

Test av robusta beslutsstödsmetoder

Ny bebyggelse vid Djursholms torg i
Danderyds kommun

KARIN MOSSBERG SONNEK
ANNIKA CARLSSON KANYAMA
CHRISTOFFER CARSTENS
PER WIKMAN-SVAHN

(ingen åtgärd)

Ingen åtgärd = grundl.nivå befintlig 250 cm

Grundläggningsnivå + 270

Grundläggningsnivå +300

Höj golvnivå, ramp, alt entreer

Höj barriären längs kajen till +350

Valla in det nya området, gr.l.nivå 250 + 200

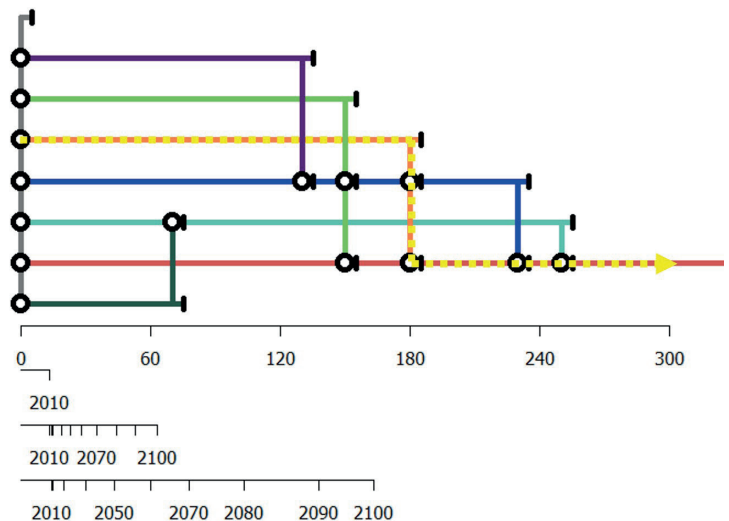
Barriär + 125 + 65

cm

Låg

Mellan

Hög



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

**TEST AV ROBUSTA
BESLUTSSTÖDSMETODER**
NY BEBYGGELSE VID DJURSHOLMS TORG
I DANDERYDS KOMMUN

Karin Mossberg Sonnek, Annika Carlsson Kanyama,
Christoffer Carstens och Per Wikman–Svahn

TRITA-SEED 2017:03
ISBN 978-91-7729-619-5

Avdelningen för Strategiska Hållbarhetsstudier, SEED
KTH, SE-100 44 Stockholm
www.kth.se

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 Danderyds kommun och i andra organisationer.

Karin Mossberg Sonnek, Stockholm, november 2017

Innehåll

Förord	2
1 Inledning	5
2 Havsnivåhöjning och extremvattenstånd.....	7
2.1 Global havsnivåhöjning	7
2.2 Lokal havsnivåhöjning i Danderyd	10
2.3 Extrema högvattenstånd	11
3 Metod.....	15
3.1 Framtida extremvattenstånd i Danderyd	16
3.2 Upplägg av tre workshopar	18
4 Resultat.....	23
4.1 Fokusfrågan.....	23
4.2 Det utvalda området	24
4.3 Framgångskriterier	24
4.4 Återkomsttider	25
4.5 Objekt.....	28
4.6 Åtgärder	30
4.7 Handlingsvägar	32
4.8 Värdering av handlingsvägar	35
4.9 Diskussion kring implementering av åtgärderna.....	36
5 Diskussion	39
Referenser	43
Bilaga 1. De begrepp som användes under workshoparna	45
Bilaga 2. Åtgärdskartor	47

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 första i en serie om tre, såg vi en fördel med att begränsa oss till *en* effekt av klimatförändringen för att tydligare kunna genomföra och utvärdera de olika metodstegen. I senare studier kommer vi även att inkludera översvämningar till följd av nederbörd.

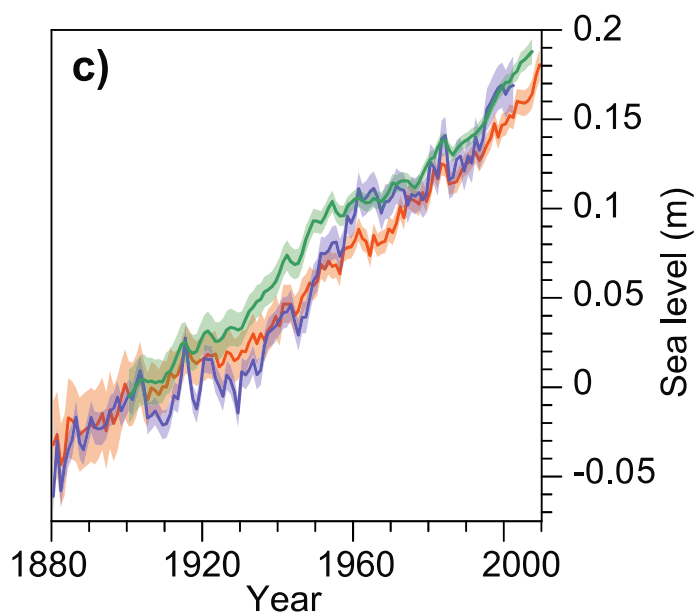
I denna rapport redovisas resultat från ett samarbete med Danderyds kommun under hösten år 2017 som handlat om robust planering av ett lågt beläget område nära havet som kommunen vill exploatera. Arbetet, som innebar att tjänstemän från Danderyds kommun och forskare från Robustprogrammet arbetade tillsammans under tre dagar, utmynnade i tre olika handlingsvägar som tillsammans gör det möjligt att hitta lösningar som skyddar det aktuella området ända upp till +3 meter högre lokal havsnivå (se kapitel 4, särskilt figur 9–11). Det är extremt osäkert hur mycket och hur snabbt havsytan kommer att stiga, och även om det dröjer länge innan havet stiger +3 meter i Danderyd så är det på sikt möjligt. Resultatet av arbetet visar att det trots denna stora osäkerhet går att hitta lösningar som fungerar bra. Innehållet i rapporten är främst avsett för tjänstemän och politiker i Danderyds kommun.

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

2 Havsnivåhöjning och extremvattenstånd

2.1 Global havsnivåhöjning

Sammanställningar av mätningar av havsvattenstånd över hela jorden visar att havets medelyta har stigit under det senaste århundradet (se figur 1).

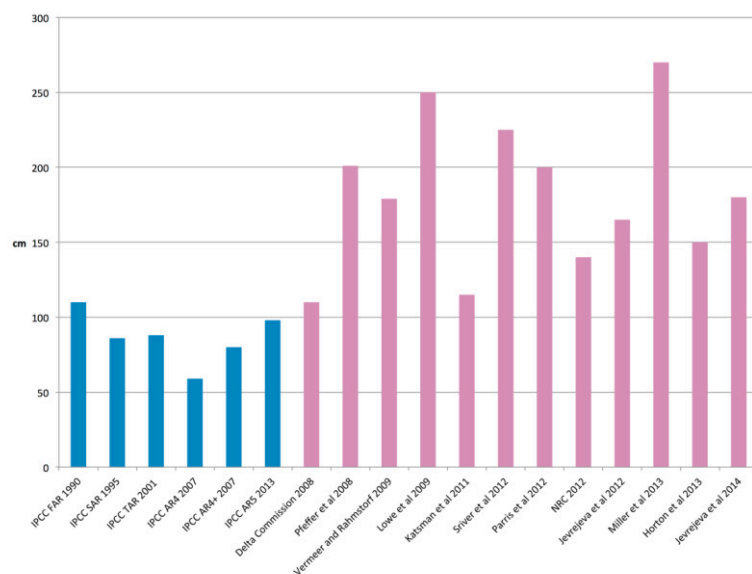


Figur 1. Årlig global medelhavsnivå beräknat på tre olika sätt (röda, blåa, gröna linjer) från kapitlet om havsnivåer i den senaste rapporten från FN:s klimatpanel, IPCC. Bild: Anpassad från Church m.fl. (2013), figur 13.3c.

