav resulterar i att havsnivån lutar och den kan variera med 25-30 cm från Kattegatt till Bottenviken (Kærgaard et al. 2007).

Havsnivån i Östersjön har också en tydlig årlig variation med högt medelvattenstånd under höst och vinter, och lågt medelvattenstånd under vår och sommar (Kærgaard et al. 2007). En kustteknisk undersökning av Kærgaard et al. (2007) visade att variationen i havsnivån vid kuststräckan i Trelleborgs kommun korrelerar med den genomsnittliga vindhastigheten, och vindriktningen spelar också en avgörande roll. Vid sydväst- till västliga vindar pressas Östersjöns vatten i vindens riktning vilket leder till lågt vattenstånd i Trelleborg och högt vattenstånd i de östra och norra delarna av Östersjön. Vid nord- och östlig vind gäller det omvända, och det blir högt vattenstånd i Trelleborg. I tabell 2.1 framgår det hur högvattennivåer varierar längs södra Sveriges kuster med olika återkomstperioder. Den högsta vattennivån uppnås på sydkusten efter en period med nordliga och östliga vindar, då vattenmassan pressats söderut, och då vinden sedan ändrat riktning till sydväst- västlig vind vilket pressar vattnet in mot kustlinjen (Kærgaard et al. 2007).

Tillfälliga högvattennivåer är viktiga för erosionen längs kuststräckan i Trelleborgs kommun (Kærgaard et al. 2007). Vinden genererar vågor som skapar en vågström längs med kusten, vilken styr den långsgående transporten av material. Västliga vindar dominerar i denna del av Östersjön, vilket också ger de största vågorna. När havet kan påverka material högre upp på kusten ökar erosionen. Erosionsförhållanden i Trelleborgs kommun för år 2100 modellerades i studien av Kærgaard et al. (2007). Modelleringen, som baserades på IPCC's prognos för framtida havsnivåer från 2007, visade att kuster med grövre sediment kommer att erodera mindre än kuster med fint sediment där strandlinjen kommer att dra sig tillbaka. I Beddingestrand kommer kustlinjen att dra sig tillbaka något, förutom vid utbuktningen i väster där den förblir oförändrad. En studie av Fredriksson och Almström (2012) kom också fram till att stränderna med finkornigt sediment kommer att erodera. Kærgaard et al. (2007) drog slutsatsen att det rådande erosionsmönstret kommer att kvarstå, vilket innebär att de lokaler som erfar erosion idag kommer att fortsätta erodera. Processen kommer dock att accelerera i takt med att stormar blir vanligare.

**Tabell 2.1.** Högvattenstånd längs södra Sveriges kuster med olika återkomstperioder. Värdena (angivna i cm) visar medelhöjningen av vattennivån och 95% konfidensintervall (kursiv text). Värdena är kalkulerade från värden från varje mätstations aktiva period. Värdena är angivna relativt höjdreferenssystemet RH70, Tabellen är hämtad från Nerheim (2007).

	2 år	10 år	50 år	100 år
<b>Viken</b> 1976-2006	106 <i>99-114</i>	135 <i>125-154</i>	158 <i>141-197</i>	167 <i>147-218</i>
<b>Barsebäck</b> 1930-1970, 1991-2006	80 <i>73-86</i>	107 <i>100-116</i>	121 <i>114-136</i>	125 <i>118-144</i>
<b>Klagshamn</b> 1930-2006	93 <i>87-100</i>	123 <i>117-132</i>	139 <i>131-159</i>	144 <i>134-170</i>
<b>Skånör</b> 1992-2006	111 <i>93-111</i>	134 <i>123-145</i>	140 <i>135-150</i>	
<b>Ystad</b> 1887-1987	93 <i>89-97</i>	121 <i>114-130</i>	145 <i>134-166</i>	155 <i>141-183</i>
<b>Simrishamn</b> 1982-2006	88 <i>79-96</i>	108 <i>101-117</i>	115 <i>110-127</i>	117 <i>112-131</i>
<b>Kungsholmsfort</b> 1886-2006	74 <i>71-78</i>	100 <i>95-106</i>	118 <i>110-133</i>	125 <i>115-145</i>
<b>Halmstad**</b> 1948-1962	87 <i>75-100</i>	117 <i>103-143</i>	137 <i>120-183</i>	

## 2.3 Höjning av den globala havsnivån

Den globala havsnivån har stigit med ökande takt sedan 1800-talet (Church et al. 2013). Under 1900-talet har stigningen accelererat, och IPCC (Church et al. 2013) bedömer att det är mycket troligt att stigningen kommer att accelerera ytterligare under 2000-talet och även efter år 2100. Hur mycket havsnivån och accelerationen av höjningen kommer att öka är i första hand beroende av framtida utsläpp av växthusgaser.

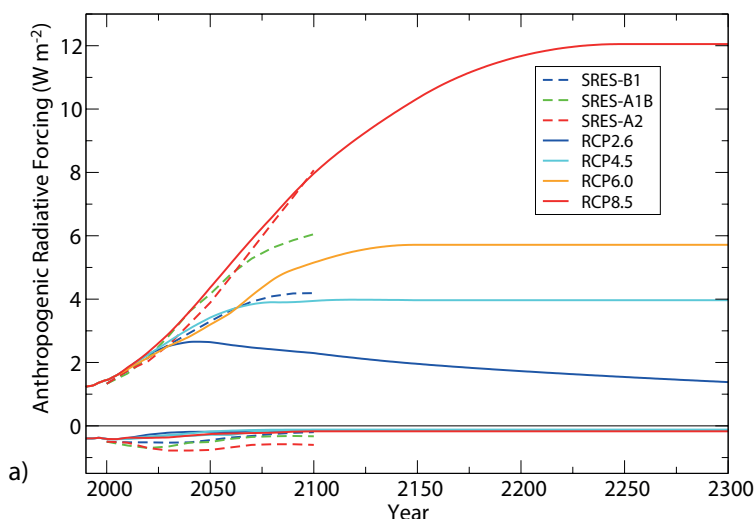
På grund av växthuseffekten ökar mängden energi som stannar i jordens klimatsystem och denna lagras främst i världshaven, vilket orsakar uppvärmning som leder till termisk expansion (Church et al. 2013). Termisk expansion har tillsammans med ökande påfyllnad av vattenmassa från smältande glaciärer orsakat höjningen av havsnivån under 1900-talet (Church et al. 2013), vilken sedan 1901 fram till 2010 har stigit med i genomsnitt 1,7 mm/år, vilket har resulterat i en total höjning på ca 0,19 m (Rhein et al. 2013). Som exempel lagrades 90% av den energi som ackumulerades mellan 1971-2010 i världshaven. 75% av den globala havsnivåhöjning som skedde under denna perioden orsakades av termisk expansion och smältvatten från glaciärer. Förändringar av mängden vatten på land samt avsmältning av inlandsisen på Grönland och Antarktis bidrar också till höjningen av den globala havsnivån (Church et al. 2013).

## 2.4 Framtida klimatscenario

Klimatförändringar orsakas av förändringar i jordens energibalans, vilken i sin tur påverkas av olika drivkrafter. Drivkrafterna bakom klimatförändring kan ha både naturligt och antropogent ursprung, som t.ex. vulkanutbrott respektive utsläpp av koldioxid i atmosfären genom användning av fossila bränslen. En drivkraft orsakar en förändring i energiflödet, vilket anges i watt per kvadratmeter ( $W m^{-2}$ ) och betecknas strålningsdrivning. När strålningsdrivningen är positiv tas energi upp i klimatsystemet vilket leder till uppvärmning, och när strålningsdrivningen är negativ förloras energi vilket leder till avkylning.

IPCC (2013) baserar sina prognoser för framtida klimatförhållanden på fyra olika scenarier för klimatpåverkan, så kallade RCP:er. RCP står för Representative Concentration Pathway, och har definierats av vetenskapsgemenskapen (IPCC 2013). Varje scenario kännetecknas av strålningsdrivningen år 2100 jämfört med år 1750, alltså före industriell tid. De baseras på antropogena utsläpp, och inkluderar därför inte förändringar i energiflödet som kan uppstå på grund av naturliga orsaker som vulkanutbrott. Varje RCP kan ses som en representation för mängden utsläpp av växthusgaser under 2000-talet beroende på vilka miljö-policys som implementeras. RCP2.6 och RCP4.5 når sin kulmen fram till år 2100, medan RCP6.0 och RCP8.5 når sin kulmen efter år 2100 (IPCC 2013). Projektionen för de olika RCP:erna visas i figur 2.8.

- RCP2.6 representerar en låg strålningsdrivning, med andra ord låga utsläpp av växthusgaser, som ökar under 2000-talet till  $3 W m^{-2}$  men sedan minskar till  $2,6 W m^{-2}$  till år 2100.
- RCP4,5 visar på en stabilisering, där strålningsdrivningen planar ut till en nivå av  $4,5 W m^{-2}$  år 2100.
- RCP6,0 visar också på en stabilisering, men den planar inte ut förrän efter år 2100.
- RCP8,5 representerar en hög strålningsdrivning som når  $8,5 W m^{-2}$  år 2100 och sedan fortsätter att öka.



**Figur 2.8.** Strålningsdrivning fram till år 2300 i relation till förindustriell tid, år 1750. Positiva värden är strålningsdrivning med antropogent ursprung och negativa värden orsakas av antropogena aerosoler. SRES linjerna representerar data som användes för att ta fram RCP scenarion.

Figuren är hämtad från Collins et al. (2013)

### 2.4.1 Framtida globala havsnivåer

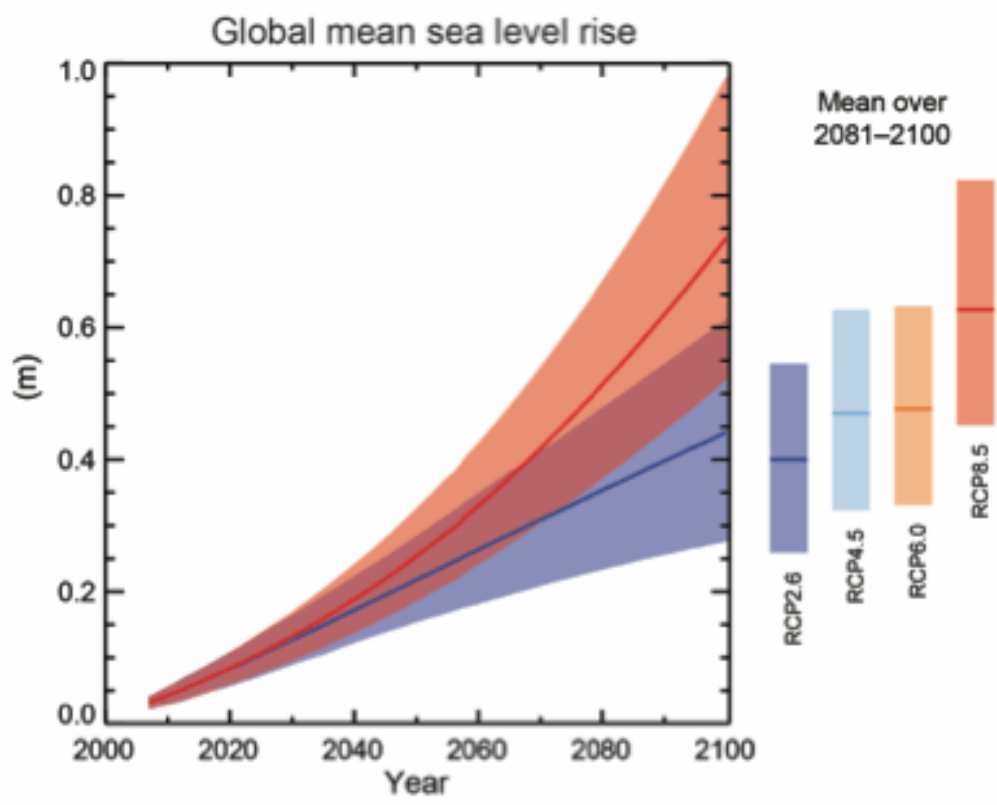
Förbättrad modellering och förståelse för de faktorer och processer som påverkar havsnivån har resulterat i att prognoser för framtida havsnivå har kunnat projiceras med större konfidens än tidigare (Church et al. 2013). I rapporten från 2013 presenterar IPCC prognoser för framtida havsnivå med högre värden än i den föregående rapporten som publicerades 2007. I rapporten från 2013 anges den förväntade havsnivåhöjningen bli 0,17-0,82 m (Church et al. 2013), jämfört med 0,18-0,59 m som presenterades i den föregående rapporten (Meehl et al. 2007).

Prognoserna för framtida havsnivåer är baserade på fyra framtidsscenario, även kallade RCP:er. Den förväntade havsnivåhöjningen (tabell 2.2) är relativ den globala medelhavsnivån under en 20 års period; mellan åren 1986-2005. Till exempel uppskattas havsnivån höjas med 0,17-0,32 meter fram till perioden 2046-2065, relativt till år 1985-2005. Baserat på nutida förståelse, anses endast en kollaps av de marin-baserade isarna i Antarktis kunna orsaka att konfidensintervallet överskrids före år 2100 (Church et al. 2013). Havsnivåhöjningen presenteras även visuellt i figur 2.9. Av den förväntade havsnivåstigningen under 2000-talet bedöms 30-55% orsakas av termisk expansion och 15-35% av smältvatten från glaciärer. Resten utgörs till största del av smältande landisar, och till mindre del av ökande extraktion utav grundvatten av människan.

**Tabell 2.2.** IPCC's prognos för global havsnivåhöjning under 2000-talet, relativt den globala medelnivån för perioden 1986-2005. Nivåerna är angivna relativt höjdsystemet RH2000.

*Tabellen är modifierad från IPCC (2013).*

Framtida global havsnivå (m)		
2046-2065	Medelvärde	95% konfidensintervall
RCP2.6	0,24	0,17 - 0,32
RCP4.5	0,26	0,19 - 0,33
RCP6.0	0,25	0,18 - 0,32
RCP8.5	0,30	0,22 - 0,38
<b>2081-2100</b>		
RCP2.6	0,40	0,26 - 0,55
RCP4.5	0,47	0,32 - 0,63
RCP6.0	0,48	0,33 - 0,63
RCP8.5	0,63	0,45 - 0,82



**Figur 2.9.** Staplarna till höger representerar det troliga spannet för havsnivåhöjning för varje RCP under perioden 2081-2100, med medelvärdet markerat som ett mörkare streck i staplarna. Grafen visar den förväntade havsnivåhöjningen för år 2100, vilket ger ett något högre medelvärde än staplarna till höger.

*Figuren är hämtad från FN:s klimatpanel (2013).*

Trots högre konfidens finns det fortfarande osäkerheter i prognoserna från IPCC. Termisk expansion och avsmältning av glaciärer och isarna på Grönland kan uppskattas med hög konfidens, medan det finns stor osäkerhet och meningsskiljaktigheter angående processer som rör det marin-baserade istäcket i Antarktis (Church et al. 2013). Under 2000-talet kommer Antarktis troligen bidra minimalt till stigande havsnivå då den låga temperaturen förhindrar ablation (Ligtenberg et al. 2013). Andra studier (Krinner et al. 2007; Uotila et al. 2007; Bracegirdle et al. 2008) indikerar att Antarktis kommer att bidra till en sänkning av havsnivån. Detta på grund av att ökande lufttemperaturer över Antarktis kan resultera i ökande mängder snöfall, vilket binder vatten i Antarktis istäcken och därmed förhindras påfyllning av vatten i världshaven. Avsaknaden av enhetliga slutsatser i studier rörande Antarktis processer innebär att det i dagsläget inte går att göra kvantitativa uppskattningar för hur förändringar i Antarktis kommer att påverka havsnivån under 2000-talet (Church et al. 2013).

### ***2.4.2 Framtida havsnivå i Östersjön***

Förändringar i havsnivån under 2000-talet kommer inte att vara uniform världen runt. Church et al. (2013) bedömer i IPCC rapporten från 2013 att det är mycket troligt att förändringar i den globala medelhavsnivån kommer att avvika regionalt på flera platser. Den relativa havsnivån för en specifik kustlinje kan skilja sig från det globala medelvärdet på grund av tektoniska förändringar som sänkning eller höjning av havsbotten eller av landmassan, men även på grund av förhållanden av vindriktningen och vindstyrkan, atmosfäriskt högttryck eller lågttryck, strömmar, tidvatten etc. Detta är faktorer som påverkar havsnivån i Östersjön, och de kommer att påverka hur mycket havsnivån kommer att höjas här under 2000-talet. Effekten av havsnivåhöjning mildras i Sverige på grund av att det pågår landhöjning (Kovats et al. 2014), men i Skåne är landhöjningen 0,6 mm per år, vilket innebär att havsnivåhöjningen mildras något men inte tillräckligt för att undvika effekterna av förhöjd havsnivå helt och hållet. Östersjön förväntas värmas upp 2-4 gånger mer än världshaven, vilket resulterar i mindre täckningsgrad av havsis vilket utsätter kusten för mer stormaktivitet vilket kan förändra kustgeomorfologin (Kovats et al. 2014).

