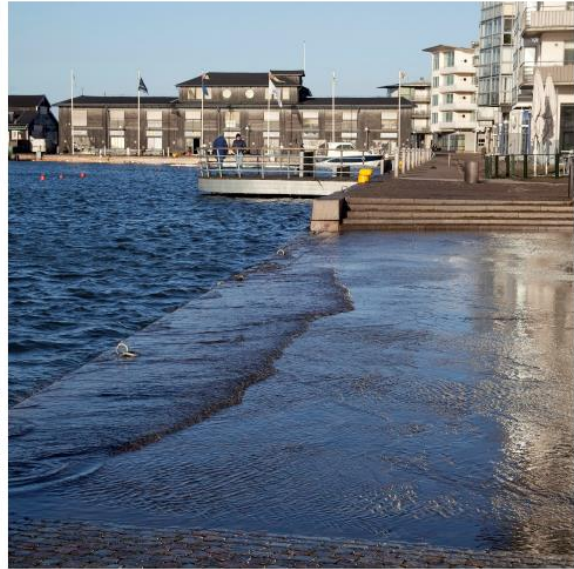

SLUTRAPPORT – KLIMATANPASSNING AV HELSINGBORGS STAD

UNDERLAG TILL KLIMATANPASSNINGSPÅN FÖR HELSINGBORGS STAD
UPPDRAGSNUMMER 1220237000



DATUM
2016-11-02

Sammanfattning

Idag råder konsensus bland klimatforskare om växthusgasernas påverkan på klimatet. Helsingborgs stad kommer att påverkas av de globala klimatförändringarna och det är viktigt för staden att förbereda sig för ett ändrat klimat. Med det här underlaget till en klimatanpassningsplan ges en översiktlig bild av vilka utmaningar som Helsingborgs stad står inför, både inom en snar framtid och i ett längre tidsperspektiv. Underlaget identifierar områden som är riskutsatta vid högvatten, skyfall samt höga flöden i Råån och Lussebacken, diskuterar möjliga åtgärder och ger rekommendationer kring vilka lösningar som är hållbara och lämpliga för Helsingborgs stad.

Denna utredning visar att det finns ett stort behov för Helsingborg att vidta åtgärder för att reducera framtida översvämningsrisker. Genom att redan nu påbörja ett anpassningsarbete ökar staden även sin förmåga att hantera extremväder i dagens klimat.

För att reducera översvämningsrisken från havet bör Helsingborgs stränder breddas i norr. I Norra hamnen bör kajkanter och höjder anpassas för att klara av ett 100-årshögvatten år 2065. För det planerade H+-området föreslås att en anpassningsstrategi av bebyggelsen tillämpas, det vill säga att viss översvämning tillåts och att bebyggelsen är anpassad till dessa händelser. Detta är en strategi som kan tillämpas för alla exploateringar i kustnära lägen. För de verksamheter som ligger vid industrihamnarna söder om Norra hamnen föreslås det åläggas verksamhetsutövarna att anpassa sin verksamhet eller fastighet till översvämningsrisken. Detta kan antingen göras genom skydd eller anpassning av verksamheten i sig. För de verksamheter som inte är beroende av ett hamnära läge bör förflyttning till områden med mindre översvämningsrisk övervägas. I Råå där det föreligger en risk för drunkning bör åtgärder genomföras för att reducera denna risk. Då det finns ett visst utrymme mellan bebyggelse och hav eller å finns det goda möjligheter att hitta ändamålsenliga skyddsåtgärder. För åtgärder nedanför landborgen behöver hänsyn tas till att åtgärderna inte ska förvärra översvämningar från skyfall.

Skyfall kan potentiellt orsaka stora skador i Helsingborg då stora delar av staden riskerar att drabbas, till skillnad från översvämningar från havet som endast påverkar låglänta områden längs kusten. Då Helsingborg är för stort för att på kort sikt skydda hela staden mot skyfall behöver åtgärderna fokuseras till prioriterade områden. De översiktliga strategierna för skyfallsåtgärder skiljer sig åt mellan nedanför respektive ovanför landborgen. Vid kraftiga regn bör vatten nedanför landborgen så snabbt som möjligt ledas till havet samtidigt som bebyggelse i översvämningskänsliga områden bör anpassas för att kunna motstå viss översvämning. I landborgsbranten bör rinnvägar säkerställas alternativt skapas för att på ett säkert sätt leda vatten ner till havet. Ovanför landborgen bör åtgärder fokusera på att fördröja vatten samt att leda vatten till områden där skadorna blir begränsade. Även här kan bebyggelse behöva anpassas till att klara tillfälliga översvämningar.

Översvämningsmodelleringen av Lussebacken och Råån visade att störst översvämningsrisk finns i de nedre delarna av Lussebacken. Samma område är även ett prioriterat område för skyfall och den föreslagna strategin för Lussebacken medför även

en reducerande effekt på översvämningar vid skyfall. Vattendragsmodellen visar att det är Lussebäckens begränsande avbördningskapacitet som orsakar översvämningar. Strategin i den nedre delen blir således att försöka hitta åtgärder som ökar kapaciteten, framförallt i de dämmande sektioner som finns längs bäcken. I uppströms delar av Lussebäcken bör åtgärder för att fördröja flödet vidtas.

Kommunens stränder utgör, genom att reducera skador vid stormar, en viktig komponent i kommunens skyddssystem. Stränderna bör därför bräddas genom tillförsel av sand. Strandfodring kräver tillstånd enligt Miljöbalken och processen att söka tillstånd för detta bör påbörjas. Fram till tillstånd erhållits bör en underhålls- och skötselplan, innehållande ett mätprogram för att kvantitativt analysera strändernas utveckling över tid, upprättas.

Det tillgängliga underlaget gällande grundvatten har varit alltför bristfälligt för att kunna genomföra kvalitativa analyser. Strategin för hantering av grundvattenfrågan bör i ett första skede således vara att inleda ett mätprogram som i ett nästa steg kan användas för att analysera hur den stigande havsnivån påverkar grundvattensituationen nedanför landborgen.

En viktig del i klimatanpassningsarbetet är att informera allmänhet, verksamhetsutövare och andra aktörer inom staden om den översvämningrisk som finns. Detta för att enskilda ska kunna vidta relevanta åtgärder för sin fastighet eller verksamhet och på så sätt öka stadens resiliens mot översvämningar.