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 Grönland och Antarktis minskar. Inlandsisarna på Grönland och Antarktis binder tillsammans tillräckligt med vatten för

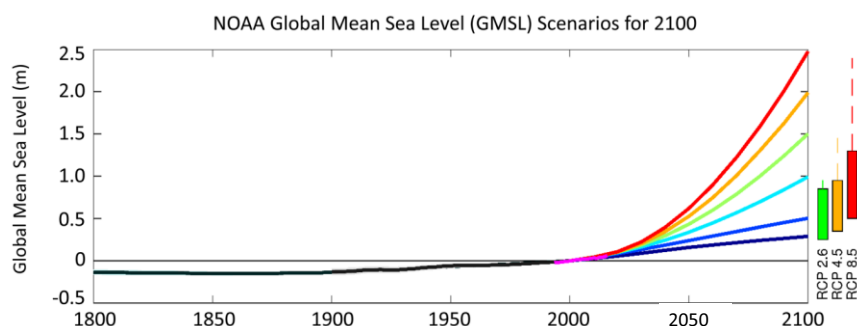
att höja den globala havsnivån med ungefär 65 meter. Den största osäkerheten för vad som kommer att hända med framtida havsnivåer är därför vad som kommer att hända med inlandsisarna på Grönland och Antarktis. Mätningar visar att tillskottet av vatten från inlandsisarna på Grönland och Antarktis har 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 2. De högsta värden som redovisas för havsnivåhöjning fram till år 2100 i de rapporter som publicerats av FN:s klimatpanel, IPCC (blå staplar), samt ett urval av inflytelserika studier om havsnivåhöjning som publicerats under de senaste åren (rosa staplar). Studierna försöker typiskt sett inte göra en bedömning av det värsta fallet, utan de högsta värdena är beroende av olika antaganden för olika studier, vilket gör det svårt att jämföra dem. För den fjärde IPCC-rapporten anges två värden (AR4 och AR4+) (se Church mfl. 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 därför 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) ända fram till år 2200 anges i tabell 1. Det högsta scenariot som anges i rapporten innebär en global havsnivåhöjning på 2,5 meter år 2100, 4,3 meter år 2150 och hela 10 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 Danderyd

Av olika skäl ändras havsnivån 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 Stockholmsområdet är den cirka 0,52 cm/år eller 50 cm på 100 år (Stensen m.fl., 2011). Om den globala havsnivåhöjningen är snabbare än landhöjningen så kommer sammantagna effekten resultera i en lokal havsnivåhöjning i Stockholmsområdet (se kapitel 3).

2.3 Extrema högvattenstånd

Översvämningar uppstår vid de tillfällen då vattnet under en kort period 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*. Det högsta uppmätta vattenståndet i Stockholm är +117 cm och inträffade i januari 1983 (Stensen m.fl., 2011). Resultatet blev stora översvämningar i Stockholmsområdet. Så här beskrivs situationen i Danderyd och Djursholm i en rapport som inventerar tidigare inträffade högvattenstånd i Sverige:

Strandvägen hade svämmat över med ett par dm, liksom flera gator vid Edsviken. Nora strand var vid 22-tiden helt avspärrad och på Ekbacksvägen steg vattennivån alltjämt. På Långängsvägen i hamnen låg en mängd småbåtar på drift. På Auroravägen och på Djursholms torg stod vattnet på tisdagskvällen 30 cm över gatunivån. Det var många översvämningar i villor och hus och gatukontoret försökte därför spärra av alla vägar de hade möjlighet till med blinkfyror. (Simonsson m.fl., 2017, sid 38).

Ofta kopplar man en sannolikhet till extremvattenstånden som beskriver hur ofta de statistiskt sett 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 ett år varje år 10 %. 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 är, förstås, större än sannolikheten för varje enskilt år, men det är däremot inte givet att en händelse med

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

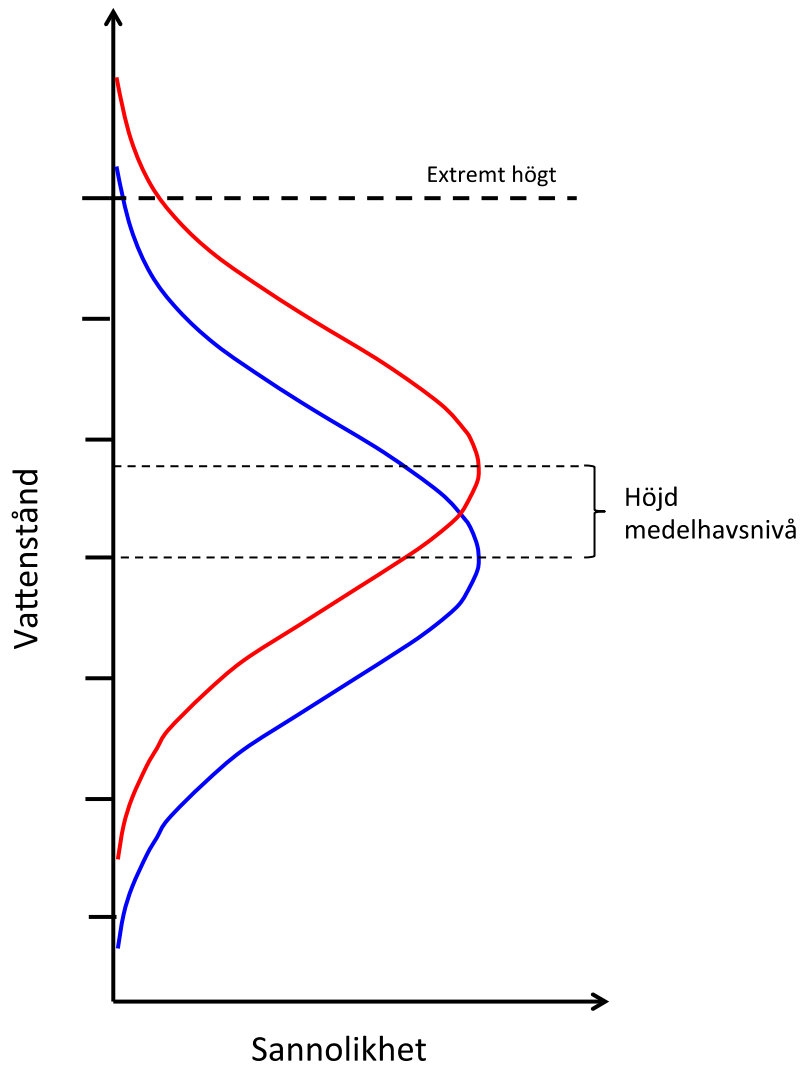
viss återkomsttid inträffar under en period av återkomsttidens längd. Exempelvis är sannolikheten att *minst en* 100-årshändelse inträffar någon gång under en 100 år lång period 63 %³. Ett antal av dessa fall illustreras i tabell 2.

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 %

De nivåer man anger för olika högvattenstånd idag är baserade på historiska data. När havsnivån stiger så kommer *medelhavsnivåhöjningen* 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).

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.



Figur 4. En generell bild av relationen mellan sannolikhet (återkomsttid) för extrema vattenstånd och medelhavsnivån. Den blå kurvan markerar 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. Eftersom det inte finns någon mätstation av vattenstånd i Danderyds kommun har vi utgått från mätvärden från en mätstation i Stockholm. Utifrån mätvärdena har återkomsttider för olika högvattenstånd beräknats. Dessa redovisas i tabell 3 och anges i ett 95-procentigt konfidensintervall [min, max].