### ***2.4.3 Framtida stormfrekvenser och högvatten***

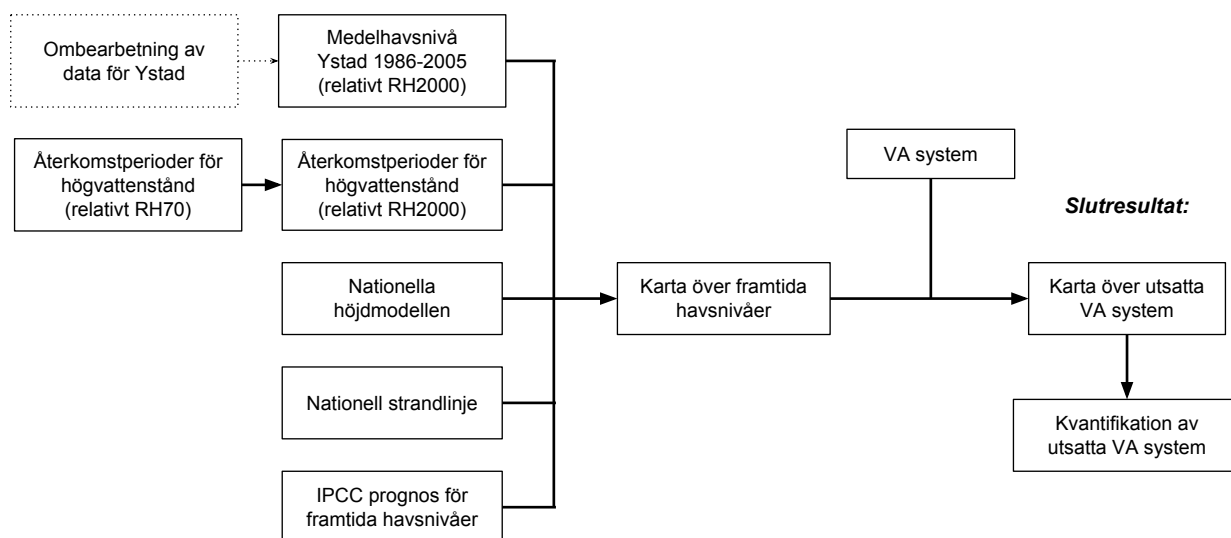
Stormfrekvensen har ökat vid Skånes sydkust sedan 1930-talet (Osængius 1992). Under perioden 1931-1987 ökade stormfrekvensen där vindstyrkan överstiger 21 m/s under minst 10 minuter, med en markant tilltagande takt sedan slutet av 1960-talet (Osængius 1992). Denna uppgift stöds av FN:s klimatpanel (2013) som bekräftar att stormfrekvensen har ökat i Nordatlanten sedan 1970. Även förekomsten och omfattningen av skyfall och extremt höga vattenstånd har ökat sedan 1950 respektive 1970. FN:s klimatpanel (2013) anser också att det är sannolikt att stormfrekvensen, skyfallen och de extremt höga vattenstånden kommer att fortsätta öka under 2000-talet.



### 3. Metod och material

#### 3.1 Arbetsflöde och underlag

För att kunna kombinera underlag som är registrerade enligt olika system eller över olika tidsperioder har det varit nödvändigt att konvertera dessa genom flera steg. Arbetsflödet visualiseras schematiskt i figur 3.1 och beskrivs även i detalj i nästkommande stycken. I studien användes flera olika data och underlag och dessa har erhållits från flera olika källor. Underlagen och samtliga källor redovisas i tabell 3.1.



**Figur 3.1.** Schematisk visualisering av arbetsflödet och de underlag som använts. *Ombearbetning av data för Ystad* beskrivs i större detalj i stycke 3.2

**Tabell 3.1.** Underlagen som användes i studien, samt vilket år de producerades (alternativt erhöles) och källa.

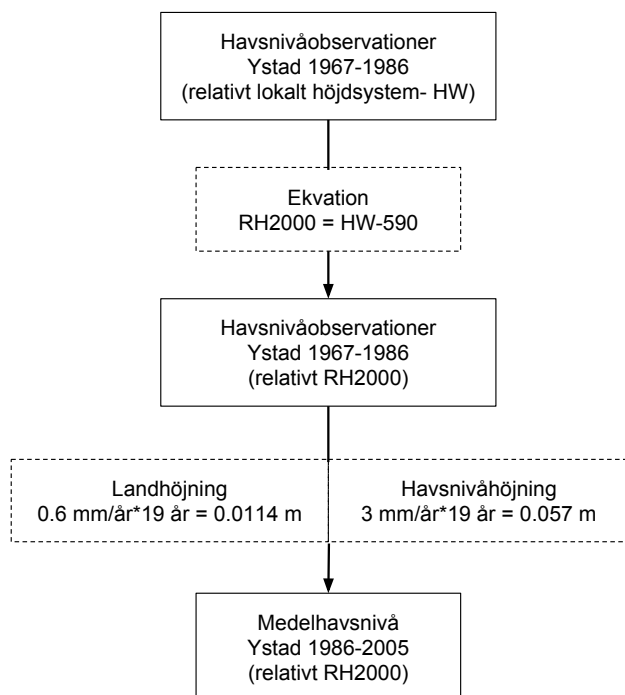
Underlag	År producerat/erhållet	Källa
Vattestandsobservationer 1967-1986 Ystad mätstation	Erhållet april 2014	SMHI
Återkomstperioder för stormar	Producerad 2007-10-10	SMHI
Nationell Höjdmodell GSD-Höjddata, grid 2+	Producerad 2010-04-02	Lantmäteriet
Nationell strandlinje (NSL) från Fastighetskartan	Uppdaterad 2009-09-23, 2012-09-20, 2012-09-26	Lantmäteriet
IPCC prognos för framtida globala havsnivåer	Producerad 2013	IPCC
VA ledningar	Erhållet april 2014	Tekniska Förvaltningen vid Trelleborgs Kommun



### 3.2 Justering av medelhavsnivån i Ystad

IPCC presenterar sina prognoser för framtida havsnivåer relativt den globala medelhavsnivån för en 20 årsperiod; 1986-2005. För att skapa en representation av hur mycket havet förväntas stiga vid studielokalen måste därför den lokala medelhavsnivån för samma 20 årsperiod tas fram. Processen för att erhålla detta beskrivs i detalj i nedan stycke och visualiseras i figur 3.2.

SMHI registrerar havsnivåobservationer på flertalet lokaler runt om i landet, där de närmast aktiva stationerna i Skanör och Simrishamn är lokaliserade på Skånes västkust respektive östkust. Då havsnivån kan skilja sig avsevärt längs en kustlinje på grund av vindriktningar, vindstyrka etc. så användes inte data från dessa stationer. På Skånes sydkust finns en numera nedlagd mätstation i Ystad. Trots att den är nedlagd användes data härifrån, eftersom den är lokaliserad närmast studielokalen. Mätstationen lades ner år 1987 men då värdena för det sista året som stationen var aktiv inte var kompletta så användes värden från perioden 1967-1986 för att beräkna medelvärdet för en 20 årsperiod. Data från mätstationen i Ystad erhöles från SMHI, och var registrerade relativt ett lokalt höjdsreferenssystem (HW). Då höjdsystemet RH2000 används som standard i denna studie konverterades data från det lokala höjdsreferenssystemet (HW) till RH2000 med formeln  $RH2000 = HW - 590$ . När data konverterats till RH2000 justerades det ytterligare för att representera medelhavsnivå för 1986-2005 genom att inkludera de förändringar i den relativa havsnivån som skett under de 19 år som skiljer de två perioderna åt. Mellan de två perioderna har havsnivån i Östersjön stigit med 3 mm/år och landhöjningen har varit 0,6 mm/år (Hammarklint 2013). När medelnivån för Skånes sydkust justerats till att matcha den 20 års period som IPCC har till grund för sina prognoser (1986-2005) kunde värden tas fram för hur mycket havsnivån kan komma att höjas under 2000-talet (tabell 3.2).



**Figur 3.2.** För att erhålla ett lokalt medelvärde för Ystad under perioden 1986-2005 konverterades data i flera steg.

**Tabell 3.2.** Förväntat medelvärde för havsnivåhöjning i Ystad relativt år 1986-2005. Nivåerna är angivna relativt höjdsystemet RH2000.

Havsnivå Ystad (m)		
	2046-2065	2081-2100
RCP2.6	0,37	0,51
RCP4.5	0,39	0,58
RCP6.0	0,38	0,59
RCP8.5	0,43	0,74

### 3.3 Justering av högvattenstånd med återkomstperioder

Värdena för högvattenstånd i tabell 2.1 anges relativt höjdreferenssystemet RH70. För att kunna använda värdena tillsammans med övriga underlag för denna studie konverterades de till höjdreferenssystemet RH2000. Värdena omvandlades genom enkel visuell bedömning från kartunderlag som visar skillnaden mellan RH70 och RH2000 (Ågren 2009). Samma metod har använts av Länsstyrelsen i Blekinge Län vid konvertering mellan de två höjdsystemen (Näslund och Karlsson 2012). Skånes södra kust faller inom intervallet 0,08-0,07 m, men då kusten ligger närmast gränsen för 0,08 m så användes detta värde för att konvertera data från RH70 till RH2000. Efter att data för återkomstperioder konverterats till RH2000 kunde dessa adderas till den förväntade havsnivåstigningen (tabell 3.3).

**Tabell 3.3.** Medelvärdet för den förväntade havsnivåstigningen för varje RCP, relativt medelnivån för perioden 1986-2005, samt medelvärdet för högvattenstånd med olika återkomstperioder. Nivåerna är angivna relativt höjdsystemet RH2000.

Havsnivå Ystad (m)					
2046-2065	Medelvärde	2 år återkomstperiod	10 år återkomstperiod	50 år återkomstperiod	100 år återkomstperiod
RCP2.6	0,37	1,38	1,66	1,90	2,00
RCP4.5	0,39	1,40	1,68	1,92	2,02
RCP6.0	0,38	1,39	1,67	1,91	2,01
RCP8.5	0,43	1,44	1,72	1,96	2,06
<b>2081-2100</b>					
RCP2.6	0,51	1,52	1,80	2,04	2,14
RCP4.5	0,58	1,59	1,87	2,11	2,21
RCP6.0	0,59	1,60	1,88	2,12	2,22
RCP8.5	0,74	1,75	2,03	2,27	2,37

### 3.4 Höjdmodell och strandlinje

Dagens kustlinje representeras av Nationell strandlinje (NSL). NSL är ett samarbetsprojekt mellan Lantmäteriet och Sjöfartsverket som syftar till att tillhandahålla en grundläggande och gemensam representation av Sveriges strandlinje. NSL bygger på den mest detaljerade beskrivningen av strandlinjen som Lantmäteriet gjort, vartefter Sjöfartsverket kompletterar med objekt som bryggor och pirar. Lantmäteriet har till uppgift att ajourhålla NSL, vilken uppdateras efterhand som förhållanden förändras och mättekniker förbättras (Lantmäteriet u.å). Inom studieområdet har olika sektioner av strandlinjen uppdaterats 2009-09-23, 2012-09-20 och 2012-09-26.

För att kunna producera kartor som illustrerar framtida havsnivåer behövs en höjdmodell. För studien användes den nationella höjdmodellen *GSD-Höjddata, grid 2+* som produceras av Lantmäteriet, och visar höjden enligt höjdreferenssystemet RH2000 med en upplösning på 2x2 meter och en felmarginal i höjddled på 0,1 m. NSL användes för att exkludera den del av höjdmodellen som betraktas som hav, så endast höjddata för landområden återstod.

### 3.5 Riskklassificering av VA system

Riskerna för det lokala VA systemet har utvärderats både visuellt med hjälp av kartor och kvantitativt genom bearbetning och analys av kartmaterialet. För att lokalisera de områden där VA systemet löper risk för att ta skada av höjda havsnivåer kombinerades en höjdmodell med kartor för VA systemet. Höjdmodellen delades in i olika riskklasser, där varje riskklass motsvarar en kolumn i tabell 3.3 (tabell 3.4). Riskklass 1 motsvarar den högsta risken, eftersom dessa områden kommer utsättas redan vid medelstigningen av havsnivån. Riskklass 5 motsvarar den lägsta risken, eftersom dessa områden bara utsätts vid höga tillfälliga vattenstånd. På så vis skapades en tydlig visuell bild av vilka delar som kan komma att ta skada vid olika vattennivåer. Totalt producerades åtta stycken kartor; en karta för vardera av de fyra framtidsscenarioer som IPCC använder i rapporten från 2013, för två olika tidsperioder under 2000-talet. De två tidsperioderna är även de desamma som IPCC använder, 2046-2065 och 2081-2100.

**Tabell 3.4.** Riskklasser med motsvarande kategori för havsnivå.

Riskklass	Havsnivåstigning
1	Medelvärde
2	2 år återkomstperiod
3	10 år återkomstperiod
4	50 år återkomstperiod
5	100 år återkomstperiod
6	Högre än 100 år återkomstperiod

För att komplettera den visuella bilden av de utsatta delarna av VA systemet producerades även tabeller, som ger kvantitativa data för hur stor mängd av olika komponenter av VA systemet som riskerar att ta skada. Komponenterna redovisades efter den riskklass som de är lokaliserade inom. Utsatta ledningar angavs i meter och övriga komponenter (som brunnar, ventiler, grenar etc.) angavs med det totala antalet inom respektive kategori. Totalt producerades åtta stycken tabeller, en tabell för varje producerad karta.

## 4. Resultat

### 4.1 Presentation av resultaten

Varje karta visualiserar havsnivåförändringar för ett av de fyra olika framtidsscenario som IPCC baserat sina prognoser på (läs mer under avsnitt 2.4- *Framtida klimat-scenarion*). För varje period presenteras RCP2.6 och RCP8.5, de två scenarion som representerar mycket låga respektive mycket höga växthusgasutsläpp, i stycke 4.2 och 4.3. RCP 4.5 och RCP6.0, de två scenarion som representerar medelhöga utsläpp, har infogats som bilagor. Fem områden lokaliserades där VA systemet är mest utsatt för havsnivåförändringar. Dessa områden har förstörats upp för varje karta för att underlätta jämförelser.

För varje karta finns en motsvarande tabell, som kvantifierar hur mycket av VA systemet som hamnar inom de olika riskklasserna. Tabellerna för RCP2.6 och RCP8.5 återfinns i stycke 4.2 och 4.3, och tabellerna för RCP4.5 och RCP6.0 återfinns som bilagor. Tabellerna listar komponenter av VA systemet med förkortningar, fullständiga namn kan avläsas i tabell 4.1.

**Tabell 4.1.** Nyckel för de ledningar och komponenter som återfinns i de delar av VA systemet kan påverkas av framtida havsnivåer.

VA systemets komponenter	
Ändelsen LINE = ledning	
Ändelsen POINT = punkter såsom brunn, ventil, gren etc.	
<b>Allmän indelning efter första bokstav:</b>	
D = Dagvatten	
P = Perkolation eller dränering	
S = Spillvatten	
V = Vatten (dricksvatten)	
<b>Ytterligare ledningar:</b>	
SS	Spillvattenservisledning
ST	Tryckspillvattenledning
VA	I praktiken samma som V
<b>Tilläggsändelse för punkter:</b>	
AG	Avgrening
AV	Avstängningsventil
DI	Dimensionsförändringar på sträckan
NB	Nedstigningsbrunn
TB	Tillsynsbrunn
RB	Rensbrunn
RBN	I praktiken samma som RB
PL	Punkt på ledning (odefinierad, används vid inmätningar)
UL	Utlopp
BP	Bandpost
SP	Spolpost
PU	Pumpstation
SV	Servisventil

## 4.2 Havsnivåhöjning för perioden 2046-2065

Översiktskartorna (figur 4.1 och 4.2) visar att högvatten överlappar VA ledningarna i mitten av århundradet. Visuellt analys av de fem mest kritiska områdena (figur 4.3 och 4.4) visar att medelnivån för global havsnivåhöjning endast kommer att påverka VA systemet i område B, där en spillvattenledning leds ut i havet. I område A, B och E riskerar VA systemet att påverkas av tillfälliga högvatten med återkomstperiod på 2 år. I område D kan systemet påverkas vid högvatten med 10 års återkomstperiod, och område C kan påverkas vid högvatten med 50 års återkomstperiod. Vid jämförelse mellan scenario RCP2.6 och RCP8.5 står det klart att fler och större landområden drabbas i scenario RCP8.5, men inte nödvändigtvis större delar av VA systemet.