De typer av klimatanpassningsåtgärder som föreslås för att göra Helsingborg mer motståndskraftigt mot översvämningar finns redan implementerade på ett flertal platser i världen. För att nå fram till åtgärdsimplementering i Helsingborg behövs i nästa steg fördjupade studier av prioriterade områden, detta för att identifiera och detaljutforma de mest lämpliga åtgärderna för respektive område. Efter val av åtgärder krävs politiska beslut som möjliggör genomförandet av dessa.

Klimatanpassningsarbetet inkluderar flertalet förvaltningar inom Helsingborgs stad. För att möjliggöra att arbetet genomförs på ett långsiktigt och hållbart sätt är god samverkan mellan förvaltningarna en förutsättning. Det bör således tillsättas en arbetsgrupp inom kommunen bestående av representanter från de förvaltningar som ansvarar för att realisera klimatanpassningsarbetet.

Slutsatsen av genomförda analyser är att Helsingborgs stad är sårbar för översvämningar från hav, skyfall och vattendrag. Föreslagna strategier och åtgärder anses dock vara både rimliga och genomförbara.

Förord

På uppdrag av Helsingborgs stad har Sweco tagit fram underlag till en klimatanpassningsplan för Helsingborgs stad. Underlagsutredningarna har fokuserat på översvämningsrelaterad klimatanpassning och har ej studerat klimatrelaterade fenomen som värmeböljor eller liknande. Beställare på Helsingborgs stad har varit Malin Rizell på Stadsbyggnadsförvaltningen. Från Sweco har Björn Almström varit projektledare och följande personer från Sweco har varit involverade: Martin Bjarke, Johanna Eriksson, Sofia Holmgren, Patrik Härle, Sebastian Irminger-Street, Emanuel Isaksson, Ulrika Sabel och Joanna Theland. Kvalitetsgranskare har varit Olof Persson med hjälp av Hans Hanson, Daniel Sevelin, Charlotta Lövstedt, Pär Svensson och Mats Andreasson.



Björn Almström
Uppdragsledare



Olof Persson
Kvalitetsansvarig

Innehållsförteckning

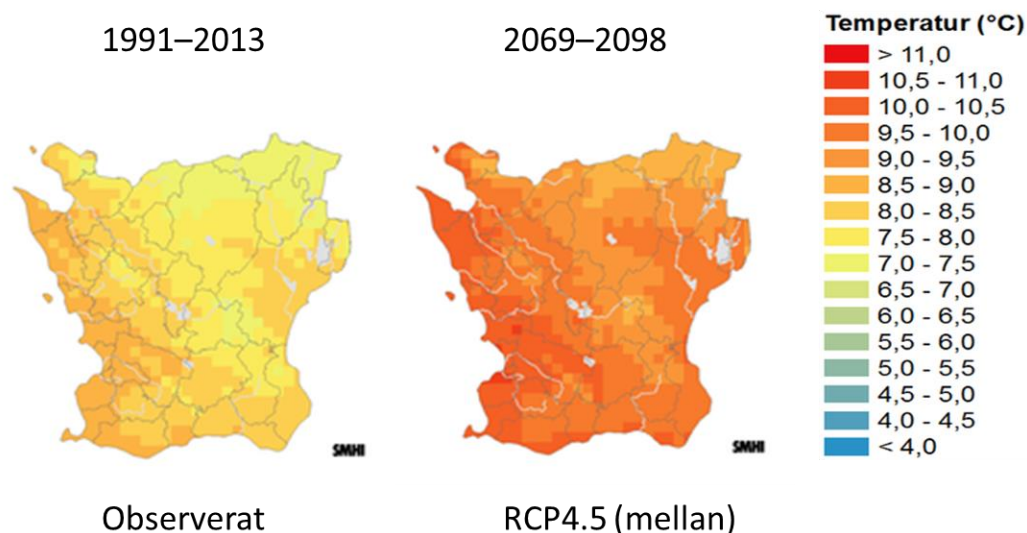
1	Inledning	1
1.1	Delutredningar	2
1.2	Avgränsning	3
1.3	Återkomsttid	3
1.4	Val av tidshorisont	4
1.5	Risk	5
1.6	Fara för hälsa och liv	6
2	Hav	7
2.1	Dagens och framtidens havsnivåer till följd av ett förändrat klimat	7
2.1.1	Valda scenarier för klimatanalysen	10
2.2	Modellering av högvatten	11
2.2.1	Översvämningar vid ett 100-årshögvatten år 2065	12
2.2.2	Översvämningar vid ett extremhögvatten år 2100	14
2.3	Förslag till prioriterade områden avseende översvämning från havet	16
2.4	Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från havet	17
3	Skyfall	22
3.1	Skyfall i ett förändrat klimat	22
3.2	Modellering av skyfall	23
3.2.1	Översvämningar vid ett 100-årsregn år 2065	23
3.2.2	Översvämningar vid ett "Köpenhamnsregn"	25
3.3	Förslag till prioriterade områden avseende översvämning från skyfall	27
3.4	Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från skyfall	28
3.4.1	Rekommendation	32
4	Vattendrag	35
4.1	Dagens och framtidens flöden	35
4.1.1	Valda scenarier för klimatanalysen	35
4.2	Modellering av vattendrag	35
4.2.1	Översvämning vid ett 100-årsflöde år 2065	36
4.3	Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från vattendrag	36
5	Stranderosion	38
5.1	Nuvarande stranderosion	38
5.2	Förslag till prioriterade områden avseende stranderosion	42
5.3	Förslag till strategi för att skydda mot stranderosion	42

6	Grundvatten	43
6.1	Klimatförändringens konsekvenser för grundvatten	43
6.2	Konsekvenser av förhöjd medelvattennivå för grundvattennivån	43
6.3	Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från grundvatten	44
7	Klimatanpassningsplan	45
7.1	Fokusområden för klimatanpassningsplanen	45
7.2	Förslag på hur underlagsutredningen kan användas för att klimatanpassa Helsingborgs stad	46
7.3	Juridiska regelverk kring översvämning att beakta vid klimatanpassning	46
7.3.1	Lagar och förordningar	47
7.4	Kommunalt ansvar i planeringen	48
7.4.1	Befintlig bebyggelse	48
7.4.2	Ny bebyggelse	48
7.4.3	Översiktsplan	48
7.4.4	Detaljplan	49
7.5	Sammanfattning av strategier för klimatanpassningsplanen	49
8	Slutsatser	51
9	Referenser	52

1 Inledning

Idag råder konsensus bland klimatforskare om växthusgasernas påverkan på klimatet. Den globala uppvärmningen (figur 1) som vi redan ser effekter av beror på att människan har släppt ut stora mängder koldioxid under lång tid. Omfattningen av klimatförändringarna och hur allvarliga konsekvenserna blir globalt, regionalt och lokalt finns det ännu inte tillräcklig kunskap om. Det står däremot klart att våra samhällen kommer att påverkas av klimatförändringarna. I stadsmiljöer, med hög befolkningstäthet och koncentrerad förekomst av viktiga samhällsfunktioner, kommer därför skyddsåtgärder att behöva vidtas.

