

TEST AV ROBUSTA BESLUTSSTÖDSMETODER

NY BEBYGGELSE LÄNGS GAVLEÅNS UTLOPP I GÄVLE KOMMUN

Christoffer Carstens, Annika Carlsson Kanyama,
Per Wikman-Svahn, Riitta Rätty och Karin Mossberg Sonnek

Rapport 2018:12



Länsstyrelsen
Gävleborg

Förord

Forskningen som presenteras i den här rapporten har finansierats av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) inom ramen för forskningsprogrammet *Robusta beslut för att hantera klimatrisker i Sverige*. Rapporten redovisar ett delresultat från det tredje av flera arbetspaket inom forskningsprogrammet som pågår 2015–2020. Förutom att innehållet ska användas som underlag för fortsatt forskning hoppas vi också att det är intressant för handläggare och beslutsfattare i Gävle kommun och i andra organisationer.

Christoffer Carstens, Gävle, maj 2018

Innehåll

Förord.....	2
1 Inledning.....	4
2 Havsnivåhöjning och extremvattenstånd.....	7
2.1 Global havsnivåhöjning	7
2.2 Lokal havsnivåhöjning i Gävle	10
2.3 Extrema högvattenstånd.....	11
3 Metod.....	14
3.1 Framtida extremvattenstånd i Gävle	15
3.2 Upplägg av tre workshopar	17
4 Resultat.....	22
4.1 Fokusfrågan.....	22
4.2 Det utvalda området	23
4.3 Framgångskriterier och oönskade händelser.....	24
4.4 Återkomsttider	25
4.5 Objekt.....	26
4.6 Åtgärder	28
4.7 Handlingsvägar	30
4.8 Värdering av handlingsvägar	38
4.9 Diskussion kring implementering av åtgärderna.....	39
5 Diskussion	40
Referenser	46
Bilaga 1. De begrepp som användes under workshoparna	48
Bilaga 2. Åtgärdskartor	49

1 Inledning

Eftersom vi inte i detalj kan veta hur klimat och väder kommer att utvecklas framöver behövs beslutsstödsmetoder som tar hänsyn till detta och som inte låser in oss i ohållbara vägval. Robust beslutsfattande innebär att man försöker välja beslutsalternativ som leder till ett tillräckligt bra resultat även under mycket osäkra framtidsutvecklingar. *Robusta beslutsstödsmetoder* är samlingsnamnet på olika metoder som syftar till att underlätta robust beslutsfattande. Robusta beslutsstödsmetoder har än så länge inte tillämpats särskilt ofta i Sverige men internationellt har de använts allt mer för att uppnå bättre klimatanpassning (läs mer i Wikman–Svahn, 2016). När man ska utveckla användbara sådana beslutsstödsmetoder krävs nära samverkan med beslutsfattare, vare sig de befinner sig i offentlig eller privat sektor.

För att undersöka om robusta beslutsstödsmetoder kan vara användbara i Sverige genomför forskningsprogrammet *Robusta beslut för att hantera klimatrisker i Sverige* (Robustprogrammet) försök med att tillämpa några av dessa metoder tillsammans med olika organisationer i Sverige. I samma forskningsprogram har vi tidigare gjort en översyn över hur robusta beslutsstödsmetoder används internationellt (Wikman-Svahn, 2016) och en analys över hur klimatanpassningsbeslut fattas i några utvalda svenska myndigheter, företag och kommuner idag (Carlsson Kanyama m.fl, 2017). Det fortsatta arbetet innefattar fler tester av robusta beslutsstödsmetoder, en undersökning av beslutsfattareshens riskuppfattningar samt en analys av hur organisatorisk instabilitet påverkar förmågan att fatta robusta beslut. Dessa senare

undersökningar kommer att rapporteras separat och kan då nås via forskningsprogrammets hemsida.¹

Robustprogrammet har som målsättning att undersöka hur robusta beslut kan användas för att hantera klimatrisker. Klimatrisker omfattar ett brett spektrum av händelser, allt ifrån extrem värme och torka till häftiga regn och havsnivåhöjningar. Relativt tidigt togs ett beslut inom programmet att fokusera på havsnivåhöjningen eftersom det finns stora osäkerheter i hur snabbt och hur mycket havet kommer att stiga de närmaste århundraden och eftersom stora ekonomiska värden i form av befintlig och ny bebyggelse längs den svenska kusten hotas. I den här studien, som är den andra i en serie om tre, såg vi en fördel med att begränsa oss till *en* effekt av klimatförändringen, nämligen havsnivåhöjningen, för att tydligare kunna genomföra och utvärdera de olika metodstegen. Vi har dock i samråd med sakägarna i detta fall aktivt diskuterat även de kombinerade effekterna av stigande hav och höga flöden i två vattendrag som har sina utlopp i området. Den kombinerade riskbilden kommer att vara fokus i fortsatta utredningar och metodstudier inom både kommunens fortsatta arbete som i robustprogrammet.

I denna rapport redovisas resultat från ett samarbete med Gävle kommun under vintern år 2017–2018 som handlat om robust planering av ett lågt beläget område nära havet på norra Brynäs och Gävle Strand, där kommunen redan påbörjat en exploatering. Arbetet, som innebar att tjänstemän från Gävle kommun och forskare från Robustprogrammet arbetade tillsammans under tre dagar, utmynnade i ett antal olika handlingsvägar som tillsammans gör det möjligt att hitta lösningar som hanterar översvämningar i det aktuella området som inkluderar omfattande globala och lokala havsnivåhöjningar på upp till några meter. Handlingsvägar för åtskilliga meters havsni-

¹ <https://www.seed.abe.kth.se/om/avd/industriell-ekologi/forskning/ongoing/robusta-beslut-for-att-hantera-klimatrisker-i-sverige-1.594244>

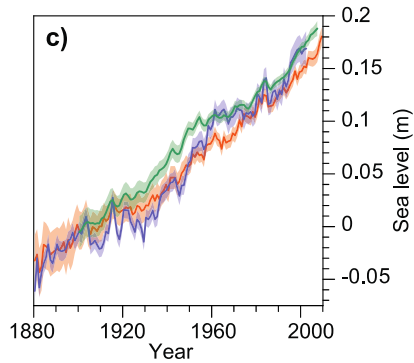
våhöjningar diskuterades flyktigt men då ofta genom lösningar som handläggarna inte uppfattade som realistiska eller önskvärda. Det råder stor osäkerhet kring hur mycket och hur snabbt havsytan kommer att stiga, och även om det dröjer länge innan havet stiger med 2,5 meter i Gävle så är det på sikt möjligt. Resultatet av arbetet visar att det trots denna stora osäkerhet går att hitta lösningar som fungerar. Innehållet i rapporten är främst avsett för tjänstemän och politiker i Gävle kommun.

2 Havsnivåhöjning och extremvattenstånd

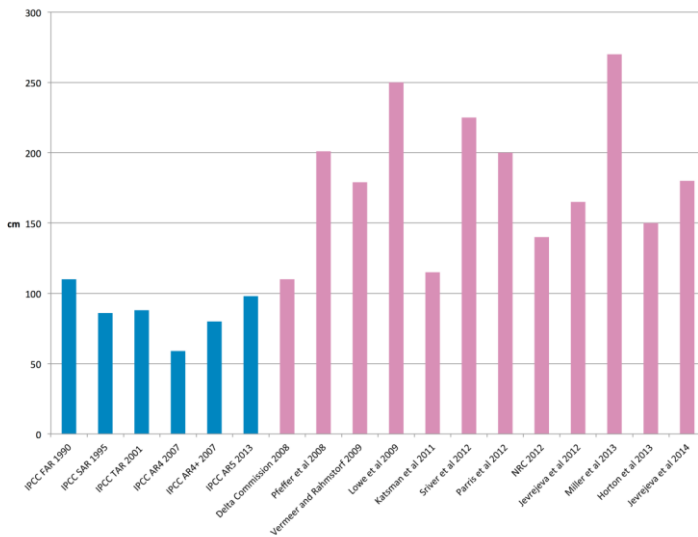
2.1 Global havsnivåhöjning

Den globala havsnivån har stigit med cirka 0,2 meter under det senaste århundradet (se figur 1). Att den globala havsnivån stiger beror främst på att temperaturen i världshaven stiger vilket gör att vattnet expanderar och att mängden is i bergen och på inlandsisarna Grönland och Antarktis minskar. Dessa binder tillsammans tillräckligt med vatten för att höja den globala havsnivån med ungefär 65 meter. Den största osäkerheten för vad som kommer att hända med framtida havsnivåer är därför vad som kommer att hända med inlandsisarna. Mätningar visar att tillskottet av vatten från inlandsisarna på Grönland och Antarktis har ökat snabbt under de senaste två årtiondena, en ökning från cirka en tiondel till numera en tredjedel av den globala havsnivåhöjningen (Shepherd & Nowicki, 2017).

Det är mycket svårt att beräkna hur snabbt och hur mycket havet kommer att stiga under det kommande århundradet. Det är särskilt svårt att sätta en övre gräns för hur mycket havet kan stiga fram till år 2100, vilket en sammanställning av olika studier vi har gjort visar (se figur 2).