Vid analys av tabell 4.2 och 4.3 blir skillnaderna för respektive riskklass tydligare mellan de två olika scenarierna:

Vid riskklass 1 (rosa markering), som representerar ett medelvärde för havsnivåhöjningen under denna period, riskerar 2,70 meter breddningsledning (här betecknad spillvattenledning- S\_LINE) att påverkas i både RCP2.6 och RCP8.5.

För riskklass 2 (blå markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla de typer av ledningar som återfinns i båda scenarierna. Ytterligare en typ av ledning kan påverkas i RCP8.5 (ST\_LINE). För andra typer av komponenter som förekommer i båda scenarierna ökar 5 av 10 komponenter i antal, och resten förblir oförändrade. Ytterligare fyra typer av komponenter riskerar att påverkas i RCP8.5 (PNB\_POINT, SPL\_POINT, SPU\_POINT, VSP\_POINT).

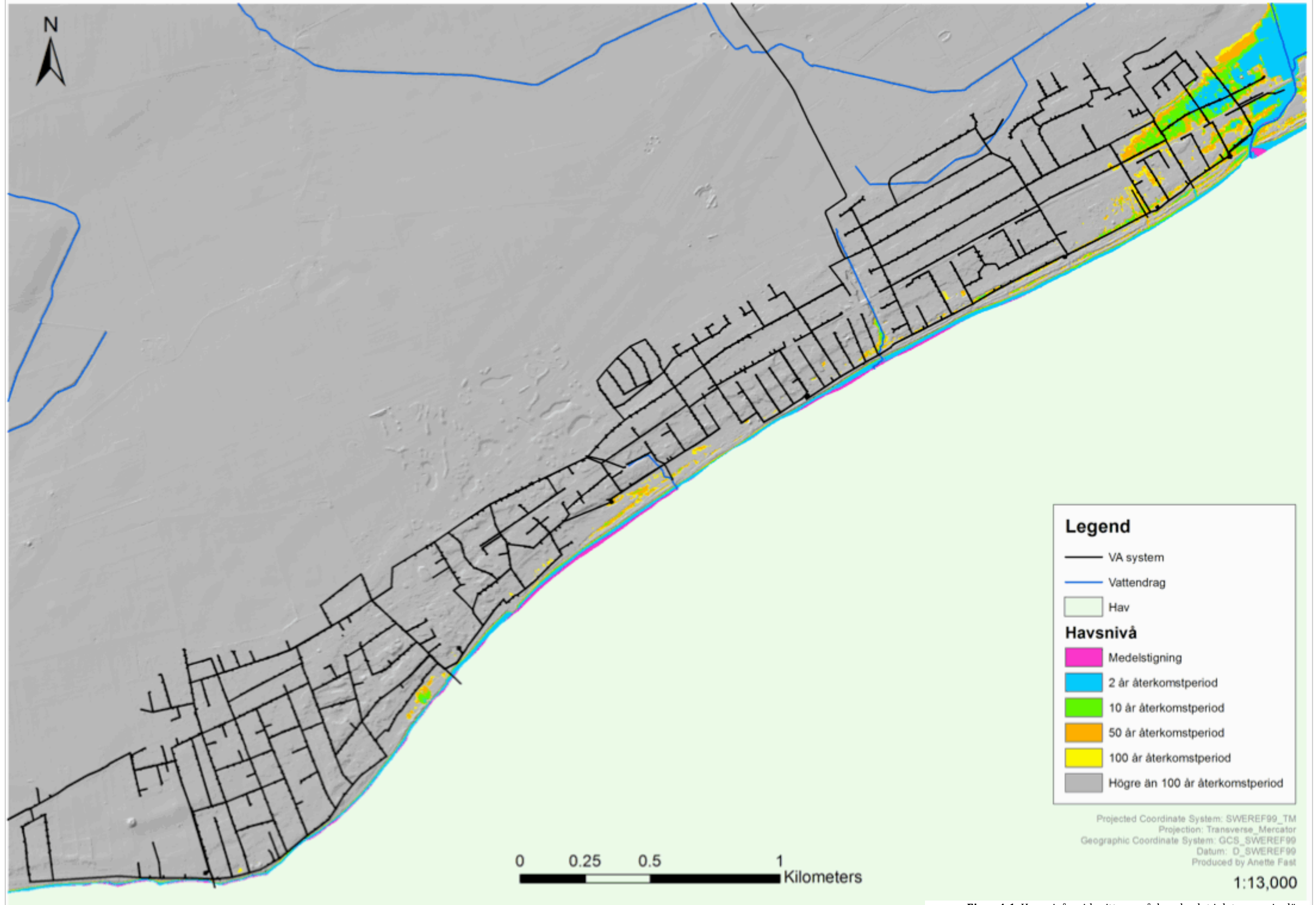
För riskklass 3 (grön markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för 7 av 8 typer av ledning. VA\_LINE förblir oförändrad. För andra typer av komponenter som förekommer i båda scenarierna ökar 4 av 9 i antal och resten förblir oförändrade. Ytterligare en typ av komponent (PUL\_POINT) riskerar att påverkas i RCP8.5, medan två typer som riskeras i RCP2.6 inte påverkas i RCP8.5 (SPU\_POINT, VSP\_POINT).

För riskklass 4 (orange markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla typer av ledning. Två typer av ledning (P\_LINE och ST\_LINE) som föll inom denna riskklass i RCP2.6 riskeras inte i RCP8.5. För andra typer av komponenter som förekommer i båda scenarierna ökar 5 av 8 i antal och resten förblev oförändrade. Ytterligare en typ av komponent (VAV\_POINT) riskerar att påverkas i RCP8.5, medan en typ som riskeras i RCP2.6 inte påverkas i RCP8.5 (PUL\_POINT).

För riskklass 5 (gul markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla typer ledning som återfinns i båda scenarierna. Ytterligare en typ av ledning kan påverkas i RCP8.5 (P\_LINE). För andra typer av komponenter ökar 8 av 9 i antal och en typ förblir oförändrad. Ytterligare tre typer av komponenter riskerar att påverkas i RCP8.5 (PTB\_POINT, SRB\_POINT och VDI\_POINT).

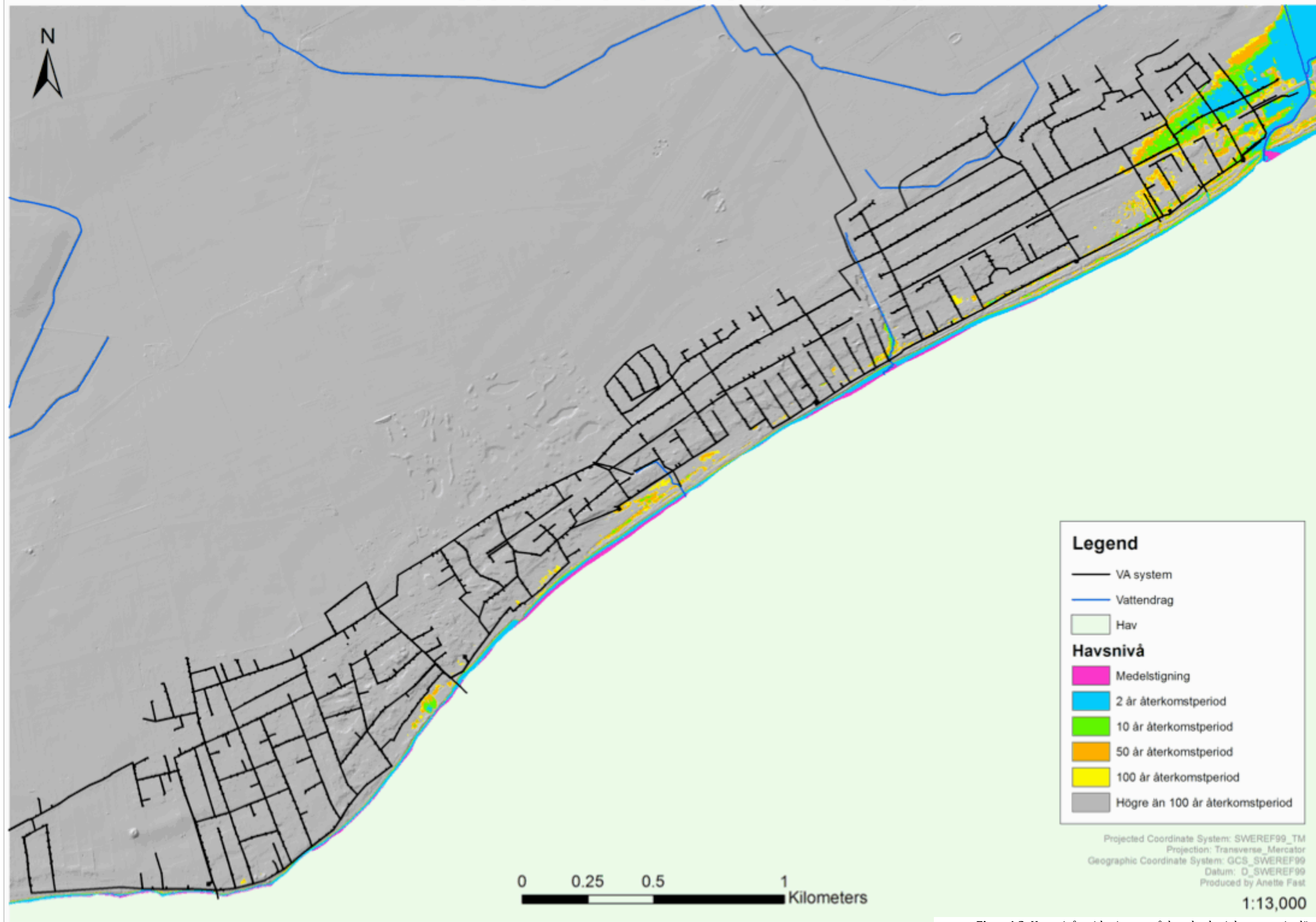


# Scenario RCP2.6 för åren 2046-2065



Figur 4.1. Havsnivån vid mitten av århundradet i det scenario där växthusgasutsläppen är låga.

# Scenario RCP8.5 för åren 2046-2065



Figur 4.2. Havsnivån vid mitten av århundradet i det scenario där växthusgasutsläppen är höga.

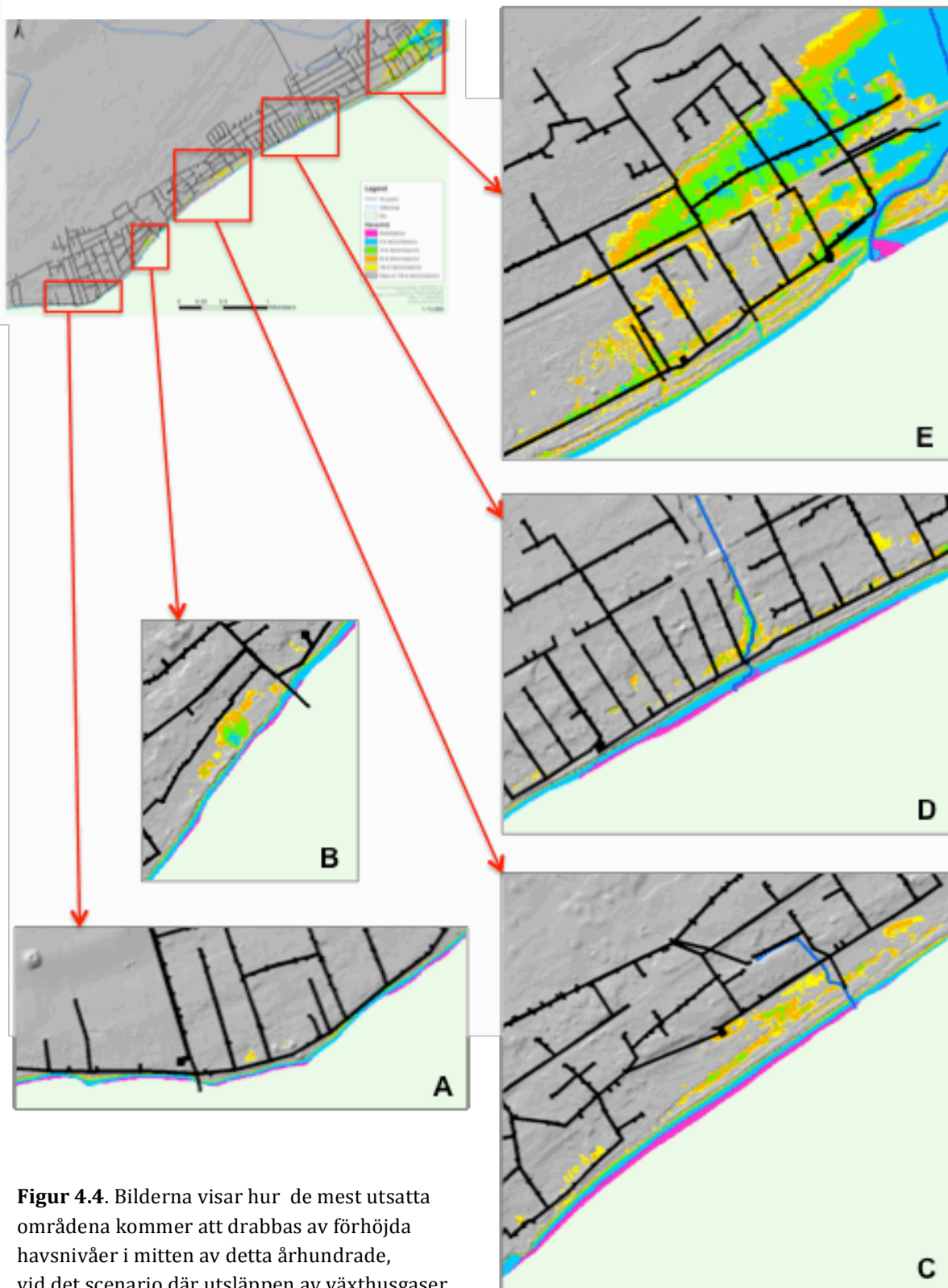


## RCP2.6 för åren 2046-2065





## RCP8.5 för åren 2046-2065



**Figur 4.4.** Bilderna visar hur de mest utsatta områdena kommer att drabbas av förhöjda havsnivåer i mitten av detta århundrade, vid det scenario där utsläppen av växthusgaser är som högst.