Helsingborgs stad kommer att påverkas av de globala klimatförändringarna och det är således viktigt för staden att förbereda sig för ett ändrat klimat. I föreliggande utredning, som syftar till att fungera som underlag till en klimatanpassningsplan, ges en översiktlig bild av vilka utmaningar som Helsingborgs stad står inför, både inom en snar framtid och i ett längre tidsperspektiv. Utredningen inkluderar identifiering av riskutsatta områden gällande högvatten, skyfall samt höga flöden i Råån och Lussebäcken, diskuterar möjliga åtgärder och ger rekommendationer kring vilka lösningar som är hållbara och lämpliga för Helsingborgs stad.



Figur 1 Observerad årsmedeltemperatur och framtida utveckling enligt scenario RCP 4.5 år 2069-2098 i Skåne (SMHI).

1.1 Delutredningar

Inom föreliggande klimatutredning har ett antal fristående delutredningar genomförts vilka sammanfattas i denna slutrapport. Nedan listas de utredningar som genomförts med en kort beskrivning av respektive promemoria (PM). Samtliga PM finns tillgängliga vid behov.

- **PM – Dagens kunskapsläge och scenarier för klimatutredningen** beskriver den kunskap som idag finns gällande den förväntade effekten av klimatförändringarna på havsnivåer, skyfall, flöden och grundvatten. Detta PM går även igenom tidigare framtagna dimensionerande högvattennivåer och reviderar dessa utifrån den senaste kunskapen. I detta PM föreslås även scenarier vilka de fortsatta utredningarna utgår ifrån.
- **PM – Översiktlig analys av klimatförändringens konsekvenser** syftar till att identifiera riskområden i Helsingborg till följd av ett förändrat klimat och baseras i huvudsak på GIS-analyser av topografiska data. Utöver kartläggning av risken för översvämningar orsakade av högvatten, skyfall och grundvatten har även en analys av klimatförändringens påverkan på stranderosionen genomförts. För respektive kategori av översvämningar lämnas rekommendation gällande eventuellt behov av fortsatta studier.
- **PM – Översvämningsskartering av Lussebäcken** utreder översvämningssrisken utmed Lussebäcken och Råån vid ett 100-årsflöde år 2065 och år 2100 samt för ett 200-årsflöde år 2100. Skarteringen har gjorts med en 1-dimensionell hydraulisk modell (MIKE 11) och resultaten från modelleringen redovisas i kartformat.
- **PM – Hydrodynamisk modellering av vinduppstuvning i Öresund** studerar hur vattennivåerna i Öresund utanför Helsingborg relaterar till SMHI:s mätstation i Viken. Modelleringen genomfördes med en 3-dimensionell hydrodynamisk modell och inkluderar hela Öresund mellan SMHI:s station i Viken och Klagshamn.
- **PM – Kapacitetskontroll av dagvattensystem** beskriver kapaciteten av Helsingborgs befintliga dagvattensystem med hjälp av ledningsnätsmodellering (MIKE URBAN).
- **PM – Skyfallsskartering** omfattar beskrivning av modelluppsättning samt resultat från simuleringar av ett 100-årsregn år 2065 och det regn som föll över Köpenhamn år 2011, ofta refererat till som "Köpenhamnsregnet". Modelleringen inkluderade koppling (MIKE FLOOD) mellan ledningsnätsmodellen och en 2-dimensionell hydrodynamisk modell (MIKE 21).
- **PM – Hydrodynamisk modellering av högvatten** beskriver översvämningssmodellering av ett 100-årshögvatten år 2065 och ett extremhögvatten år 2100. Modelleringen genomfördes med hjälp av en 2-dimensionell hydrodynamisk modell (TELEMAC2D).
- **PM – Risk och sårbarhetsanalys för Helsingborgs stad utifrån översvämningssmodellering av skyfall och höga havsnivåer** beskriver den riskmetodik som använts för att prioritera åtgärdsområden.

1.2 Avgränsning

I klimatunderlagsutredningen sammanställs underlag gällande vilka områden i tätorten Helsingborgs som är riskutsatta vid översvämning från hav, skyfall, höga flöden i Råån och Lussebäcken samt vid förändringar av vind. Den geografiska avgränsningen för studien kan ses i figur 2. Dagens nederbörds mängder, vindförhållanden, flöden i Råån, grundvattenförhållanden samt prognosticerade förändringar av dessa till följd av klimatförändringar har analyserats för att identifiera riskområden. För att fungera som underlag till en klimatanpassningsplan som är anpassad både till dagens behov och för en stadsutveckling i ett framtida tidsperspektiv har två tidshorisonter, år 2065 samt år 2100, studerats.



Figur 2 Undersökningsområde för klimatstudien.

1.3 Återkomsttid

Med återkomsttid menas hur sannolikt det är att en händelse sker inom en viss tidsperiod. Begreppet beskriver förenklat hur vanlig eller ovanlig en händelse är. Det kan exempelvis avse tillfällen med höga vattenflöden eller kraftig nederbörd och beräknas med statistiska metoder baserade på historiska mätdata. Längden på mätserien avgör hur lång återkomsttid som går att beräkna med tillförlitligt resultat.

En 100-årshändelse har en återkomsttid på 100 år. Sannolikheten för en 100-årshändelse är 1 % under ett enskilt år alternativt 63 % under 100 år.

För en teknisk konstruktion som har en livslängd på 100 år blir den ackumulerade risken 63 % för att ett 100-årsvärde uppnås eller överskrids under konstruktionens livslängd (tabell 1).

Tabell 1 *Beskrivning av den ackumulerade risken att en väderhändelse med en viss återkomsttid inträffar under en tidsperiod.*

Återkomsttid	Tidsperiod					
	10 år	20 år	30 år	50 år	85 år	100 år
10 år	65 %	88 %	96 %	99 %	100 %	100 %
25 år	34 %	56 %	71 %	87 %	97 %	98 %
50 år	18 %	33 %	45 %	64 %	82 %	87 %
100 år	10 %	18 %	26 %	39 %	57 %	63 %
200 år	5 %	10 %	14 %	22 %	35 %	39 %
1000 år	1 %	2 %	3 %	5 %	8 %	10 %

1.4 Val av tidshorisont

FN:s klimatpanel (IPCC) utvärderar kontinuerligt vetenskapliga studier för att ta fram de mest sannolika klimatscenerierna ur globalt perspektiv. IPCC:s projektioner gällande klimatförändringarna är mer tillförlitliga för de kommande 30-40 åren än prognoserna för slutet av seklet. Samma problem finns i den kedja av modellberäkningar, klimatanalyser och scenarier som tagits fram på regional och lokal nivå.

