



H+

Stigande havsnivå

Sårbarhetsanalys och förslag på
anpassningsåtgärder för stigande
havsnivåer i tidsperioden 2010-2100

Rapporten är ett underlag till FÖP H+ och
framtagen av Helsingborgs stad, Helsingborgs hamn,
NSVA, H+ projektet, White arkitekter och
WSP samhällsbyggnad.

2010-12-03

Innehållsförteckning

s.2	Sammanfattning
s.3	RH2000
s.3	H+ projektet
s.3	Syftet med denna rapport
s.4	Utveckling av H+ och stigande havsnivå
s.5	Klimatförändring
s.6	Arbetsprocessen
s.7	Uppdragsformulering
s.7	Rapportens upplägg
s.8	Rapporter från SMHI och DHI
s.10	Sammanfattande illustration
s.12	Dagsläge + 180 cm
s.13	Extremläge + 336 cm
s.15	Sårbarhetsanalys
s.20	3 scenarion 3 nivåer
s.20	Försvar
s.24	Reträtt
s.28	Attack
s.32	Idékatalog och anpassningsåtgärder
s.34	Principskisser
s.40	Temporära åtgärder
s.41	Murar och vallar
s.42	Barriärer och portar
s.43	Översvämningsbara miljöer
s.43	Flytande konstruktioner
s.44	Konsekvenser av stigande havsnivå på anslutande system
s.44	Vidare studier
s.45	Slutsats

Sammanfattning

Slutsatserna av denna utredning kan sammanfattas i följande:

Slutsats 1:

Dimensionerande nivå att ta hänsyn till i fortsatt arbete i H+ rörande stigande havsnivå är +3,5 m RH2000. Detta innebär en justering av dimensionerad nivå angiven i ÖP2010.

Slutsats 2:

Uteslut inte alternativ för placering av skydd. Kombinationer av attack, reträtt och försvar är möjliga.

Slutsats 3:

Denna rapport visar att kritiska havsytenivåer kan uppstå redan i dag vid ogynnsamma förhållanden. I samband med H+ utbyggnad under de närmsta åren behöver kompletteringar göras för att förhindra översvämningar. Vissa åtgärder som är permanenta under lång tid med tidshorisonten 2100 skall beakta dimensionerande nivå +3,5 m RH2000. Detta skydd är dock inte heltäckande utan behöver kompletteras med skydd på kortare sikt. Dimensionerande nivå utreds för specifik åtgärd beroende på hur länge den skall bestå.

Slutsats 4:

Forskningen kring klimatförändringarnas påverkan utvecklas. Det är viktigt att Helsingborg löpande uppdaterar sig på förändringar av framtida scenarion och skapar lösningar som kan byggas på eller översvämmas om havsytenivån skulle stiga ytterligare.



Högvatten vid Skånes kust under stormen Gudrun 2005

RH2000

När höjder i detta dokument anges i RH2000 menas följande:

Rikets Höjdsystem 2000 (RH2000) är Sveriges nationella höjdsystem. Nollnivån definieras av Normaals Amsterdams Peil (NAP) vilket är en punkt i Amsterdam som används som noll-punkt även i andra länder. RH2000 möjliggör att man kan ansluta sina lokala höjdnät till ett nationellt höjdsystem med hög kvalitet.

Mätpunkten i RH2000 för SMHI's rapport som är underlag till denna utredning är placerad i Viken. Viss avvikelser kan förekomma mellan Viken och Helsingborg.



H+ projektet

H+ kan kort beskrivas som ett av Sveriges mest spännande stadsförnyelseprojekt. Under den kommande 20-årsperioden ska Helsingborgs södra centrala stadsdelar planeras, utvecklas och förnyas. Begreppet H+ har vuxit fram som ett resultat av flera visionära projekt och arbeten. Studier har genomförts och gradvis har en samsyn etablerats kring områdets möjligheter och utmaningar. Ur denna har visionen om H+ skapats.

H+ området är beläget i södra centrala Helsingborg, har landborgsbranten i ryggen och avgränsas från vattnet i väster av hamnen. I söder angränsar stadsdelen Planteringen, stadens rangerbangård och Ramlösa station. I norr fungerar Knutpunkten som en tydlig avslutning mot den centrala innerstaden. H+ området omfattar cirka en miljon kvadratmeter mark och kan delas in i tre delområden från norr till söder; Södra hamnen, Söder och Gåsebäck

Södertunneln har en nyckelroll i H+ projektet. I dag utgör järnvägen söder om Knutpunkten tillsammans med Malmöleden en barriär som skiljer stadens södra delar från vattnet. En förutsättning för utbyggnadsstrategin är att järnvägen flyttas ner i en tunnel under mark. Då blir det meningsfullt att bygga om Malmöleden till stadsgata med allé och korsande gator. På så sätt blir det också möjligt att binda ihop dagens Centrum och Söder med H+ området och skapa ett sammanhängande kreativt centrum i Öresundsregionen.

Syftet med denna rapport

I arbetet med fördjupning av översiktsplanen för H+ (FÖP H+) behövs en ökad kunskap kring vilka åtgärder som rimliga och nödvändiga för att klara stigande havsnivåer som en konsekvens av rådande klimatförändringar på kort och på lång sikt. Därför har denna rapport tagits fram som ett komplement till H+ PM Stigande Havsnivå och kommer att samordnas med pågående arbete med fördjupnings PM Klimat som omfattar hela kommunen. Sammantaget skall materialet användas för att dra upp riktlinjer för fortsatt arbete i H+ projektets kommande detaljplaner och för fortsatt arbete med att skydda verksamheter inom hamnområdet. Rapporten ska bidra till att ge en helhetsbild av hur södra Helsingborg kan anpassas till stigande havsnivåer.

Viktigt att poängtera i detta sammanhang är att rapporten är en studie av stigande havsnivå med sårbarhetsanalys och förslag till anpassningsåtgärder. Rapporten beaktar inte nederbörd, dagvattenhantering, grundvattenhöjning som konsekvens av stigande hav etc. Detta är kompletterande studier som behöver göras för att få en komplett bild av konsekvenserna i Helsingborg av den globala klimatförändring som pågår.

Utveckling av H+ och stigande havsnivå

Helsingborgs läge vid mynningen till Öresund har varit grunden för stadens utveckling. Helsingborg har vuxit fram pga av sitt läge vid vatten och hamnverksamheten har alltid varit en betydande näring i staden.

Helsingborgs uppdelning i norr och söder är tydlig när man ser på stadens utveckling. I de norra delarna av Helsingborg har bostadsmiljöerna fått prägla stadskanten mot havet. H99 och utvecklingen av Norra Hamnen samt strandpromenaden norrut är de senaste tillskotten. I de södra delarna av Helsingborg finns industrier och omfattande hamnverksamhet.

Helsingborgs nya utvecklingsområde H+ ligger i de södra delarna av Helsingborg. Området sträcker sig från Knutpunkten i norr till Gåsebäck i söder. De norra delarna ligger i direkt anslutning till Nordhamnen och havet medan de södra delarna ansluter till Västhamnen och Sydhamnen. En av de bärande idéerna för utvecklingen av H+ är att utveckla kontakten med vattnet. Exempel på detta är bla utvecklingen av det Blågröna stråket som går från Jordbrodalen till Oceanpiren i Norra hamnen. I området kring Norra Hamnen kommer en ny "waterfront" att byggas. Kajpromenaden i norra delarna av Helsingborg förlängs ut längs Oceanpiren och ut i Industrihamnen. Detta kommer att bidra till att Söder i Helsingborg får vattenkontakt och ökade rekreativa kvaliteter. På så sätt är H+ projektet ett viktigt projekt för att utveckla hela Helsingborg och utnyttja det vackra läget längs Landborgen vid Öresund.

I detta perspektiv är rådande klimatförändring med bla stigande havsytenivå betydelsefullt för utvecklingen av H+. Målsättningen är att staden skall utnyttja vattenkvaliteterna samtidigt som sårbarheten för nya och existerande miljöer behöver minskas.

Förändringen av jordens klimat sker under lång tid och dramatiska förändringar kommer att ske först om många år. Men redan idag kan vi vid extrema vädersituationer drabbas av översvämningar. Stormen Gudrun år 2005 är ett exempel. Som underlag för denna utredning så har SMHI sammanställt en rapport om "Framtida vattennivåer i Helsingborg". Denna rapport tar 2100 i sikte för att med nedslag i 2035 och 2050 beskriva de förväntade havsytenivåerna. Ökningen fram till 2050 är ringa men mellan 2050 och 2100 ökar det dramatiskt. Samtidigt så kommer H+ att utvecklas under den kommande 25-års perioden och tillfället finns nu för att skapa de åtgärder som behövs för att klara kommande nivåer fram till 2100.



Vattnet slår in över pirarna till hamninloppet

Klimatförändringen

Bakgrunden till denna utredning är rådande forskning inom klimatförändringar och global uppvärmning. Jordens temperatur stiger som ett resultat av ökade koldioxidhalter i atmosfären vilket leder till att klimatet förändras. Översvämningar, förändrade nederbördsmonster, varmare klimat och en ökad frekvens av extrema vädersituationer är konsekvenser av detta.

Varmare klimat leder till en ökad mängd vatten i våra hav och en höjning av havsytanivån genom en kombination av orsaker som issmältning och ökad vattenvolym. Låglänta områden längs våra kuster kommer att bli utsatta för översvämningar och vi behöver planera samhället så att det blir mindre sårbart för förväntade effekter.

Naturvårdsverket skriver:

De globala utsläppen av växthusgaser behöver vändas från dagens ökning till en kraftig minskning. Det behöver ske inom bara ett tiotal år om halten av växthusgaser i atmosfären ska stanna på en nivå med låg risk för allvarliga klimat-effekter.

Med klimat menar vi de genomsnittliga väderförhållandena under en längre tid, vanligen flera decennier. Det innebär att vi måste följa temperaturens variationer under årtionden för att kunna avgöra hur klimatet förändras – det räcker inte med att titta på enstaka år.

Medeltemperaturen har inte ökat i alldeles jämn takt – på grund av vädrets slumpmässiga växlingar skiftar den en del från ett år till nästa. Exempelvis blev 1998 det varmaste år som hade registrerats på jorden sedan tillförlitliga mätningar inleddes i mitten av 1800-talet, medan de närmast följande åren inte blev fullt lika varma.

Världens utsläpp av växthusgaser har under en lång period ökat kraftigt. Även om de senaste årens ekonomiska kris tillfälligt brutit den trenden, finns det ännu inga tecken på en mer varaktig minskning. Globala utsläppsprognoser pekar istället mot fortsatta utsläppsökningar, men det finns samtidigt möjlighet att nu inleda ett trendsifte där de ökande utsläppen istället börjar minska.

Den globala medeltemperaturen har hittills ökat med cirka 0,8 grader. Att den inte ökat mer trots den relativt höga halten av växthusgaser i atmosfären beror på trögheter i klimatsystemet och på att växthusgasernas inverkan i viss mån motverkas av förorenande utsläpp med kylande verkan. Denna effekt är dock övergående eftersom föroreningarna förväntas minska över tid.

Klimatet förändras inte på precis samma sätt överallt på jorden. På en del håll har temperaturen stigit betydligt mer än 0,8 grader de senaste hundra åren, på andra håll har uppgången varit mindre eller rentav uteblivit.