**Tabell 4.2.** Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenariot som representerar låga växthusgasutsläpp.

Scenario RCP2.6 för åren 2046-2065							
Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4		282,51
D_LINE	2		0,99	P_LINE	4		1,13
PNB_POINT	2	1		PNB_POINT	4	6	
PUL_POINT	2		521,60	PUL_POINT	4	2	
S_LINE	2	6		S_LINE	4		2146,43
SNB_POINT	2	3		SNB_POINT	4	30	
SRB_POINT	2	1		SRB_POINT	4	7	
SRBN_POINT	2		44,63	SS_LINE	4		178,90
SS_LINE	2	3		ST_LINE	4	4	6,91
STB_POINT	2	2		STB_POINT	4	4	
SUL_POINT	2		590,18	V_LINE	4		2299,45
V_LINE	2	2	0,45	VA_LINE	4		8,68
VAG_POINT	2	5		VAG_POINT	4	13	
VAV_POINT	2	4		VBP_POINT	4	3	
VPL_POINT	2	10		VPL_POINT	4	36	
VS_LINE	2		44,72	VSV_POINT	4	54	182,04
VSV_POINT	2	18		D_LINE	5		327,40
D_LINE	3		126,13	PNB_POINT	5	9	
P_LINE	3		0,58	S_LINE	5		2676,80
PNB_POINT	3	4		SNB_POINT	5	37	
S_LINE	3		1278,52	SS_LINE	5		217,10
SNB_POINT	3	20		ST_LINE	5		8,95
SPL_POINT	3	2		STB_POINT	5	5	
SPU_POINT	3	1		V_LINE	5		2793,91
SRB_POINT	3	5		VA_LINE	5		10,79
SS_LINE	3		127,30	VAG_POINT	5	17	
ST_LINE	3		6,74	VAV_POINT	5	16	
V_LINE	3		1399,99	VBP_POINT	5	5	
VAG_POINT	3		3,50	VNB_POINT	5	1	
VAV_POINT	3	11		VPL_POINT	5	44	
VBP_POINT	3	11		VS_LINE	5		223,94
VNB_POINT	3	1		VSV_POINT	5	65	
VPL_POINT	3	28					
VS_LINE	3	1	110,33				
VSV_POINT	3	1					
VSV_POINT	3	37					

Riskklasser:	
1- Medelstigning	2- 2 år återkomstperiod
3- 10 år återkomstperiod	4- 50 år återkomstperiod
5- 100 år återkomstperiod	

**Tabell 4.3.** Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenariot som representerar höga växthusgasutsläpp.

Scenario RCP8.5 för åren 2046-2065							
Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4		295,24
D_LINE	2		5,62	PNB_POINT	4	8	
PNB_POINT	2	1		S_LINE	4		2366,41
PUL_POINT	2	1		SNB_POINT	4	33	
S_LINE	2		632,00	SRB_POINT	4	7	
SNB_POINT	2	9		SS_LINE	4		197,85
SPL_POINT	2	1		STB_POINT	4	4	
SPU_POINT	2	1		V_LINE	4		2505,93
SRB_POINT	2	3		VA_LINE	4		9,23
SRBN_POINT	2	1		VAG_POINT	4	13	
SS_LINE	2		52,40	VAV_POINT	4	13	
ST_LINE	2		2,33	VBP_POINT	4	4	
STB_POINT	2	3		VPL_POINT	4	38	
SUL_POINT	2	2		VS_LINE	4		207,71
V_LINE	2		692,76	VSV_POINT	4	62	
VA_LINE	2		1,74	D_LINE	5		358,10
VAG_POINT	2	7		P_LINE	5		5,75
VAV_POINT	2	7		PNB_POINT	5	9	
VPL_POINT	2	14		PTB_POINT	5	1	
VS_LINE	2		49,11	S_LINE	5		2997,95
VSP_POINT	2	1		SNB_POINT	5	43	
VSV_POINT	2	21		SRB_POINT	5	9	
D_LINE	3		157,78	SS_LINE	5		248,90
P_LINE	3		1,13	ST_LINE	5		18,60
PNB_POINT	3	5		STB_POINT	5	6	
PUL_POINT	3	2		V_LINE	5		3114,34
S_LINE	3		1468,73	VA_LINE	5		11,41
SNB_POINT	3	25		VAG_POINT	5	18	
SPL_POINT	3	2		VAV_POINT	5	17	
SRB_POINT	3	5		VBP_POINT	5	5	
SS_LINE	3		140,04	VDI_POINT	5	1	
ST_LINE	3		6,91	VNB_POINT	5	2	
V_LINE	3		1555,04	VPL_POINT	5	49	
VA_LINE	3		3,50	VS_LINE	5		259,81
VAG_POINT	3	11		VSV_POINT	5	73	
VAV_POINT	3	11					
VBP_POINT	3	1					
VPL_POINT	3	31	126,64				
VS_LINE	3						
VSV_POINT	3	40					

### 4.3 Havsnivåhöjning för perioden 2081-2100

Översiktskartorna (figur 4.5 och 4.6) visar att högvatten överlappar VA ledningarna i slutet av århundradet. Visuellt analys av de fem mest kritiska områdena (figur 4.7 och 4.8) visar att medelnivån för global havsnivåhöjning endast kommer att påverka VA systemet i område B, där en spillvattenledning leds ut i havet. I område A, B och E riskerar VA systemet att påverkas av tillfälliga högvatten med 2 års återkomstperiod. I scenario RCP2.6 kan VA systemet påverkas i område D vid tillfälliga högvatten med 10 års återkomstperiod, men i scenario RCP8.5 sker detta redan vid högvatten med 2 års återkomstperiod. I område C kan VA systemet påverkas vid högvatten med 10 års återkomstperiod. Genomgående för alla områden är att där finns partier där riskklassen skiftar mellan olika scenarion. I område C finns det t.ex. flera partier som hamnar i riskklass 3 (grön markering) i scenario RCP2.6 men som hamnar i riskklass 2 (blå markering) i scenario RCP8.5. I alla områden syns det hur fler och större mängd landareal och VA system som riskerar att påverkas i RCP8.5 än i RCP2.6.

Vid analys av tabell 4.4 och 4.5 blir skillnaderna för respektive riskklass tydligare mellan de två olika scenariona:

Vid riskklass 1 (rosa markering), som representerar ett medelvärde för havsnivåhöjningen under denna period, riskerar 2,70 meter breddningsledning (här betecknad spillvattenledning- S\_LINE) att påverkas i både RCP2.6 och RCP8.5.

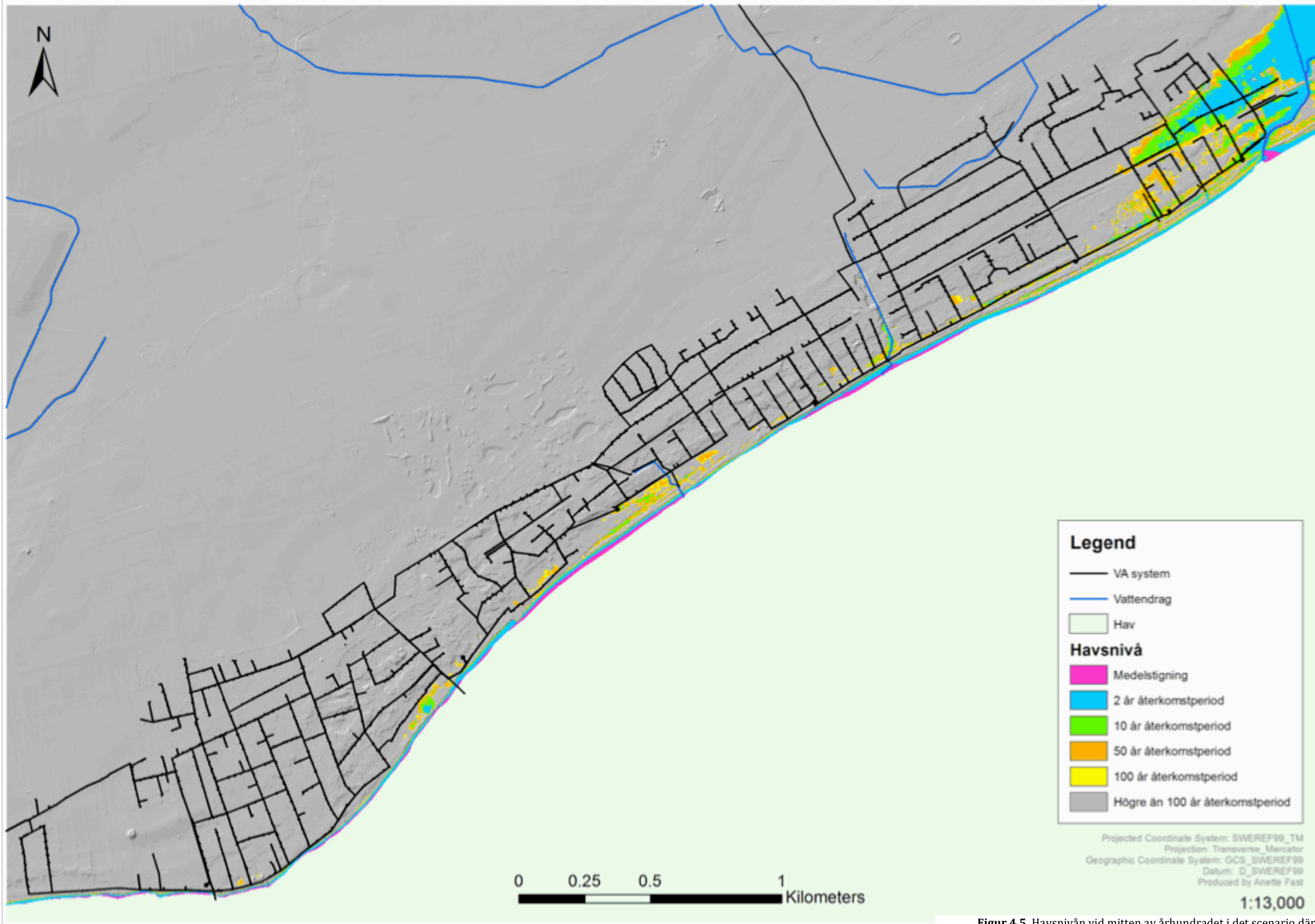
För riskklass 2 (blå markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla typer av ledning som återfinns i båda scenariona. Ytterligare en typ av ledning kan påverkas i RCP8.5 (P\_LINE). För andra typer av komponenter som förekommer i båda scenarion ökar 8 av 14 komponenter i antal, och resten förblir oförändrade. Ytterligare en typ av komponent riskerar att påverkas i RCP8.5 (VBP\_POINT).

För riskklass 3 (grön markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla typer av ledning. Samtliga andra typer av komponenter som förekommer i båda scenariona ökar i antal. Ytterligare tre typer av komponenter (SRB\_POINT, STB\_POINT och VNB\_POINT) riskerar att påverkas i RCP8.5, medan två typer som riskeras i RCP2.6 inte påverkas i RCP8.5 (PUL\_POINT och SPL\_POINT).

För riskklass 4 (orange markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla typer av ledning. För andra typer av komponenter som återfinns i båda scenarion ökar alla i antal. Ytterligare sex typer av komponenter riskerar att påverkas i RCP8.5 (PTB\_POINT, PUL\_POINT, SPL\_POINT, SPU\_POINT, VDI\_POINT och VPL\_POINT). Två typer av komponenter som riskeras i RCP2.6 påverkas inte i RCP8.5 (PNB\_POINT och VNB\_POINT).

För riskklass 5 (gul markering) ökar antalet meter ledning som kan påverkas för alla typer av ledning. Detsamma gäller för andra typer av komponenter. Ytterligare en typ av komponent riskerar att påverkas i RCP8.5 (SRB\_POINT), medan tre typer som riskeras i RCP2.6 inte påverkas i RCP8.5 (PTB\_POINT, VBP\_POINT och VDI\_POINT).

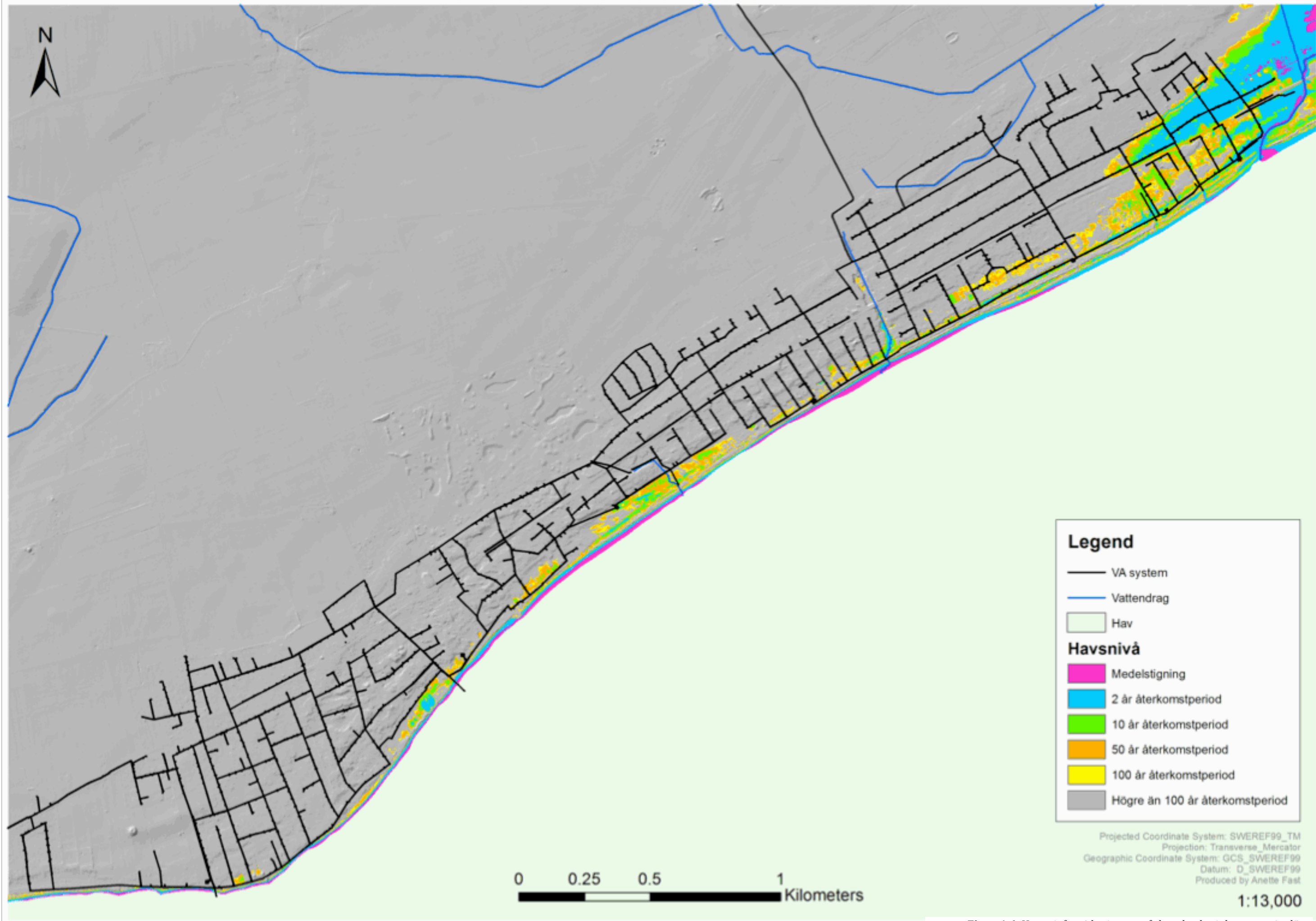
# Scenario RCP2.6 för åren 2081-2100



Figur 4.5. Havsnivån vid mitten av århundradet i det scenario där växthusgasutsläppen är låga.