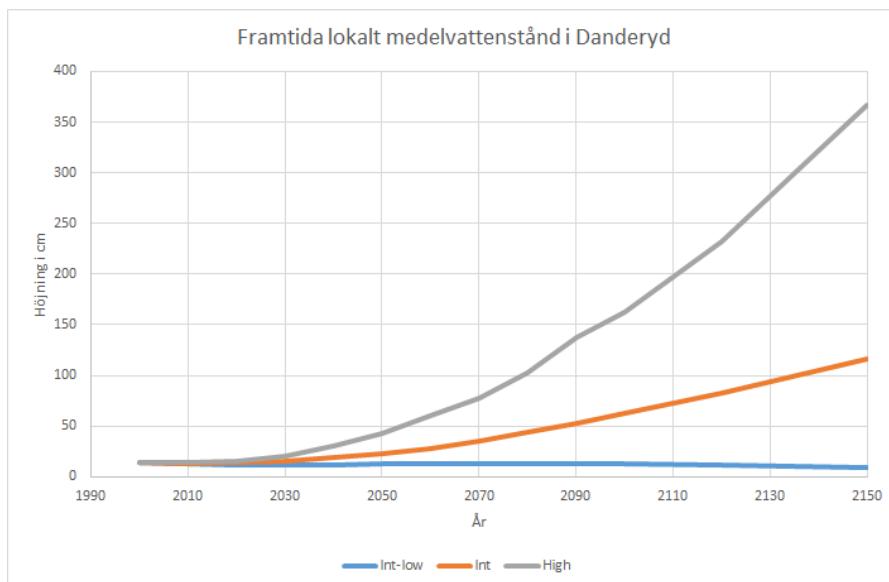
Tabell 3. Lokala högvattenstånd (RH2000) för olika återkomsttider. Värdena är beräknade av dataserien från mätstationen i Stockholm och redovisas med medelvärde och max- och minvärde utifrån ett 95-procentigt konfidensintervall för respektive återkomsttid (Stensen m.fl. 2011).

Lokala högvattenstånd [cm]					
	Återkomsttid [år]				
	2	10	25	50	100
min	65	90	100	105	110
medel	70	95	105	115	120
max	75	105	115	125	135

3.1 Framtida extremvattenstånd i Danderyd

För att beräkna framtida extremvattenstånd i Danderyd 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 extremvattenstånd i Stockholmsområdet och lagt till landhöjningen och den globala havsnivåhöjningen för det valda scenariot.

Det framtida extremvattenståndet i Danderyd 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 Stockholmsområdet ser ut för dessa scenarier.



Figur 5. Tre scenarier för framtida lokala medelvattenstånd i Danderyd enligt Sweet, m.fl (2017a) med lokal landhöjning avdragen. Siffrorna anges 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, medan scenarierna med högre global havsnivåhöjning (*Int* och *High*) resulterar i en ökad lokal havsnivå i Danderyd.

Hur den globala havsnivåhöjningen i enlighet med dessa tre scenarier påverkar de framtida extremvattenstånden i Danderyd 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.

Högvattenstånd år 2100 [cm]						
		Återkomsttid [år]				
		2	10	25	50	100
	min	78	103	113	118	123
Int-low	medel	83	108	118	128	133
	max	88	118	128	138	148
	min	128	153	163	168	173
Int	medel	133	158	168	178	183
	max	138	168	178	188	198
	min	228	253	263	268	273
High	medel	233	258	268	278	283
	max	238	268	278	288	298

3.2 Upplägg av tre workshoppar

Vi genomförde tre workshoppar tillsammans med tjänstemän från Danderyds kommun i september och oktober 2017. Workshoparna pågick 5–6 timmar med paus för lunch och fika och ca 5 personer från kommunen deltog vid varje tillfälle. Tjänstemännen från kommunen hade specialkunskaper inom planering, klimatanpassning, VA, parkskötsel, arkitektur och trafikplanering. 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 vid vissa tillfällen samt 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 (se kapitel 3), 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 runt Djursholms torg 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 runt Djursholms torg 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 sju kriterier för vidare arbete.

Under **den andra workshopen** rekapitulerade vi vad som hänt under den första workshopen och forskarna berättade vad de gjort sedan dess vilket hade resulterat i en tabell med framgångskriterierna där vissa kriterier hade slagits ihop för att skapa större tydlighet. 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 historiska extremvattenstånden för Stockholm, se tabell 3, förutom vattenståndet vid en 1000-årshändelse som beräknades genom en extremvärdesanalys för befintlig dataserie och avrundades uppåt. Vattenståndet vid en 100 årshändelse är exempelvis 120 cm. Det innebär att extremvattenståndet i medeltal når minst 120 cm en gång vart hundra år och att objekt som ligger +120 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 Djursholms torg av deltagarna, t.ex. källare som inte ska översvämmas för ofta och en park som delvis alltid ska vara tillgänglig för allmänheten. En tomt som kommunen äger och vill exploatera identifierades också 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 område kommer att översvämmas oftare än vad man tycker är acceptabelt.

Avslutningsvis 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.

Den **tredje workshopen** började med att forskarna presenterade arbetet de gjort ”på sina kammare” 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. Varje objekt hade en egen *åtgärdsplan* 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 3.2). Tidsaxeln sträckte sig till år 2100 och hela övningen gjordes med hjälp av programvaran Dynamic Pathways Generator⁴. Deltagarna ombads sedan att välja ut ett område att arbeta vidare med och valde den tomt man vill exploatera som ligger på ca 2,5 meters höjd över havet idag. De bestämde att ta fram en åtgärdsplan för att skydda området för en havsnivåhöjning på 3 meter och önskade sig en tidsaxel som sträckte sig fram till år 2150, något som det dataprogram som användes inte medger idag. Tre olika *handlingsvägar* dvs. tre olika kombinationer av åtgärder identifierades för att skydda området och värderades sedan avseende relativa kostnader samt andra parametrar som attraktivitet. En av handlingsvägarna framstod som mest fördelaktig. Avslutningsvis diskuterades hur resultaten av en övning av den typ som gjorts skulle kunna användas i organisationen samt de övergripande intrycken.

⁴ Deltares, Carthago Consultancy
<https://publicwiki.deltares.nl/display/AP/Pathways+Generator>

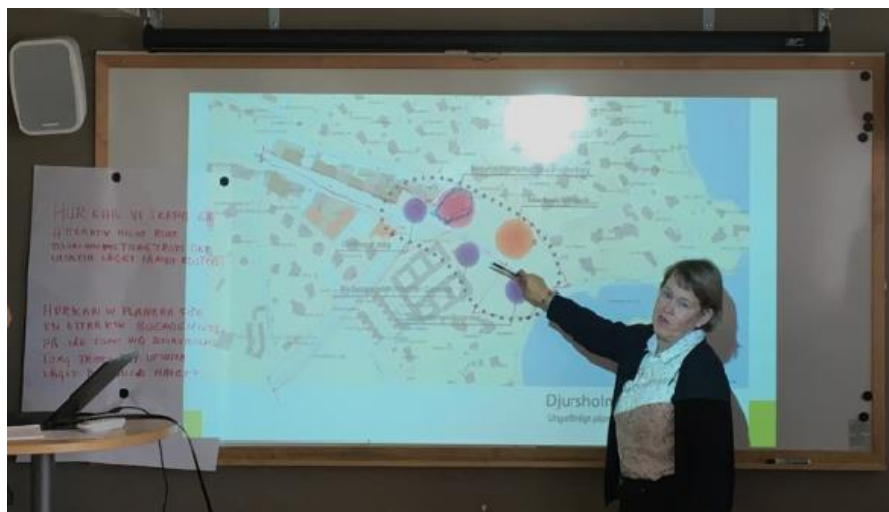
4 Resultat

4.1 Fokusfrågan

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

Hur kan vi planera och skapa en hållbar och attraktiv miljö utifrån befintlig och framtida bebyggelse kring Djursholms torg trots det utsatta läget längs kusten?

Fokusfrågan, som övergripande beskrev kriterierna för utvecklingen av området runt Djursholms torg, fanns med under hela övningen.



Figur 6. Det utvalda områdets begränsning markerad med en prickad linje.