I en begränsad del av världen, som exempelvis Sverige, kan vädrets växlingar dessutom medföra att medeltemperaturen skiftar flera grader från ett år till ett annat. Här kan klimatets mer långsiktiga förändringar därför vara svårare att urskilja än i världen som helhet. Fortfarande får vi en och annan kall vinter som kan få somliga att tvivla på att det alls blir varmare. Men även i Sverige har utvecklingen gått mot högre temperaturer, och det senaste decenniet är det varmaste som hittills har uppmätts i vårt land.

Både i Sverige och i många andra delar av världen har uppvärmningen åtföljts av ökad nederbörd. I vissa områden som redan tidigare hade problem med torka har det däremot blivit ännu torrare.

Arbetsprocessen

Uppdraget har genomförts som en samverkansprocess med Helsingborgs stad, H+ projektet och Helsingborgs hamn. Följande personer har deltagit i arbetet:

Helsingborgs stad

- > Malin Rizell SBF – ansvarig för FÖP H+
- > Widar Narvelo SBF
- > Jens Gille MF
- > Håkan Asmoarp KSF – projektledare H+ stadsförnyelse

Helsingborgs Hamn

- > Bengt Niklasson

Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB

- > Lars-Erik Widarsson

White arkitekter – teamleader Team White

- > Jonas Olsson – arkitekt, stadsbyggnad
- > Nina Lindegaard – landskapsarkitekt

WSP Samhällsbyggnad

- > Anna Hamnberg – landskapsarkitekt, chef sam.bygg syd
- > Ulf Silbersky – civ.ing, GIS strateg,

Signhild Nerheim på SMHI och Anna Karlsson på DHI har tagit fram faktaunderlag och granskat resultatet.

Arbetsgruppen har genomfört följande möten:

2010.10.15	Startmöte
2010.11.11	Workshop 1 – sårbarhetsanalys
2010.11.25	Workshop 2 – förslag till åtgärder
2010.12.03	Slutredovisning

Mellan mötena har Team White arbetat fram material och underlag. I workshops har arbetsgruppen utvecklat materialet vidare.

Målsättning med workshop 1 är att:

- > Tydliggöra och diskutera SMHI's rapport - Vad innebär den?
- > Presentera referenser från andra platser och åtgärder.
- > Studera en successiv höjning av vattenytan och var vi sätter in åtgärder.
- > Plocka ut tre nivåer som vi utvecklar med scenarion.



Målsättning med workshop 2 är att:

- > Summera workshop 1
- > Diskutera 3 nivåer och 3 scenarion
- > Titta på utveckling av idékatalog med principsektioner
- > Slutleverens - format och ställningstaganden



Uppdragsformuleringen inför detta uppdrag är följande:

Bakgrund

Helsingborgs stad har med hjälp av SMHI/SGI fått fram en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys för hela kommunen. Inom ramen för pågående arbete med fördjupning av översiktsplanen för H+ har ett PM Stigande havsnivå sammanställts för att förtydliga vilka havsnivåer fortsatt planering av södra Helsingborg ska förhålla sig till i ett hundraårsperspektiv. Slutsatsen blev att det är + 3,2 meter i RH2000 som ska vara den dimensionerande nivån. Efter denna rekommendation har SMHI ändrat sina scenarier. Detta visar på att kunskaperna ändras ganska fort och att relatera till en fast nivå snabbt kan bli inaktuell. I det fortsatta planarbetet är det därför viktigt att inte ha en alltför statisk bild kring vilka nivåer det kan handla om i ett 100-års perspektiv och låsa fast sig vid en lösning.

Mål och avgränsning

I arbetet med fördjupning av översiktsplanen för H+, FÖP H+, behövs en ökad kunskap kring vilka åtgärder som rimliga och nödvändiga för att klara klimatförändringar med stigande havsnivåer på kort och på lång sikt. Utgångspunkten är scenarier för år 2035, 2050, 2100 och pröva vilka åtgärder som krävs i förhållande till vilka effekter scenarierna får för det aktuella området.

Rapporten ska användas dels som underlag till FÖP H+ för att kunna visa på att det finns lämpliga åtgärder för att skydda ny bebyggelse och samhällsviktiga anläggningar. Kunskapen ska även användas för att dra upp riktlinjer för fortsatt arbete i H+ projektets kommande detaljplaner och för fortsatt arbete med att skydda verksamheter inom hamnområdet. Rapporten ska bidra till att ge en helhetsbild av hur södra Helsingborg kan anpassas till stigande havsnivåer.

Rapportens upplägg

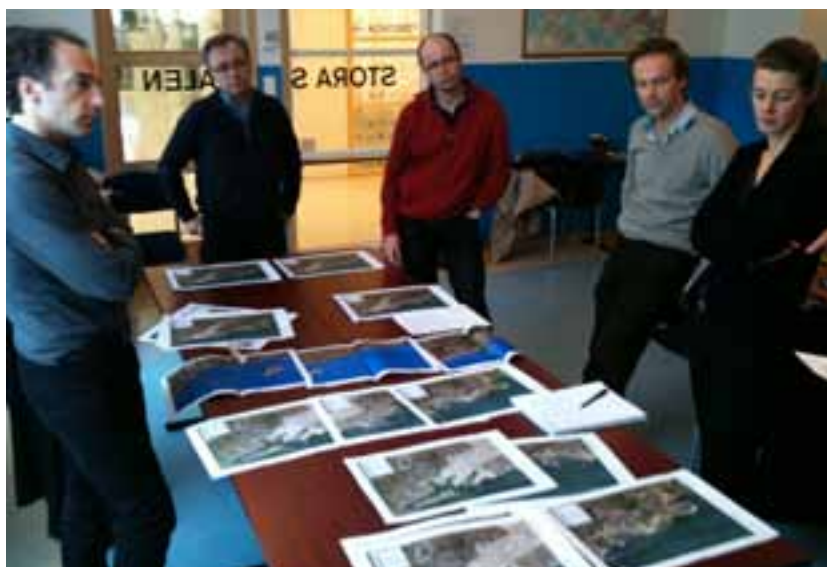
Arbetet med utredningen har resulterat följande:

> Sårbarhetsanalys med hjälp av GIS. Underlag för detta är en noggrant inmätt terrängmodell. Sårbarhetsanalysen har genomförts genom simulering av stigande vattennivåer med 1 dm intervall i spannet +180 cm till +320 cm över dagens medelvattennivå.

> Anpassningsåtgärder i tre scenarier – försvar, attack och reträtt och för tre områden – Nordhamnen, Västhamnen / Sydhamnen och Bulkhamnen. Försvar innebär att dagens kuststräcka skall utgöra vattenskiljande gräns. Attack innebär att portar till hamninloppen kan stänga ute stigande vatten och att en kortare sträcka längs kustlinjen sålunda behöver utgöra skydd. Reträtt innebär att vissa områden tillåts svämma över och gränsen för stigande hav går längre in än strandlinjen.

> Idékatalog över möjliga åtgärder med principsektioner och referenser från andra platser med liknande problem och utmaningar.

> Behov av fortsatta utredningar för att kartlägga den totala bilden av klimatförändringarna.



Rapporter från SMHI och DHI

Som underlag för denna utredning har Helsingborgs stad samarbetat med SMHI och DHI. SMHI har levererat "Framtida vattennivåer Helsingborg, Rapport nr 2010-55" och DHI "PM Tolkning av framtida vattennivåer i Helsingborg, dat 6 dec 2010". En kompletterande frekvensanalys av havsytenivåns fluktuering har tagits fram av SMHI.

I rapporten finns beskrivet framtida medelnivåer för havsytan för 2035, 2050 och 2100 kompletterat med extremnivåer för respektive årtal.

SMHIs rapport kan sammanfattas i följande:

SMHI har beräknat medel och extrema vattenstånd för Helsingborgs kommun för 2035, 2050 och 2100 förutsatt en global havsnivåhöjning på +100 cm från 1990 till 2100. Rapporten är komplettering till underlag som SGI och SMHI gemensamt tagit fram för Helsingborgs kommun: Översiktsplan ÖP 2010. Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys - naturolyckor, 2009.

En global höjning av vattenståndet på +30 cm fram till 2050 och +1 m fram till 2100 leder till att medelvattenståndet i Helsingborg förväntas stiga 15 cm fram till 2035, 26 cm fram till 2050 och 89 cm fram till 2100. De extrema vattenstånden höjs motsvarande. Idag är vattenstånd med 100 års återkomsttid angett i RH2000 = 167 cm.

Frekvensanalysen syftar till att ta fram intervall och nivåer för fluktuerande havsyta - dvs hur ofta är det högvatten vid en viss nivå. Utredningsområdet blir påverkat från +180 cm och uppåt. Vid vissa förhållanden kan + 80 cm uppstå pga vinduppstuvning och våghöjder och vi kan konstatera att detta är en viktig faktor som läggs till på aktuell havsytenivå. Detta innebär att utredningsområdet kan bli påverkat långt innan havsytan har nått sin maximala nivå om väderförhållandena är ogynnsamma. Frekvensanalysen anger hur ofta respektive havsytenivå förekommer från medelvattenstånd och upp till maxnivå.

Frekvenstabellerna indikerar att höga vattenstånd uppstår mestadels i perioden november till mars.

> År 2035 i perioden november till mars uppstår högvattennivå +100 cm RH2000 ca 7 timmar varje månad.

> År 2050 i perioden november till mars uppstår högvattennivå +110 cm RH2000 ca 7 timmar varje månad.

> År 2100 i perioden november till mars uppstår högvattennivå +180 cm RH2000 ca 7 timmar varje månad.

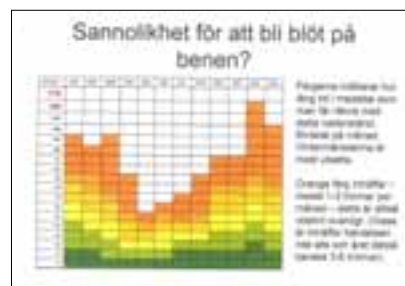
Tidsperioden angiven ovan innebär inte att respektive högvattennivå inträffar varje månad 7 timmar utan kan utebli någon månad och något år. Angivelsen ovan indikerar att det är en nivå som inte är ovanligt förekommande. Vidare kan man konstatera att extrema högvatten uppstår under kortare tidsperioder och för att sedan dra sig tillbaka.