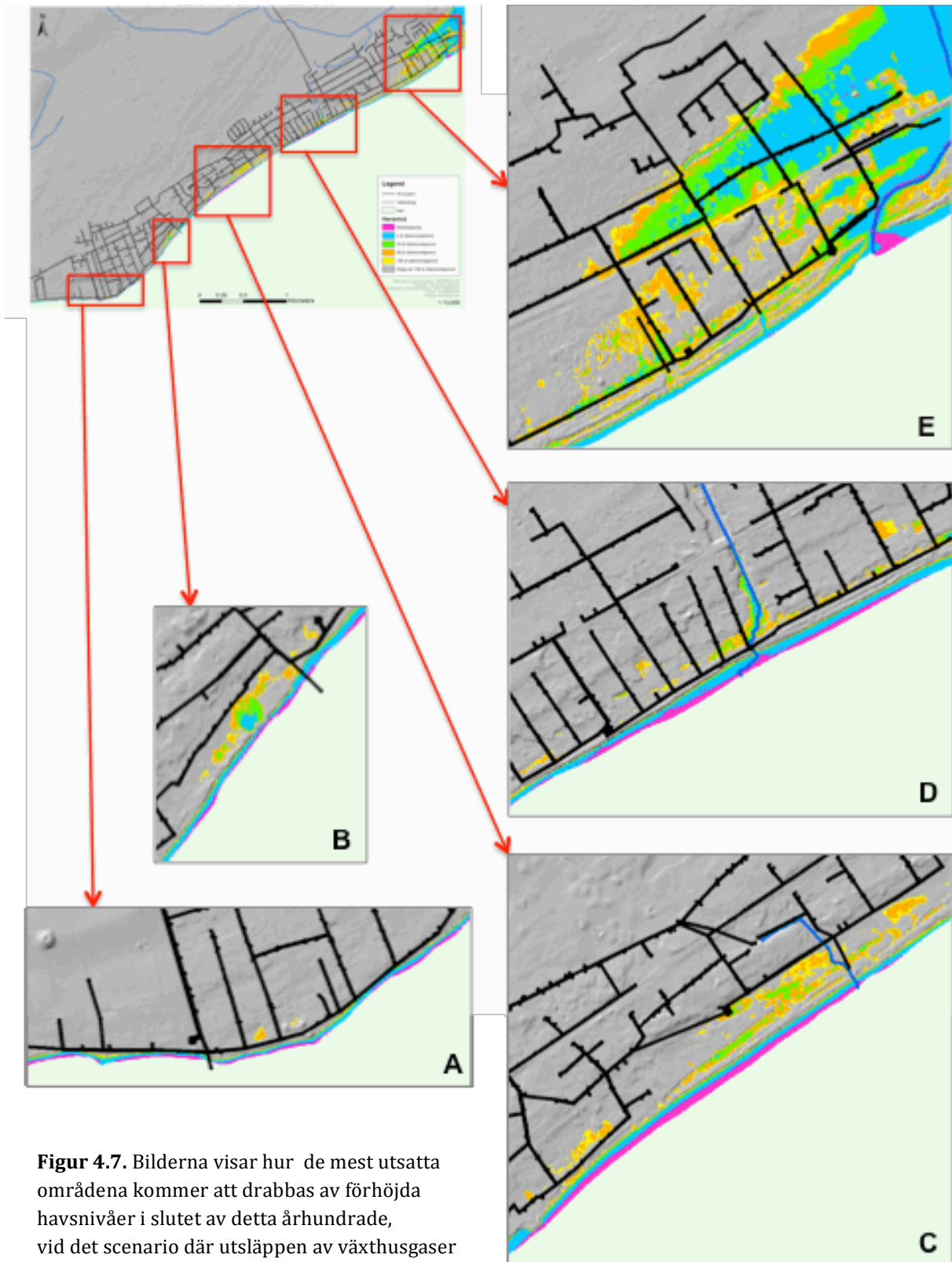


# Scenario RCP8.5 för åren 2081-2100



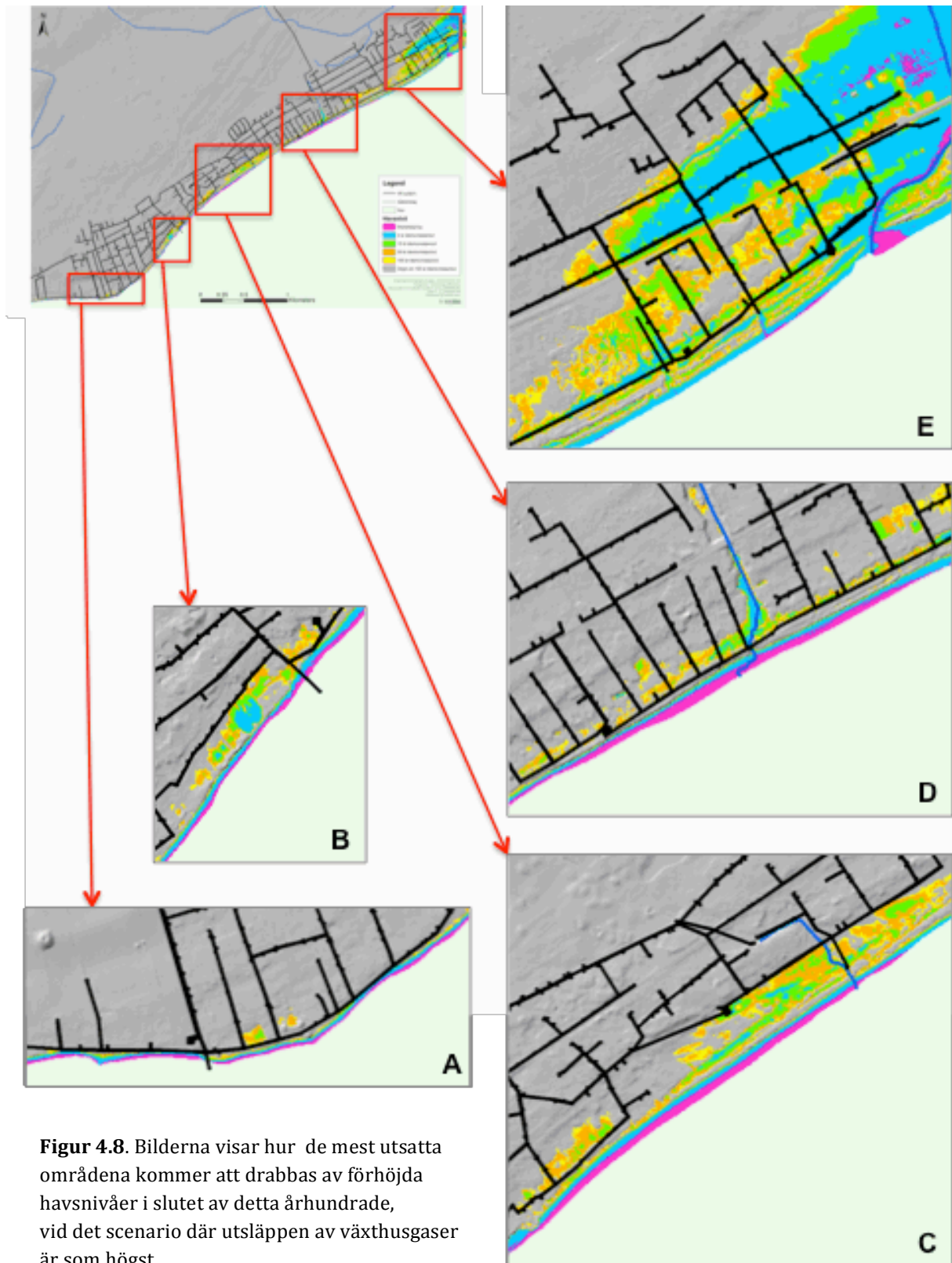
Figur 4.6. Havsnivån vid mitten av århundradet i det scenario där växthusgasutsläppen är höga.

## RCP2.6 för åren 2081-2100





## RCP8.5 för åren 2081-2100



**Tabell 4.4.** Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenariot som representerar låga växthusgasutsläpp.

Scenario RCP2.6 för åren 2081-2100							
Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4		344,72
D_LINE	2	1	40,67	P_LINE	4	9	3,64
PNB_POINT	2	1		PNB_POINT	4		2879,15
PUL_POINT	2	1		S_LINE	4	39	240,09
S_LINE	2	12	870,75	SNB_POINT	4	9	13,82
SNB_POINT	2	1		SRB_POINT	4	6	3011,03
SPL_POINT	2	1		SS_LINE	4		11,41
SPU_POINT	2	5		ST_LINE	4	18	402,64
SRB_POINT	2	1		STB_POINT	4	16	16,99
SRBN_POINT	2	1	72,74	V_LINE	4	5	3411,24
SS_LINE	2	3	4,53	VAG_POINT	4	46	249,59
STB_POINT	2	2		VAG_POINT	4	70	
SUL_POINT	2	2		VBP_POINT	4		
V_LINE	2	2	943,25	VNB_POINT	4		
VA_LINE	2	8	1,74	VPL_POINT	4		
VAG_POINT	2	8		VSV_POINT	4		
VAV_POINT	2	8		D_LINE	5	54	402,64
VPL_POINT	2	18		P_LINE	5	1	16,99
V_S_LINE	2	1	60,92	PTB_POINT	5	3	
VSP_POINT	2	1		S_LINE	5	54	3411,24
VSV_POINT	2	25		SNB_POINT	5	3	286,88
D_LINE	3		238,58	SPL_POINT	5		54,91
P_LINE	3	5	1,13	SS_LINE	5	9	3506,69
PNB_POINT	3	2		ST_LINE	5		12,12
PUL_POINT	3	2		STB_POINT	5	22	
S_LINE	3	28	1824,08	V_LINE	5	23	
SNB_POINT	3	2		VAG_POINT	5	6	
SPL_POINT	3	2	158,57	VBP_POINT	5	2	
SS_LINE	3	3	6,91	VDI_POINT	5	58	
ST_LINE	3	3	1950,67	VPL_POINT	5	85	298,31
V_LINE	3	3	7,59	V_S_LINE	5		
VA_LINE	3	11		VSV_POINT	5		
VAG_POINT	3	11		D_LINE	5		
VAV_POINT	3	2		P_LINE	5		
VBP_POINT	3	34	144,72	PNB_POINT	5		
VPL_POINT	3	44		PUL_POINT	5		
V_S_LINE	3			S_LINE	5		
VSV_POINT	3			SNB_POINT	5		

Riskklasser:
1- Medelstigning
2- 2 år återkomstperiod
3- 10 år återkomstperiod
4- 50 år återkomstperiod
5- 100 år återkomstperiod

**Tabell 4.5.** Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenariot som representerar höga växthusgasutsläpp.

Scenario RCP8.5 för åren 2081-2100							
Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4		448,14
D_LINE	2		187,85	P_LINE	4	1	34,28
P_LINE	2		1,13	PTB_POINT	4	3	
PNB_POINT	2	5		PUL_POINT	4	65	4348,75
PUL_POINT	2	2		S_LINE	4	4	
S_LINE	2	27	1663,88	SNB_POINT	4	3	
SNB_POINT	2	2		SPL_POINT	4	17	
SPL_POINT	2	1		SPU_POINT	4		
SPU_POINT	2	5		SRB_POINT	4		
SRB_POINT	2	1	148,67	SS_LINE	4	12	366,49
SRBN_POINT	2	1		ST_LINE	4		112,60
SS_LINE	2	3	6,91	STB_POINT	4		
STB_POINT	2	2		V_LINE	4		4300,36
SUL_POINT	2	2		VA_LINE	4	33	14,91
V_LINE	2	2	1763,17	VAG_POINT	4	37	
VA_LINE	2	7	3,50	VAV_POINT	4	2	
VAG_POINT	2	11		VBP_POINT	4	2	
VAV_POINT	2	11		VDI_POINT	4	1	
VBP_POINT	2	1		VNBN_POINT	4	76	
VPL_POINT	2	31		VPL_POINT	4		
V_S_LINE	2	1	137,71	V_S_LINE	4	107	388,90
VSP_POINT	2	1		VSV_POINT	4		
VSV_POINT	2	41		D_LINE	5		503,68
D_LINE	3		340,40	P_LINE	5		40,06
P_LINE	3		3,64	S_LINE	5		5175,93
PNB_POINT	3	9		SNB_POINT	5	77	
S_LINE	3	39	2822,41	SPL_POINT	5	5	
SNB_POINT	3	8		SRB_POINT	5	21	
SRB_POINT	3	6	229,43	SS_LINE	5		428,65
SS_LINE	3	6	12,75	ST_LINE	5	17	144,67
STB_POINT	3	2	2955,82	STB_POINT	5		
V_LINE	3	18	10,79	V_LINE	5		5141,56
VAG_POINT	3	16		VA_LINE	5	39	15,33
VAV_POINT	3	5		VAG_POINT	5	42	
VBP_POINT	3	2		VAV_POINT	5	90	
VNB_POINT	3	2		VPL_POINT	5		
VPL_POINT	3	46		V_S_LINE	5		453,26
V_S_LINE	3		240,84	VSV_POINT	5	131	
VSV_POINT	3	69					



#### 4.4 Fältbesök i de utsatta områdena

Resultaten som tagits fram i stycke 4.2 och 4.3 kompletterades med ett fältbesök med representant från Tekniska Förvaltning i Trelleborgs kommun. Område A, D och E besöktes vid tillfället.

Vid besök i område A bekräftades att den ledning som påverkas av medelhöjningen av havsnivån, och som till synes sticker ut i havet på kartorna (betecknad S\_LINE), är en breddningsledning som tar slut på stranden, alltså går den inte ut i havet i dagsläget (figur 4.9). Breddningsledningen syftar till att leda bort innehållet i spillvattenledningen vid haveri av pumpstationen, detta för att inte innehållet ska backa i ledningarna och gå upp i källare i fastigheter i området.



**Figur 4.9.** Breddningsledningen i område A. Pumpstationen kan skimras till höger i bilden.  
*Foto A. Fast*

I område A föll partier av VA systemet närmast stranden inom riskklass 2 (figur 4.3, 4.4, 4.7 och 4.8). Vid besök i området är det också påtagligt att VA systemet, som löper längs med vägen, är lokaliserat i nära anslutning till havet i dagsläget (figur 4.10 och 4.11).



**Figur 4.10.** VA systemet i område A kan påverkas vid högvatten med 2 års återkomstperiod, och troligen av kusterosion.  
*Foto A. Fast*



**Figur 4.11.** Ytterligare ett utsatt kustparti i område A.  
Foto A. Fast

Vattendraget i område D är omgivet av växtlighet och välutvecklade klitter skiljer sandstranden från bebyggelsen och VA strukturerna bakom (figur 4.12). På strandplanet syntes det även spår efter vattendragets tidigare kurs. Risker för översvämning av vattendraget ökar över figurerna 4.3, 4.4, 4.7 och 4.8, medan skador till följd av stranderosion kan motverkas med hjälp av de utvecklade klitterna.



**Figur 4.12.** Vattendraget i område D och de välutvecklade klitterna.  
Foto A. Fast

Område E är ett villaområde med flera fastigheter (figur 4.13). Som synes i figur 4.3-4.7 riskerar stora delar av VA systemet att påverkas vid översvämningar. Vid besöket noterades att området ligger i en svacka som sträcker sig i öst-västlig riktning, med högre mark i nordlig och sydlig riktning. Enligt uppgift från Trelleborgs kommun är det inte säkert att översvämningar kommer att åsamka stor skada på VA systemet i området. Mest kritiskt utsatt är en pumpstation i området, vilken vid haveri kan få stora konsekvenser för fastigheter.



**Figur 4.13.** Område E ligger i en svacka med flera fastigheter.  
Foto A. Fast

## 5. Diskussion

---

### 5.1 Påverkan av den globala havsnivåhöjningen

Medelhöjningen av den globala havsnivån har endast en liten direkt påverkan på VA systemet då endast 2,7 meter breddningsledning (här betecknad S\_LINE) faller inom denna riskklass (tabell 4.2, 4.3, 4.4 och 4.5). Det är i kombination med tillfälliga högvatten som stora delar av VA systemet kan påverkas av global havsnivåhöjning. Detta kan ske redan i mitten av detta århundrade, även i framtidsscenario RCP2.6 som representerar låga utsläpp av växthusgaser (figur 4.1 och 4.3 samt tabell 4.2).

### 5.2 Utsatta områden

De mest utsatta områdena för framtida havsnivåhöjning och högvattenstånd är vid befintliga vattendrag och bitvis längs med strandlinjen (figur 4.3, 4.4, 4.7 och 4.8).

#### 5.2.1 Partier längs med kustlinjen

I tre av de fem mest utsatta områdena finns det VA strukturer nära strandlinjen som riskerar att påverkas. Område A är det mest kritiska, eftersom VA ledningarna här riskerar att påverkas redan i mitten av århundradet vid låga växthusgasutsläpp och vid högvatten med 2 års återkomstperiod (figur 4.3 och tabell 4.2).

I område B riskerar VA systemet att påverkas vid högvatten med 2 års återkomstperiod först i slutet av århundradet vid höga växthusgasutsläpp (figur 4.8). VA systemet i området kan påverkas tidigare än så till följd av kusterosion, eftersom områden väldigt nära VA ledningarna kan hamna under vatten redan i mitten av århundradet vid låga växthusgasutsläpp och vid högvatten med 2 års återkomstperiod (figur 4.3). I område A och B går ledningar till synes ut i havet, vilket bekräftades vara felaktigt vid ett besök i området. Ledningarna är breddningsledningar vilka har sitt slut på stranden (figur 4.9).

Högvattenstånd med 2 års återkomstperiod går väldigt nära de kustnära ledningarna i område D. Situationen längs med strandlinjen förblir densamma över tid och oberoende av mängden växthusgasutsläpp. Vid ett studiebesök noterades de välutvecklade klitterna som står mellan stranden och bebyggelsen bakom (figur 4.12). Dessa kan utgöra ett skydd för bebyggelsen och VA systemet, men kommer troligen utsättas för ökande påfrestningar med tiden eftersom en större del av stranden påverkas vid ökande växthusgasutsläpp och över tid.

Påverkan på VA systemet till följd av medelhöjningen av havsnivån kan förvärras av kusterosion. Kusten i studielokalen är idag utsatt för erosion, vilken troligen kommer att öka med stigande havsnivå och ökande stormfrekvenser eftersom mer material kan omarbetas då vågorna når högre upp på strandprofilen (Kærgaard et al. 2007; Fredriksson och Almström 2012). Detta innebär att kustnära delar av VA systemet löper en större risk att ta skada vid förhöjda havsnivåer än de delar som är lokaliserade längre inåt land. Särskilt i område A finns kustnära strukturer, vilka hotas av erosion (figur 4.10 och 4.11). I det närliggande samhället Smygehuk har VA ledningar tidigare blottlagts och tagit skada vid en enskild storm med högvatten, en incident som skulle kunna inträffa i Beddingestrand där VA ledningar går nära strandlinjen. Kærgaard et al. (2007) anser att erosionsmönstret kommer att kvarstå under 2000-talet, trots en ökning av havsnivån.

Detta kan innebära att sedimentation kan komma att ge ett visst skydd för kustnära VA strukturer, särskilt i område E där material ackumuleras idag.

### **5.2.2 Partier inåt land**

Låglänta partier i område C, D och E riskerar att svämmas över när havsnivån stiger och havet backar upp i vattendragen.

VA systemet i område C löper endast en liten risk att påverkas i mitten av århundradet vid låga växthusgasutsläpp, då endast begränsade partier översvämmas vid högvatten med 50 års återkomstperiod (figur 4.3). Riskerna ökar med tiden och med ökande växthusgasutsläpp, och i slutet av århundradet kan flera partier påverkas i RCP8.5 vid högvatten med återkomstperiod på 10 år eller mer (figur 4.8).