I föreliggande utredning har klimatscenerier i två tidsperspektiv valts, dels ett 50-årsperspektiv fram till år 2065 samt en längre tidshorisont fram till år 2100. Klimatprojektionerna för år 2065 visar vilka åtgärder som bör genomföras idag medan projektionerna för 2100 visar vilka åtgärder som sannolikt behöver genomföras längre fram. Det bör dock tilläggas att osäkerheten i de långsiktiga klimatprognoserna gör att det finns en uppenbar risk att konsekvenserna av klimatförändringarna antingen underskattas eller överskattas.

Vid större infrastrukturprojekt kan en längre tidshorisont användas vid framtagandet av dimensionerande nivåer. Ett exempel är Västlänken i Göteborg som dimensioneras för att undvika att drabbas av översvämningar vid ett 100-årshögvatten år 2150 då den tekniska livslängden av konstruktionen beräknas till 120 år.

1.5 Risk

Det är sannolikt mycket kostsamt och således inte samhällsekonomiskt hållbart att implementera åtgärder som skyddar Helsingborgs stad mot mycket extrema händelser. Det är inte heller ekonomiskt möjligt att inom en snar framtid klimatanpassa hela Helsingborgs tätort. En lämplig strategi är att analysera identifierade risker samt att utvärdera i vilka områden konsekvenserna av en översvämning är som störst och vilka klimatanpassningsåtgärder som således ska prioriteras. Som ett första steg i detta arbete har en riskanalys av resultaten från översvämningssmodelleringarna genomförts. Analysen inkluderar kartläggning av de skyddsobjekt som återfinns inom områden där ökad risk för översvämning föreligger. Då det inom omfattningen av föreliggande utredning inte funnits möjlighet att analysera konsekvenserna av en översvämning för enskilda verksamheter eller objekt har en kvalitativ metod för rangordning av riskområden inom Helsingborgs stad använts. För riskanalysen har hänsyn tagits till följande:

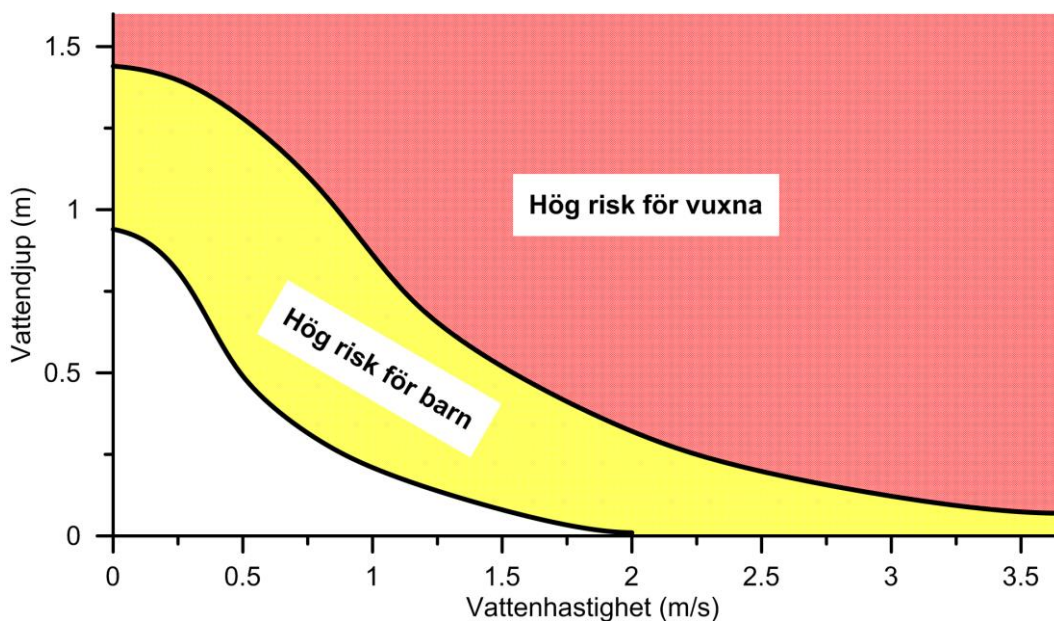
- Samhällsviktig verksamhet som identifierats och vars skyddsvärde klassificerats inom projektet StyrEI. Samhällsviktig verksamhet är sådan som kommunen identifierat som viktig för att upprätthålla nödvändiga samhällsfunktioner. Dessa verksamheter har rangordnats efter deras samhällsviktighet.
- Tillståndspliktig verksamhet (miljöfarliga A- och B-anläggningar samt farlig verksamhet enligt LSO 2:4).
- Risk för drunkning vid översvämning, se efterföljande kapitel *Fara för hälsa och liv*.
- Byggnader (egendomsskador).

Syftet med riskanalysen är att prioritera områden. Helsingborg delades in i 61 delområden vilka avgränsades baserat på hydrologiska avrinningsområden, allt vatten inom respektive område rinner således till samma punkt. För prioriteringen har ovannämnda riskobjekt viktats, där samhällsviktig och tillståndspliktig verksamhet viktats högst medan byggnader viktats lägst.

Resultaten från riskanalysen fördjupas i kapitlen gällande översvämning från hav respektive skyfall.

1.6 Fara för hälsa och liv

Översvämningar, som drabbat i Helsingborg med omnejd, orsakade av högvatten har under de senaste åren endast resulterat i materiella skador, men liknande översvämningar skulle redan idag kunna innebära en fara för liv. De parametrar som i huvudsak avgör om det råder fara för liv vid en översvämning är vattendjup, strömhastighet och våghöjd. I en amerikansk studie, *Downstream Hazard Classification Guidelines* (1988), studerades risken för människoliv vid översvämningar längs med vattendrag. Med hjälp av dessa studier skapades en funktion av vattendjup och vattenhastighet med syftet att kunna klassificera översvämningens fara för liv, se figur 3.