SMHI rapport

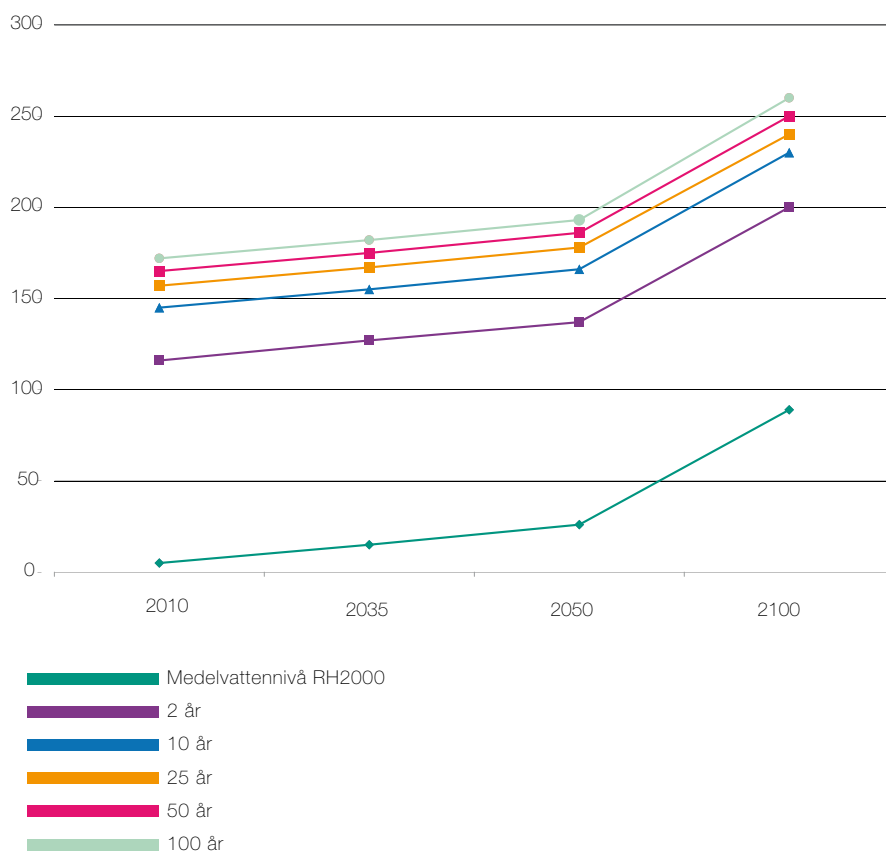
Helsingborgs kommun			
PM Tolkning av framtida vattennivåer i Helsingborg			
			
Projekts namn: Helsingborg Klimat	Projekt nr: 12801584		
Projektleddare: Erik Mårtensson	Beställare: Helsingborgs kommun		
Kvalitetsansvarig: Dick Karlsson	Beställarens ombud: Widar Narvelo		
Handläggare: Anna Karlsson	Granskad av / datum: Erik Mårtensson / 2010-12-06		
Rapport version: PM framtida havsnivåer	Godkänd av kvalitetsansvarig / datum: Dick Karlsson / 2010-12-06		
Uppdragsnummer 12801584	Göteborg 2010-12-06		

DHI rapport

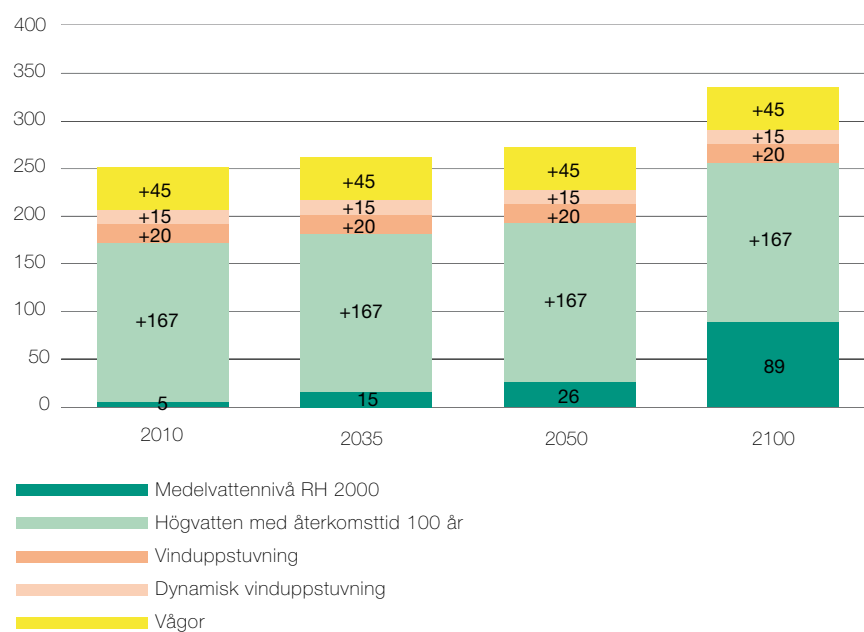


SMHI frekvensanalys

Medelvattennivå och extremnivåer med återkomsttid
(exl. vinduppstuvning och vågor)



Riktvärden för havsnivåhöjning med extremnivå med 100 års återkomsttid samt vinduppstuvning och vågor i Helsingborg (RH2000)

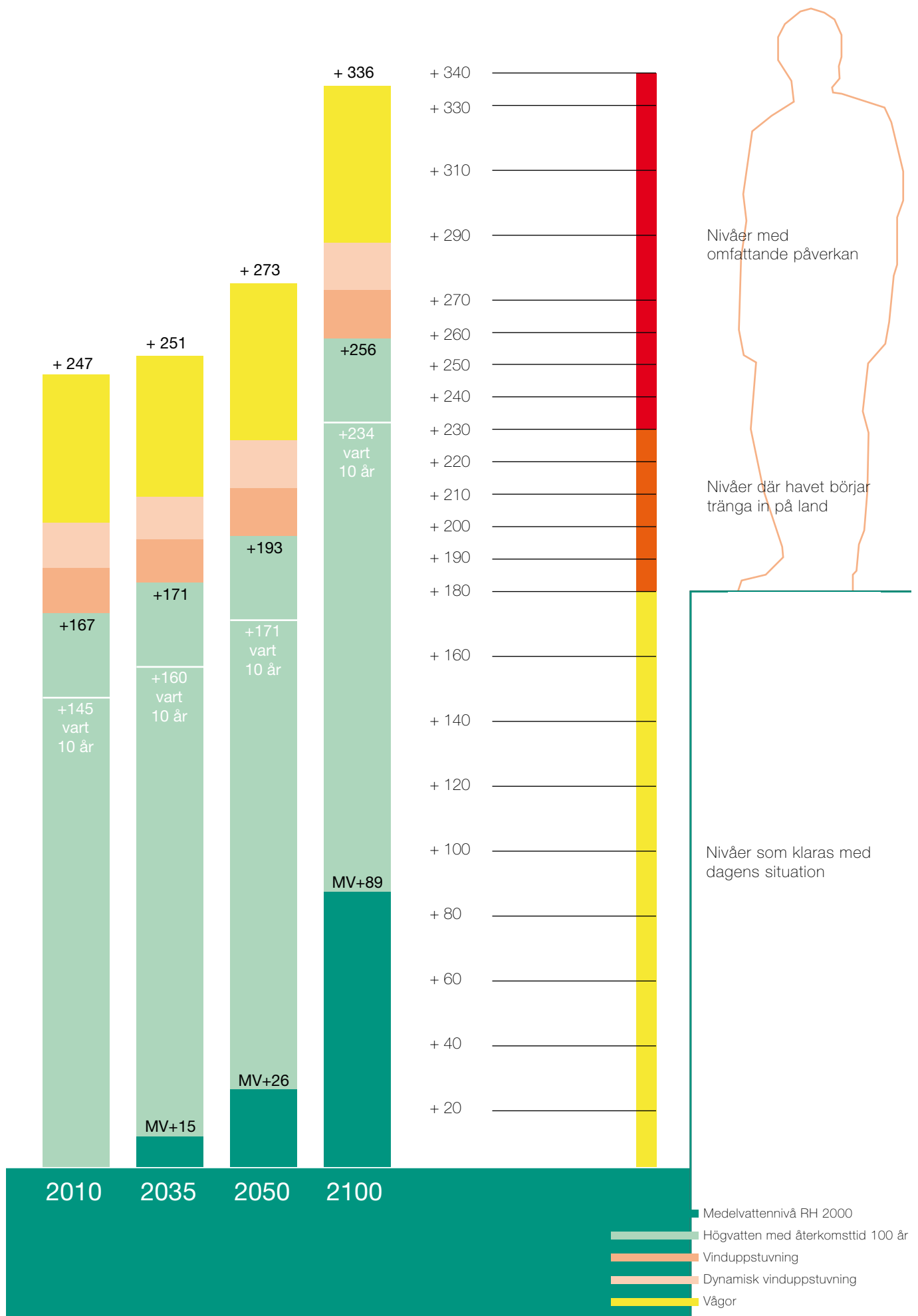


Sammanfattande illustration

SMHI och DHI har angivit medelnivåer för havsytan för åren 2035, 2050 och 2100 och nivåer för respektive år vid extrema högvatten. I denna utredning så har vi valt att först fokusera på en sårbarhetsanalys för Nordhamnen, Västhamnen/Sydhamnen och Bulkhamnen för att studera vilka nivåer som är kritiska. När börjar havsvattnet att tränga in över land och vad får det för konsekvenser?

Medelnivån på områdets kajer och kanter mot vattnet är ca + 180 cm. Över denna nivå börjar vattnet att tränga in och upp till +270 cm sker den mesta utbredningen. Över + 270 cm tränger vattnet marginellt vidare in på land. Vattnet på land blir dock djupare.

Illustrationen sammanfattar de nivåer som finns angivna av SMHI och DHI. Tillsammans med rådande landnivåer kan vi studera vilka havsytenivåer som är kritiska och när i tiden de kan inträffa.



Dagsläge +180 cm

Dagens nivå på kajer längs havet i utredningsområdet som omfattar Norra hamnen, Västhamnen, Sydhamnen och Bulkhamnen ligger på ca +180 cm över dagens medelvattennivå. I det fall att vattennivån närmar sig +180 cm RH 2000 uppstår inga översvämningsproblem på land. Hamnens verksamhet får dock problem eftersom kajer, fender-tar och ramper inte möjliggör för fartyg att angöra.



Extremnivå +336 cm

Denna nivå uppstår i extremfall då högvatten når som högst i kombination med ogynnsamma väderförhållanden som ger vinduppstuvning och vågor. Extremnivån +336 cm RH2000 är inte en långvarig nivå enligt SMHI's rapport utan uppstår i väldigt sällsynta fall och under ett fåtal timmar.





Norra Hamnen med Knutpunkten

Hamninloppet till marinan



Marinan vid H99 i Norra Hamnen

H99 och Dunkers kulturhus



Oceanpiren och Norra Hamnen

Sårbarhetsanalys

Sårbarhetsanalysen är genomförd med hjälp av GIS. Underlaget är en noggrant inmätt terrängmodell. Sårbarhetsanalysen har genomförts genom simulering av stigande vattennivåer med 1 dm intervall i spannet +180 cm till +320 cm över dagens medelvattennivå med avsikt att studera vilka geografiska områden och verksamheter som påverkas.

Sårbarhetsanalys +190 cm

När vattnet når + 190 cm RH 2000 börjar det att rinna in över land.

Nordhamnen

- > Pirarna till Nordhamnen översvämmas vilket också innebär att de delvis förlorar sin funktion som vågbrytare.
- > Uppmarschområdet och östra sidan av Oceanpiren är de första platserna i Södra hamnen som blir påverkade.

Västhamnen

- > Vattnet når den nordvästra kanten av Pelletsldan.
- > Pirarna till Västhamnen blir översvämmade.

Bulkhamnen

- > Pirarna till Bulkhamnen blir översvämmade.