I område D är situationen en liknande som i område C, och vid jämförelse mellan figur 4.3 och 4.7, samt figur 4.4 och 4.8 är det tydligt att fler partier av VA systemet riskerar att påverkas över tid och vid ökande växthusgasutsläpp.

Vid högvattenstånd kan stora partier av område E översvämmas. De partier som riskerar att översvämmas är huvudsakligen lokaliserade inåt land. Med ökande växthusgasutsläpp riskerar fler områden att översvämmas och även partier nära utloppet för Tullstorpsån (figur 4.7).

För de partier där högvatten kan påverka längre inåt land verkar inte erosion på samma sätt, eftersom de partierna är skyddade från vågor och längsgående strömmar som transporterar bort material. Detta innebär att VA systemet i de partier som riskerar att översvämmas i område E inte nödvändigtvis tar skada av kusterosion. Däremot kan möjligen landområden som översvämmas inåt land påverkas av andra typer av förändringar, som bortsköljning eller avlagring av material som Tullstorpsån för med sig. Delar av resultatet av denna studie skulle kunna ligga till grund för en sådan undersökning i framtiden. I område E finns en pumpstation, vilken kan utsättas och ta skada vid översvämningar.

## **5.3 Riskerna ökar med tiden**

Vid slutet av detta århundrade löper VA ledningarna i alla områden större risk att ta skada, detta till följd av ökande växthusgasutsläpp som leder till högre havsnivå. Vid jämförelse av område E i figur 4.3 och 4.7, som representerar låga växthusgasutsläpp, syns det hur flera partier som föll inom riskklass 3 (grön färg-10 år återkomstperiod) i mitten av århundradet kommer att falla inom riskklass 2 (blå färg- 2 år återkomstperiod) i slutet av århundradet. Vid jämförelse av samma område mellan figur 4.4 och 4.8, som representerar mycket höga växthusgasutsläpp, framträder detta mönster tydligare. Samma process sker i alla fem högriskområdena. Denna utveckling innebär att områden blir översvämmade oftare i slutet av århundradet, vilket ökar riskerna för skador på VA systemet. Det bör noteras att det varje år är 50% risk att högvatten med 2 års återkomstperiod infinner sig, vilket är betydligt högre än risken för högvatten med 10 års återkomstperiod som är 10% för varje enskilt år. Det är också tydligt att fler och större områden riskerar att drabbas i slutet av århundradet än i mitten.

## 5.4 Riskerna ökar med ökande växthusgasutsläpp

Mönster liknande de som iaktogs i stycke 5.3 vid jämförelse av risker över tid kan ses vid jämförelse mellan framtidsscenario som representerar olika mängd växthusgasutsläpp. Vid jämförelse mellan figur 4.3 och 4.4, som representerar låga respektive höga växthusgasutsläpp vid mitten av århundradet, syns det hur flera partier faller inom en högre riskklass vid höga utsläpp, och därmed utsätts oftare för högvatten. Vid höga växthusgasutsläpp riskerar även fler och större delar av VA systemet att påverkas. Skillnaderna mellan låga utsläpp och höga utsläpp i mitten av århundradet framstår tydligare i tabell 4.2 och 4.3 där det är tydligt att mängden ledningar och andra komponenter av VA systemet som kan påverkas är större i RCP8.5 än i RCP2.6. Samma mönster kan observeras vid slutet av århundradet, vid jämförelse mellan figur 4.7 och 4.8 samt tabell 4.4 och 4.5.

Vid jämförelse av samma riskklass mellan RCP2.6 och RCP8.5 kan det framstå som att antalet komponenter som riskerar att påverkas minskar när växthusgasutsläppen ökar. Som exempel påverkas tre typer av komponenter (PTB\_POINT, VBP\_POINT och VDI\_POINT) i riskklass 5 i tabell 4.4 som representerar låga växthusgasutsläpp, men de påverkas inte i tabell 4.5 som representerar höga växthusgasutsläpp. Förklaringen till detta är densamma som kan ses vid visuell jämförelse av kartorna (figur 4.7 och 4.8), att vid RCP8.5 där utsläppen är högre så faller en större del av VA systemet inom en högre riskklass. För att återgå till exemplet återfinns komponenterna (PTB\_POINT, VBP\_POINT och VDI\_POINT) istället i riskklass 4 i tabell 4.5, vilket innebär att de oftare kan utsättas för högvatten.

Det är intressant att notera att skillnaderna i konsekvenser mellan låga och höga scenarion av växthusgasutsläpp ökar med tiden. Vid höga växthusgasutsläpp i mitten av århundradet riskerar ytterligare 102,58 meter dricksvattenledning (V\_LINE) att påverkas i riskklass 2 i RCP8.5 än i RCP2.6. Vid slutet av århundradet är denna skillnad 819,92 meter dricksvattenledning.



## 5.6 Felkällor

De framtidsscenario, även kallade RCP:er, som används av IPCC är enbart beräknade för växthusgasutsläpp orsakade av människan, och inkluderar inte naturliga utsläpp av växthusgaser som kan ske t.ex. vid vulkanisk aktivitet. Detta innebär att vid händelse av t.ex. vulkanisk aktivitet kan växthusgasutsläppen öka och havsnivån kan stiga ytterligare. Det bör också noteras att resultaten i denna studie är baserade på medelvärden, vilket innebär att både lägre och högre havsnivåer kan inträffa under 2000-talet.

Nationell höjdmodell, grid 2+ som användes i studien har en upplösning på 2x2 m och en felmarginal på 0,1 m i höjdd. Kartorna som presenteras i resultatdelen är baserade på värdena i tabell 3.3. Flera av värdena ligger nära varandra, därför kan upplösningen och felmarginalen ge missvisande resultat där områden kan ha fel klassificerats.

Trelleborgs kommun använder sig av en strandlinje som skiljer sig från Nationell strandlinje som använts i denna studie. På kartorna syns det tydligt hur ledningar går ut i havet i område A och B, men detta stämmer inte. Vid kontroll av strandlinjen som används i kommunen och genom studiebesök på plats kan det konstateras att inga ledningar går ut i havet idag (se stycke 4.4 och figur 4.9). Som konsekvens av detta har en del av dessa ledningar exkluderats eftersom de fallit inom ramen för vad som klassas som hav i studien, när de egentligen borde ha fallit inom riskklass 1.

## 6. Slutsatser

---

- Medelvärdet för den globala havsnivåhöjningen påverkar inte VA systemet direkt, men i kombination med tillfälliga högvatten kan stora delar påverkas.
- De mest utsatta områdena för framtida havsnivåhöjning och högvattenstånd är vid befintliga vattendrag och bitvis längs med strandlinjen.
- Fler och större partier av VA systemet riskerar att påverkas ju högre växthusgasutsläppen är.
- Ju högre växthusgasutsläppen är desto fler delar av VA systemet påverkas vid högvatten med mer frekvent återkomstperiod.
- Fler och större partier av VA systemet riskerar att påverkas i slutet av 2000-talet än i mitten av detta århundrade.
- Kustlinjen i Beddingstrand och Skateholm kommer att fortsätta förändras genom erosionsprocesser, vilket kan påverka VA systemet.

## 7. Referenser

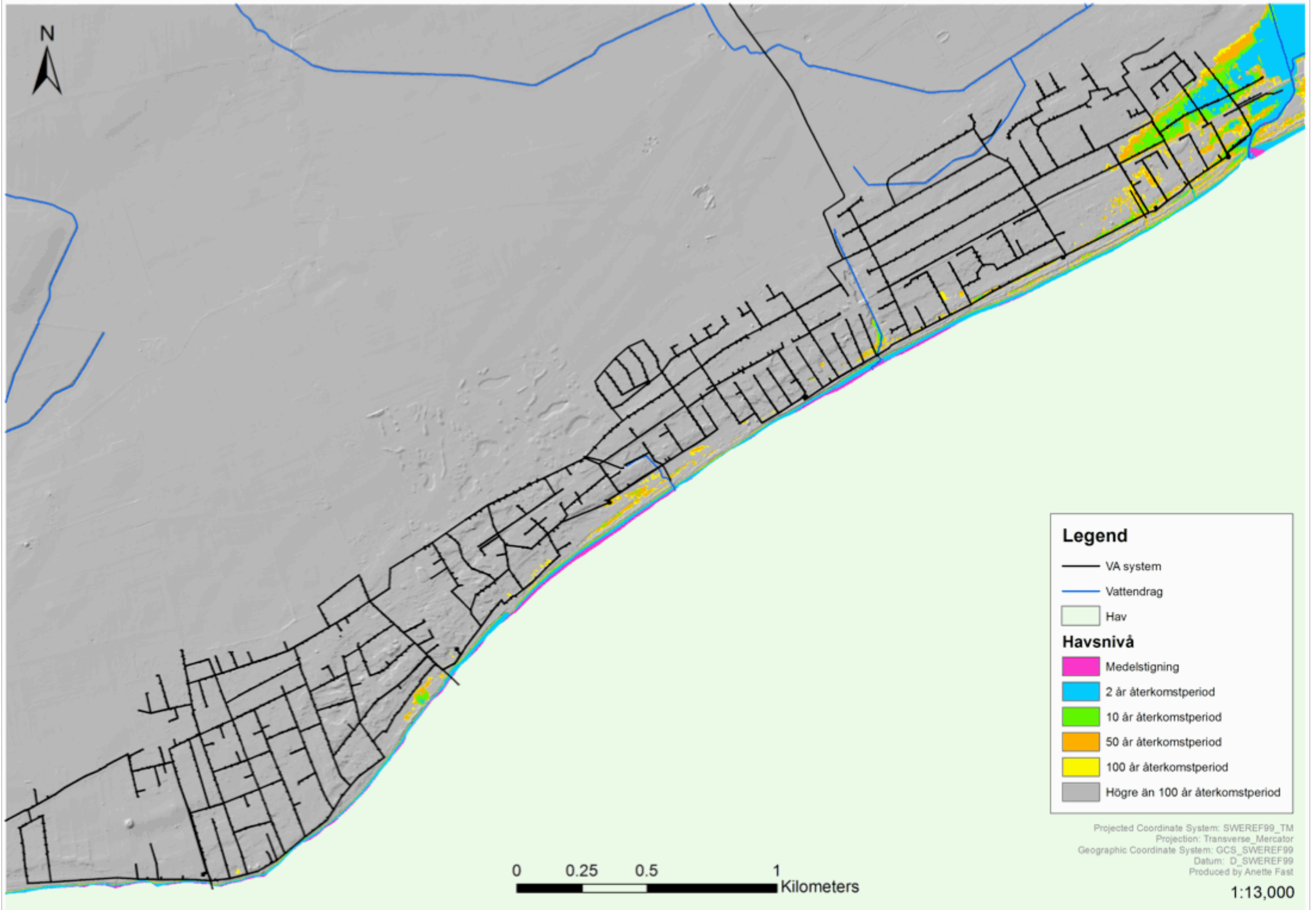
---

- Alström, F. 2013. Effekter av en havsnivåhöjning kring Falsterbohalvön. Examensarbete 272. Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys, Lunds Universitet.
- Bird, E. C. F. 1981. Recent Changes on the World's Sandy Shorelines. In *Coastal Dynamics and Scientific Sites*, eds. E. C. F. Bird, and K. Kolke, 5-30 pp. Tokyo: Komazawa University.
- Bird, E. C. F. 1985. *Coastline Changes, a Global Review*. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Bracegirdle, T. J., W. M. Connolley, and J. Turner. 2008. Antarctic climate change over the twenty first century. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 113.
- Church, J. A., P. U. Clark, A. Cazenave, J. M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M. A. Merrifield, G. A. Milne, et al. 2013. Sea Level Change. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W. J. Gutowski, et al. 2013. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, 1046 pp. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Cooper, J. A. G., and O. H. Pilkey. 2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. *Global and Planetary Change*, 43: 157-171.
- Dahlerus, C.-J., and D. Egermayer. 2005. Uppspolning och klittererosion längs Ystadkusten Situationen idag och framtida scenarier. Examensarbete ISRN LU:2005:11. Division of Water Resources Engineering, Department of Building and Environmental Technology, Lund University.
- Davidsson, J. 1963. *Littoral Processes and Morphology on Scanian Flat-coasts- Particularly the Peninsula of Falsterbo*. Lund: Carl Bloms Boktryckeri AB.
- Fredriksson, C., and B. Almström, 2012. Stranderosion i Trelleborgs kommun- Inventering av nuvarande förhållanden och förslag till åtgärder. Sweco Environment AB, Malmö.
- Hammarklint, T. 2013. Svenska havsvattenståndsserier - En klimatindikator. SMHI.
- IPCC. 2013. Summary for Policymakers. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- FN:s klimatpanel, F. s. 2013. Sammanfattning för beslutsfattare. In *Klimatförändring 2013: Den vetenskapliga grunden. Bidrag från arbetsgrupp I (WG I) till den femte utvärderingen från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.*, eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley. Bromma: Arkitektkopia AB.

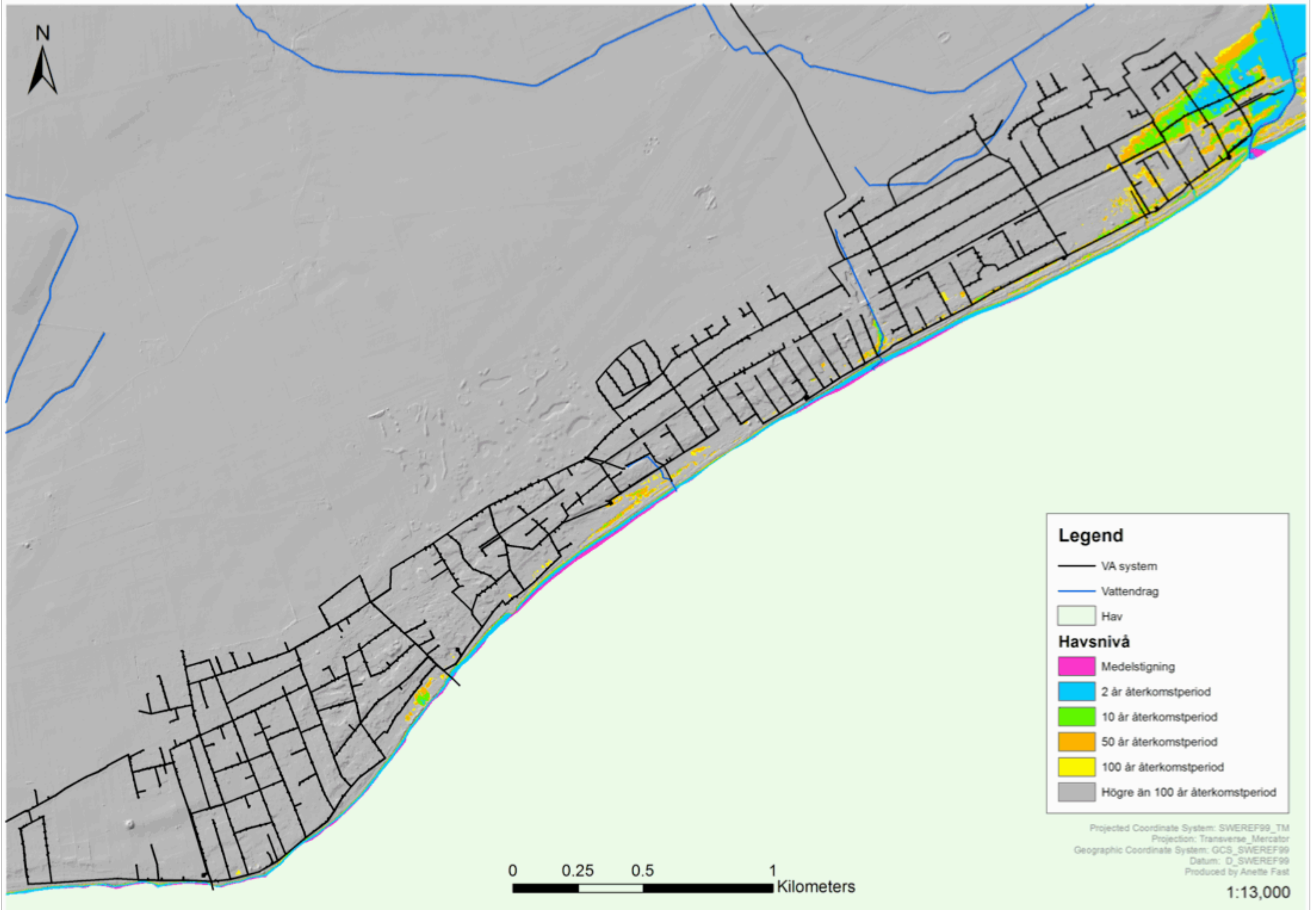
- Trelleborgs kommun. 2014. Trelleborgs kommuns webbkarta. Retrieved 28-04 2014, from. <http://gispublic.trelleborg.se/Trelleborg/>
- Kovats, S., R. Valentini, L. M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana. 2014. Europe. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, eds. L. K. Bogataj, R. Corobov, and R. Vallejo.
- Krinner, G., O. Magand, I. Simmonds, C. Genthon, and J. L. Dufresne. 2007. Simulated Antarctic precipitation and surface mass balance at the end of the twentieth and twenty-first centuries. *Climate Dynamics*, 28: 215-230.
- Kærgaard, K., K. Mangor, and A. Karlsson, 2007. Kuststudie Trelleborgs kommun, Kusttekniska undersökningar. DHI Rapport 2714.
- Lantmäteriet u.å. Nationell strandlinje. Retrieved 28-04 2014, from. <http://lantmateriet.se/sv/Om-Lantmateriet/Samverkan-med-andra/Nationell-strandlinje/>
- Ligtenberg, S. R. M., W. J. van de Berg, M. R. van den Broeke, J. G. L. Rae, and E. van Meijgaard. 2013. Future surface mass balance of the Antarctic ice sheet and its influence on sea level change, simulated by a regional atmospheric climate model. *Climate Dynamics*, 41: 867-884.
- Meehl, G. A., T. F. Stocker, W. D. Collins, P. Friedlingstein, A. T. Gaye, J. M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, et al. 2007. Global Climate Projections. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Nerheim, S., 2007. Framtida medel- och högvattenstånd i Skåne och Blekinge. SMHI Rapport.
- Nilsson, L., 2004. Erosionsrapport över kusten i Ystad kommun- En nulägesbeskrivning av erosionssituationen i Ystad kommun., Lunds Tekniska Högskola.
- Näslund, C., and J. Karlsson, 2012. Framtida högvatten – Scenarier för havsnivå och översvämningssråden i Blekinge 2100. Länsstyrelsen Blekinge län, Avdelningen för samhällsutveckling, 11 pp.
- Osængius, S. 1992. Stranderosion vid Löderups strandbad. Seminarieuppsats 27. Institutionen för Naturgeografi, Lunds Universitet.
- Pakkan, M. 2006. Extreme water levels and wave action in Falsterbo peninsula, Sweden. Future scenarios by extreme value analyses. Examensarbete LU:2006:2. Division of Water Resources Engineering, Department of Building and Environmental Technology, Lund University.
- Paskoff, J. 1983. L'érosion des plages *La Recherche*, 40: 20-28.
- Rhein, M., S. R. Rintoul, S. Aoki, E. Campos, D. Chambers, R. A. Feely, S. Gulev, G. C. Johnson, et al. 2013. Observations: Ocean. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.