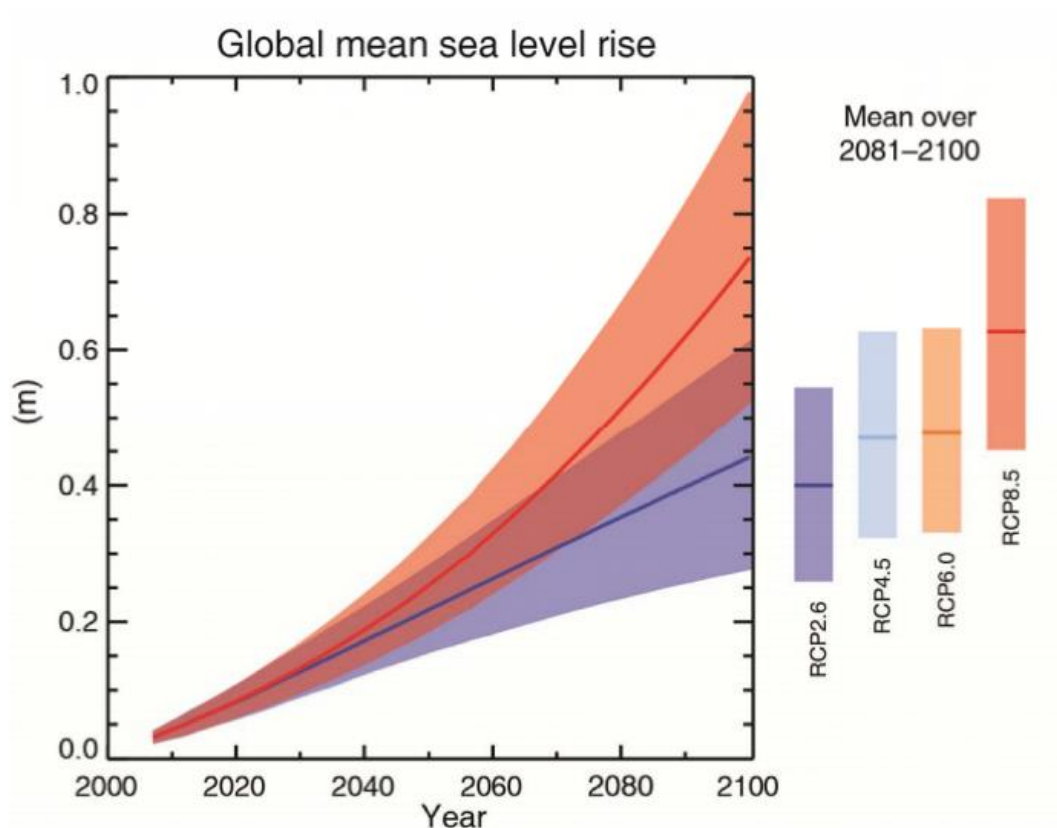
Figur 3 *Diagrammet visar sambandet mellan vattendjup och vattenhastighet för risken för människoliv för vuxna respektive barn (Assisstan commissioner - Engineering and Research, 1988).*

2 Hav

Helsingborg har drabbats av översvämningar ett flertal gånger, senast i samband med Första adventsstormen år 2011 och stormen Sven år 2013. Bägge stormarna visade tydligt hur sårbart vårt samhälle är mot extrema händelser. Klimatförändringarna gör att stormar likt de som drabbade Helsingborg år 2011 och år 2013 kommer att bli vanligare. För att, ur översvämningssynpunkt, skapa en mer robust stad är det av stor vikt att kartlägga var risk för översvämningar från havet föreligger.

2.1 Dagens och framtidens havsnivåer till följd av ett förändrat klimat

Den globala uppvärmningen leder till stigande havsnivåer och enligt IPCC:s beräkningar (2013) kan den globala havsnivån stiga med upp till 1 meter fram till år 2100 (figur 4).

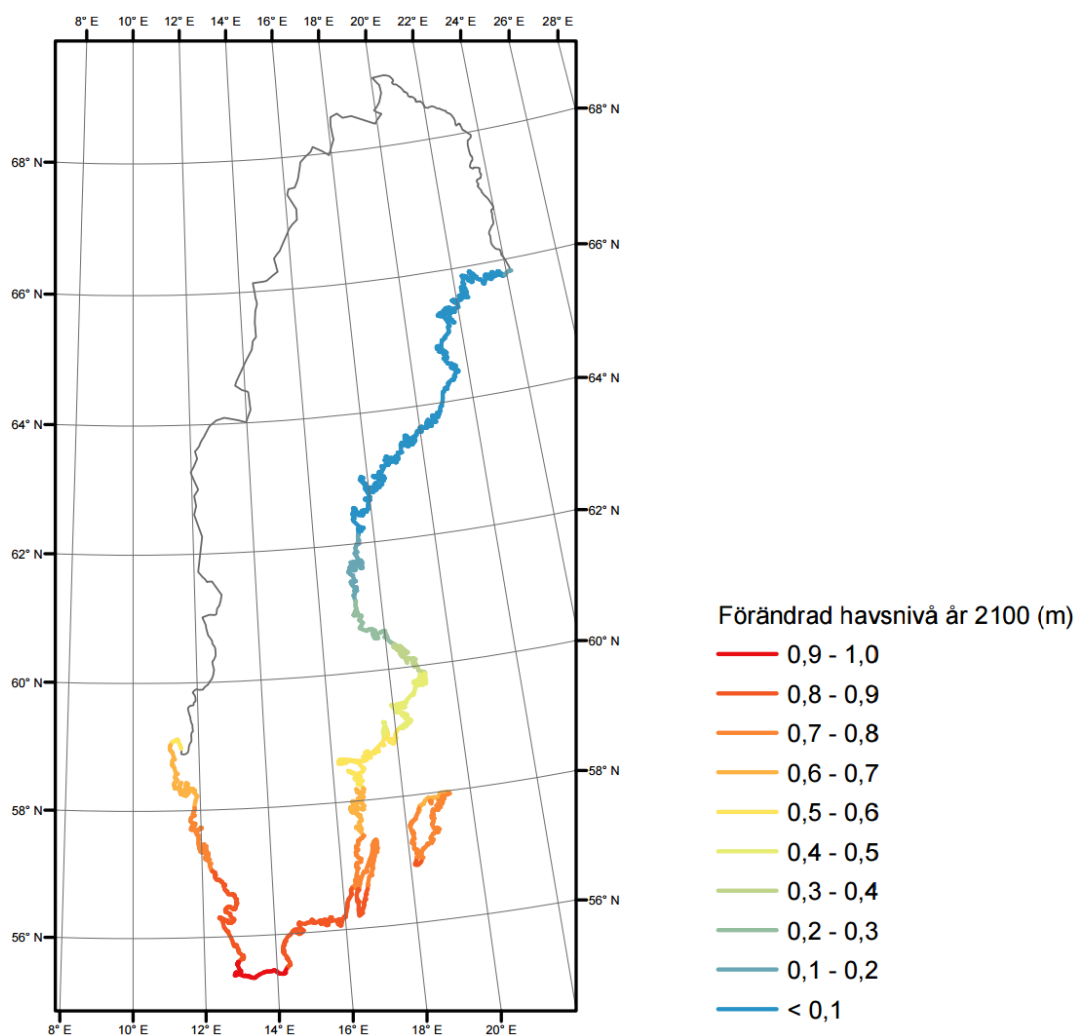


Figur 4 Prognos för hur den globala havsnivån kommer att stiga fram till år 2100 (IPCC 2013).