4.2 Det utvalda området

Det utvalda området sträcker sig från Strandvägen vid Samsöviken i Djursholm upp till Henrik Palmes allé och Djursholms torg, ett område som täcker ungefär 300 x 100 m. Avgränsning av området visas i figur 6.

4.3 Framgångskriterier

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. Därefter fick deltagarna rösta på de kriterier de tyckte var viktigast. Följande sju kriterier valdes:

- Ingen ska vara utan rent dricksvatten
- Lämplig utformning av dammen och parken: tillgänglighet, växtmaterial, utformning
 - en del av parken ska alltid vara tillgänglig
 - inget havsvatten kommer in i parken utom vid extremnivåer
 - träden ska klara översvämning av bräckt vatten
- Ny bebyggelse betjänas av klimatanpassade VA-lösningar
- Hem- och räddningstjänsten ska alltid komma fram
- Processen ska gå rätt till, vinna laga kraft och det ska gå till så att kommunen inte ska bli
 - skadeståndsskyldig (tidsperspektiv: 5-15 år)
- Undvika översvämmade parkeringsplatser (och -garage?) och källare
- Pumpstationen får inte slås ut vid en översvämning.

Forskarna såg över kriterierna efter workshopen och formulerade om dessa så att de skulle få en tydligare koppling till havsnivåerna. Formuleringarna diskuterats och putsades på inledningsvis under den andra workshopen och de slutliga formuleringarna av framgångskriterierna framgår av de gula rutorna i figur 7.

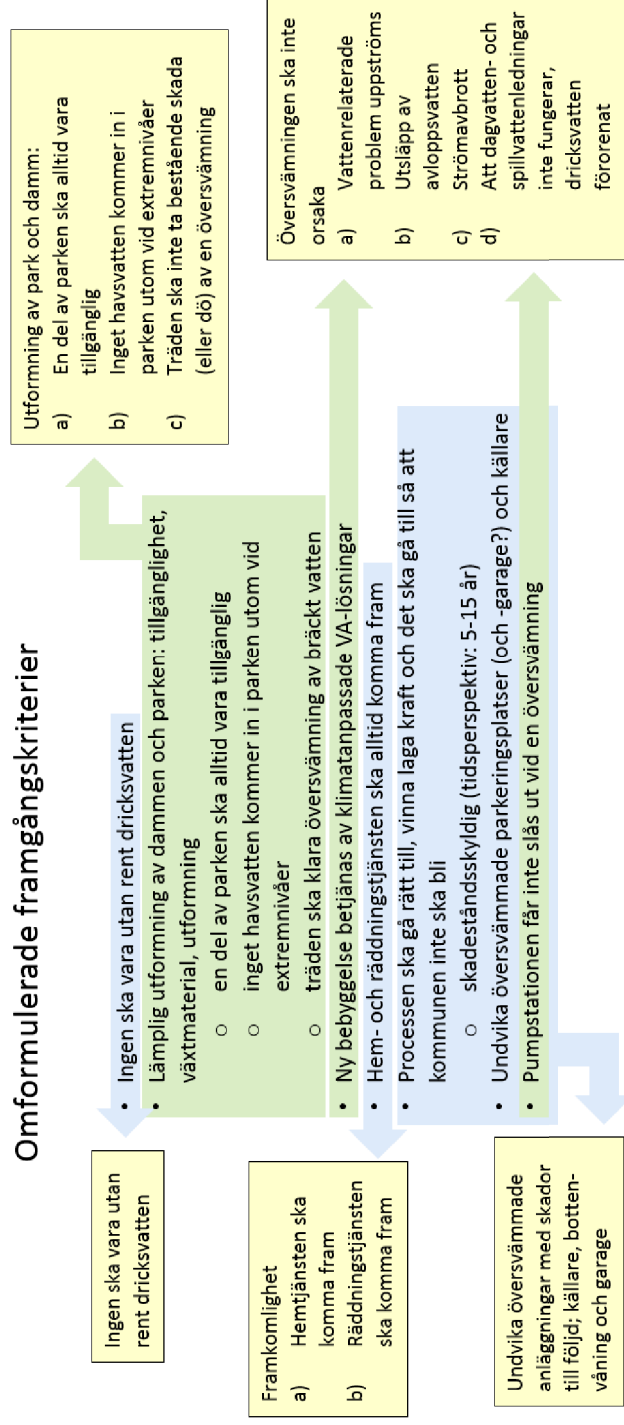
4.4 Återkomsttider

För vardera av de sex omformulerade framgångskriterierna (varav flera var uppdelade i underkriterier) 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. Till hjälp fick deltagarna en kvalitativ förklaring av några återkomsttider, se tabell 5. De valda återkomsttiderna redovisas i tabell 6.

Tabell 5. En kvalitativ beskrivning av återkomsttider.

Återkomsttid	Kvalitativ beskrivning
5 år	Ofta – händelsen inträffar regelbundet, de flesta drabbas av det regelbundet
20 år	Ibland – händelsen inträffar understundom, de flesta drabbas av det sporadiskt under sitt liv
100 år	Sällan – händelsen är ovanlig, men drabbar ändå de flesta någon gång under livet
1000 år	Synnerligen osannolikt – händelsen kan inträffa, men så sällan att de flesta aldrig drabbas av det

Omformulerade framgångskriterier



Figur 7. De ursprungliga framgångskriterierna i blått och grönt och de omformulerade i gult. De senare användes i det fortsatta arbetet (se t.ex. tabell 6 och 7).

Tabell 6. 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. Den sista kolumnen tillför ingen ny information utan sammanfattar informationen i de tidigare.

Framgångskriterium	Generellt			
	Önskad händelse	Önskad händelse får inträffa som oftast vart ⁵	Motsvarar vattenstånd i dagens klimat ⁶	Konsekvenser i dagens klimat
Undvika översvämmade anläggningar med skador till följd; källare, bottenvåningar och garage	Översvämmad källare, bottenvåning eller garage	100 år	120 cm	Källare, bottenvåningar och garage vars lägsta öppningar ligger 120 cm över referensnivån ⁷ kommer att översvämmas vart 100:e år.
Framkomlighet a) Hemtjänsten ska komma fram	Hemtjänsten kommer inte fram för att det står mer än 10 cm vatten över vägen.	10 år ⁸	95 cm	Vägar som ligger 85 cm över referensnivån kommer inte att vara framkomliga vart 10:e år.
b) Räddningstjänsten ska komma fram	Räddningstjänsten kommer inte fram för att det står mer än 50 cm vatten över vägen. ⁹	1000 år	140 cm (stor osäkerhet)	Vägar som ligger 90 cm över referensnivån kommer inte att vara framkomliga vart 1000:e år.
Utformning av park och damm: a) En del av parken ska alltid vara tillgänglig	Ingen del av parken är tillgänglig.	10 år	95 cm	De delar av parken som ligger 95 cm över referensnivån kommer inte att vara tillgängliga vart 10:e år.
b) Inget havsvatten kommer in i parken utom vid extremnåvår	Det kommer in havsvatten i parken.	10 år	95 cm	Barriären mot havet måste vara 95 cm över referensnivån för att parken inte ska översvämmas mer än vart 10:e år.
c) Träden ska inte ta bestående skada (eller dö) av en översvämning	Det kommer in vatten i parken och står kvar två-tre veckor. Kräver en extra analys.	100 år	120 cm	Barriären mot havet måste vara 120 cm över referensnivån för att parken inte ska översvämmas mer än vart 100:e år.

⁵ Återkomsttid

⁶ Vattenståndet beror enbart på återkomsttiden

⁷ Referensnivån = RH2000

⁸ Uppgiften stämde av med hemtjänsten

⁹ Frågetecken om det går att sätta upp stegar om vattnet överstiger 10 cm.