- Uotila, P., A. H. Lynch, J. J. Cassano, and R. I. Cullather. 2007. Changes in Antarctic net precipitation in the 21st century based on Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) model scenarios. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 112.
- Ågren, J., 2009. Beskrivning av de nationella geoidmodellerna SWEN08\_RH2000 och SWEN08\_RH70. Lantmäteriet, Gävle, 26 pp.
- Åkerman, J. 2012. Excursion No. 4- Coasts of Scania. INES, Lund University.



# Scenario RCP6.0 för åren 2046-2065





## RCP4.5 för åren 2046-2065



## RCP6.0 för åren 2046-2065



Bilderna visar hur de mest utsatta områdena kommer att drabbas av förhöjda havsnivåer i mitten av detta århundrade, vid scenario RCP6.0 som representerar medelhöga växthusgasutsläpp.

Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenario RCP4.5 som representerar medelhöga växthusgasutsläpp.

**Scenario RCP4.5 för åren 2046-2065**

Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4	6	284,60
D_LINE	2		3,51	PNB_POINT	4	4	
PUL_POINT	2	1		S_LINE	4	30	2233,51
S_LINE	2		574,88	SNB_POINT	4	7	
SNB_POINT	2	7		SRB_POINT	4	4	187,94
SRB_POINT	2	3		SS_LINE	4	4	6,91
SRBN_POINT	2	1		ST_LINE	4	4	
SS_LINE	2		44,63	STB_POINT	4	4	
STB_POINT	2	3		V_LINE	4	4	2396,87
SUL_POINT	2	2		VA_LINE	4	4	9,23
V_LINE	2		638,58	VAG_POINT	4	13	
VA_LINE	2		1,74	VAV_POINT	4	12	
VAG_POINT	2	6		VBP_POINT	4	4	
VAV_POINT	2	6		VPL_POINT	4	37	
VPL_POINT	2	12		VS_LINE	4	4	193,03
VS_LINE	2		44,90	VSV_POINT	4	58	
VSP_POINT	2	1		D_LINE	5	5	331,36
VSV_POINT	2	19		P_LINE	5	9	3,64
D_LINE	3		132,94	PNB_POINT	5	9	
P_LINE	3		1,13	S_LINE	5	38	2762,07
PNB_POINT	3	4		SNB_POINT	5	8	
PUL_POINT	3	2		SRB_POINT	5	5	226,87
S_LINE	3		1340,97	SS_LINE	5	5	12,75
SNB_POINT	3	22		ST_LINE	5	5	
SPL_POINT	3	2		STB_POINT	5	5	2894,39
SPU_POINT	3	1		V_LINE	5	5	10,79
SRB_POINT	3	5		VA_LINE	5	18	
SS_LINE	3		134,83	VAG_POINT	5	16	
ST_LINE	3		6,74	VAV_POINT	5	5	
V_LINE	3		1443,17	VBP_POINT	5	5	
VA_LINE	3		3,50	VNB_POINT	5	2	
VAG_POINT	3	11		VPL_POINT	5	46	
VAV_POINT	3	11		VS_LINE	5	68	231,69
VBP_POINT	3	1		D_LINE	5	5	
VPL_POINT	3	29		P_LINE	5	5	
VS_LINE	3		118,41	PNB_POINT	5	5	
VSV_POINT	3	37		S_LINE	5	5	

**Riskklasser:**

- 1- Medelstigning
- 2- 2 år återkomstperiod
- 3- 10 år återkomstperiod
- 4- 50 år återkomstperiod
- 5- 100 år återkomstperiod

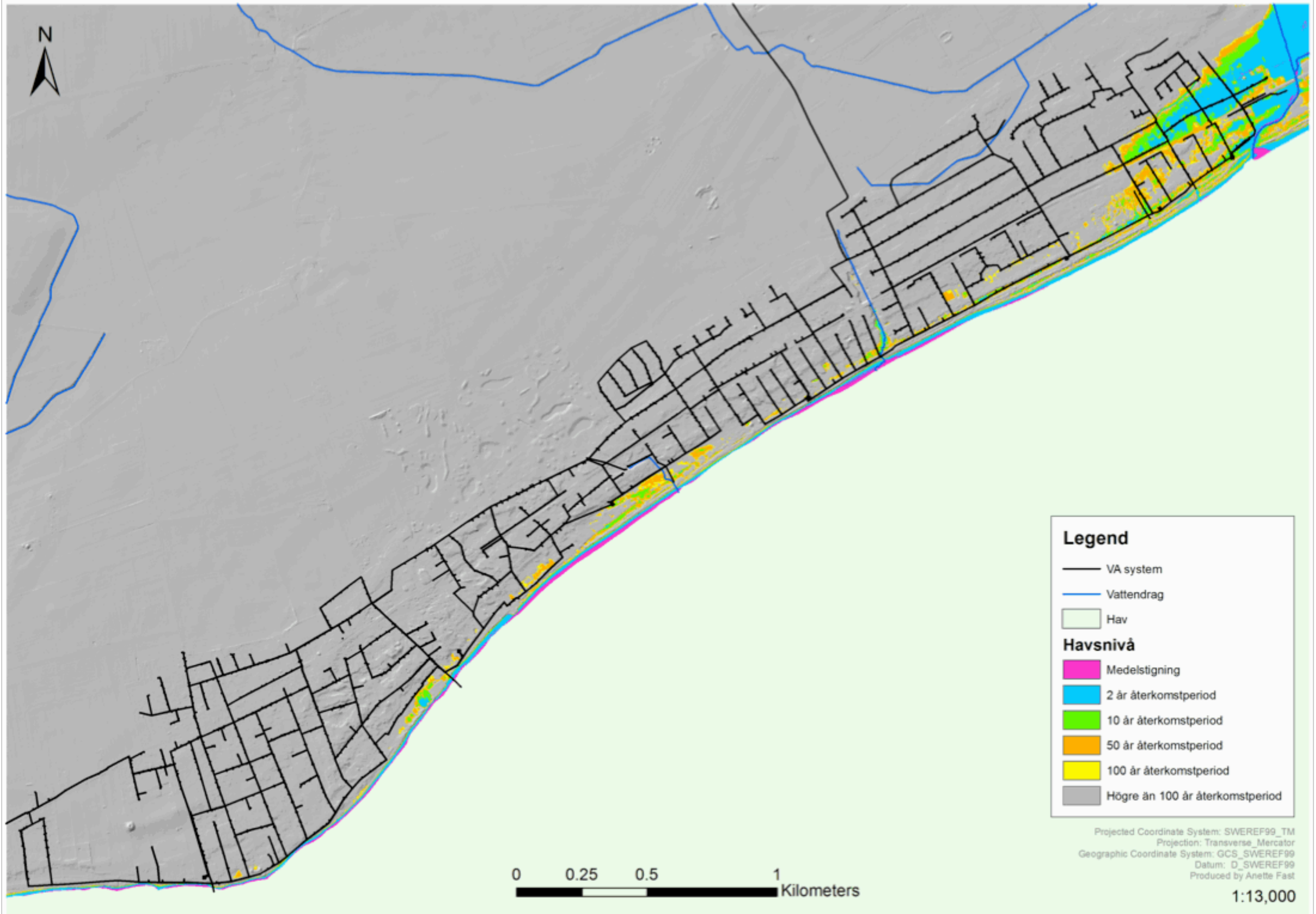
Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenario RCP6.0 som representerar medelhöga växthusgasutsläpp.

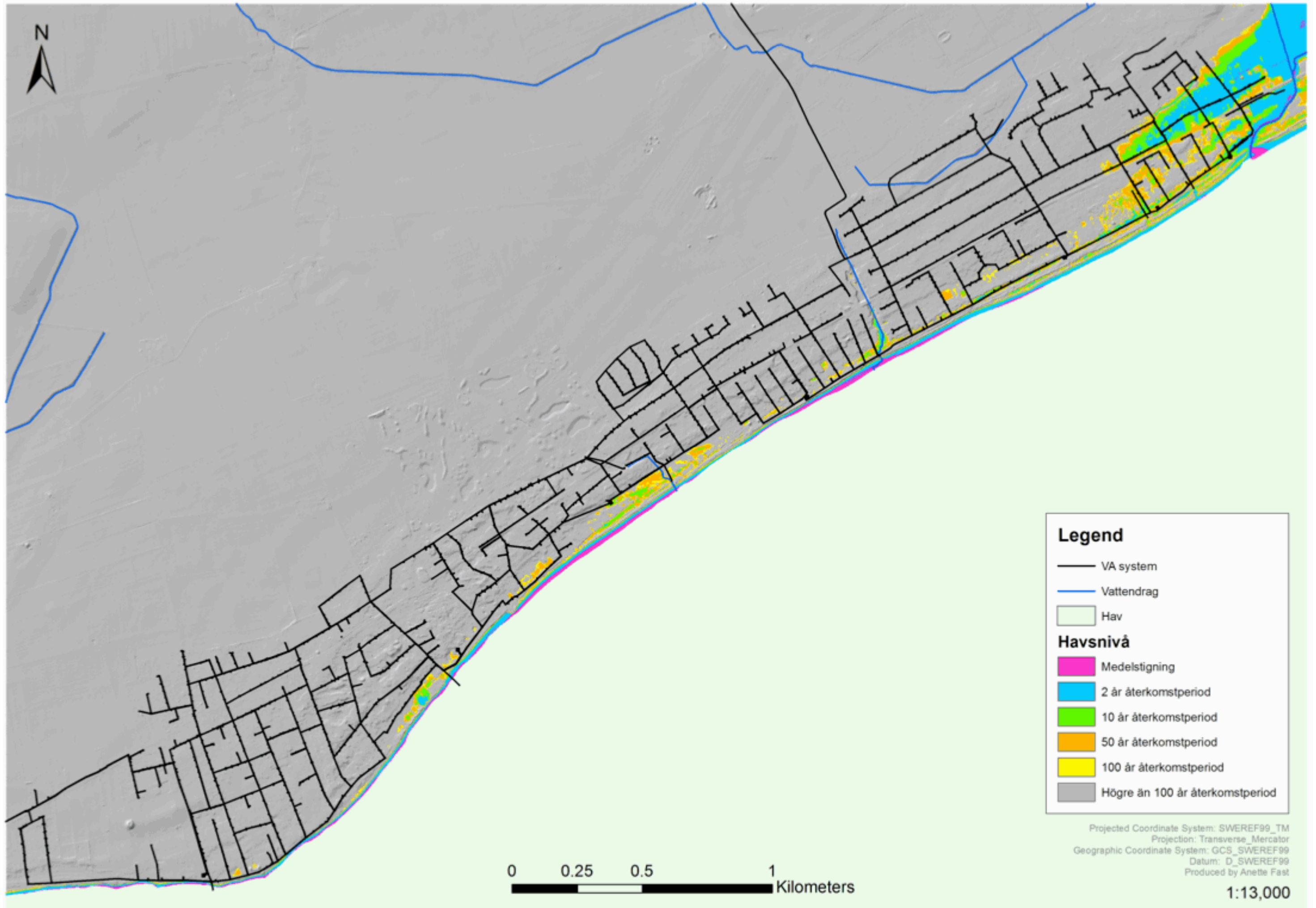
**Scenario RCP6.0 för åren 2046-2065**

Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4	6	282,51
D_LINE	2		3,30	PNB_POINT	4	4	
PUL_POINT	2	1		S_LINE	4	30	2193,91
S_LINE	2		541,02	SNB_POINT	4	7	
SNB_POINT	2	6		SRB_POINT	4	4	183,85
SRB_POINT	2	3		SS_LINE	4	4	6,91
SRBN_POINT	2	1		ST_LINE	4	4	
SS_LINE	2		44,63	STB_POINT	4	4	
STB_POINT	2	3		V_LINE	4	4	2342,66
SUL_POINT	2	2		VA_LINE	4	8	9,23
V_LINE	2		605,44	VAG_POINT	4	8	
VA_LINE	2		1,74	VBP_POINT	4	4	
VAG_POINT	2	6		VPL_POINT	4	36	
VAV_POINT	2	5		VS_LINE	4	4	189,18
VPL_POINT	2	12		VSV_POINT	4	56	
VS_LINE	2		44,90	D_LINE	5	9	330,58
VSP_POINT	2	1		PNB_POINT	5	9	
VSV_POINT	2	19		S_LINE	5	38	2712,90
D_LINE	3		132,59	SS_LINE	5	5	221,96
P_LINE	3		1,13	ST_LINE	5	5	8,95
PNB_POINT	3	4		STB_POINT	5	5	
PUL_POINT	3	2		V_LINE	5	5	2832,07
S_LINE	3		1308,79	VA_LINE	5	13	10,79
SNB_POINT	3	21		VAG_POINT	5	16	
SPL_POINT	3	2		VAV_POINT	5	5	
SPU_POINT	3	1		VBP_POINT	5	5	
SRB_POINT	3	5		VNB_POINT	5	2	
SS_LINE	3		130,20	VPL_POINT	5	45	
ST_LINE	3		6,74	VS_LINE	5	66	226,79
V_LINE	3		1415,85	D_LINE	5	5	
VA_LINE	3		3,50	PNB_POINT	5	5	
VAG_POINT	3	11		S_LINE	5	5	
VAV_POINT	3	11		SS_LINE	5	5	
VBP_POINT	3	1		ST_LINE	5	5	
VPL_POINT	3	29		STB_POINT	5	5	
VS_LINE	3		112,06	V_LINE	5	5	
VSV_POINT	3	37		VA_LINE	5	5	