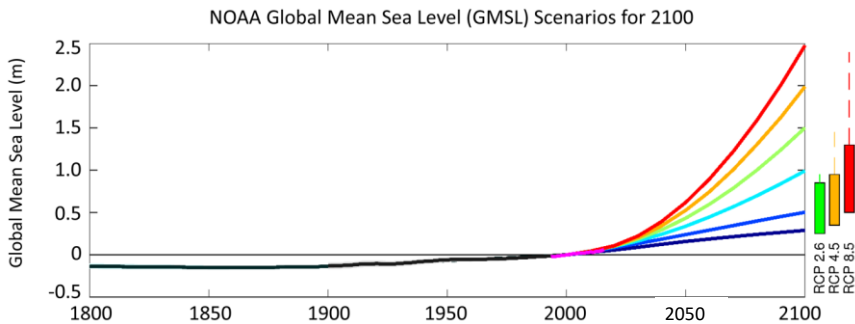


Figur 1. Årlig global medelhavsnivå beräknat på tre olika sätt (röda, blåa, gröna linjer) från kapitlet om havsnivåer i den senaste rapporten från FN:s klimatpanel, IPCC (Church m.fl. (2013)). Bild: Anpassad från Church m.fl. (2013), figur 13.3c.



Figur 2. De högsta värden som redovisas för havsnivåhöjning fram till år 2100 i de rapporter som publicerats av FN:s klimatpanel, IPCC (blåa staplar), samt ett urval av inflytelserika studier om havsnivåhöjning som publicerats under de senaste åren (rosa staplar). För den fjärde IPCC-rapporten anges två värden (AR4 och AR4+) (se Church m.fl. 2011 för en förklaring av de två olika värdena). Bild: Wikman-Svahn 2016, figur 5.

På grund av att det är så svårt att sätta en övre gräns så brukar man använda sig av flera olika scenarier för framtida havsnivåhöjning. I detta arbete använder vi oss av scenarierna som togs fram till USA:s nationella klimatanalys (Sweet m.fl. 2017a,b), vilken anger sex olika scenarier för framtida global havsnivåhöjning (se figur 3).



Figur 3. Global medelhavsnivå. Historiska data (svart linje), sex scenarier för global havsnivåhöjning som tagits fram till USA:s kommande nationella klimatanalys (färgade linjer). RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 är tre olika scenarier för framtida globala utsläpp av växthusgaser. Bild: Anpassad från Sweet m.fl. (2017a), Figur 8.

Havet kommer med största sannolikhet att fortsätta stiga även efter år 2100 (Church m.fl. 2013), vilket förklarar varför inget scenario i figur 3 har planat ut till år 2100. Havsnivåhöjningarna för de olika scenarierna i Sweet m.fl. (2017a) anges i tabell 1 ända fram till år 2200. Det högsta scenariot som anges i rapporten innebär en global havsnivåhöjning på 2,5 meter år 2100, 4,3 meter år 2150 och hela 9,7 meter år 2200. Dessa scenarier visar tydligt att det finns en risk för mycket stora havsnivåhöjningar och att osäkerheten är mycket stor.

Tabell 1. Global medelhavsnivåhöjning under olika tidpunkter fram till år 2200 för de sex scenarierna i figur 3. Tabell från Sweet m.fl. (2017a), sid 23.

GMSL Scenario (meters)	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2120	2150	2200
Low	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.39
Intermediate-Low	0.04	0.08	0.13	0.18	0.24	0.29	0.35	0.4	0.45	0.50	0.60	0.73	0.95
Intermediate	0.04	0.10	0.16	0.25	0.34	0.45	0.57	0.71	0.85	1.0	1.3	1.8	2.8
Intermediate-High	0.05	0.10	0.19	0.30	0.44	0.60	0.79	1.0	1.2	1.5	2.0	3.1	5.1
High	0.05	0.11	0.21	0.36	0.54	0.77	1.0	1.3	1.7	2.0	2.8	4.3	7.5
Extreme	0.04	0.11	0.24	0.41	0.63	0.90	1.2	1.6	2.0	2.5	3.6	5.5	9.7

2.2 Lokal havsnivåhöjning i Gävle

Havsnivån ändras olika mycket i olika delar av världen. Det beror dels på att världshaven stiger olika mycket på olika platser och att markytan stiger eller sjunker olika mycket i olika delar av världen. I Sverige dominerar landhöjningen sedan den senaste istiden, vilket medför att havsnivån i praktiken har sjunkit i förhållande till land och bebyggelse i historisk tid.

Landhöjningen förväntas fortgå med ungefär samma hastighet som tidigare. I Gävleområdet är den cirka 0,75 cm/år eller 75 cm på 100 år (Lantmäteriet, 2017). Om den globala havsnivåhöjningen sker snabbare än landhöjningen så kommer sammantagna effekterna resultera i en lokal havsnivåhöjning i Gävleområdet (se kapitel 3).

2.3 Extrema högvattenstånd

Översvämningar uppstår vid de tillfällen då vattnet under korta perioder stiger långt över medelvattenståndet, så kallade *högvattenstånd*. Detta kan inträffa under stormar eller kraftiga lågtryck i kombination med ett redan högt lokalt vattenstånd. När vattenståndet når nivåer som mycket sällan inträffar talar man om *extremvattenstånd*. För Gävle finns två stationer hos SMHI; BJÖRN och FORSMARK. De högsta uppmätta vattenstånden för mätserierna (i RH2000 med effekter för landhöjningen inkluderad) i BJÖRN respektive FORSMARK är +112 cm och +142 cm och inträffade år 1942 och 2007.

Ofta kopplar man en sannolikhet till extremvattenstånden som beskriver hur ofta de statistiskt inträffar. Man kan också beskriva hur stor sannolikheten är för att ett motsvarande vattenstånd inträffar ett enskilt år. Termerna som används då är *återkomsttid*, alternativt *årlig sannolikhet*. En återkomsttid på 10 år (en 10-årshändelse), innebär att händelsen inträffar, statistiskt sett, vart tionde år. Sannolikheten för att en sådan händelse² (eller värre) inträffar är 10 % varje enskilt år. På motsvarande sätt har man 100-års återkomsttid, eller 1 % sannolikhet varje år.

Sannolikheten att en händelse med viss återkomsttid inträffar någon gång under en viss tidsrymd (längre än ett år) är, förstås, större än sannolikheten för varje enskilt år, men det är däremot inte givet att en händelse med viss återkomsttid inträffar under en period av återkomsttidens längd. Exempelvis är sannolikheten att *minst en* 100-årshändelse inträffar någon gång under en 100 år lång period 63 %³. Ett antal av dessa fall illustreras i tabell 2.

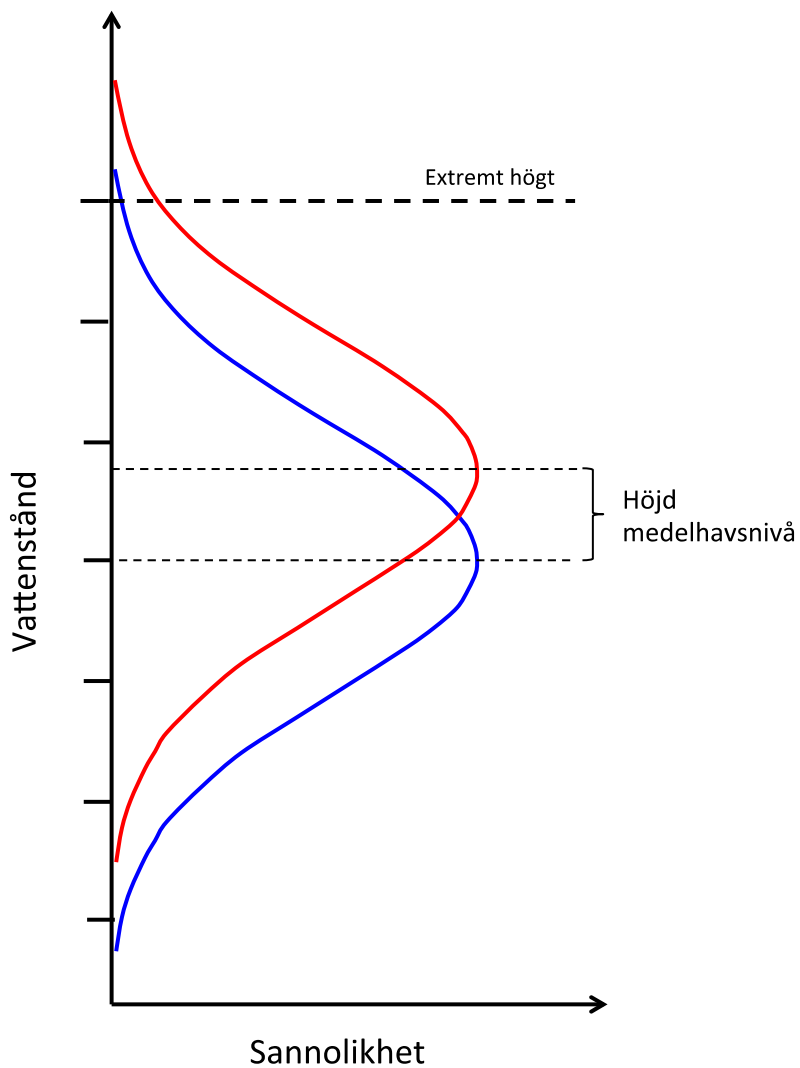
² Motsvarar engelskans *Annual Exceedance Probability*. Extremvärdesanalysen baseras på varje enskilt års högsta/lägsta värde.