Översvämningen ska inte orsaka	Det uppstår vattenrelaterade problem uppströms. Dagvattnet går inte att föra bort.	100 år	120 cm	
a) Vattenrelaterade problem uppströms				
b) Utsläpp av avloppsvatten	Pumpstationen blir översvämmad och fungerar inte. Det sker utsläpp av avloppsvatten i viken och i parken.	100 år	120 cm	
c) Strömavbrott	Strömavbrott pga att transformatorer är översvämmade, påverkar pumpstationen. (?)	100 år	120 cm	För att transformatorer inte ska bli översvämmade mer än vart 100:e år måste de ligga 120 cm över referensnivån.
d) Att dagvatten- och spillvattenledningar inte fungerar, dricksvatten förorenat	???	50 år	115 cm	
Ingen ska vara utan rent dricksvatten	Dricksvattnet blir förorenat till följd av att dagvatten- och spillvattenledningar inte fungerar.	100 år	120 cm	
Planen skall vinna laga kraft				

4.5 Objekt

Under den andra workshopen valdes även objekt som berördes av framgångskriterierna (sårbara objekt) och som kunde kopplas till specifika platser på en karta. Objekten, som finns markerade på kartan i figur 8, var:

- **Befintliga källare** som ligger i närheten av Djursholms torg. Dessa befinner sig på marknivån 200 cm över referensnivån för havsnivån.
- **Ny bebyggelse** på markområdet där en bensinstation låg tidigare. Området ligger 250 cm över referensnivån.

- **Cirkulationsplatsen** vid Djursholms torg, vilket är den lägsta punkten på vägen som måste vara framkomlig för såväl hem- som räddningstjänst. Cirkulationsplatsen ligger 300 cm över referensnivån.
- **Den del av den tänkta parken** som ligger högst, nära det område där den nya bebyggelsen planeras. Marken ligger där 180–240 cm över referensnivån.
- **Vägen längs kajen.** Den ligger 100 cm över referensnivån.
- **Pumpstationen.** Den ligger 120 cm över referensnivån.



Figur 8. De objekt som identifierades.

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 7. I denna tabell visas också objekten samt marginalen för havsnivåhöjningen för varje objekt (se vidare kapitel 3 Metod).

Tabell 7. Framgångskriterier, objekt, marginal för havsnivåhöjning och möjliga åtgärder för området runt Djursholms torg.

Framgångskriterium	För specifika objekt		
	Objekt	Marginal för havsnivåhöjning ¹⁰	Möjliga åtgärder ¹¹
Undvika översvämmade anläggningar med skador till följd; källare, bottenvåningar och garage	Källare som ligger i närheten av Djursholms torg (se karta) på marknivån 200 cm över referensnivån.	Det innebär att den lokala medelhavsnivån kan höjas med 80 cm innan källaren översvämmas oftare än vart 100:e år och åtgärder behöver sättas in.	<ul style="list-style-type: none"> • Göra källare och garage vattentäta • Flytta öppningar i husen (högre upp) • Sätta in backventil i dagvattensystemet mot havsvattnet • Bygga barriär mot havsvattnet
	Ny bebyggelse på markområdet där bensinstationen låg tidigare (se karta) på marknivån 250 cm över referensnivån.	Det innebär att den lokala medelhavsnivån kan höjas med 130 cm innan källaren översvämmas oftare än vart 100:e år och åtgärder behöver sättas in.	<ul style="list-style-type: none"> • Endast tillåta källarlösa hus • Ställa krav på att källare och garage är vattentäta • Ställa krav på lägsta grundläggningsnivå i DP • Bygga alternativa entréer på högre nivå • Höja marknivån • Möjliggöra att senare höja mark-/golvnivå genom hög våningshöjd på bottenvåning • Bygga barriär mot havsvattnet • Pumpa upp dräneringsvatten för nya byggnader så att vattnet inte rinner tillbaka i dräneringsbädden.

¹⁰ Hur mycket havsnivån kan höjas innan den oönskade händelsen händer mer frekvent än den angivna återkomsttiden

¹¹ Åtgärderna behöver inte sättas in förrän marginalen har överskridits. Åtgärderna kommer från arbetsgruppen i Danderyds kommun.

Framkomlighet			
c) Hemtjänsten ska komma fram	Cirkulationsplatsen vid Djursholms torg, vilket är den lägsta punkten på vägen som måste vara framkomlig för såväl hem- som räddningstjänst. Rondellen ligger 300 cm över referensnivån.	Det innebär att den lokala medelhavsnivån kan höjas med 205 cm innan hemtjänsten hindras av översvämning oftare än vart 10:e år och åtgärder behöver sättas in.	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassa marknivåerna i DP • Ställ krav på lägsta grundläggningnivå för vägen i DP • Införskaffa utrustning (så att hemtjänsten kan ta sig fram vid översvämning) • Utbilda (personal) och planera (för översvämningar) • Bygga gatunätet så att det är säkert för översvämningar • Höja nivån på gatorna
d) Räddningstjänsten ska komma fram		Det innebär att den lokala medelhavsnivån kan höjas med 210 cm innan räddningstjänsten hindras av översvämning oftare än vart 1000:e år och åtgärder behöver sättas in.	
Utformning av park och damm:			<ul style="list-style-type: none"> • Bevara den planlagda översvämningssytan • Höja marken • Lokalisera parken till de höglänta delarna • Anpassa växtvalet • Bygga ett översvämningsskydd med backventil
d) En del av parken ska alltid vara tillgänglig	Den del av den tänkta parken som ligger högst, dvs nära den plats där en bensinstation tidigare låg. Marken ligger där 180-240 cm över referensnivån.	Det innebär att den lokala medelhavsnivån kan höjas med 85 cm innan den utvalde delen av parken översvämmas oftare än vart 10:e år och åtgärder behöver sättas in.	
e) Inget havsvatten kommer in i parken utom vid extremnivåer	Vägen längs kajen ligger idag 100 cm över referensnivån.	Det innebär att den lokala medelhavsnivån kan höjas med 5 cm innan det kommer in havsvatten i parken oftare än vart 10:e år och åtgärder behöver sättas in.	
f) Träden ska inte ta bestående skada (eller dö) av en översvämning	Vägen längs kajen ligger idag 100 cm över referensnivån.	Det innebär att vägen idag inte är ett fullgott skydd för översvämningar som får inträffa högst en gång per 100 år. Vägen måste höjas med 20 cm för att klara kriteriet.	
Översvämningen ska inte orsaka			
e) Vattenrelaterade problem uppströms			
f) Utsläpp av avloppsvatten	Pumpstationen ligger 120 cm över referensnivån.	Pumpstationen klarar av kriteriet idag, men inte om havsnivån höjs.	<ul style="list-style-type: none"> • Framtidssäkra/bygga om pumpstationen
g) Strömavbrott			
h) Att dagvatten- och spillvattenledningar inte fungerar, dricksvatten förorenat			
Ingen ska vara utan rent dricksvatten			
Planen skall vinna laga kraft			

4.7 Handlingsvägar

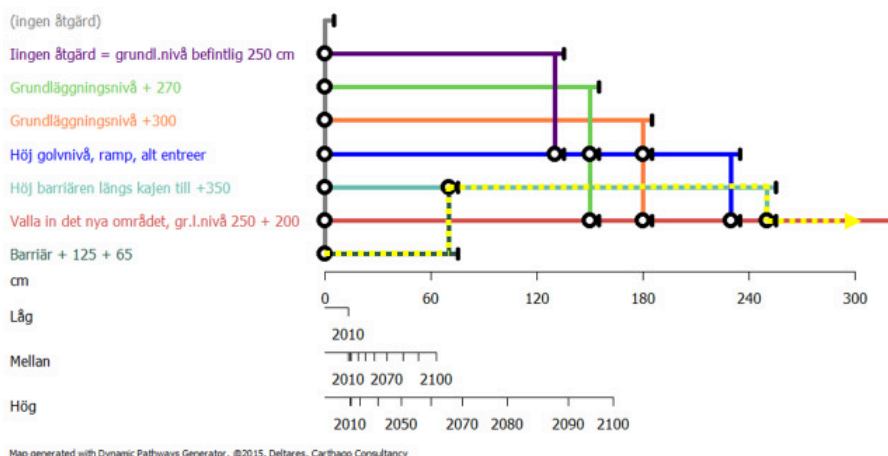
Efter att ha identifierat åtgärder som skyddade objekten gjorde forskarna, mellan workshop 2 och 3, så kallade åtgärdskartor som visar hur åtgärderna kan kombineras över tid, se bilaga 2. (Syftet med åtgärdskartorna är att visa att det finns olika lösningar för att skydda ett område och att det kan finnas skäl att vänta med att införa vissa åtgärder till en senare tidpunkt.) När man ritar kartorna behöver man veta hur hög havsnivåhöjning en åtgärd kan skydda mot. I de fall vi inte visste det gjorde vi ett antagande.