I IPCC:s Assessment Report 5 (AR5) anges för klimatscenario RCP8,5, det klimatscenario med högst stigning av global medeltemperatur, cirka 4 grader fram till år

2100, att den globala medelvattenytan kommer att stiga mellan 0,52 och 0,98 m, med ett medelvärde motsvarande 0,74 m¹ (IPCC, 2013).

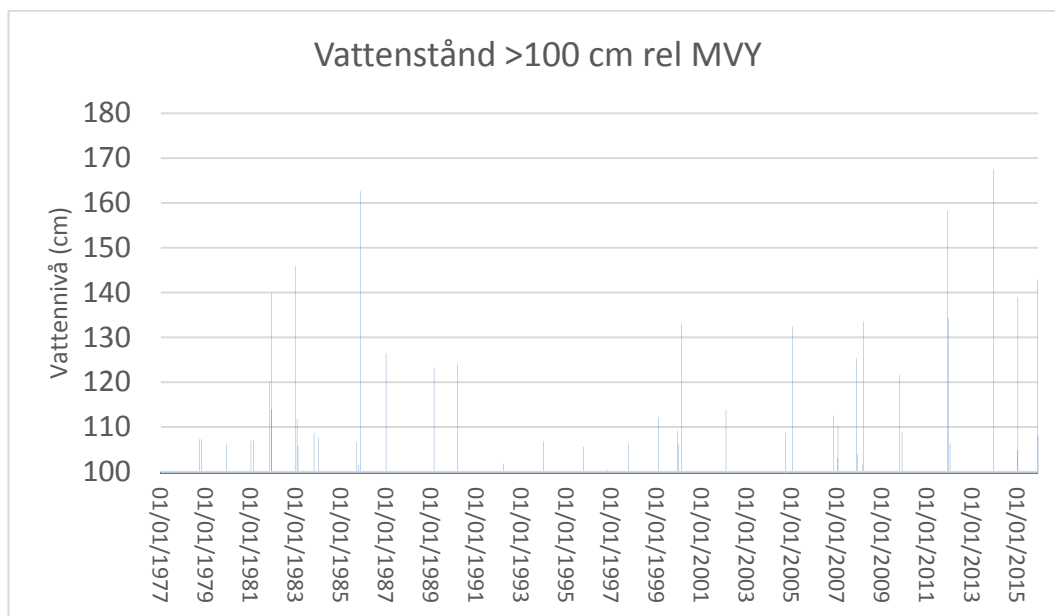
Studier visar dessutom att havsnivåhöjningen förmodligen kommer att fortsätta ske i snabbare takt efter år 2100 (The Copenhagen Diagnosis, 2009). I Skåne, där landhöjningen är liten, förväntas nettoeffekten (figur 5) av havsnivåhöjningen bli cirka 0,8 – 1 m år 2100 (AR5 WG 2, 2013-2014).



Figur 5 Nettoeffekten av havsnivåhöjning efter landhöjning i Sverige vid en global havsnivåhöjning på en meter under 100 år.

¹ IPCC anger stigningen relativt värdet 1986-2005, alltså en något annan period än SMHI, skillnaden är dock försumbar i förhållande till modellosäkerheter.

Havsnivåhöjningen påverkar och kommer i framtiden att påverka städer längs hela kusten i södra Sverige. Konsekvenserna blir särskilt påtagliga vid extrema väderhändelser. Riktning, styrka och frekvens hos stormar kommer att vara avgörande för de mest extrema vattenstånden (IPCC 2013).



Figur 6 Vattenstånd högre än +100 cm över medelvattenytan (MVY) för perioden 1976 – 2015 i Viken. Observera att 2010–2015 har varit en för perioden ovanligt stormig tid.

SMHI beräknar medelvattenståndet (den genomsnittliga vattennivån under ett år) på en plats med hjälp av historiska mätserier. Framtida medelvattenstånd beräknas genom klimatmodellering.

En vattennivå över medelvattenståndet kallas högvattenstånd. Vanligen nämns 100-årshögvatten vid översvämningskarteringar och mycket i Sverige dimensioneras för denna återkomsttid. För denna översvämningsanalys har ett 100-årshögvatten och ett extremhögvatten studerats. Genom en statistisk metod, benämnd frekvensanalys, har det nuvarande 100-årshögvattnet för SMHI:s närmast belägna station i Viken beräknats. Detta värde baseras på mätningar från 1976 fram till och med 2015. Det finns emellertid uppgifter om stormar i Öresund som varit värre än de som inträffat under perioden 1976 till 2015. Den mest kända historiska stormen är Julstormen 1902, från vilken det finns många vittnesmål om stora skador till följd av det höga vattenståndet (HD, 2016). Det finns dock inga uppgifter gällande vattennivå i Öresund från denna storm, men från SMHI finns vittnesuppgifter om att nivån i Laholmsbukten steg 2,4 m över det normala (SMHI, 2015). Trots att uppgiften får anses som mycket osäker används ett högvatten på 2,4 m för att representera ett extremhögvatten i föreliggande utredning.

I takt med att medelvattenståndet stiger kommer det att bli vanligare att högvattennivåer i den storleksordning vi har upplevt i samband med de senaste årens stormar uppstår,

sannolikheten för höga vattennivåer ökar och återkomsttiden minskar. I tabell 2 har den ackumulerade sannolikheten för att olika nivåer ska inträffa under en 50-årsperiod sammanställts för en medelvattenyta år 2015, år 2065 och år 2100. Denna sammanställning visar att sannolikheten att det för studien dimensionerande 100-årshögvattnet år 2065 kommer att inträffa under de kommande 50 åren är 3 %, förutsatt att medelvattenytan skulle stanna på 2015 års nivå. Eftersom medelvattenytan stiger höjs sannolikheten eftersom. Med en medelvattenyta motsvarande år 2065 är sannolikheten 33 % att samma vattenstånd ska inträffa och mellan 2100 och 2150 är det 99 % sannolikhet att nivån +260 cm relativt RH2000 ska inträffa.