Sårbarhetsanalys +230 cm

Förutom den påverkan som skett för nivå + 190 cm RH2000 och som förvärras i nivå + 230 cm RH2000 tillkommer följande:

Nordhamnen

- > Vattnet når Knutpunkten.
- > En längre sträcka längs Järnvägsgatan vid Knutpunkten fylls med vatten.
- > Vattnet når dagens södra tunnelmynning
- > Inströmningen av vatten från Oceanpiren och Uppmarschområdet når Ikeas huvudkontor, Bredgatan och Campus.
- > Kombiterminalen översvämmas både av vatten från Oceanhamnen och Västhamnen.

Västhamnen

- > Hamnverksamheten vid containerhamnen översvämmas.
- > Vatten rinner in i området med oljecisternerna.

Sydhamnen

- > Lantmännens silos översvämmas.
- > Området kring Unilever påverkas.

Bulkhamnen

- > Vatten rinner in söderifrån på Kemiras område.

Övrigt

- > På denna nivå strömmar vattnet in och skapar kontakt mellan Sydhamnen/Oceanhamnen och Västhamnen.





Sårbarhetsanalys +270 cm

Förutom den påverkan som skett för nivå + 190 cm RH2000 och nivå + 230 cm RH2000 och som förvärras i nivå + 270 cm RH2000 tillkommer följande:

Nordhamnen:

- > Vattnet flödar längre in på Järnvägsgatan och når byggnaderna på gatans östra sida.
- > Campus vid Bredgatan påverkas.
- > Vattnet når reningsverket. Reningsverket ligger högt och påverkan är oklar.

Västhamnen

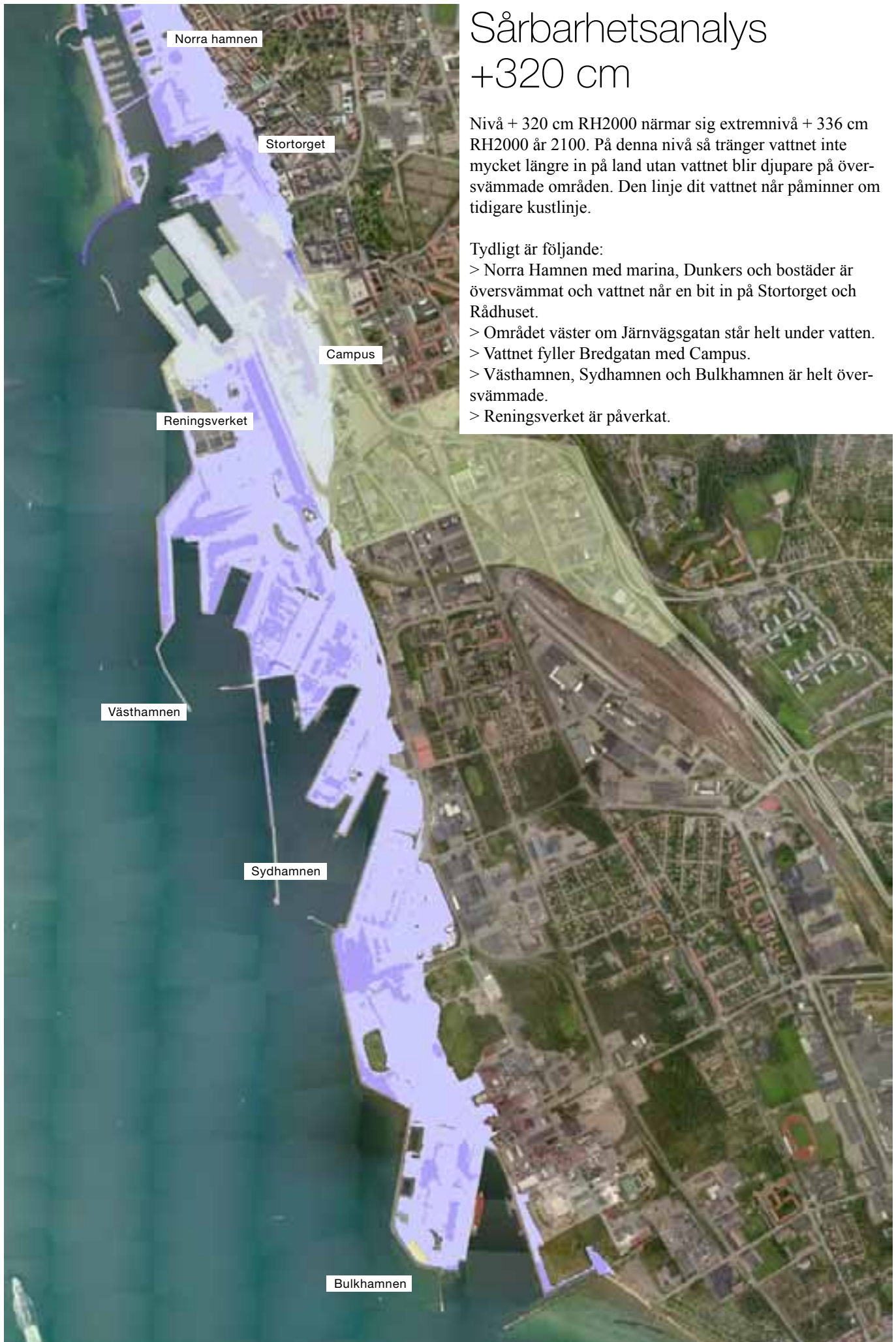
- > Västhamnsverket översvämmas.

Sydhamnen:

- > Vattnet når Öresundsterminalen.
- > Vidare inföde av vatten på Unilevers område.

Bulkhamnen

- > Kemiras område är översvämmat



3 scenarion - 3 nivåer

Utvecklingen av skyddet för stigande hav i Helsingborg kan ske på många sätt. För att skapa en mångfald av möjligheter och lösningar och ett underlag för diskussion om vad som skall skyddas har arbetsgruppen definierat tre möjliga skyddslinjer:

FÖRSVAR

Denna skyddslinje innebär att dagens vattenkant utgör linjen även för framtida skydd. Med åtgärder i detta scenario är målet att kunna bedriva verksamhet i hamnen i den utsträckning som görs idag och att staden skyddas.

Förvarsscenariot för nivå + 270 cm RH2000 innebär att ca 16 km kustlinje i utredningsområdet behöver åtgärdas.

RETRÄTT

Reträtt innebär att vissa områden tillåts svämma över och gränsen för stigande hav går längre in än dagens vattenkant. Översvämningarna som kommer att ske framöver kommer att vara under kortare tidsperioder och därför kan man tänka sig att områden av mindre viktig betydelse kan tillåtas att översvämmas. Reträttlinjen angiven i detta dokument har inte noggrant analyserats utan visar på en möjligt förhållningssätt. Är detta scenario ett alternativ så behöver en noggrannare analys göras om var vatten får strömma in och konsekvenserna av detta.

Reträttscenariot för nivå + 270 cm RH2000 innebär att ca 9 km åtgärder i utredningsområdet behöver genomföras.

ATTACK

Attack innebär att portar till hamninloppen kan stänga ute stigande vatten och att en kortare sträcka längs kustlinjen sålunda behöver utgöra skydd. I övrigt så skapas skydd i dagens vattenlinje.

Attackscenariot för nivå + 270 cm RH2000 innebär att ca 7 km kustlinje i utredningsområdet behöver åtgärdas. En omfattande åtgärd i detta alternativ är 5 st hamninlopp som behöver skyddas med portar.

EN KOMBINATION

Framtida lösningar kommer med stor sannolikhet att innebära kombinationer av ovan beskrivna scenarion. Utredningen syftar till att undersöka två extremfall förutom förvarsscenariot för att tydliggöra möjligheterna.

3 NIVÅER

Åtgärdsanalys för respektive scenario sker för 3 nivåer:

> + 190 cm RH2000

> + 230 cm RH2000

> + 270 cm RH2000

I bilderna anges höjd på skyddsåtgärd för att klara respektive nivå.

Försvar

Denna skyddslinje innebär att dagens vattenkant utgör linjen även för framtida skydd. Med åtgärder i detta scenario är målet att kunna bedriva verksamhet i hamnen i den utsträckning som görs idag och att staden skyddas.

Förvarsscenariot för nivå +270 cm innebär att ca 16 km kustlinje i utredningsområdet behöver åtgärdas.

Försvar +190 cm

För nivå +190 cm RH2000 i försvarsscenarioet kan vi konstatera följande:

- > Vissa kajer i Nordhamnen behöver höjas. Främst vid Norra Hamnen och Inre hamnen och vid uppmarschområdet.
- > Pirarna kring hamninloppet till Nordhamnen behöver kompletteras.
- > Kaj vid uppmarschområdet behöver höjas.
- > Kaj vid Pelletsladan behöver höjas.

Merparten av åtgärderna är av låg höjd - dvs upp till 3 dm. Pirarna behöver höjas över 8 dm.



Försvar +230 cm

För nivå +230 cm RH2000 i försvarsscenarioet kan vi konstatera följande:

- > I princip hela Nordhamnen måste åtgärdas.
- > Pirarna till Nordhamnen behöver kompletteras ytterligare.
- > Kaj vid Pelletsldan behöver höjas.
- > Kajer i Västhamnen och Sydhamnen behöver höjas.
- > Åtgärder i södra delen av Sydhamnen och norr om Kemira behöver genomföras för att säkra Unilever.
- > Pirar till Bulkhamnen behöver höjas.

Åtgärderna är av varierande höjd - merparten i spannet upp till 5 dm.



Försvar +270 cm

För nivå +270 cm i försvarsscenarioet kan vi konstatera följande:

> I princip hela kustlinjen i utredningsområdet behöver skyddas. Några mindre sträckor klarar sig utan åtgärd.

Åtgärderna är av varierande höjd - merparten i spannet över 5 dm



Reträtt

Reträtt innebär att vissa områden tillåts svämma över och gränsen för stigande hav går längre in än dagens vattenkant. Översvämningarna som kommer att ske framöver kommer att vara under kortare tidsperioder och därför kan man tänka sig att områden av mindre viktig betydelse kan tillåtas att översvämmas. Reträttlinjen angiven i detta dokument har inte noggrant analyserats utan visar på en möjligt förhållningssätt. Är detta scenario ett alternativ så behöver en noggrannare analys göras om var vatten kan få strömma in och konsekvenserna av detta.

Reträttlinjen (på bilderna markerad med vit linje) är dragen från Knutpunkten till Campus och vidare längs Sjögatan och ner till Kemira. Reträttlinjen är även slagen runt några funktioner: Reningsverket, Pelletsladan och Oljecisternerna.

Reträttscenariot för nivå + 270 cm RH2000 innebär att ca 9 km åtgärder i utredningsområdet behöver genomföras.

Reträtt +190 cm

För nivå +190 cm RH2000 i reträttscenariot kan vi konstatera följande:

> En mindre bit kaj i Inre Hamnen vid Marina Plaza och Knutpunkten behöver höjas.



Reträtt +230 cm

För nivå +230 cm RH2000 i reträttscenariot kan vi konstatera följande:

- > Kajer i Inre Hamnen behöver höjas.
- > En ny kant öster om uppmarschområdet behöver göras för att skydda dagens tunnelmynning.
- > Åtgärder kring Pelletsadan behöver göras.
- > Så även vid oljecisternerna.
- > Mindre åtgärder behöver göras vid Unilever.
- > Åtgärder i Bulkhamnen vid Kemira behöver göras.