Gruppen valde att vidareutveckla åtgärdskartan för det område nära Djursholms torg som ska exploateras (ny bebyggelse i avsnitt 4.5). Man kom överens om att följande åtgärder är möjliga:

- Ingen åtgärd, grundläggningsnivån sätts till befintlig marknivå, 250 cm över referensnivån.
- Grundläggningsnivån läggs på 270 cm över referensnivån.
- Grundläggningsnivån läggs på 300 cm över referensnivån.
- De nya byggnaderna förbereds så att golvnivån går att höja, att alternativa entréer på en högre höjd planeras och att det finns möjlighet att nå vägen via ramper.
- Barriären som planeras längs kajen vid Strandvägen byggs så att dess högsta punkt hamnar 350 cm över referensnivån.
- Området med den nya bebyggelsen vallas in med en vall som är 200 cm hög över nuvarande marknivå på 250 cm.
- Barriären längs kajen byggs i ett första steg så att den blir 125 cm över referensnivån, och i ett senare skede så att den blir ytterligare 65 cm högre.

Resultatet av övningen, i form av en åtgärds-karta, finns redovisad i figurerna 9–11. I dessa figurer finns även tre möjliga handlingsvägar inritade, en i vardera figuren. Handlingsvägarna, som alla visar en möjlighet att skydda området som ska bebyggas, definierades av deltagarna från Danderyds kommun. Dessa redovisas mer i detalj nedan.

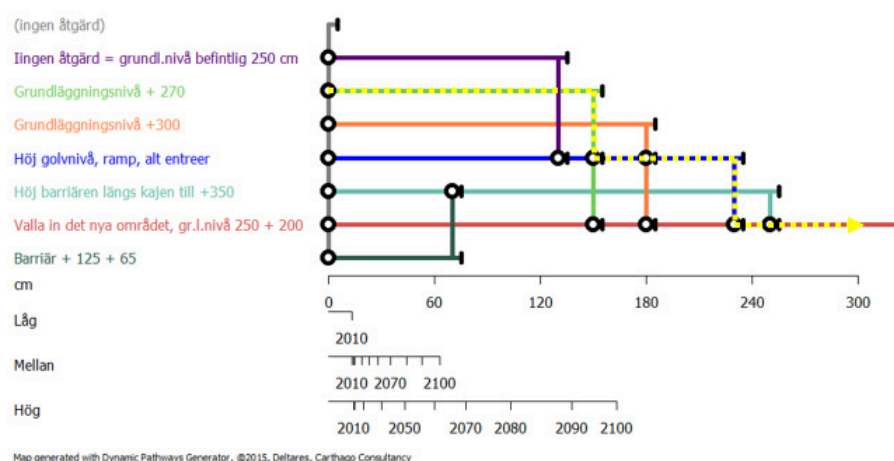
Handlingsväg 1. Först höjs den befintliga barriären vid kajen till +190 cm över referensnivån (125+65 cm, i två omgångar). När havet stigit så mycket att barriären inte skyddar området längre (dvs. havet har stigit med 70 cm)¹² behöver en ny åtgärd sättas in. Beroende på vilket scenario man betraktar så kan denna tidpunkt (när havet stigit 70 cm) infalla redan ca år 2065 (scenario: hög), efter år 2100 (mellan) eller inte alls (låg). Oavsett när i tiden det infaller så blir nästa åtgärd att bygga en ny barriär längs havet med en höjd +350 cm över referensnivån. Denna skyddar området för en havsnivåhöjning på 230 cm. För att kunna skydda bebyggelsen för ytterligare höjda havsnivåer så är den sista åtgärden att valla in området lokalt med en vall som vars högsta punkt ligger 200+250 cm över referensnivån. Den klarar en havsnivåhöjning med 330 cm. Längre än så valde inte gruppen att titta. Se figur 9.



Figur 9. Handlingsväg 1 för att skydda det område som ska exploateras för en havsnivåhöjning på 3 meter givet att området inte ska översvämmas mer än vart 100:e år (svart-turkos-röd).

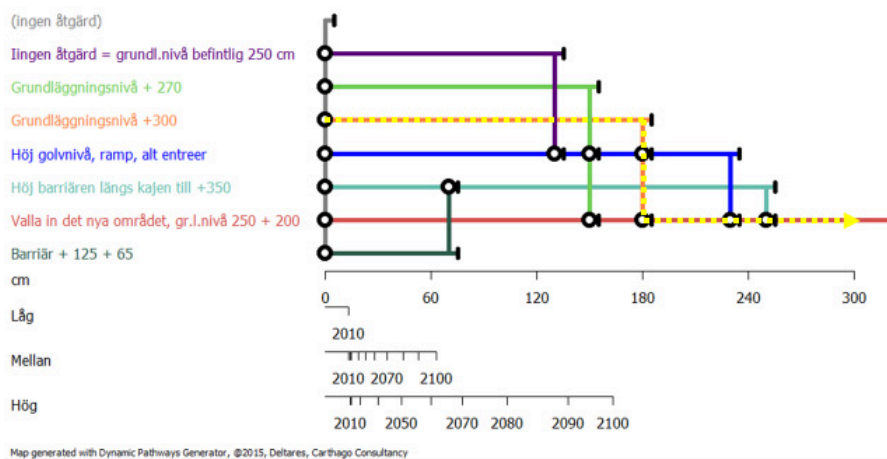
¹² Motsvarar att området i snitt översvämmas en gång per 100 år.

Handlingsväg 2. Grundläggningsnivån för den nya bebyggelsen sätts till 270 cm över referensnivån. Byggnaderna som uppförs förbereds för att det ska gå att höja golvnivån, bygga ramper och skapa nya entréer. Dessa första åtgärder klarar en havsnivåhöjning på 150 cm. När havet stigit så mycket höjs golvnivåerna i husen, de alternativa entréerna som ligger på en högre höjd tas i bruk och ramper tillförs där det behövs. Denna åtgärd skyddar bebyggelsen ända tills havsnivån höjts med 230 cm, varpå området måste vallas in lokalt för att klara en havsnivåhöjning på 3 meter. Se figur 10.



Figur 10. Handlingsväg 2 för att skydda det område som ska exploateras för en havsnivåhöjning på 3 meter givet att området inte ska översvämmas mer än vart 100:e år (ljusgrön-blå-röd).

Handlingsväg 3. Grundläggningsnivån för den nya bebyggelsen sätts till 300 cm över referensnivån varpå området är skyddat för en havsnivåhöjning på 180 cm. Därefter vallas området in lokalt för att klara en havsnivåhöjning på 3 meter. Se figur 11.



Figur 11. Handlingsväg 3 för att skydda det område som ska exploateras för en havsnivåhöjning på 3 meter givet att området inte ska översvämmas mer än vart 100:e år (orange-röd).

4.8 Värdering av handlingsvägar

Efter att ha valt de tre handlingsvägarna så värderades dessa med avseende på måluppfyllelsen att i) de ska skydda bebyggelsen för en havsnivåhöjning på upp till 3 meter, 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 300 cm, var att föredra framför de andra två alternativen.

Tabell 8. Utvärdering av tre olika handlingsvägar för att skydda det område man vill exploatera vid Djursholms torg från en havsnivåhöjning på 3 meter. Den relativa kostnaden angavs på en skala från ett till tre plustecken där det med flest plus-tecken var dyrast.