³ Att sannolikheten inte är 100 % under en 100 års-period förklaras av att det kan inträffa två eller flera händelser under vissa 100 års-perioder och inga händelser alls under andra.

Tabell 2. Tabell över sannolikheten att en händelse med viss återkomsttid inträffar minst en gång under olika tidsperioder.

Återkomsttid [år]	Tidsperiod, antal år						
	1	2	5	10	20	50	100
1	63 %	87 %	99 %	100 %	100 %	100 %	100 %
2	39 %	63 %	92 %	99 %	100 %	100 %	100 %
5	18 %	33 %	63 %	86 %	98 %	100 %	100 %
10	10 %	18 %	39 %	63 %	86 %	99 %	100 %
20	5 %	10 %	22 %	39 %	63 %	92 %	99 %
50	2 %	4 %	10 %	18 %	33 %	63 %	86 %
100	1 %	2 %	5 %	10 %	18 %	39 %	63 %

Extremvärdesnivåer för olika högvattenstånd är idag baserade på historiska data från mätstationer som ägs av exempelvis SMHI och Sjöfartsverket. När havsnivån stiger så kommer *medelhavsnivåhöjningen*, dvs medelvärdet av alla vattenståndsmätningar för en specifik station, att ha en mycket stor betydelse för hur sannolikheten ändras för extrema högvattenstånd. Ett extremt vattenstånd som tidigare var väldigt ovanligt inträffar mer ofta om medelhavsnivån höjs (se figur 4).



Figur 4. En generell bild av relationen mellan sannolikhet för extrema vattenstånd och medelhavsnivån. Den blå kurvan markerar fördelningen av dagens vattenstånd och den röda kurvan framtida vattenstånd.

3 Metod

Upplägget av workshoparna inspirerades i huvudsak av två metoder: DAPP, Dynamic Adaptive Policy Pathways, (Deltares, u.d.) och CRIDA, Collaborative Risk Informed Decision Analysis (Alliance for Global Water Adaptation, u.d.). Båda metoderna omfattar det förhållningssätt till osäkerheter som definierats tidigare i projektet (Wikman-Svahn, 2016), dvs. metoderna kan anses vara robusta.

I den metod vi arbetat med under workshoparna har vi behövt ansätta värden på hur högt havsnivån står vid olika återkomsttider. Dessa har beräknats utifrån historiska data. En extremvärdesanalys med Gumbel-fördelning (Chow, m fl, 1988) för data från stationen FORSMARK genomfördes. Resultaten för beräknade extremvattenstånd med olika återkomsttid presenteras i tabell 3

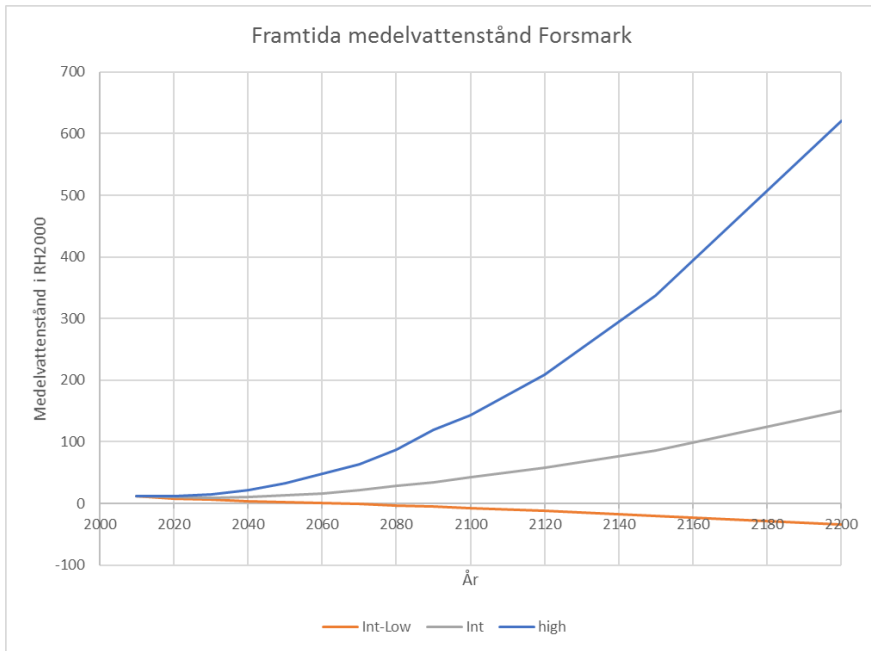
Tabell 3. Lokala högvattenstånd (RH2000) för olika återkomsttider. Värdena är beräknade av dataserien från mätstationen i Forsmark och redovisas med medelvärde och max- och minvärde utifrån ett 95-procentigt konfidensintervall för respektive återkomsttid.

Lokala högvattenstånd [cm]	Återkomsttid				
	10 år	50 år	100 år	500 år	1000 år
min	97	116	126	143	148
medel	110	136	147	172	183
max	123	157	171	204	218

3.1 Framtida extremvattenstånd i Gävle

För att beräkna framtida extremvattenstånd i Gävle har vi gjort två huvudsakliga antaganden. Dels har vi antagit att fördelningen av extremvattenstånd inte förändras, dels har vi bortsett från regionala skillnader i framtida havsnivåhöjningar. Båda dessa antaganden är sannolikt felaktiga men att analysera dem är svårt och kunde inte göras inom ramen för denna studie. Vi har därför utgått från dagens beräknade extremvattenstånd och lagt till landhöjningen och den globala havsnivåhöjningen för det valda scenariot.

Det framtida extremvattenståndet i Gävle beror på hur stor den framtida globala havsnivåhöjningen blir. I projektet valde vi att studera tre scenarier för global havsnivåhöjning från de som anges i USA:s nationella klimatanalys (Sweet m.fl., 2017a,b). De scenarier vi valde var *Int-low*, *Int* och *High* (se tabell 1). Vi valde dessa scenarier för att ge en rimlig, men inte extrem spridning av scenarier. Figur 5 visar hur den resulterande lokala havsnivåhöjningen i Gävle ser ut för dessa scenarier.



Figur 5. Tre scenarier för framtida lokala medelvattenstånd i Gävle (Forsmark) enligt Sweet, m.fl (2017a) med lokal landhöjning avdragen. Siffrorna anges i cm skillnad i RH2000-systemet.

Det lägsta scenariot i figur 5 (*Int-low*) har en global havsnivåhöjning på 50 cm mellan år 2000–2100 och resulterar i praktiken i en i stort sett oförändrad havsnivå lokalt fram till år 2100, medan scenarierna med högre global havsnivåhöjning (*Int* och *High*) resulterar i en ökad lokal havsnivå i Gävle.

Hur den globala havsnivåhöjningen i enlighet med dessa tre scenarier påverkar de framtida extremvattenstånden i Gävle anges i tabell 4. Till exempel så är vattenståndet med 100-årig återkomsttid nära +3 m (RH2000) redan år 2100 för scenariot *High*. Viktigt att notera är att alla scenarier som innehåller en framtida havsnivåhöjning innehåller en accelererande höjning, vilket innebär att ökningen efter år 2100 sker betydligt snabbare än innan år 2100, precis som beskrivits i avsnitt 2.1.

Tabell 4. Framtida högvattenstånd år 2100 i tre olika scenarier som använts i projektet.

		Extremvattenstånd år 2100 (RH2000) [cm]				
		10 år	50 år	100 år	Återkomsttid	
					500 år	1000 år
int-low	min	90	108	116	133	141
	medel	103	129	140	165	176
	max	116	149	164	197	211
int	min	140	158	166	183	191
	medel	153	179	190	215	226
	max	166	199	214	247	261
high	min	240	258	266	283	291
	medel	253	279	290	315	326
	max	266	299	314	347	361

3.2 Upplägg av tre workshopar

Vi genomförde tre workshopar tillsammans med tjänstemän från Gävle kommun i december 2017 till februari 2018. Workshoparna pågick 5–6 timmar med paus för lunch och fika och ca 6 personer från kommunen deltog vid varje tillfälle. Tjänstemännen från kommunen hade specialkunskaper inom planering, klimatanpassning, VA, vatten- och miljöfrågor, säkerhetsskyddsarbete och GIS. Från forskningsprogrammet deltog 3–5 forskare med erfarenhet av facilitering, modellering och osäkerhetshantering. Vid alla möten dokumenterades resultaten i form av anteckningar och foton. Deltagarna från kommunen arbetade tillsammans med forskarna under vissa moment och enbart med varandra vid andra. Här följer en kort beskrivning av vad de tre workshoparna innehöll. De begrepp som är kursiverade återkommer i resultatdelen (kapitel 4) och deras inbördes relationer förklaras i bilaga 1. Begreppen är delvis tagna från beslutsstödsmetoderna DAPP och CRIDA, men vi har gett dem svenska namn.