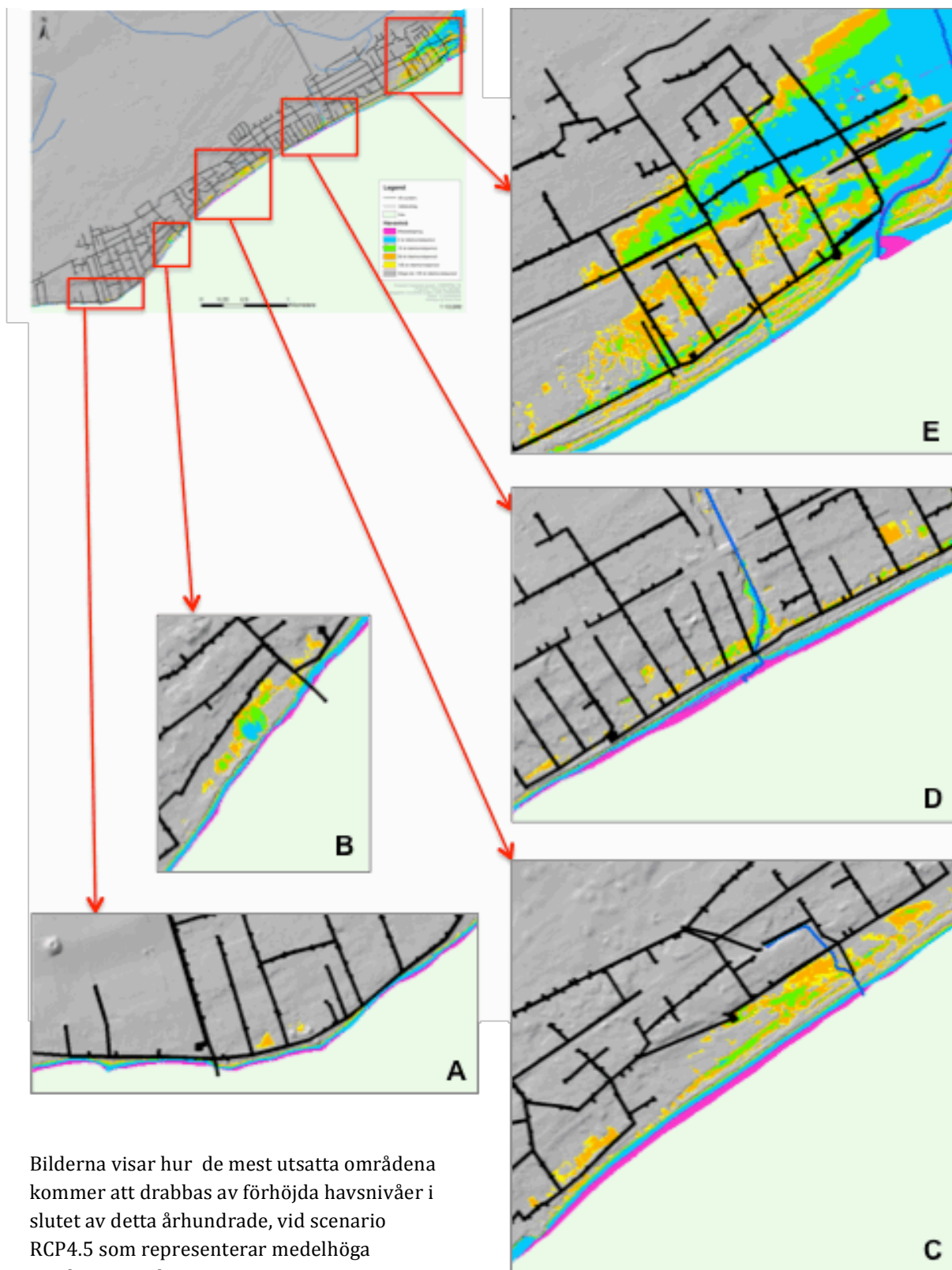
# Scenario RCP4.5 för åren 2081-2100



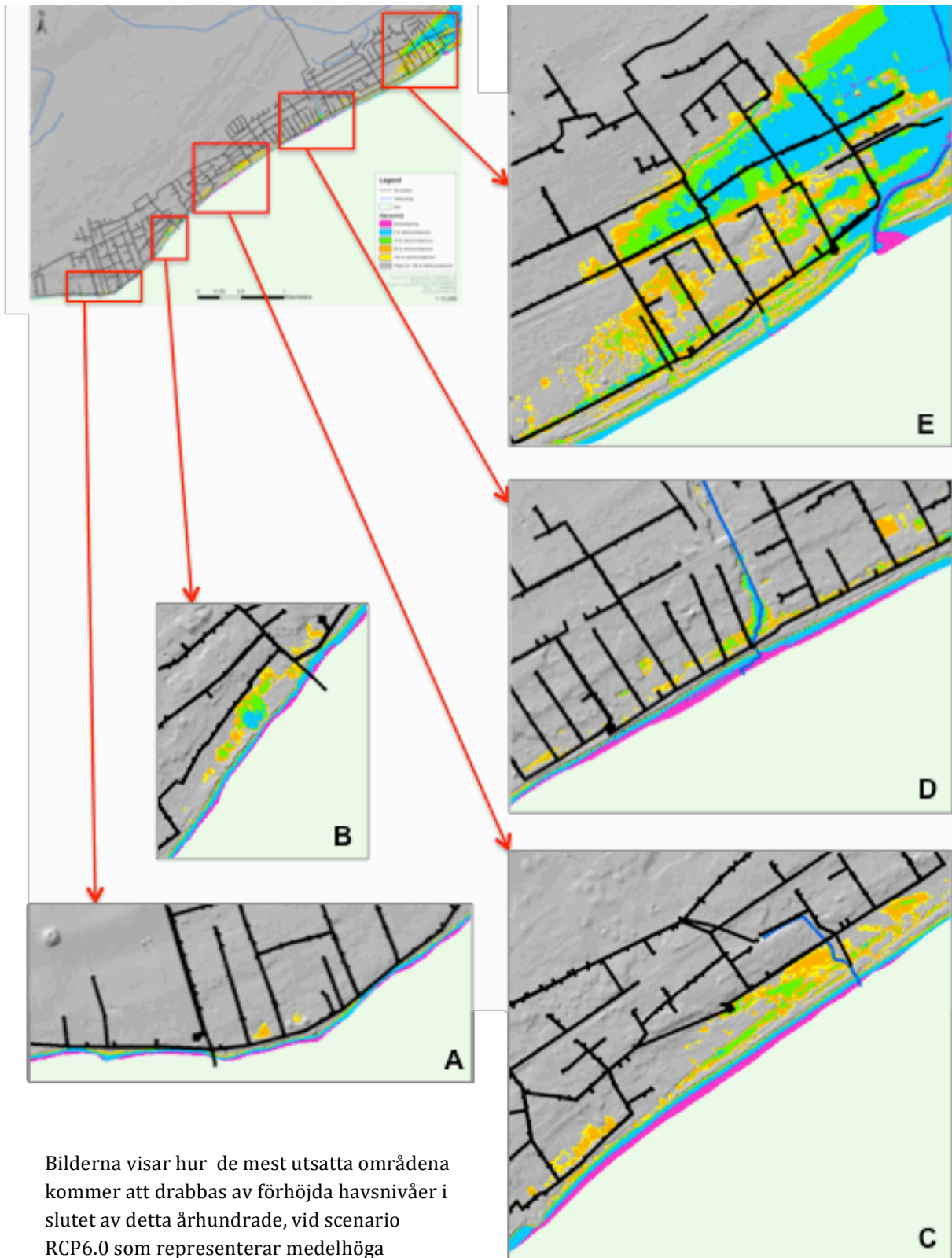




## RCP4.5 för åren 2081-2100



RCP6.0 för åren 2081-2100



Bilderna visar hur de mest utsatta områdena kommer att drabbas av förhöjda havsnivåer i slutet av detta århundrade, vid scenario RCP6.0 som representerar medelhöga växthusgasutsläpp.

Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenario 4.5 som representerar medelhöga växthusgasutsläpp.

**Scenario RCP4.5 för åren 2081-2100**

Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4		380,65
D_LINE	2		94,09	P_LINE	4		11,62
P_LINE	2		0,58	PNB_POINT	4	9	
PNB_POINT	2	3		PTB_POINT	4	1	
PTB_POINT	2	1		S_LINE	4		3303,51
S_LINE	2	15	1040,61	SNB_POINT	4	51	
SNB_POINT	2	2		SPL_POINT	4	3	
SPL_POINT	2	2		SRB_POINT	4	9	
SRB_POINT	2	1		SS_LINE	4		274,07
SS_LINE	2	5		ST_LINE	4		37,24
ST_LINE	2	1		STB_POINT	4	8	
STB_POINT	2	1	100,63	V_LINE	4		3390,93
V_LINE	2		4,53	VA_LINE	4		12,12
VA_LINE	2	3		VAG_POINT	4	18	
VAG_POINT	2	2		VAV_POINT	4	18	
VAV_POINT	2		1140,29	VBP_POINT	4	6	
VBP_POINT	2		3,50	VDI_POINT	4	2	
VDI_POINT	2	9		VNB_POINT	4	2	
VNB_POINT	2	8		VPL_POINT	4	53	
VPL_POINT	2	1		VS_LINE	4		282,06
VS_LINE	2	21		VSV_POINT	4	83	
VSV_POINT	2		89,15	D_LINE	5		421,16
D_LINE	2	1		P_LINE	5		27,83
P_LINE	2	32		PUL_POINT	5	3	
PUL_POINT	3		272,49	S_LINE	5		3800,62
S_LINE	3		1,13	SNB_POINT	5	56	
SNB_POINT	3	6		SPL_POINT	5	4	
SPL_POINT	3	2		SPU_POINT	5	3	
SPU_POINT	3		2005,32	SRB_POINT	5	13	
SRB_POINT	3	30		SS_LINE	5		319,58
SS_LINE	3	7		ST_LINE	5		84,64
ST_LINE	3		171,46	STB_POINT	5	9	
STB_POINT	3		6,91	V_LINE	5		3842,73
V_LINE	3		2151,38	VA_LINE	5		14,35
VA_LINE	3		7,81	VAG_POINT	5	25	
VAG_POINT	3	12		VAV_POINT	5	27	
VAV_POINT	3	11		VPL_POINT	5	63	
VPL_POINT	3	2		VS_LINE	5		341,00
VS_LINE	3	36		VSV_POINT	5	93	
VSV_POINT	3		170,60				

**Riskklasser:**

1- Medelstigning
2- 2 år återkomstperiod
3- 10 år återkomstperiod
4- 50 år återkomstperiod
5- 100 år återkomstperiod

Ledningar och andra komponenter i VA systemet som kan påverkas i scenario 4.5 som representerar medelhöga växthusgasutsläpp.

**Scenario RCP6.0 för åren 2081-2100**

Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)	Typ	Riskklass	Antal	Längd (m)
S_LINE	1		2,70	D_LINE	4		389,00
D_LINE	2		103,90	P_LINE	4		13,50
P_LINE	2		0,58	PNB_POINT	4	9	
PNB_POINT	2	3		PTB_POINT	4	1	
PTB_POINT	2	1		S_LINE	4		3360,08
S_LINE	2	18	1072,72	SNB_POINT	4	51	
SNB_POINT	2	2		SPL_POINT	4	3	
SPL_POINT	2	1		SRB_POINT	4	9	
SRB_POINT	2	5		SS_LINE	4		284,43
SS_LINE	2	1		ST_LINE	4		49,37
ST_LINE	2		106,17	STB_POINT	4	9	
STB_POINT	2		4,53	V_LINE	4		3467,64
V_LINE	2	3		VA_LINE	4		12,12
VA_LINE	2	2		VAG_POINT	4	21	
VAG_POINT	2		1171,14	VAV_POINT	4	21	
VAV_POINT	2		3,50	VBP_POINT	4	6	
VBP_POINT	2	9		VDI_POINT	4	2	
VDI_POINT	2	8		VNB_POINT	4	2	
VNB_POINT	2	1		VPL_POINT	4	56	
VPL_POINT	2	23		VS_LINE	4		290,69
VS_LINE	2		93,79	VSV_POINT	4	84	
VSV_POINT	2		276,65	D_LINE	5		426,61
D_LINE	3		1,13	P_LINE	5		30,15
P_LINE	3	6		PUL_POINT	5	3	
PUL_POINT	3	2		S_LINE	5		3868,21
S_LINE	3	30	2085,38	SNB_POINT	5	57	
SNB_POINT	3	7		SPL_POINT	5	4	
SPL_POINT	3		176,43	SPU_POINT	5	2	
SPU_POINT	3		6,91	SRB_POINT	5	14	
SRB_POINT	3	4		SS_LINE	5		323,94
SS_LINE	3		2229,02	ST_LINE	5		88,18
ST_LINE	3		7,81	V_LINE	5		3914,15
V_LINE	3		178,23	VA_LINE	5		14,35
VA_LINE	3	13		VAG_POINT	5	27	
VAG_POINT	3	11		VAV_POINT	5	28	
VAV_POINT	3	2		VPL_POINT	5	64	
VPL_POINT	3	36		VS_LINE	5		345,08
VS_LINE	3			VSV_POINT	5	94	



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

Student examensarbete (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 ([www.nateko.lu.se/masterthesis](http://www.nateko.lu.se/masterthesis)) 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 ([www.nateko.lu.se/masterthesis](http://www.nateko.lu.se/masterthesis)) and through the Geo-library ([www.geobib.lu.se](http://www.geobib.lu.se))

- 285 Cansu Karsili (2013) Calculation of past and present water availability in the Mediterranean region and future estimates according to the Thornthwaite water-balance model
- 286 Elise Palm (2013) Finding a method for simplified biomass measurements on Sahelian grasslands
- 287 Manon Marcon (2013) Analysis of biodiversity spatial patterns across multiple taxa, in Sweden
- 288 Emma Li Johansson (2013) A multi-scale analysis of biofuel-related land acquisitions in Tanzania - with focus on Sweden as an investor
- 289 Dipa Paul Chowdhury (2013) Centennial and Millennial climate-carbon cycle feedback analysis for future anthropogenic climate change
- 290 Zhiyong Qi (2013) Geovisualization using HTML5 - A case study to improve animations of historical geographic data
- 291 Boyi Jiang (2013) GIS-based time series study of soil erosion risk using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) model in a micro-catchment on Mount Elgon, Uganda
- 292 Sabina Berntsson & Josefin Winberg (2013) The influence of water availability on land cover and tree functionality in a small-holder farming system. A minor field study in Trans Nzoia County, NW Kenya
- 293 Camilla Blixt (2013) Vattenkvalitet - En fältstudie av skånska Säbybäcken
- 294 Mattias Spångmyr (2014) Development of an Open-Source Mobile Application for Emergency Data Collection
- 295 Hammad Javid (2013) Snowmelt and Runoff Assessment of Talas River Basin Using Remote Sensing Approach
- 296 Kirstine Skov (2014) Spatiotemporal variability in methane emission from an Arctic fen over a growing season – dynamics and driving factors
- 297 Sandra Persson (2014) Estimating leaf area index from satellite data in deciduous forests of southern Sweden
- 298 Ludvig Forslund (2014) Using digital repeat photography for monitoring the regrowth of a clear-cut area
- 299 Julia Jacobsson (2014) The Suitability of Using Landsat TM-5 Images for Estimating Chromophoric Dissolved Organic Matter in Subarctic Lakes
- 300 Johan Westin (2014) Remote sensing of deforestation along the trans-Amazonian highway
- 301 Sean Demet (2014) Modeling the evolution of wildfire: an analysis of short term wildfire events and their relationship to meteorological variables

- 302 Madelene Holmblad (2014). How does urban discharge affect a lake in a recreational area in central Sweden? – A comparison of metals in the sediments of three similar lakes
- 303 Sohidul Islam (2014) The effect of the freshwater-sea transition on short-term dissolved organic carbon bio-reactivity: the case of Baltic Sea river mouths
- 304 Mozafar Veysipanah (2014) Polynomial trends of vegetation phenology in Sahelian to equatorial Africa using remotely sensed time series from 1983 to 2005
- 305 Natalia Kelbus (2014) Is there new particle formation in the marine boundary layer of the North Sea?
- 306 Zhanzhang Cai (2014) Modelling methane emissions from Arctic tundra wetlands: effects of fractional wetland maps
- 307 Erica Perming (2014) Paddy and banana cultivation in Sri Lanka - A study analysing the farmers' constraints in agriculture with focus on Sooriyawewa D.S. division
- 308 Nazar Jameel Khalid (2014) Urban Heat Island in Erbil City.
- 309 Jessica, Ahlgren & Sophie Rudbäck (2014) The development of GIS-usage in developed and undeveloped countries during 2005-2014: Tendencies, problems and limitations
- 310 Jenny Ahlstrand (2014) En jämförelse av två riskkarteringar av fosforförlust från jordbruksmark – Utförda med Ekologgruppens enkla verktyg och erosionsmodellen USPED
- 311 William Walker (2014) Planning Green Infrastructure Using Habitat Modelling. A Case Study of the Common Toad in Lomma Municipality
- 312 Christiana Marie Walcher (2014) Effects of methane and coastal erosion on subsea-permafrost and emissions
- 313 Anette Fast (2014) Konsekvenser av stigande havsnivå för ett kustsamhälle- en fallstudie av VA systemet i Beddingstrand