Väg nr	Måluppfyllnad	Relativ kostnad	Indirekta effekter, konsekvenser
1	ja	+++	Barriären skyddar inte enbart den nya bebyggelsen utan hela Djursholms centrum som har med ett stort fastighetsvärde. Den första barriären kan uppfattas positivt (åtminstone den med höjden 125 cm), men ju högre barriären blir desto större blir nackdelarna. Den kan ge en känsla av instängdhet, skymma utsikten, etc.
2	ja	++	En grundläggningsnivå på 270 cm är ok. Men om en höjd golvnivå innebär att man får utrymma affärslokaler och ombilda dessa till bostäder så kommer det förmodligen inte att uppfattas positivt, även om man upplyser om detta då husen byggs. Kommunen kan planera för en sådan åtgärd men den måste genomföras av den som äger huset. Kommunen kan inte säkerställa att åtgärden genomförs. Det kan vara en nackdel att kommunen inte har ansvaret. Med mindre invallning kan man kanske säkra en del av parken.
3	ja	+	En grundläggningsnivå på 300 cm är mindre estetisk än en nivå på 270 cm. Funktionen och bekvämligheten blir också sämre. Området ligger mellan 250 och 300 cm över referensnivån och problemen inträffar på de ställen där marknivån måste höjas som mest. Det bör inte vålla några problem för de hus som vetter mot Djursholms torg, men entréer mot Vendevägen kan bli problematiska. Där kan vara svårt att ha butikslokaler. Initialt är åtgärden lite dyrare än en grundläggningsnivå på 270 cm. Man skjuter upp behovet av invallningen och slipper ombyggnaden (jämfört med väg nr 2) vilket är en fördel. Man kan fortsatt ha lokaler som tidigare. Det fordrar en duktig arkitekt som kan rita det så det blir snyggt. Kan även kräva ombyggnad av Vendevägen (men den ska ändå byggas om).

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 studien över ny bebyggelse vid Djursholms torg är det havsnivåhöjningen som avgör när en åtgärd behöver sättas in. Exempelvis så byggs i handlingsväg 1 (se avsnitt 4.7) först en barriär

på 190 cm och den ersätts av en 350 cm hög barriär när havet stigit med 70 cm. För att göra det krävs:

- att en utpekad funktion eller organisatorisk enhet kontinuerligt följer havsnivåhöjningen
- att man på förhand har bestämt när beslutet om den högre barriären (350 cm) måste byggas. (Det går ju inte att vänta tills havet har stigit 70 cm, då är det för sent.)

Som ett sista moment på den avslutande workshopen diskuterades hur övervakning av havsnivåhöjningen skulle kunna göras och hur man kan säkerställa att beslut om framtida åtgärder fattas i rätt tid. I diskussionen lyftes problemen med att säkerställa framtida beslut i en kommun. Deltagarna påpekade att dessa inte kan fastställas i en detaljplan. Däremot kan man förbereda framtida beslut genom att exempelvis reservera mark för framtida åtgärder och se till att inte bygga bort framtida möjligheter. 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 skyddsåtgärder 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 succesivt kan införa åtgärder allt eftersom havet stiger. Man begränsar sig 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 tre handlingsvägar för att skydda ett lågt beläget område som ska exploateras invid Djursholms torg i Danderyds kommun.

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 skulle ställa 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 hinder 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 av studien gav vid handen att deltagarna efter workshoparna kände sig tryggare med hur de ska arbeta med osäkerheter när de exploaterar området kring Djursholms torg. En mer noggrann uppföljning kommer att göras ungefär två 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. Om avsikten är att klimatanpassa ett område behöver man även ta hänsyn till ändrade nederbörds mängder, värmeböljor, smitta, med mera. När man använder robusta beslutsstöds metoder så tar man dessutom vanligtvis hänsyn till alla slags osäkerheter. I vårt fall skulle det innebära att detaljplanen 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. Det är också frågor som i många fall ligger långt utanför den vanliga planeringsprocessen, enligt PBL. I ett verkligt fall måste man dessutom ta ett beslut om vilka åtgärder som ska införas samt ha en organisation för att bevaka omvärlden och avgöra när det är dags att införa en ny åtgärd. Nya tekniska åtgärder kan tillkomma, tidigare lösningar som ansetts för dyra kan ha blivit billigare och värden som tidigare har värderats höga eller låga kan ha omvärderats. Därför bör såväl åtgärder, handlingsvägar och värderingen av dessa ses över kontinuerligt och det bör finnas en plan för hur översynen ska gå till.

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 beslutsstöds metoder är att omfatta 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 lösningarna 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?

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 trodde inte att det räcker att utbilda ett fåtal medarbetare i kommunen utan man kan behöva ta hjälp av konsulter. Då behöver det finnas en arbetsbeskrivning för metoden att beställa utredningar utifrån. En svårighet som lyftes var hur man kommunicerar med politiker om möjligheten att införa åtgärder nu för att säkerställa en högre skyddsnivå än vad länsstyrelsen kräver i syfte att undvika stora kostnader längre fram. Det krävs både kunskap och tid att få med sig beslutsfattarna. Onekligen är det enklare när någon (länsstyrelsen) begränsar handlingsutrymmet och fastställer vilka regler kommunen ska rätta sig efter. 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.

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 osäkerhethantering*, Avdelningen för Industriell ekologi, KTH, TRITA-IM 2016:03, ISSN 1402-7615.

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).

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>

Stensen, B., m.fl. (2011) Regional klimatsammanställning, Stockholms län. Rapport 2010-78, SMHI

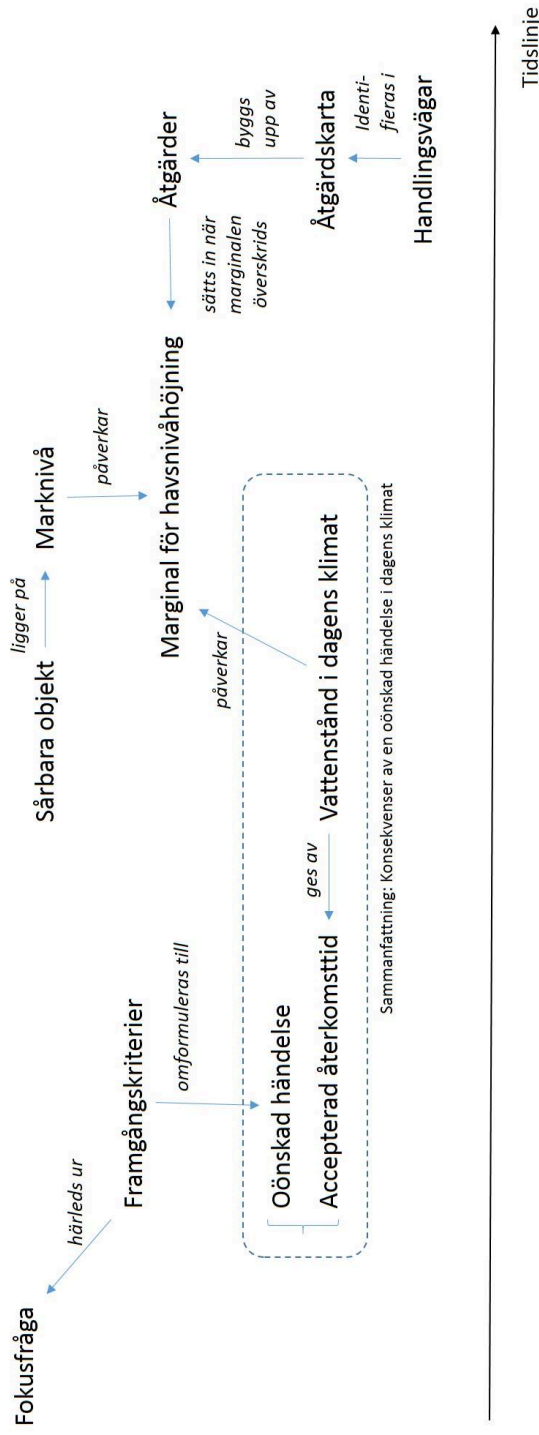
Sweet, W.V., m.fl. (2017a), *Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States*. NOAA Technical Report NOS CO-OPS 083. National Oceanic and Atmospheric Administration 2017.