Under **den första workshopen** introducerades forskningsprogrammet, de planerade workshoparnas upplägg, deltagarna samt tänkesättet runt robusta beslutsstödsmetoder och osäkerheter. Efter dessa presentationer, där deltagarna fick tillfälle att ställa frågor, arbetade deltagarna från kommunen fram en s.k. *fokusfråga* vilken övergripande beskrev kriterier för hur en lyckad utveckling av området kring Gavleåns utlopp skulle kunna se ut (se kapitel 4, Resultat). Området som skulle analyseras definierades av deltagarna och markerades på en karta.

Utifrån fokusfrågan fick deltagarna med stöd av forskarna identifiera s.k. *framgångskriterier* för utvecklingen av området, vilket innebar att de tog fram en rad konkreta påståenden om vilka förhållanden som ska infrias för att utvecklingen av området ska uppfylla kriterierna i fokusfrågan (t.ex. att räddningstjänsten ska kunna komma fram till alla fastigheter inom området). Framgångskriterierna analyserades för dess relevans för havsnivåhöjning eftersom det var det hot som hela övningen fokuserade på, och till sist valde deltagarna från kommunen ut fem kriterier för vidare arbete.

Under **den andra workshopen** repeterade vi vad som hänt under den första workshopen och forskarna berättade vad de gjort sedan dess, vilket hade resulterat i en rensad tabell med framgångskriterierna från WS1. Deltagarna från kommunen fick tillfälle att kommentera och ändra i framgångskriterierna. Därefter följde en diskussion om acceptabla *återkomsttider* för översvämning från havet (en *oönskad händelse*) för varje framgångskriterium. Återkomsttider på 10, 50, 100 och 1000 år kunde väljas. Exempelvis bestämde deltagarna för framgångskriteriet som ”räddningstjänsten ska komma fram till alla fastigheter” att vägarna bara fick översvämmas vart 1000:e år.

Vattenstånd i dagens klimat

Varje acceptabel återkomsttid kopplades till hur högt *vattenståndet* står i *dagens klimat* vid respektive återkomsttid. Dessa värden hämtades från medelvärdet av de beräknade extremvattenstånden för Forsmark, se tabell 2. Vattenståndet vid en 100 års-händelse är exempelvis 147 cm. Det innebär att extremvattenståndet i medeltal når minst 147 cm en gång vart hundra år och att objekt som ligger +147 cm (RH2000) inte kommer att översvämmas mer än vart 100 år.

Efter att acceptabla återkomsttider för översvämning från havet kopplats till varje framgångskriterium identifierades *sårbara objekt* på en karta över området av deltagarna, t.ex. källare som inte ska översvämmas för ofta och distributionsanläggningar som behöver vara funktionella. Flera befintliga bostadsområden och gamla industritomter som kommunen vill utveckla för bostäder identifierades liksom en acceptabel återkomsttid för detta. *Marknivån* för alla dessa sårbara objekt, angett i höjden över havet, togs fram av forskarna under övningen. Utifrån marknivån och det vattenstånd som motsvarar en viss återkomsttid beräknades sedan *marginalen för havsnivåhöjningen*, det vill säga hur mycket havet kan stiga innan ett objekt kommer att översvämmas oftare än vad man tycker är acceptabelt.

Sedan föreslog deltagarna från kommunen olika åtgärder för att skydda de objekt som påverkas av en stigande havsnivå, det vill säga vad som måste göras i framtiden för att översvämningar inte ska inträffa oftare än vad som definierats som acceptabelt. Som en inledning till denna övning gavs exempel på olika typer av anpassningsåtgärder: tekniska, informativa, planeringsmässiga och organisatoriska. Åtgärder sorterades in enligt tillhörande framgångskriterier och de objekt de var avsedda att skydda. Vissa åtgärder var objektsspecifika och andra mer generella och skyddar många objekt och möter flera framgångskriterier, exempelvis invallning. Avslutningsvis fick delta-

garna göra en prioritering av åtgärderna enligt denna sortering.

Den **tredje workshopen** började med att forskarna presenterade arbetet de gjort efter den andra workshopen. Här visades exempel på hur de olika åtgärderna som kommunens deltagare föreslagit kunde kombineras för att skydda de identifierade objekten givet olika nivåer på havet med en skala som omfattade 0 till 3 meters höjning. Flera objekt hade en egen *åtgärds-karta* som också var försedd med tre tidsaxlar som visade på olika skattningar för hur fort havet kan tänkas stiga (motsvarande de scenarier som presenteras i avsnitt 3.1). Tidsaxlarna markerade tiden fram till år 2100 för de olika scenarierna (även om åtgärds-kartorna sträckte sig längre⁴) och hela övningen gjordes med hjälp av programvaran Dynamic Pathways Generator⁵. Deltagarna ombads sedan att välja ut ett objekt att arbeta vidare med och valde ett utvecklingsområde, *Södra Hucken*, som ligger lågt (1,5–2,0 möh) och som inte är planerat ännu. Kommunikationerna till området passerar några av de identifierade kritiska vägvägningsnitten som ligger lågt. För att utvärdera handlingsvägarna valde deltagarna att arbeta fritt under förutsättningen att havsnivån höjs för att se hur långt (både i höjd och tid) olika typer av handlingsvägar fungerar. Mycket omfattande alternativ som inkluderade en invallning av Gävlebukten och Inre fjärden långt fram i tiden fanns med i diskussionerna, vilket skulle kunna ge ett skydd mot framtida extremvattenstånd på upp till 8 meter högre än idag. Olika *handlingsvägar* dvs. olika kombinationer av åtgärder identifierades för att skydda området och värderades sedan avseende relativa kostnader samt andra parametrar som attraktivitet. Deltagarna hade svårt att se att en specifik handlingsväg framstod som mest fördelaktig, utan såg både för- och nackdelar med alternativen, beroende på omfattningen av den framtida havsnivåhöjningen. Avslutningsvis diskuterades hur resultaten av en

⁴ Detta eftersom programvaran inte medgav ett längre tidsintervall.

⁵ Deltares, Carthago Consultancy

<https://publicwiki.deltares.nl/display/AP/Pathways+Generator>

övning av den typ som gjorts skulle kunna användas i organisationen samt de övergripande intrycken av de tre workshopparna.

4 Resultat

4.1 Fokusfrågan

Efter en omfattande diskussion bestämde sig deltagarna från Gävle kommun för följande fokusfråga:

*Hur ska vi exploatera området på ett långsiktigt hållbart och resili-
ent sätt givet de utmaningar vi har med översvämningar från havet
och i vattendrag?*

Fokusfrågan, som övergripande beskrev kriterierna för utvecklingen av området runt Brynäs och Gävle strand, fanns med under hela övningen.

4.2 Det utvalda området

Det utvalda området utgörs av ett omvandlingsområde på Brynäs och området Gävle Strand kring Gavleåns utlopp i Inre fjärden, se figur 6.



Figur 6. Det utvalda områdets begränsning markerad med en tjockare röd linje.

4.3 Framgångskriterier och oönskade händelser

Under den första workshopen identifierades sju framgångskriterier kopplade till fokusfrågan. Dessa togs fram genom diskussioner i två separata grupper. Grupperna redovisade sina respektive kriterier för varandra, liknande kriterier slogs ihop och kriterier som inte kunde kopplas till en stigande havsvattennivå sållades bort. Vidare ströks ett antal kriterier som ansågs vara för perifera eller som ansågs vara sekundäreffekter av översvämningar. Därefter fick deltagarna rösta på de kriterier de tyckte var viktigast. Följande fem huvudkriterier med antal röster (inom parentes) valdes:

Sekretess OSL 18:13

För varje framgångskriterium formulerades *oönskade händelser* som karakteriserar händelser som orsakar att framgångskriterierna inte uppfylls. Det kan exempelvis vara översvämmade vägar som gör att personal inte kommer fram till serviceboenden, o dyl. De oönskade händelserna presenteras i tabell 5.

4.4 Återkomsttider

För vardera av de fem formulerade framgångskriterierna diskuterade deltagarna hur ofta det var acceptabelt att kriterierna inte fullföljdes. Om ett kriterium exempelvis var att källare inte ska bli översvämmade så fick deltagarna ange hur ofta det trots att allt var godtagbart att källarna översvämmades. Detta angavs som återkomsttider och sätter en lägre gräns för grundläggningshöjd av ny bebyggelse. De valda återkomsttiderna redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Återkomsttider för olika framgångskriterier. Den önskade händelsen beskriver vad som händer om framgångskriteriet inte är uppfyllt. Deltagarna bestämde hur ofta det är acceptabelt att en önskad händelse inträffar. För varje återkomsttid finns ett motsvarande vattenstånd i dagens klimat.