Reträtt +270 cm

För nivå +270 cm RH2000 i reträttscenariot kan vi konstatera följande:

- > Kajer i Inre Hamnen behöver höjas.
- > Kant öster om uppmarschområdet behöver göras för att skydda dagens tunnelmynning och Campus/Bredgatan
- > Åtgärder kring hela Pellettsladan behöver göras.
- > Så även vid oljecisternerna.
- > Åtgärder behöver göras vid Unilever i en längre sträcka.
- > Åtgärdes i Bulkhamnen vid Kemira behöver göras.



Attack

Attack innebär att portar till hamninloppen kan stänga ute stigande vatten och att en kortare sträcka längs kustlinjen sålunda behöver utgöra skydd. I övrigt så skapas skydd i dagens vattenlinje.

Den övervägande nackdelen för detta scenario är att när portarna vid hamninloppen är stängda så kan inga fartyg trafikera hamnarna. (Attacklinje markerad med vit linje).

Attackscenariot för nivå + 270 cm RH2000 innebär att ca 7 km kustlinje i utredningsområdet behöver åtgärdas. En omfattande åtgärd i detta alternativ är 5 st hamninlopp som behöver skyddas med portar.

Attack +190 cm

För nivå +190 cm RH2000 i attackscenariot kan vi konstatera följande:

- > 5 stycken portar vid hamninloppen behöver göras för att skydda innanförliggande lägre kajer och kanter.
- > Åtgärder vid Pelletsladan behöver göras.



Attack +230 cm

För nivå +230 cm RH2000 i attackscenariot kan vi konstatera följande förutom att 5 stycken portar vid hamninloppen behöver göras:

- > Åtgärder vid Pelletsladan behöver göras.
- > Pirarna vid Västhamnen, Sydhamnen och Bulkhamnen behöver åtgärdas
- > En längre sträcka i Västhamnen och Sydhamnen norr om Kemira behöver åtgärdas för att skydda bla Unilever.



Attack +270 cm

För nivå +270 cm RH2000 i attackscenariot kan vi konstatera följande förutom att 5 stycken portar vid hamninloppen behöver göras:

- > Åtgärder vid Pelletsladan behöver göras.
- > Pirarna i Västhamnen, Sydhamnen och Bulkhamnen behöver åtgärdas
- > Piren vid marinan i Norra Hamnen behöver höjas.
- > En längre sträcka i Västhamnen, Sydhamnen och norr om Kemira behöver åtgärdas för att skydda bla Unilever.



Ishøj strand - Köpenhamn



Portar i Themsen - London



Illustration - flytande stadsdel

Idékatalog och anpassningsåtgärder

Idékatalogen består av exempel på olika lösningar/angripssätt som kan användas för att möta problemet med stigande havsnivåer. Anpassningsåtgärderna visar på kompletteringar som kan genomföras i samband med ny- och ombyggnad av mark, vägar och byggnader för att minimera riskerna.



Flytbryggor i Hafencity - Hamburg

Illustration - Hafencity - Hamburg



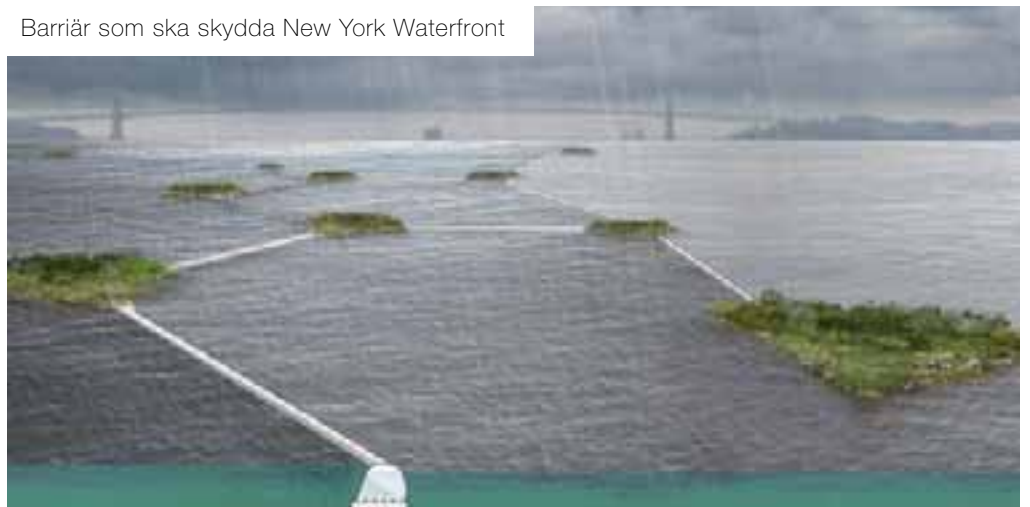


Kompletterande skydd med glas



Byggnader på pelare - Sluseholmen - Köpenhamn

Barriär som ska skydda New York Waterfront

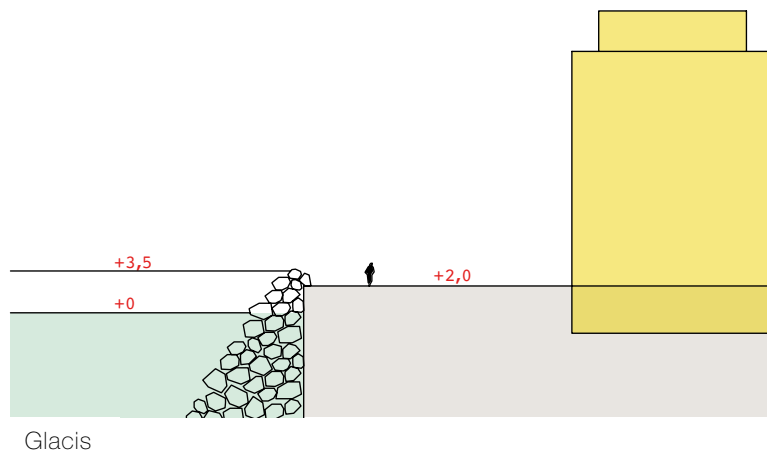


Översvämningstålig kajpromenad Hafencity - Hamburg

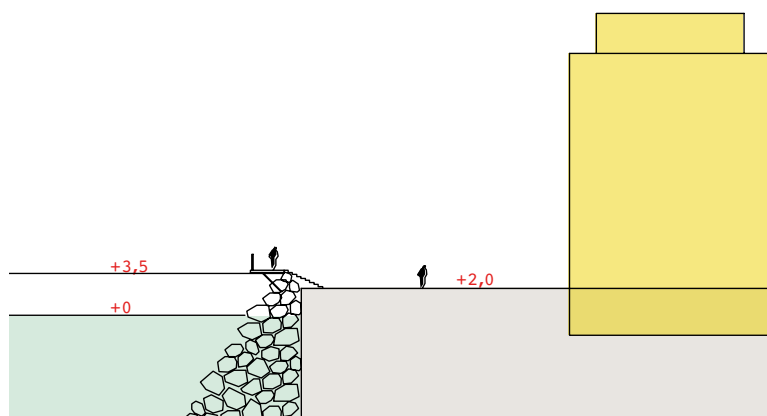


Flytande byggnad





Berlinerspont

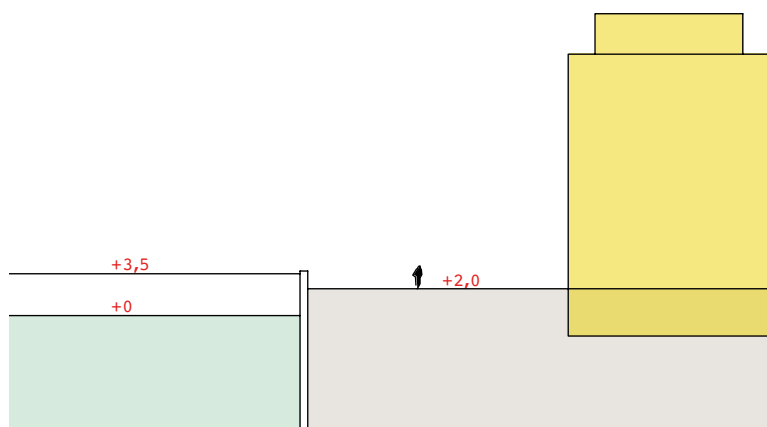
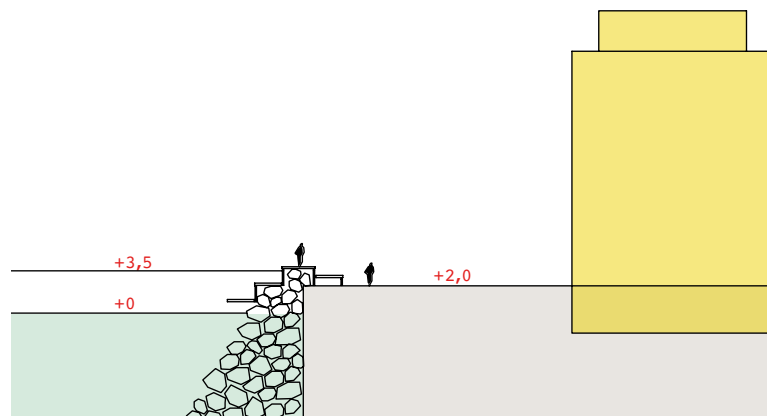


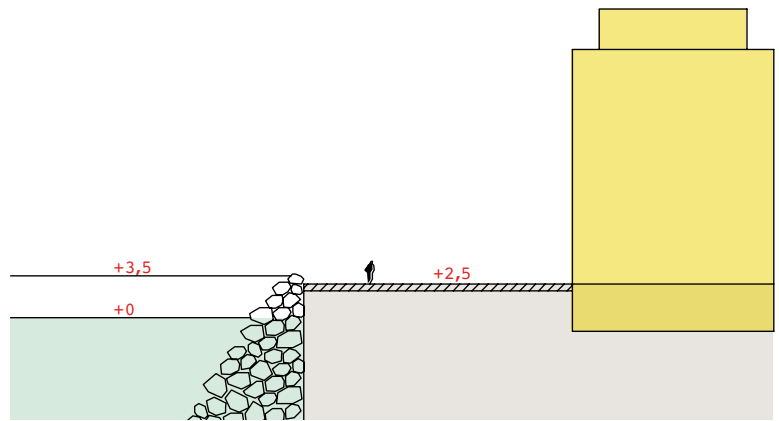
Principsektioner

Sektionerna visar lösningar på höjning och förstärkning av kajkant. En förutsättning i utredningen är att undersöka hur åtgärderna för stigande havsnivå kan genomföras med bibehållna och utvecklade stadskvaliteter. Framförallt Södra Hamnen runt Oceanpiren kommer att vara en destination för Helsingborgarna med stadsliv och rekreativsmöjligheter. I detta perspektiv skall inte skyddet skapa barriär mellan kajstråk, byggnader och havet.

Sektionerna till vänster visar mur och glacis utan bakomliggande utfyllnad av mark vilket innebär att man behöver komplettera skyddet med trappor och konstruktioner för att komma nära vattnet. Glacis är en mur av staplad sten och måste förstärkas med mur för att vara tät.