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.

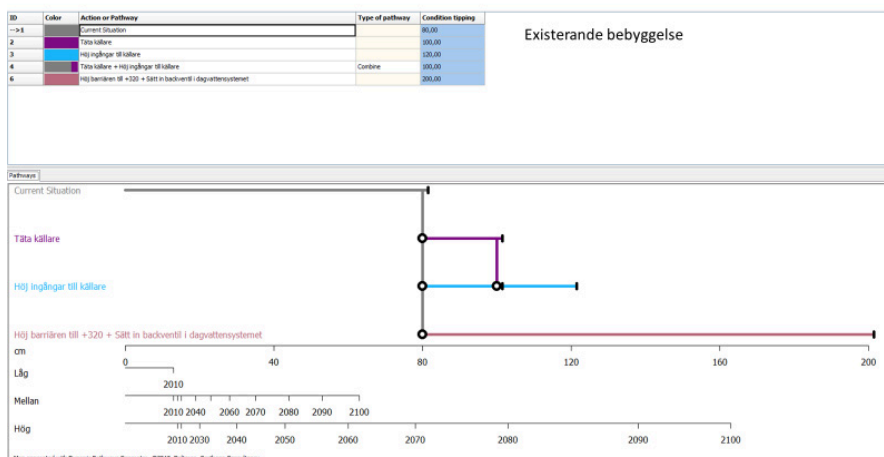
Bilaga 1. De begrepp som användes under workshoparna

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



Bilaga 2. Åtgärdskartor

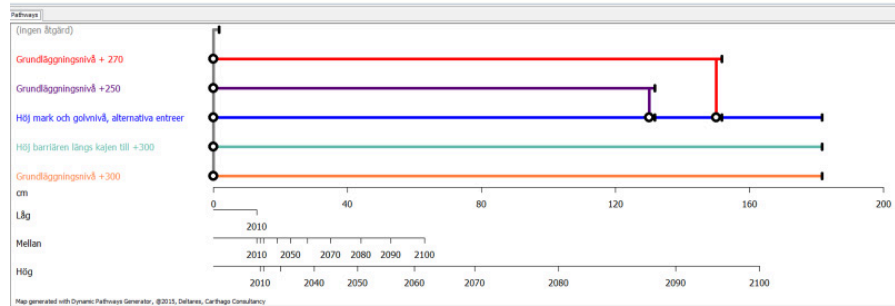
Nedanstående fem åtgärdskartor togs fram av forskarna mellan workshop 2 och 3 och bygger på de åtgärder som identifierades under den andra workshopen. Åtgärdskartorna är skisserade för fem objekt: existerande bebyggelse, ny bebyggelse, vägar, parken och VA-systemet. Under den tredje workshopen valde gruppen att vidareutveckla åtgärdskartan och ta fram handlingsvägar för den nya bebyggelsen.



Existerande bebyggelse.

ID	Color	Action or Pathway	Type of pathway	Condition tipping
->1		Current Situation		0,00
2		Grundläggningsnivå + 270		150,00
9		Grundläggningsnivå + 250		150,00
8		Höj mark och golvnivå, alternativa entreer		180,00
4		Höj barriären längs kajen till +300		200,00
12		Låsta grundläggningsnivå + 250 + Höj mark och golvnivå, alternativa entreer	Sequence	150,00
13		Grundläggningsnivå + 300		180,00
14		Grundläggningsnivå + 270 + Höj mark och golvnivå, alternativa entreer	Sequence	150,00

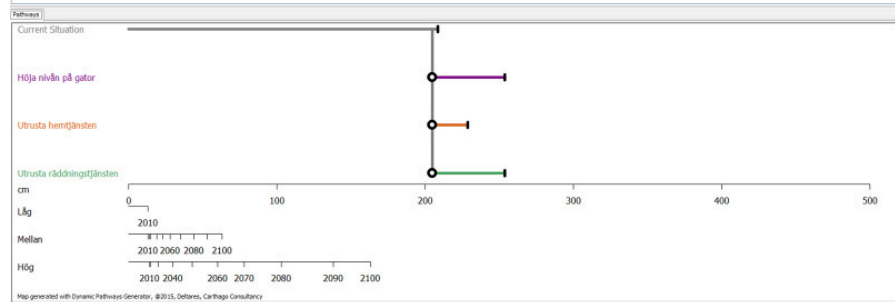
Ny bebyggelse



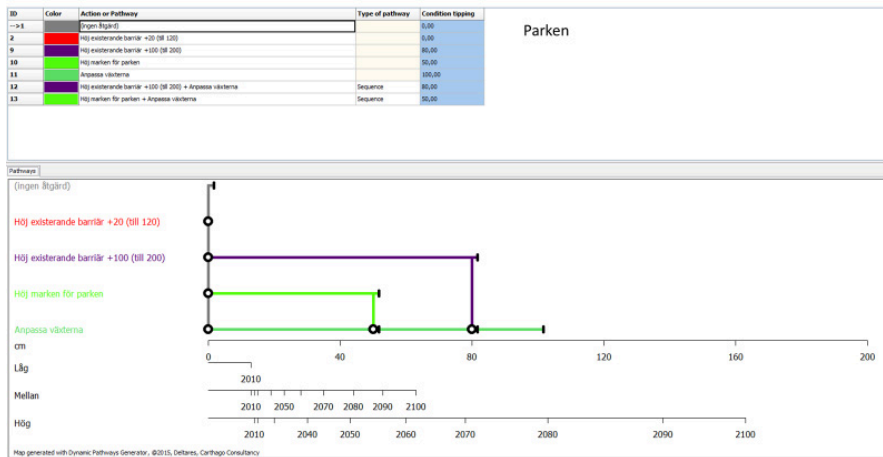
Ny bebyggelse.

ID	Color	Action or Pathway	Type of pathway	Condition tipping
->1		Current Situation		205,00
2		Höja nivån på gator		290,00
3		Utrusta hengtjänsten		225,00
4		Utrusta räddningstjänsten		295,00

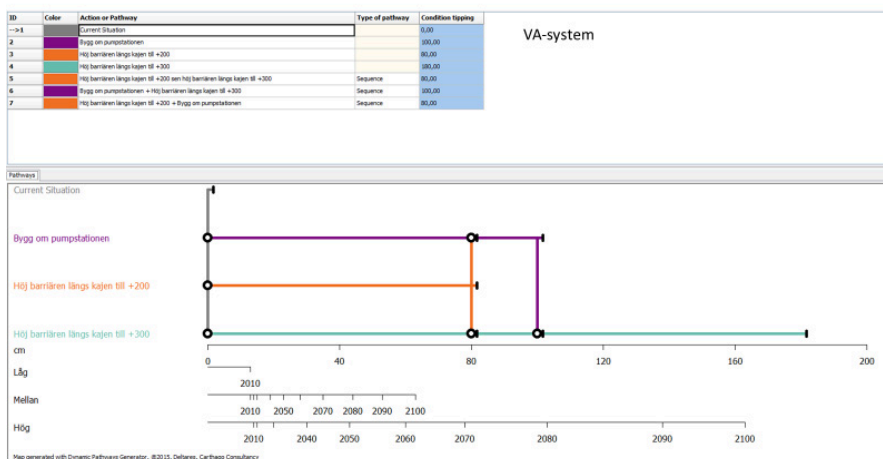
Vägar



Vägar.



Parken.



VA-systemet.

RAPPORT
STOCKHOLM 2017

TRITA-SEED 2017:03
ISBN 978-91-7729-619-5