	Generellt		
Framgångskriterium	Oönskad händelse	Acceptabel återkomsttid (Oönskad händelse får inträffa som oftast vart)	Återkomsttiden motsvarar havsvattenstånd i dagens klimat, cm

Sekretess OSL 18:13

4.5 Objekt

Under den andra workshopen valdes även objekt som berördes av framgångskriterierna och oönskade händelser (sårbara objekt). Objektet var sådana som kan knytas till en geografisk punkt eller yta och som kunde hade en identifierbar höjd över havet. Objektet, som finns markerade på kartan i figur 7, var:



Sekretess OSL 18:13



Sekretess OSL 18:13

Figur 7. De objekt som identifierades och marginal för 100-års vattenstånd. Identifierade distributionsanläggningar är på bilden inte korrekt placerade enligt önskemål från kommunen.

4.6 Åtgärder

Efter att ha listat framgångskriterier, återkomsttider samt valt exempel på objekt som är översvämningshotade så fick gruppen föreslå åtgärder för hur objekten kan skyddas. Dessa redovisas i tabell 6. I denna tabell visas också objekten samt marginalen för havsnivåhöjningen för varje objekt (se vidare kapitel 3 Metod).

Tabell 6. Framgångskriterier, objekt, marginal för havsnivåhöjning och möjliga åtgärder för området.

Framgångskriterium	Objekt	Marginal för havsnivåhöjning	Åtgärder
--------------------	--------	------------------------------	----------

Sekretess OSL 18:13

Sekretess OSL 18:13

4.7 Handlingsvägar

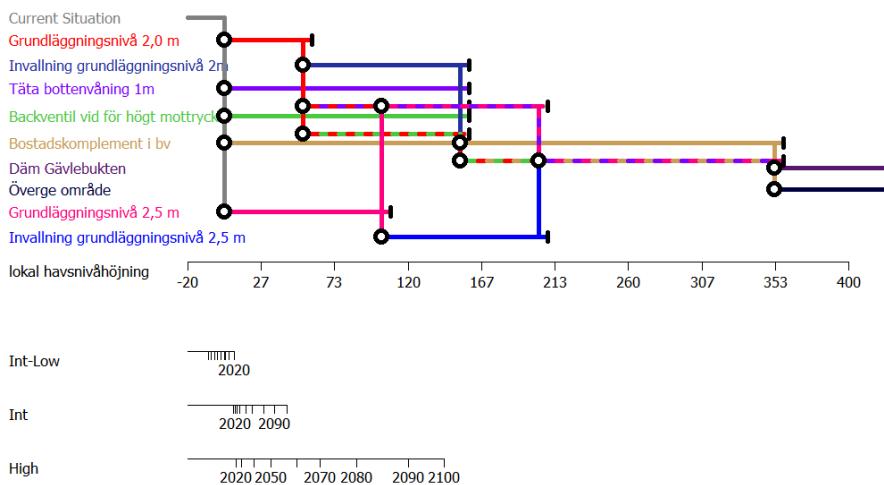
De identifierade och föreslagna åtgärdernas förmåga att skydda mot oönskade händelser beskrevs endast i generella termer i tabell 6. För att bedöma skydd av specifika, identifierade objekt, förberedde forskarna tre utkast till så kallade åtgärdskartor mellan workshop 2 och 3, se bilaga 2. Utkast till åtgärdskartor gjordes för tre olika objekt, *Skoglund-Olsson*, *Arken* och *Södra Hucken*. Syftet med dem var att visa på olika handlingsvägar, bestående av flera successiva åtgärder, samt när de enskilda åtgärderna behöver sättas in i förhållande till hur högt havsnivån har stigit. På detta sätt visas tydligt att det kan finnas skäl att avvakta händelseutvecklingen innan man inför vissa åtgärder. Eftersom varje åtgärd kan skydda ett objekt upp till en specifik havsnivå, behöver skyddsnivån för varje specifik åtgärd vara känd, eller antagen. Antagande för utkasterna gjordes av forskargruppen, för att utgöra diskussionsunderlag på workshop 3.

På workshop 3 presenterades de framtagna åtgärdskartorna och gruppen fick välja att arbeta fördjupat med en av dem. I Gävle valde gruppen att arbeta vidare med utvecklingsområdet kring *Södra Hucken*. De åtgärder som ansågs vara möjliga att genomföra i Södra Hucken redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Detaljerad beskrivning av tänkbara åtgärder för Södra Hucken.

Åtgärd	Forskarnas tolkning av åtgärden
Grundläggningsnivå 2,0 m	Dagens riktlinjer. Grundläggning 2,0 m över medelvattennivå
Invallning grundläggningsnivå 2,0 m	Valla in området med en (estetiskt tilltalande och passerbar men förslutningsbar) vall som ger 1 m extra skydd mot översvämningar
Täta bottenvåning 1 m	Förbereda bygganden så att den står emot vatten upp till en meters höjd (från golvet)
Backventil vid för högt mottryck	Ventiler som klarar att det står vatten utanför huset utan att det läcker in. Eg backventiler i stammar.
Bostadskomplement i bv	Fastigheternas bottenvåning används inte för bostäder utan cykelrum, mm som kan översvämmas. Bottenvåning är (om)byggd för att kunna tåla att översvämmas.
Grundläggningsnivå 2,5 m	Grundläggning 2,5 m över medelvattennivå. Lägga på 0,5 m jämfört med dagens riktlinjer.
Invallning grundläggningsnivå 2,5 m	Valla in området med en (estetiskt tilltalande och passerbar men förslutningsbar) vall som ger 1 m extra skydd mot översvämningar.
Överge område	Om lösningen med bostadskomplement i bottenvåning inte upplevs fungera är en möjlighet att överge lågt liggande områden och flytta bebyggelse till andra platser.
Däm Gävlebukten	En damm byggs utanför hamnen. En damm kan fungera som skydd för hela Gävle.

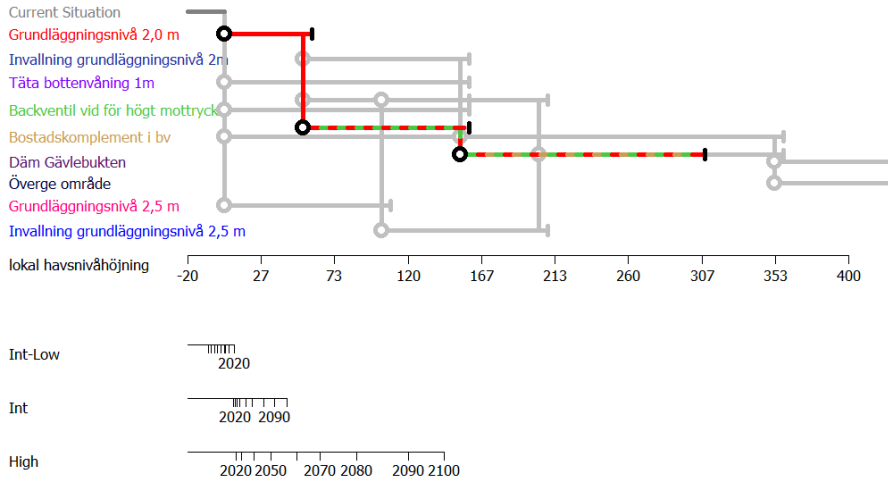
Utifrån dessa åtgärder skisserades en åtgärds-karta som redovisas i figur 8. Dessa åtgärder kombinerades i olika fall till 5 olika handlingsvägar (Figur 9 till Figur 13)



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Figur 8. Åtgärds-karta över undersökta handlingsvägar för Södra Hucken.

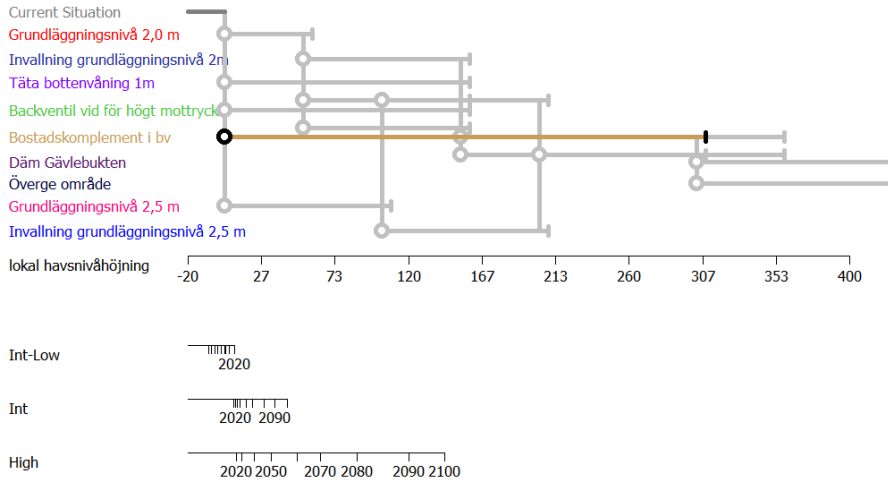
Handlingsväg 1: Grundläggningsnivå enligt nuvarande riktlinje, +200 cm över referensnivån och invallning ytterligare en meter. Utöver det förbereds bebyggelsen genom att innehålla bostadskomplement i bottenvåning. Se Figur 9.