Sektionerna till höger visar utfyllnad av bakomliggande mark. Detta kommer att möjliggöra utsikt över havet oavsett lösning.

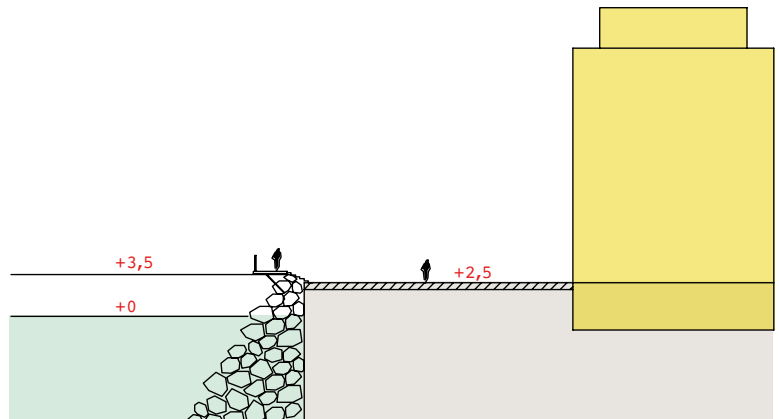




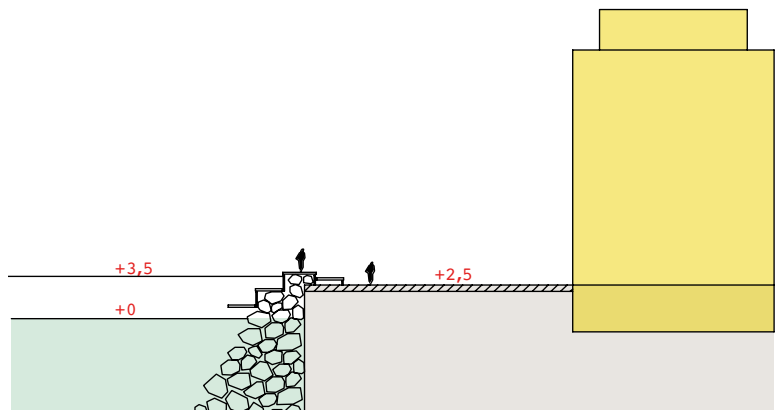
Glacis i kombination med 0,5 m uppfyllnad



Träspont



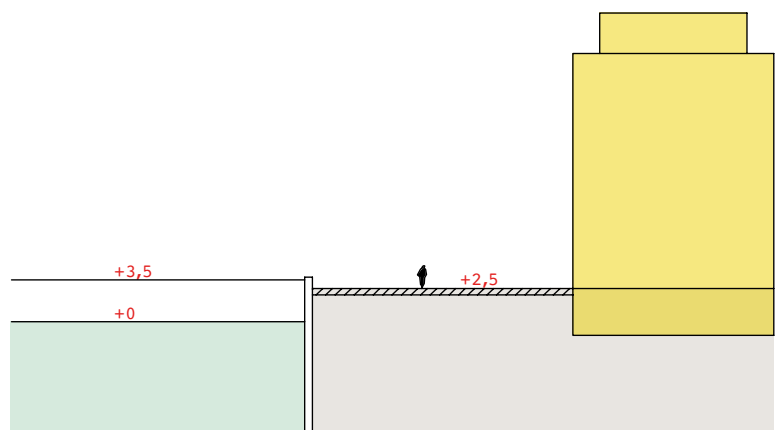
Glacis med trappor och brygga och 0,5 m uppfyllnad



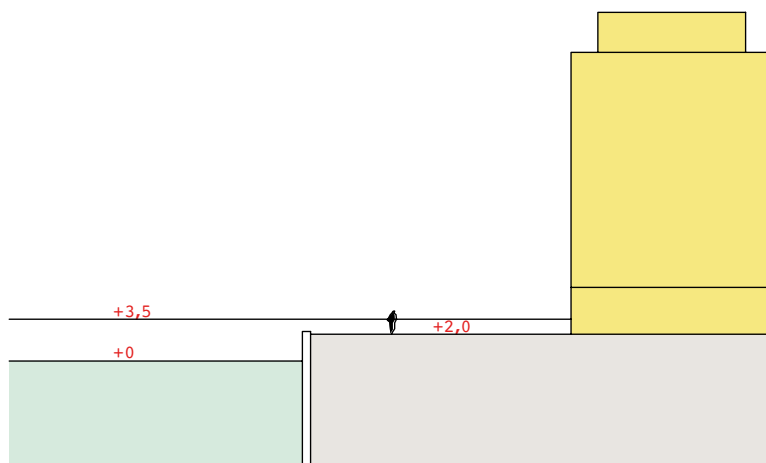
Glacis med bryggor och 0,5 m uppfyllnad



Mur med glas



Mur i kombination med 0,5 m uppfyllnad

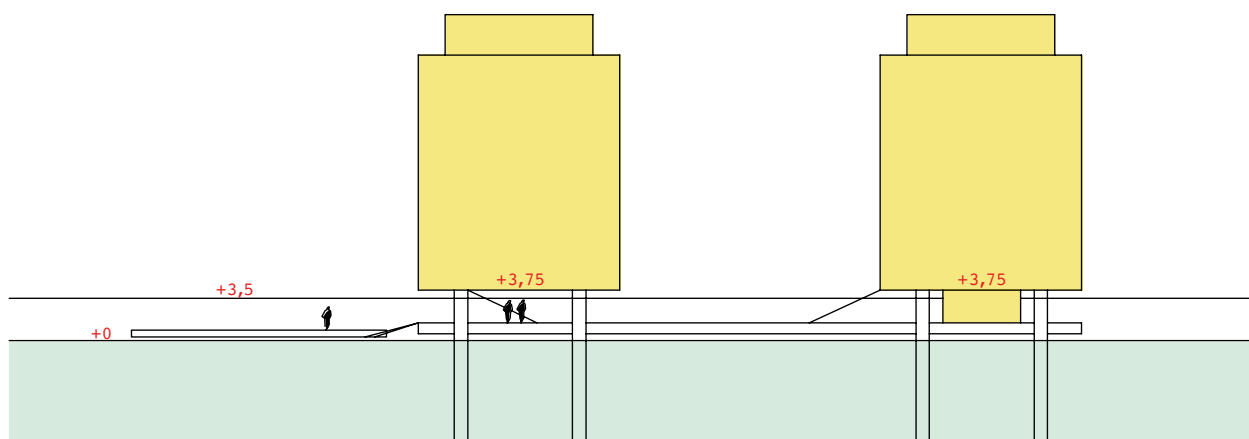


Skydd i byggnaden

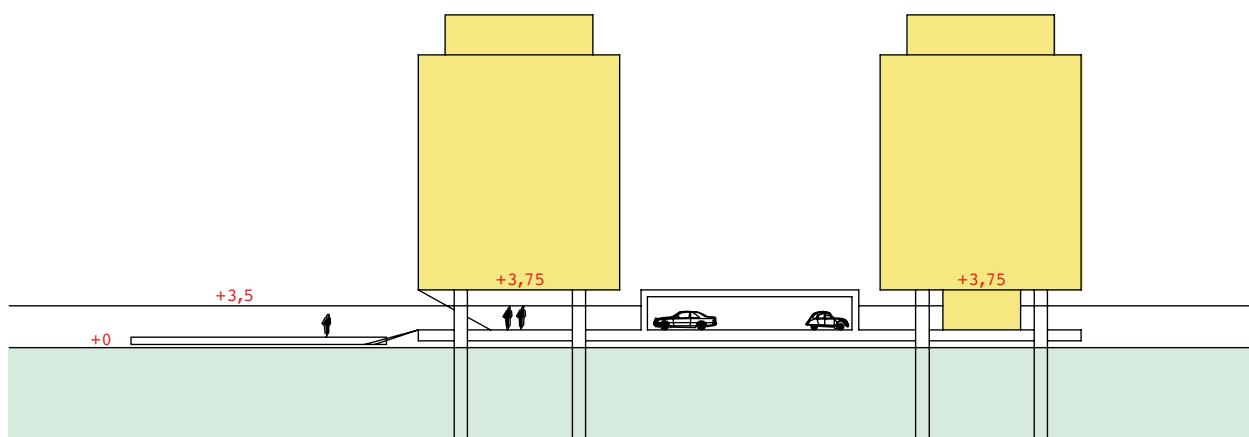
Principsektioner

Sektionerna till vänster visar lösningar som kan tillåtas att svämma över vid extrema nivåer. Exempel på detta finns bl a i Hafencity i Hamburg och på Teglverksholmen i Köpenhamn. Skyddet för vattnet görs i byggnaderna och utmaningarna är att kunna kombinera detta skydd med tex öppna bottenvåningar för handel, restauranger och service. Skall det finnas öppningar i byggnadernas socklar så måste de kunna stängas med portar. Det tenderar då till att bli en mindre mängd öppen bottenvåning än om skyddet hade varit utanför byggnaden.

Sektionerna till höger visar lösningar för att komma så nära vattnet som möjligt trots att utfyllnad sker för att klara extrema nivåer.

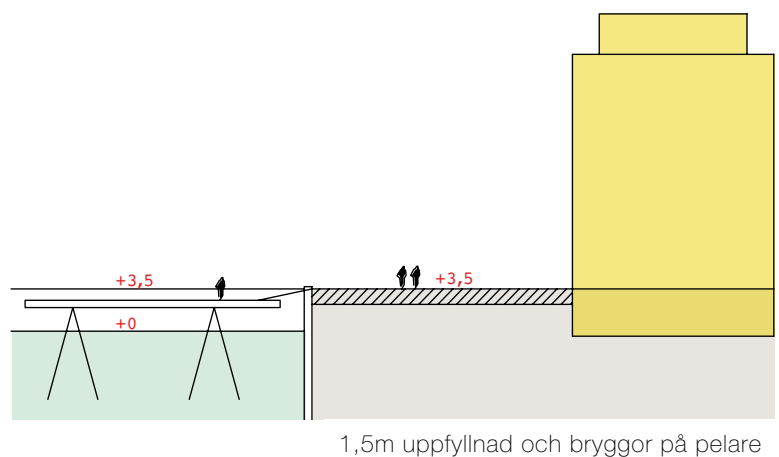
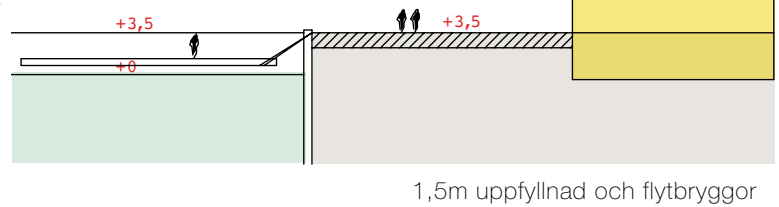
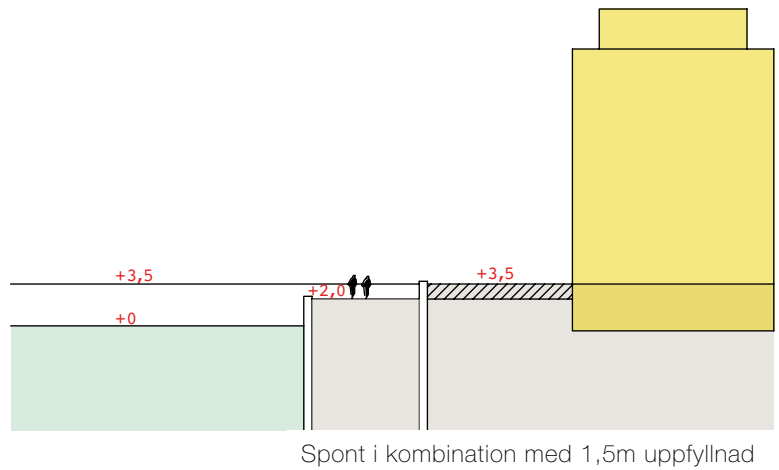