Tabell 2 *Förändring av ackumulerad sannolikhet under 50 år för högsta observerade nivån vid Viken (+175 cm inträffade under stormen Sven, 2013), 100-årshögvattennivån år 2015 (+200 cm), 100-årshögvattnet år 2065 (+260 cm), 100-årshögvatten år 2100 (+310 cm) och extremhögvatten år 2100 (+350 cm).*

	+175 cm	+200 cm	+260 cm	+310 cm	+350 cm
MVY år 2015	85 %	33 %	3 %	0,3 %	0,04 %
MVY år 2065	100 %	100 %	33 %	3 %	0,5 %
MVY år 2100	100 %	100 %	99 %	33 %	6 %

Utifrån klimatmodeller och vattenståndsberäkningar rekommenderar Sweco att Helsingborg planerar för en medelvattennivåhöjning av 0,5 m fram till år 2065 och 1,0 m fram till år 2100, enligt tabell 3. Beräkningarna är gjorda för år 2065 samt för år 2100 och visas dels jämfört med uppmätt vattenstånd 1990, dels relaterat till höjdsystemet RH2000.

Tabell 3 *Helsingborgs Stad bör planera sin klimatanpassning utifrån nedan beräknade medelvattennivåer (MVN) för år 2065 och 2100.*

	År 2065		År 2100	
	Relativt vattenyta 1990	Relativt RH2000	Relativt vattenyta 1990	Relativt RH2000
Beräknad MVN	ca + 50 cm	ca + 55 cm	ca + 100 cm	ca +105 cm

2.1.1 Valda scenarier för klimatanalysen

Sweco har studerat två scenarier utifrån två olika tidsperspektiv, år 2065 och år 2100 (tabell 4).

1. En stillvattenyta (vattenyta utan effekter av vågor) motsvarande ett 100-årshögvatten. Konsekvensstudier utifrån översvämningsomfattningen vid ett 100-årshögvatten kan visa var och om det är motiverat att anlägga skydd på kort sikt.
2. En stillvattenyta motsvarande ett extremhögvatten. Som extremscenario används det högsta kända vattenståndet i modern tid för regionen.

Förutom högvatten har även medelvattenyta, tidvatten samt eventuella lokala vind- och vågeffekter undersökts.

I tabell 4 presenteras de parametrar som använts för att bestämma en lämplig stillvattenyta för inledande studier tillsammans med de beräknade stillvattennivåerna. Stillvattenytan presenteras både för ett högt men inte osannolikt scenario (100-årshändelse) och för en mycket extrem situation (motsvarande Julstormen 1902).

Tabell 4 Tabell över de parametrar som används för att bestämma rekommenderad stillvattennivå vid ett 100-årshögvatten samt vid en mycket extrem situation (motsvarande Julstormen 1902). Rekommendation ges för år 2065 och år 2100.

Ingående parameter	År 2065	År 2100
Medelvattennivå	+0,5 m	+1,0 m
Extra vinduppstuvningseffekter	<i>Ej nödvändigt</i>	<i>Ej nödvändigt</i>
Vågor	<i>Inkluderas först vid dimensionering av kustskydd</i>	<i>Inkluderas först vid dimensionering av kustskydd</i>
Tidvatten	0,1 m.	0,1 m
100-årshögvatten	+2,0 m	+2,0 m
Stillvattenyta vid 100-årshögvatten, rel. RH2000	+2,6 m	+3,1 m
Extremhögvatten	+2,4 m	+2,4 m
Stillvattenyta vid extremhändelse (Julstormen 1902), rel. RH2000	+3,1 m	+3,5 m

2.2 Modellering av högvatten

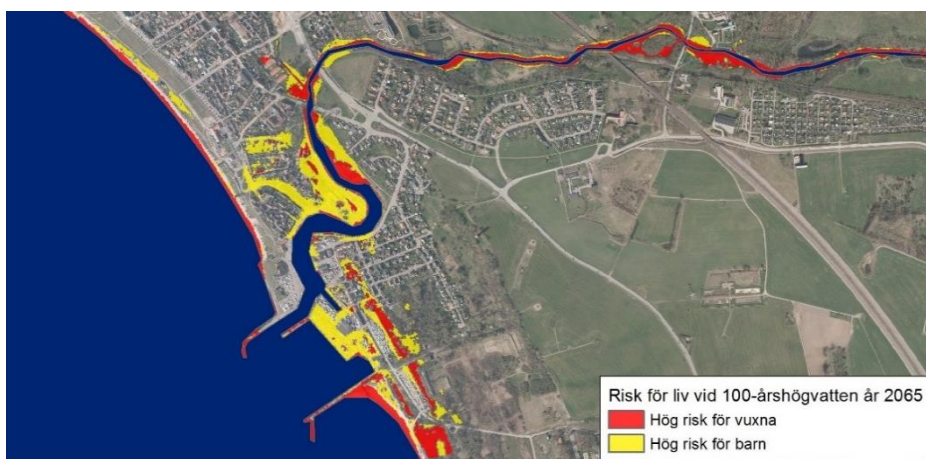
Syftet med modelleringen har varit att simulera översvämningen vid ett 100-årshögvatten år 2065 och vid ett extremhögvatten år 2100. Modelleringen är utförd med programvaran TELEMAC2D som förutom vattendjup även kan simulera hastigheter och tidsförlopp av översvämningen och om varaktigheten av högvattnet är tillräcklig för att hela området ska översvämmas. Eventuella effekter av våguppspolning är inte inkluderad i modellen, resultaten omfattar således endast översvämning orsakad av en stillvattenyta. Våguppspolningseffekten kan ha en stor inverkan på översvämningssituationen vid högvatten och kan orsaka stora skador i områden som är vågexponerade². Effekten av vågor avtar dock relativt snabbt inåt land.

² Vågexponerade områden är i huvudsak den yttre kustlinjen. Inne i hamnar, bakom pirar eller i vattendrag är våguppspolningseffekten betydligt lägre.

2.2.1 Översvämningar vid ett 100-årshögvatten år 2065

Ett 100-årshögvatten år 2065 kommer ha en maximal vattennivå på +260 cm relativt RH2000 (figur 8). Resultaten visar att de största översvämningarna i Helsingborgsområdet kommer att ske i Råå, med ett vattendjup upp till 1,5 m. Stora delar av hamnen kommer också att översvämmas med vattendjup på några decimeter. Varaktigheten av översvämningarna blir ungefär 20 timmar.