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Figur 9. Handlingsväg 1

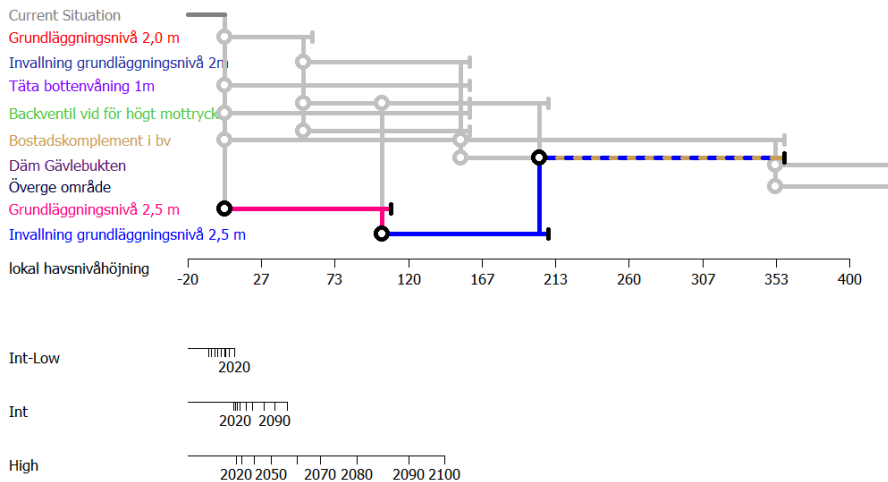
Handlingsväg 2: Grundläggningsnivå enligt nuvarande riktlinje, +200 cm över referensnivån. Utöver det förbereds bebyggelsen genom att innehålla bostadskomplement i bottenvåning. Se Figur 10.



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Figur 10. Handlingsväg 2

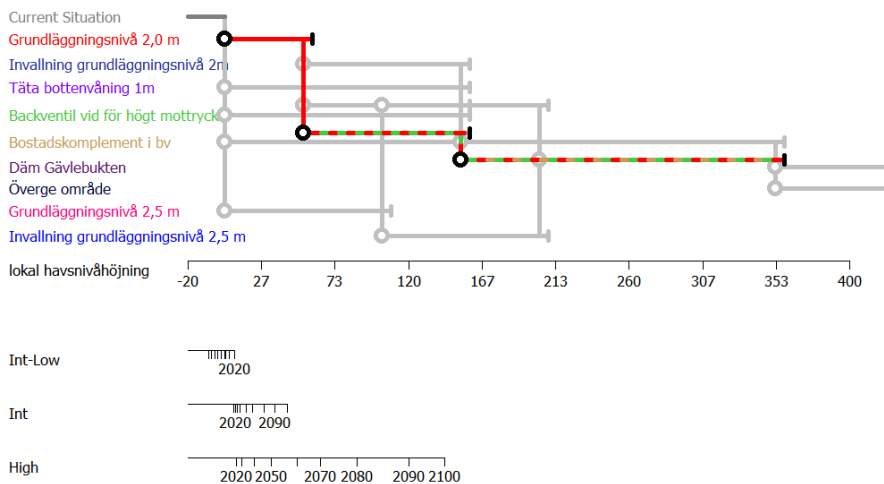
Handlingsväg 3: Grundläggningsnivå enligt ny riktlinje, +250 cm över referensnivån och invallning ytterligare en meter. Utöver det förbereds bebyggelsen genom att innehålla bostadskomplement i bottenvåning. Se Figur 11.



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Figur 11. Handlingsväg 3.

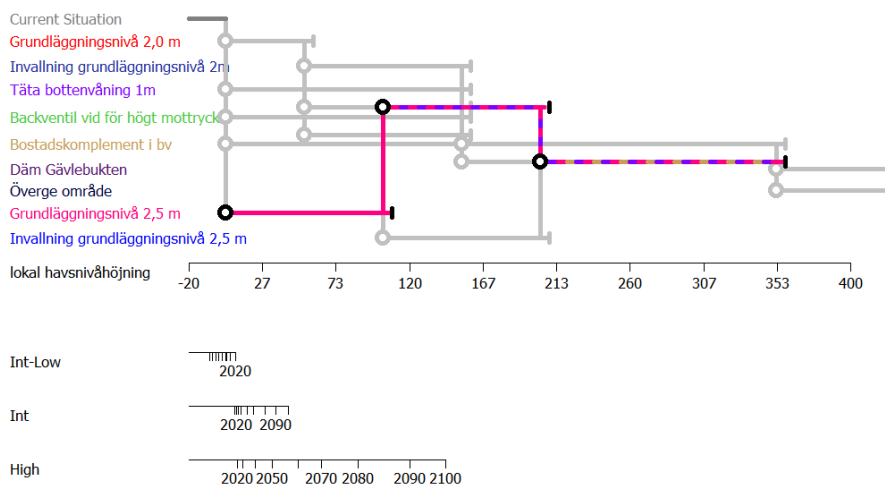
Handlingsväg 4: Grundläggningsnivå enligt nuvarande riktlinje, +200 cm över referensnivån. Utöver det förbereds bebyggelsen genom att dels täta bottenvåning ytterligare en meter och innehålla bostadskomplement i bottenvåning. Se Figur 12.



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Figur 12. Handlingsväg 4

Handlingsväg 5: Grundläggningsnivå enligt ny riktlinje, +205 cm över referensnivån. Utöver det förbereds bebyggelsen genom att dels täta bottenvåning ytterligare en meter och innehålla bostadskomplement i bottenvåning. Se Figur 13.



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Figur 13. Handlingsväg 5.

4.8 Värdering av handlingsvägar

Efter att ha valt de fem handlingsvägarna så värderades dessa med avseende på måluppfyllelsen att i) de ska skydda bebyggelsen för en havsnivåhöjning på upp till 3 meter, med utblick på avsevärt högre havsnivåhöjningar ii) de relativa kostnaderna för åtgärderna i en handlingsväg samt iii) indirekta effekter och andra konsekvenser, se tabell 8. Deltagarna tyckte att handlingsväg 3, som innebar en initial grundläggningsnivå på 250 cm, var att föredra framför de andra alternativen. Detta trots att den uppfattades vara det dyraste alternativet i byggskedet.

Tabell 8. Utvärdering av fem olika handlingsvägar för att skydda det område man vill exploatera vid Södra Hucken från en havsnivåhöjning på 3 meter. Måluppfyllnad anges i dels en diskret skala (ja/nej), dels i en relativ där antalet plustecken anger i hur hög grad handlingsvägen anses uppfylla målen. Den relativa kostnaden angavs på en skala från ett till fem plustecken där det med flest plus-tecken var dyrast.

Väg nr	Måluppfyllnad	Relativ kostnad	Indirekta effekter, konsekvenser
1	Ja ++	+++	Grundläggning: Indirekta kostnader i planeringskedet. Grundläggning, markutnyttjande. Grundläggningsbehov i framtiden? Behöver man påla i förebyggande syfte? Är det ens realistiskt att tänka sig ny grundläggning i befintlig bebyggelse? Vid inlösen uppstår en massa oklara juridiska problem. Det kan hända att lagstiftning för detta är på plats när det väl är dags. Kostnaden kommer senare.
2	Ja (+)0	+	Döda ytor i markplan. Exploatörer negativa. Outnyttjad yta. Risk för mindre attraktivt område om marknaden inte börjar efterfråga klimatanpassade bostäder.
3	Ja +++	+++++	Stort behov av utfyllnadsmassor. Området hamnar högre än omgivningen. Svårigheter med anslutningar till befintliga tekniska system (VA, etc). Samma som P1 men förskjutet i tiden. Kan också vara möjligt att förskjuta även grundläggningsbehov längre
4	Ja +	++	Billigare lösning. Sämre livskvalitet. Översvämningar kommer att förekomma oftare, även om själva byggnaderna skyddas. Troligtvis kommer de framtida innevånarna inte acceptera att byggnaderna översvämmas. Kommunen kommer att få frågan i knät, innan husen tar skada. Kan medborgarna lära sig att bli mer resilienta? Kanske, men även i exempelvis Venedig slåss man mot översvämningar.
5	Ja ++	++++	Dyr och tråkig

4.9 Diskussion kring implementering av åtgärderna

I metoderna DAPP och CRIDA som vi inspirerats av (se kapitel 3) ingår det utöver ovanstående steg att även implementera åtgärderna och att följa förändringar i omvärlden för att veta när det är dags att vidta nästa åtgärd. I denna studie är det enbart framtida havsnivåhöjningar som avgör när en åtgärd behövs sättas in. Gemensamt för adaptiva åtgärder i framtiden är det krävs:

- att havsnivåhöjningarna övervakas kontinuerligt
- att en organisatorisk kontinuitet finns för att i tid sätta igång arbetet med att implementera åtgärderna
- att mandat och rådighet finns hos kommunen, eller annan ansvarig aktör, att implementera åtgärden vid den tidpunkt den behövs.