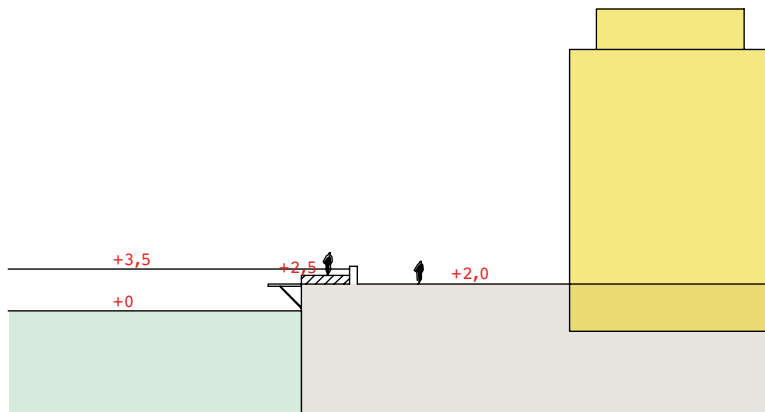
Byggnader på pelare med översvämningsbar yta



Byggnader på pelare och garage med översvämningsbar yta







Förhöjd marknivå utanför mur

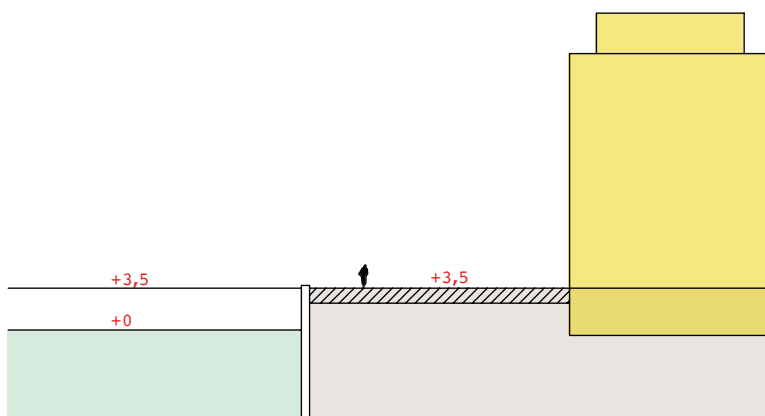
Översvämningstålig parkmark i Hammarby Sjöstad



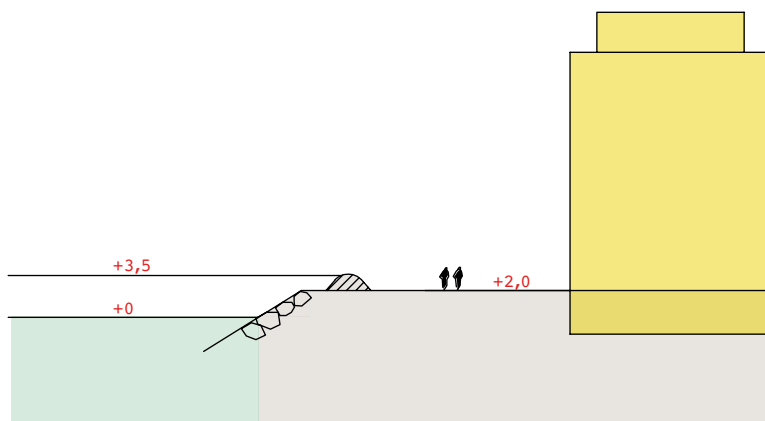
Principsektioner

Sektionerna till vänster visar lösningsalternativ som kompletterar tidigare presenterade sektioner. Kombinationer av utfyllnad och murar för att skapa en sammansatt situation längs vattnet, utfyllnad av mark och kaj till extremnivå samt vall som en möjlighet i icke stadsnära miljö.

Sektionerna till höger visar översvämningsbara miljöer. Det är ett sätt att successivt trappa kajer och platser för att komma nära vattnet. Översilningsytor kan fungera som grönstråk genom bebyggelse.

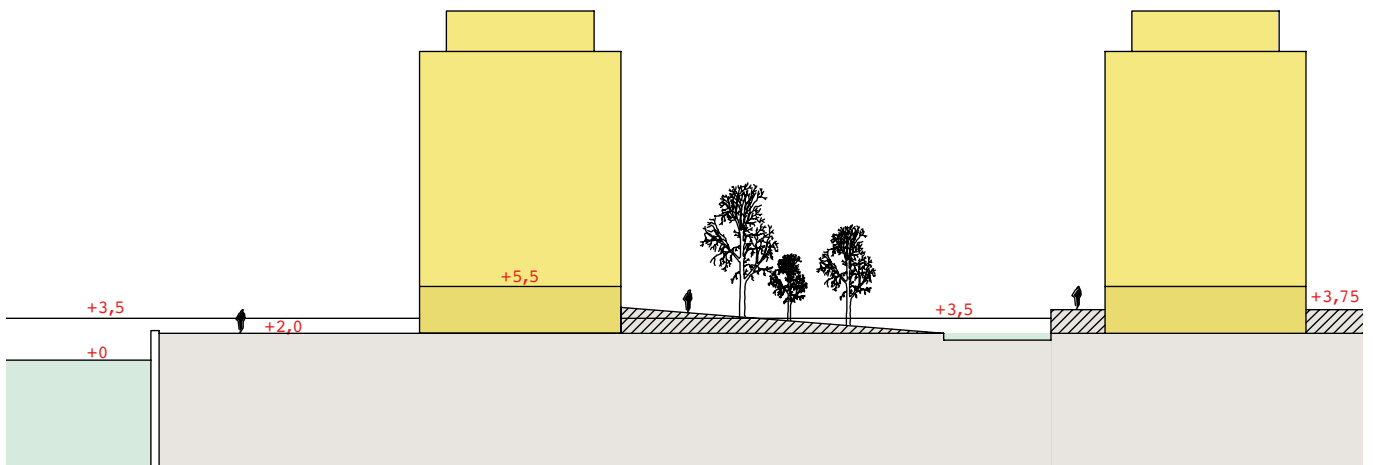


Förhöjd marknivå



Glacis och vall

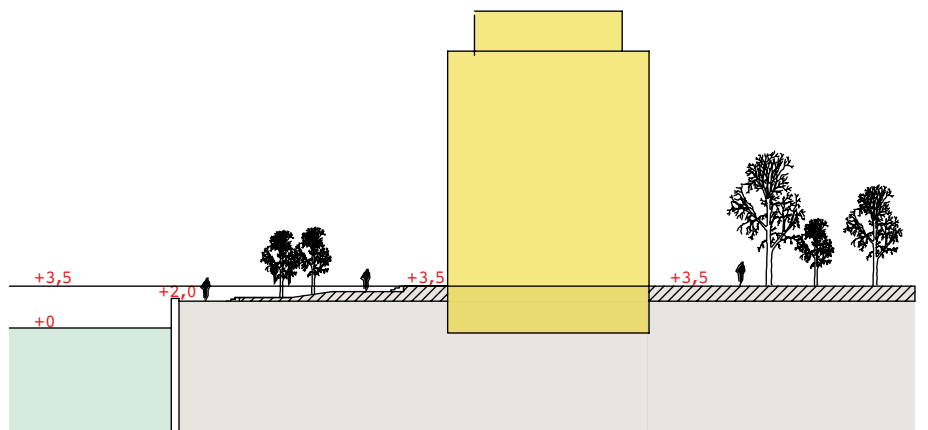




Översvämningståligt inre rekreationsstråk med kanal



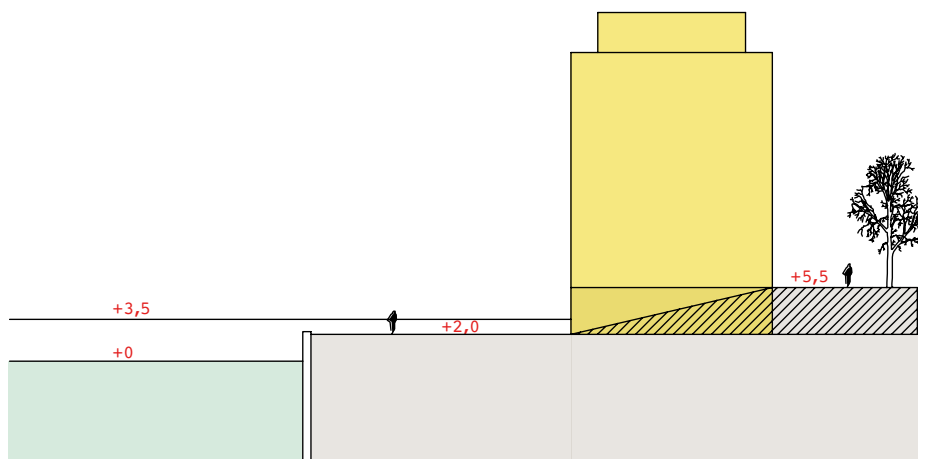
Översvämningstålig parkmark i Hammarby Sjöstad



Översvämningståligt rekreationsstråk



Hafencity - Hamburg



Skydd i byggnaden och förhöjd innergård

Temporär gångbana St Markusplatsen i Venedig



Temporärt skydd



Fyllnadsbara tuber som temporärt skydd

Temporära åtgärder

Bilderna visar temporära åtgärder som kan användas vid höga vattennivåer. Temporära skydd används ofta i kombination med existerande skydd som tex byggnader och vägar. Man skyddar då en mindre sträcka. Dessa åtgärder är sällan heltäckande utan syftar till att minimera skadeverkningarna. I tex Venedig så lever man med återkommande höga vattennivåer som översvämmar staden. Klaffar i dörröppningar och uppfällbara hinder skyddar bostäderna för att bli översvämmade. På Markusplatsen används ett system av gångbroar som gör att man kan ta sig torrskodd över torget.



Fyllnadsbara tuber som temporärt skydd

Uppfällbart temporärt skydd





Mur med glas



Vall vid Lagan



Mur som skyddar i Hamburg

Murar och vallar

Murar och vallar är typiska skydd mot översvämningar. Problemet med permanenta höga skydd är att de bildar barriärer under omständigheter som är normala. Möjligheterna att låta en del av muren vara transparent eller med portar gör att barriäreffekten minskar. Skyddet kan delas upp i flera nivåer med trappor som gör att man kan komma nära vattenytan. Vid extrema förhållanden översvämmas delar av miljön.

Mur i Havanna



Vall med membran



Vall i Skottland

Ishøj strand - Köpenhamn



Portar i Themsen - London

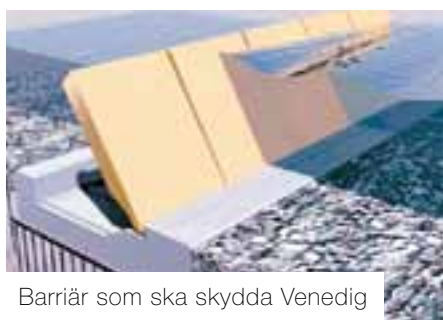
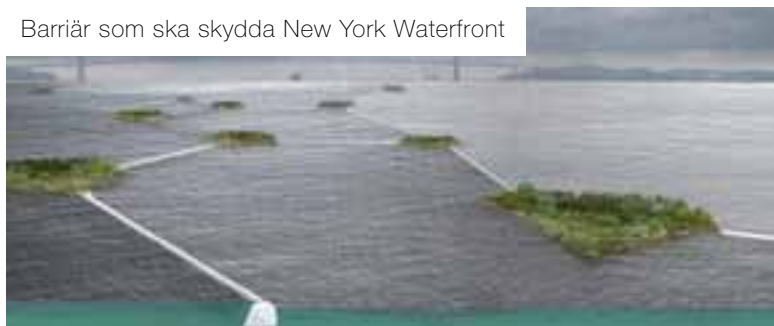


Portar i Holland

Barriärer och portar

En möjlighet att skydda kuststräckor och städer från översvämningar är att skapa skydd mot havet där vatten tränger in - tex hamn-, kanal- och flodinlopp. Nackdelen med portar är att de transporter som är beroende av att passera porten under högvatten inte kan göra detta. En möjlighet är att använda sig av slussar.

Barriär som ska skydda New York Waterfront



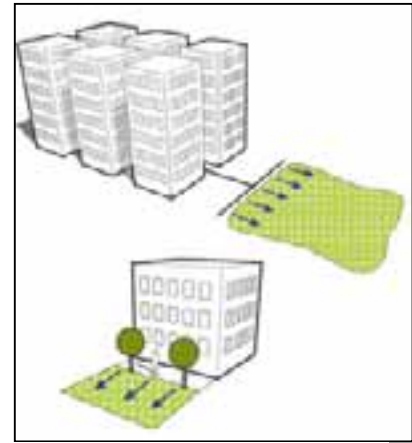
Barriär som ska skydda Venedig



Framtidsvision av vattenskyddat Malmö



Översvämningstålig parkmark i Hammarby Sjöstad



Principskiss av översilningszoner

Översvämningsbara miljöer

Översvämningsbara miljöer konstrueras så att de kan fungera som buffert och magasin vid händelse av översvämning. I normala fall kan en översvämningsbar yta vara en park eller ett grönstråk i bebyggelse som även tar hand om dagvatten.

Översilningsyta



Flytande konstruktioner

Flytande konstruktioner är inte beroende av vattenytans nivå i mer än anslutningen till fast mark. Byggnader, pontonbryggor etc som flyter möjliggör en nära kontakt med vattnet.



Villa näckrosen



Flytande villor



Husbåtar



Flytande hotell

Konsekvenser av stigande havsnivå på anslutande system

Som tidigare nämnts omfattar denna utredning enbart isolerade konsekvenser av en stigande havsnivå. I verkligheten är vattnet en del av ett såväl tekniskt som hydrogeologiskt system/kretslopp, och kommer på det viset att högst sannolikt medföra stora sekundära konsekvenser för staden om inte åtgärder planeras och genomförs.

Exempel på sådana konsekvenser kan vara översvämningar på grund av dämningseffekter i spill- och dagvattenssystem eller kraftig nederbörd i samband med vattenmättad mark och fulla ledningssystem. Det kan också handla om inträngning av saltvatten i brunnar och urlakning av markföroreningar i samband med stigande grundvatten. I förlängningen kan vi konstatera de konkreta skador som kan uppkomma i form av t.ex. fuktskadade byggnader, kortslutning av elnät, underminering av byggnaders och anläggningars grundläggning, spridning av föroreningar i mark m.m.

Utan att ha gått på djupet i dessa frågor, tycker vi oss ändå kunna se att den utredningsmässigt mest akuta och viktigaste aspekten för staden, är omhändertagandet av spill- och dagvatten, där dagvattnet står för de största och mest fluktuerande flödena. Dagvattnet kräver därför mest insatser i form av nya utjämningsmöjligheter och pumpningar i samband med extrema nivåer. Om detta system utformas på ett adekvat sätt, så får vi en dräneringsnivå som bl.a. håller husgrunder torra och bryter ett eventuellt stigande grundvatten m.m.

Vi ska dock vara på det klara med att omhändertagandet av dagvattnet inte kan lösas isolerat i H+-området. Det dagvattenssystem som återfinns inom H+ avvattnar stadsdelar längre uppströms. För att möta höga havsvattennivåer som tränger bakåt i systemet, i kombination med kraftig eller ihållande nederbörd, krävs mycket stora magasin, ovan eller under jord. En utredning av en systemlösning för att möta detta är angelägen, inte minst för H+.

Vidare studier

Dagvatten

Utredningen bör omfatta kända dagvatten- och spillvattenledningar samt äldre dräningar mm. Känner man till alla kopplingar ut mot havet? Tänk över principen att låta allt dagvatten gå till utjämning före vidare utlopp till havet och att detta utlopp måste kunna stängas. Vid låg havsnivå kan vattnet gå med självfall. Vid hög nivå stängs magasinet av mot havet och allt dagvatten pumras ut. Var i staden kan vatten magasineras?

Effekter på befintliga markföroreningar

Utred ökad mobilitet och ökad risk för exponering om förorening förs med upp mot markytens läge av höjd grundvattennivå. Accentuerad påverkan på dagvattenkvaliteten.

Effekter på grundvattnet

Finns det en ökad risk för stabilitetsproblem med avseende på djupa konstruktioner som utsätts för höga grundvattentryck? I allmänhet kan antas att dräneringssystem kring byggnader och konstruktioner, via permeabel kringfyllning, tillser att höga grundvattentryck ej uppstår. Det baseras dock på ett fungerande dagvattensystem. Finns det risk för saltvatteninträngning, ökade kloridhalter och accentuerad korrosion på undermarkskonstruktioner av stål?

Åtgärder

Studier krävs för att analysera nödvändig konstruktion av skydd. Hur skall murar och vallar utformas så att inget vatten kan tränga in under skyddet - dvs hur djupt måste skyddet vara under marknivå för att vara tätt? Täta skydd med stort djup medför att grundvattnet stiger på skyddets insida vilket kräver åtgärder för dränering och pumpning.



Bad och grill på Teglverksholmen



Stormen Per på västkusten

Slutsats

Denna utredning syftar till att redovisa översvämnings effekterna vid stigande havsnivåer och behovet av skyddsåtgärder för att möta kommande höjning av havsyttnivån som en konsekvens av klimatförändringarna. Höjningen sker successivt och över lång tid vilket innebär att det finns tid att komplettera skyddet för att säkra Helsingborg framöver. H+ området kommer att färdigställas fram till 2035 vilket innebär att merparten av de situationer som är kritiska för inflödet av havsvatten kommer att bebyggas. I dessa situationer är det viktigt att i planeringen och genomförandet ta hänsyn till extremnivån + 336 cm RH2000 för 2100. Västhamnen, Sydhamnen och Bulkhamnen kommer på 100 års sikt att utvecklas och förnyas. Även här måste hänsyn tas till extremnivån 2100 för att kunna säkerställa att hamnverksamheten kan fortgå.

Slutsats 1:

Dimensionerande nivå att ta hänsyn till i fortsatt arbetet i H+ rörande stigande havsnivå är +3,5 m RH2000. Detta innebär en justering av dimensionerad nivå angiven i ÖP2010.

Rapportens tre scenarior – försvar, reträtt och attack – är ett sätt att skapa tre lägen för skyddet mot inträngande havsvatten. Vi kan konstatera att attackalternativet med portar i hamninloppen får konsekvensen att all hamnverksamhet måste stängas av vid höga nivåer vilket inte är att föredra. Detta alternativ bedöms som det minst genomförbara. Reträttalternativet innebär att vi behöver definiera vilka markområden som kan svämmas över och vad som behöver skyddas i detta område. Reträttalternativet har fördelen att en mindre längd skyddsåtgärder behöver göras för att säkra Helsingborg. Nackdelen är även här att hamnverksamheten inte kan bedrivas då fartyg inte kan angöra kaj vid högt vatten eftersom fendertar etc inte är på rätt höjd. Försvar av existerande kustlinje är kanske det mest realistiska alternativet då livet i Helsingborg kan fortgå som idag. Nackdelen är att en betydande sträcka behöver säkras. Sammanfattningsvis så kan vi konstatera att kombinationer av de tre scenariorna är fullt möjliga.

Slutsats 2:

Uteslut inte alternativ för placering av skydd. Kombinationer av attack, reträtt och försvar är möjliga.

Kritiska nivåer då vatten strömmar in över land kan förekomma redan idag vid extremt väder i kombination med högt vattenstånd. Detta innebär att Helsingborg behöver förbättra sitt skydd successivt och göra anpassningsåtgärder redan idag. I vissa lägen behövs små kompletteringar som kan genomföras i samband med ny- och ombyggnad av mark, vägar och byggnader för att minimera riskerna fram till 2050. Efter 2050 kommer det att behövas ytterligare åtgärder för att klara högre nivåer.

I arbetet har vi diskuterat adaptiva åtgärder. I vilka lägen skall vi ta sikte på extremnivå +3,5 m RH2000 och i vilka lägen skall vi komplettera successivt? Adaptiva åtgärder är en möjlighet att successivt bygga upp skyddet och inte behöva genomföra en omfattande investering långt innan en möjlig nivå uppstår. Det har varit ett av syftena med rapporten att studera havsyttnivåhöjningen successivt och föreslå åtgärder för att inte låsa sig vid extremnivån vid år 2100. Vi kan alltså se när varje given nivå kan inträffa och hur högt skyddet måste vara för att klara situationen.

Slutsats 3:

Denna rapport visar att kritiska havsyttnivåer kan uppstå redan i dag vid ogynnsamma förhållanden. I samband med H+ utbyggnad under de närmsta åren behöver kompletteringar göras för att förhindra översvämnings. Vissa åtgärder som är permanenta under lång tid med tidshorisonten 2100 skall beakta dimensionerande nivå +3,5 m RH2000. Detta skydd är dock inte heltäckande utan behöver kompletteras med skydd på kortare sikt. Dimensionerande nivå utreds för specifik åtgärd beroende på hur länge den skall bestå.

Kunskapen kring klimatförändringarna och effekterna på havsyttnivån kommer troligen att förändras med tiden. För att klara högre nivåer än de som varit utgångspunkt i detta arbete behöver vi analysera och skapa möjligheter att bygga på skyddsåtgärder och utforma ny bebyggelse så att de kan anpassas för framtida översvämnings.

Slutsats 4:

Forskningen kring klimatförändringarnas påverkan utvecklas. Det är viktigt att Helsingborg löpande uppdaterar sig på förändringar av framtida scenarion och skapar lösningar som kan byggas på eller översvämmas om havsyttnivån skulle stiga ytterligare.



Marinan i Norra Hamnen



Oceanpiren och Norra Hamnen