Arbetet med att identifiera och värdera åtgärderna och handlingsvägarna ledde till flera diskussioner kring genomförbarheten, både rörande organisationens kapacitet och möjligheterna enligt nuvarande lagstiftning. Åtgärdsbeslut som ligger i framtiden kan inte regleras i detaljplan och även om man i framtiden skulle göra om detaljplanen är dess funktion bara möjliggörande. Fastighetsägaren kan alltså inte tvingas att göra förändringar genom att detaljplanen förändras. Därför finns en vilja att föredra statiska åtgärder, som kan beslutas redan idag. Med de stora osäkerheter som framtida havsnivåhöjningar innebär, finns dock en stor svårighet att välja rimliga åtgärder. Risken för inlåsnings effekter är stor och alltför stora ingrepp idag kan verka negativt för såväl framtida invånare som för möjliga exploitörer.

Man skulle även kunna skriva en del i översiktsplanen, den är visserligen inte juridiskt bindande men den ska vara vägledande för fysisk planering och avsteg behöver motiveras.

5 Diskussion

Metoden som testades i den här studien visar att man på ett systematiskt sätt kan ta fram handlingsvägar för att skydda ett område mot mycket höga havsnivåhöjningar. Istället för att schablonmässigt ta fram åtgärder som skyddar för en viss havsnivåhöjning (i Sverige vanligtvis för en meters höjning fram till år 2100) så kan man ta fram en plan för hur man successivt kan införa åtgärder allt eftersom havet stiger. Man begränsar sig då heller inte till ett specifikt årtal utan tar hänsyn till att havet kommer att stiga under en lång tid framöver (och planerarar längre än fram till år 2100 vilket är en vanlig begränsning inom den svenska offentliga sektorn). I studien applicerades metoden på ett verkligt planeringsfall. Resultatet blev fem handlingsvägar för att skydda ett lågt beläget område som ska exploateras vid Galveåns utlopp i Inre fjärden.

Arbetet genomfördes under tre workshoppar och arbetssättet byggde till stora delar på två befintliga metoder, DAPP och CRIDA. Syftet med studien var i första hand att undersöka om metoden gav deltagarna en större förståelse för hur de kan hantera osäkerheter. Metoderna anpassades för att fungera med de resurser vi hade till vårt förfogande, både med avseende på kompetens hos deltagarna och med avseende på tiden de kunde avsätta. En verklig beslutssituation ställer krav på betydligt större resurser. Arbetet skulle dessutom behöva bedrivas iterativt, det vill säga att man skulle behöva gå tillbaka till fokusfrågan och framgångskriterierna när man definierat åtgärder och handlingsvägar för att förfina dem med den kunskap man fått under processens gång. Eftersom planprocessen för större projekt ofta är utdragen i tid och sker iterativt, skulle detta inte vara ett formellt hin-

der för metoden. Det test vi gjorde syftade däremot inte i första hand till att utvärdera om metoden är praktiskt genomförbar i en kommun. En första utvärdering indikerade att deltagarna uppskattade att arbeta sårbarhetsbaserat och att det breda osäkerhetsspektrumet gav nya tankar och ”aha-upplevelser”. En mer noggrann uppföljning kommer att göras några månader efter den sista workshopen.

En förenkling vi gjorde under vårt test av metoden var att vi bara tog fram åtgärder som skyddar området mot havsnivåhöjningen. Kommunen och Länsstyrelsen har flertalet gånger poängterat att gällande översvämningsrisk finns stora behov av att ta hänsyn till den kombinerade risken från havsnivåer och höga flöden i de båda vattendrag (Galveån och Testeboån) som har sina utlopp i Inre fjärden. Flera av deltagarna lyfte också frågan med skyfall och pluviala översvämnningar. Om avsikten utöver det är att helt klimatanpassa ett område behöver man även ta hänsyn till ändrade nederbörds mängder, värmeböljor, smitta, med mera. När man använder robusta beslutsstödsmetoder så tar man dessutom vanligtvis hänsyn till alla slags osäkerheter. I vårt fall skulle det ha inneburit att planarbetet även skulle anpassas till andra förändringar än de som klimatet står för, exempelvis olika ekonomiska utvecklingar och demografiska utmaningar (t.ex. många äldre, migration). Hur hanterligt det är kan vi inte avgöra från det här testet.

En återkommande synpunkt från deltagarna var de organisatoriska och juridiska svårigheterna med en del av åtgärderna. Plan- och bygglagen möjliggör egentligen inte adaptiva lösningar och möjligheterna att hävda framtida, osäkra risker är inte testade juridiskt. Hur skall åtgärder som ligger långt fram i tiden, eller sådana som kanske inte kommer att behövas alls, implementeras i dagens planprocess och i förlängningen detaljplanen? När är det dags att införa åtgärder och hur ser möjligheterna ut för dessa i framtiden? Nya lösningar och alternativ kanske har uppstått? Vem ska bevaka framtida adaptiva

planer och förändringar i omvärldsförutsättningarna (havsnivån) och hur skall detta säkerställas?

En fråga man måste ta ställning till är vilka scenarier (i vårt fall över framtida havsnivåhöjningar) som man ska ta med i sin analys. En grundläggande tanke inom robusta beslutsstödsmetoder är att omfamna osäkerheter, det vill säga att inte blunda för scenarier med låga sannolikheter men allvarliga konsekvenser. Men hur allvarliga scenarier (och låga sannolikheter) man ska ta med måste man avgöra själv. Det finns ingen övre gräns för ett värsta-scenario utan man måste själv välja var man sätter gränsen. I vår övning bestämde forskarna denna gräns men i framtida tillämpningar av metoden bör ett sådant beslut tas av de inblandade beslutsfattarna.

En bärande idé i metoden är att ta fram adaptiva lösningar, det vill säga att inte skydda sig mot det värsta scenariot från början utan att införa åtgärder allt eftersom omvärldsbevakningen visar vilka scenarier som troligen kommer inträffa. Det finns många olika adaptiva lösningar och dessa beskrivs i vår metod med så kallade handlingsvägar. Värderingen av handlingsvägarna kan utvecklas på flera sätt. I utvärderingen av kostnaderna för olika vägar bör man exempelvis även väga in när i tiden kostnaderna kommer och med vilken sannolikhet de utfaller. Det borde också framgå vem det är som tar kostnaden. Är det staten, kommunen, entreprenören, fastighetsägaren, bostadsrättsinnehavaren eller någon annan? I dagsläget ligger en stor del av ansvaret på fastighetsägaren och dessa måste i så fall vara införstådda med eventuella krav på förändringar i framtiden.

När vi efter workshoparna diskuterade användbarheten av metoden med deltagarna lyfte de att det kan vara svårt att implementera arbetssättet rakt av i en kommun. Det finns omfattande hinder i befintlig lagstiftning att arbeta med adaptiva lösningar. En detaljplan är i grunden fix när den väl är beslutad och även en förändrad plan är enbart möjliggörande. En fastighetsägare kan inte tvingas att gör änd-

ringar enligt ny plan. Även organisatoriskt ställer metoderna en hel del nya krav. Deltagarna trodde inte att det räcker att utbilda ett fåtal medarbetare i kommunen utan att man kan behöva ta hjälp av konsulter. Även kommuners exploateringsavdelningar blir viktiga i en process att hitta robusta lösningar. För att kunna beställa utredningar behövs det finnas en arbetsbeskrivning för metoden och vilka underlag som krävs. En svårighet som lyftes var hur man kommunicerar med politiker om möjligheten att införa åtgärder nu för att säkerställa en högre skyddsnivå än befintliga riktlinjer, eller vad länsstyrelsen kräver i syfte att undvika stora kostnader längre fram. Man poängterade att en riktlinje sätter en gräns både uppåt och nedåt, även avsteg som innebär en högre säkerhetsnivå kan behöva komma att motiveras, speciellt mot politiker och exploitörer. Det krävs både kunskap och tid att få med sig beslutsfattarna. Deltagarna trodde avslutningsvis att metoden är mer användbar för översiktsplaner än för detaljplaner och mer användbar för befintlig än för ny bebyggelse. Metoden kommer också mer till sin rätt om kommunens förvaltningar har vana att arbeta riskbaserat och förvaltningsövergripande.

En synpunkt som kom upp var att dessa typer av metoder kommer bäst till sin rätt mycket tidigt i planeringsskedet. Kan man ta in metoderna redan innan övrig planering kommit igång kan en sårbarhetsutredning enligt metoden snarare utgöra planeringsunderlag för området och sätta ramarna för utvecklingen. Metoden blir då lite mindre åtgärdsorienterad men skulle å andra sidan implementeras lättare i befintliga arbetsmetoder. En deltagare jämförde med det bullerarbete som gjorts inför exploateringen av Täby galopp.

Fallstudien har visat på värdet att arbeta riskbaserat och att deltagarna från kommunen uppskattat både arbetssättet och frågeställningarna. Studien har också visat på flera potentiella hinder och svårigheter med implementering av adaptiva lösningar, liksom att i planeringen frångå befintliga riktlinjer och praxis. Överlag har deltagarna varit positiva till frågeställningarna, arbetssätten och kunskapshöjningen

workshoparna har erbjudit och de säger sig vara intresserade av att fördjupa metदानvändningen i framtida projekt.

Referenser

Alliance for Global Water Adaptation. *Collaborative Risk Informed Decision Analysis (CRIDA)*. u.d.

<http://agwaguide.org/about/CRIDA/> (använd den 25 10 2017).

Carlsson Kanyama m.fl. (2017) ”Vi vill ju veta var linjen går” *Klimatanpassning i fem beslutsprocesser med fokus på osäkerhetshantering*, Avdelningen för Industriell ekologi, KTH, TRITA-IM 2016:03, ISSN 1402-7615.

Chow, V. T., m fl (1988) *Applied Hydrology*. McGraw-Hill

Church, J. A., m.fl. (2011) *Understanding and projecting sea level change*. *Oceanography*, 24(2), 130–143.

<http://doi.org/10.5670/oceanog.2011.33>

Church, J. A., m.fl. (2013). Sea Level Change. i Stocker, T.F., m.fl. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Deltares. *Dynamic Adaptive Policy Pathways: supporting decision making under uncertainty using Adaptation Tipping Points and Adaptation Pathways in policy analysis*. u.d.

<https://www.deltares.nl/en/adaptive-pathways/> (använd den 25/10 2017).

Lantmäteriet (2017), *Landhöjning – landhöjningsmodell NKG2016LU* <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/Referenssystem/Landhojning/> (Använd den 9/4 2018)

Simonsson, L., m.fl. (2017) Höga havsnivåer och översvämningar - Bedömning av konsekvenser av inträffade händelser i Sverige 1980 – 2017. FOI Rapport FOI-R--4446--SE.

Shepherd, A., & Nowicki, S. (2017). Improvements in ice-sheet sea-level projections. *Nature Climate Change*, 7(10), 672–674. <http://doi.org/10.1038/nclimate3400>

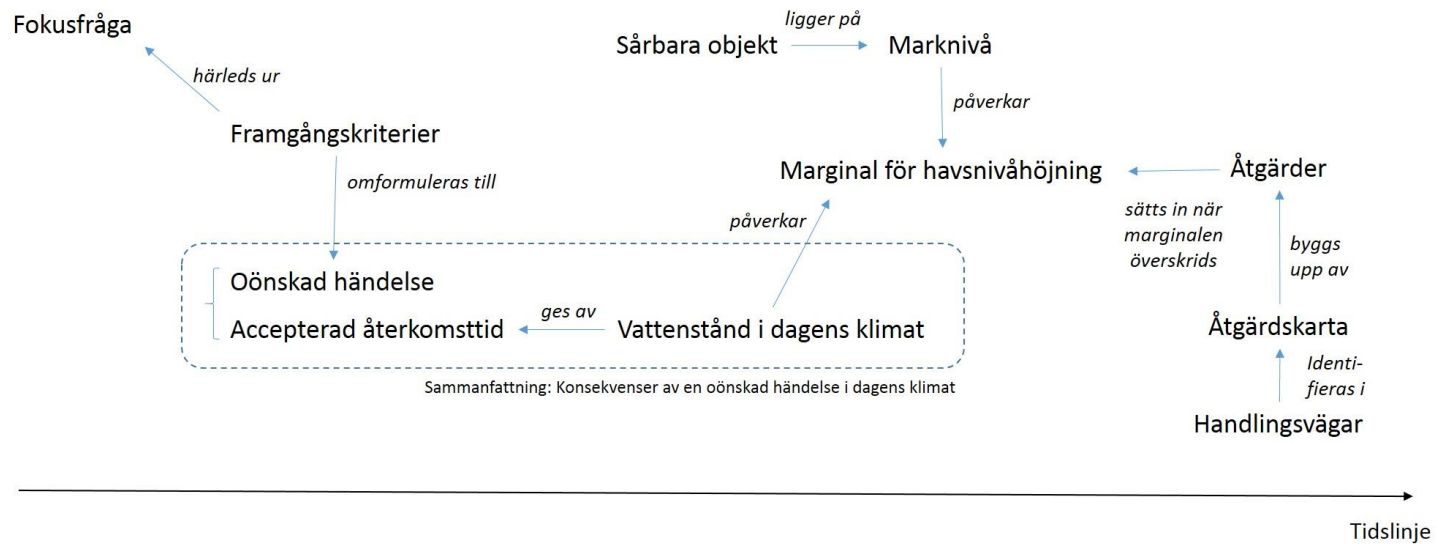
Sweet, W.V., m.fl. (2017a), *Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States*. NOAA Technical Report NOS CO-OPS 083. National Oceanic and Atmospheric Administration 2017.

Sweet, W.V., m.fl. (2017b), i *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I* [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, pp. 333-363, doi: 10.7930/J0VM49F2.

Wikman-Svahn, P. (2016) *Principer för robusta beslut inför osäkra klimatförändringar*. Avdelningen för Industriell ekologi, KTH, TRITA-IM 2016:02, ISSN 1402-7615.

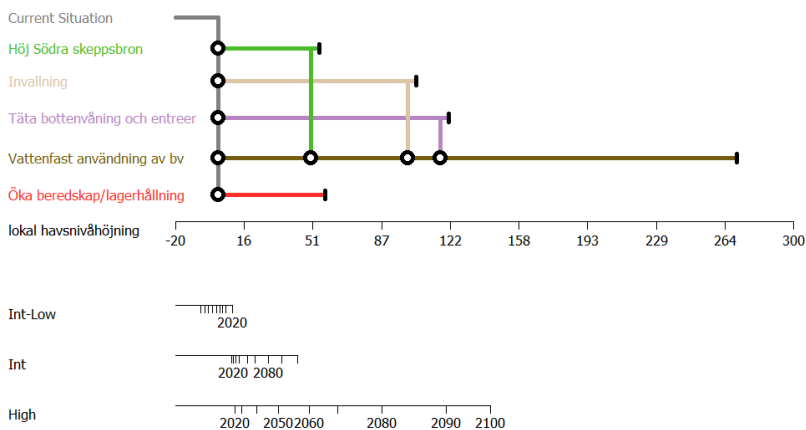
Bilaga 1. De begrepp som användes under workshoparna

Här redovisas de begrepp som användes under workshoparna och hur de relaterar till varandra.



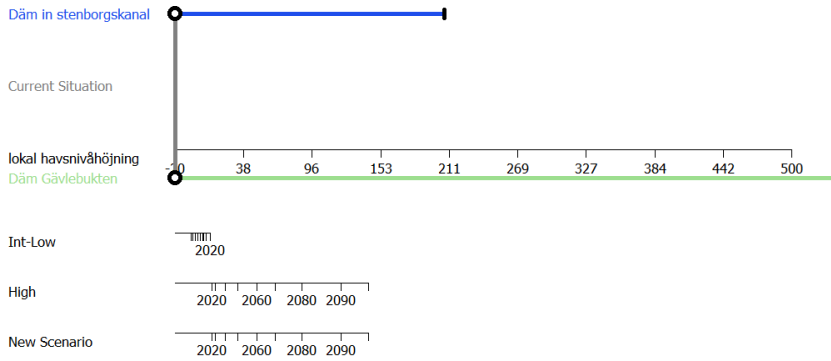
Bilaga 2. Åtgärdskartor

Nedanstående tre åtgärdskartor togs fram av forskarna mellan workshop 2 och 3 och bygger på de åtgärder som identifierades under den andra workshopen. Åtgärdskartorna är skisserade för tre objekt: vårdboendet Arken, kulturbyggnaden Skoglund-Olsson och utvecklingsområdet Södra Hucken. Under den tredje workshopen valde gruppen att vidareutveckla åtgärdskartan och ta fram handlingsvägar för den Södra Hucken.



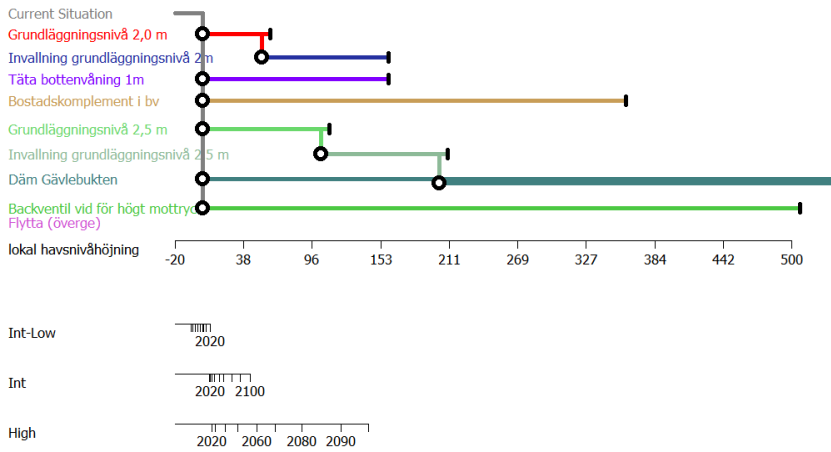
Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Existerande bebyggelse, äldreboende Arken.



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Skoglund-Olsson



Map generated with Pathways Generator, ©2015, Deltares, Carthago Consultancy

Södra Hucken version 1.