I samband med översvämningarna visar resultaten att det kan råda fara för människors hälsa och liv (figur 7).



Figur 7 Risk för människoliv vid simulering av ett 100-årshögvatten år 2065 vid Råå.

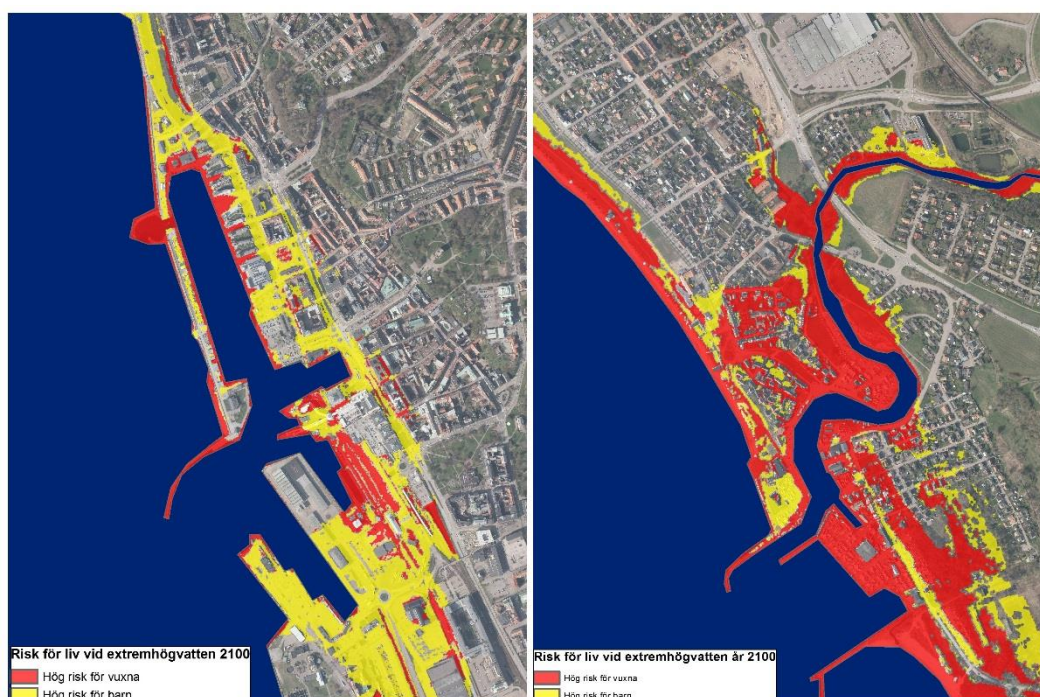


Figur 8 Resultat från översvämningssmodelleringen av ett 100-årshögvattnen år 2065.

2.2.2 Översvämningar vid ett extremhögvatten år 2100

Vid ett extremhögvatten år 2100 visar resultaten att översvämningarna i Helsingborg blir något större till ytan, men framförallt djupare, än vid ett 100-årshögvatten (figur 10). De större djupen får sannolikt större konsekvenser för skadeomfattningen och ökar faran för människors liv och hälsa.

Områden där det finns risk för hälsa och liv vid ett översvämningstillfälle är betydligt större vid ett extremhögvatten år 2100 jämfört med ett 100-årshögvatten år 2065 (figur 9). Det kan i huvudsak förklaras med att det beräknade vattendjupet är betydligt större vid detta scenario. Vid högvattnet på +350 cm blir stora delar av Råå samt områden i Helsingborgs centrum klassificerade som högriskområden. I centrum återfinns ytterligare riskområden för barn avseende drunkning.



Figur 9 Områden där det finns risk för att vuxna respektive barn drunknar vid ett extremhögvatten år 2100.



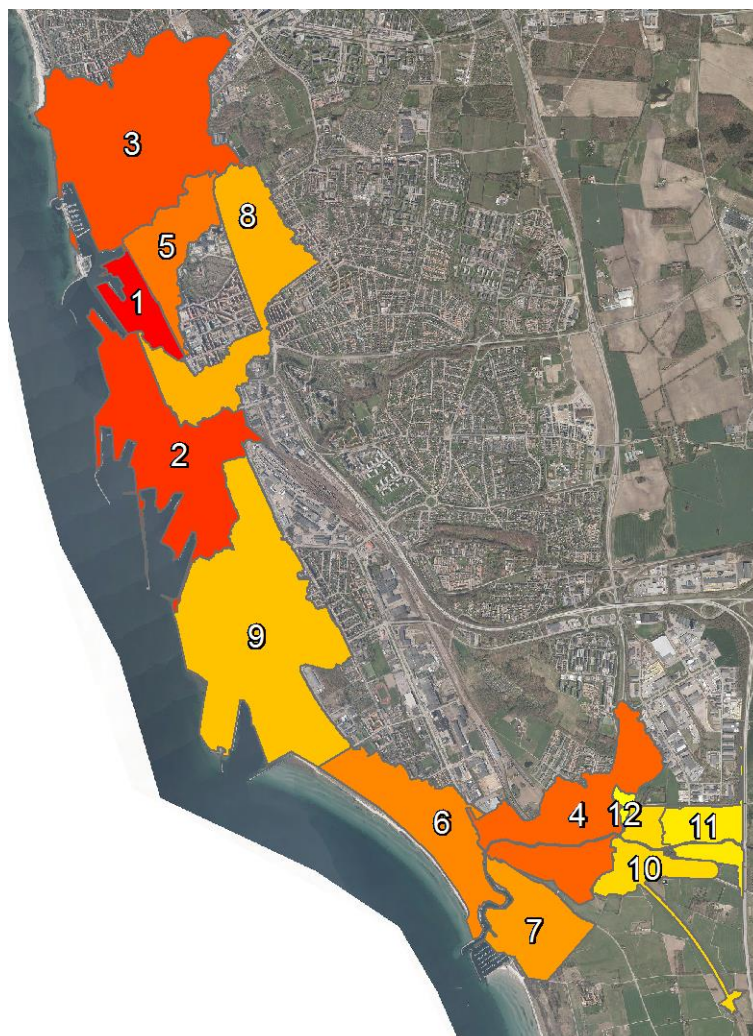
Figur 10 Vattendjup vid en översvämning orsakat av ett extremhögvatten år 2100 (+350 cm) vid Norra hamnen och Råå.

2.3 Förslag till prioriterade områden avseende översvämning från havet

I riskanalysen har delområden analyserats utifrån samhällsviktig och tillståndspliktig verksamhet, drunkningsrisk samt byggnader (egendomsskador). I figur 11 visas den sammanvägda prioriteringen avseende implementering av åtgärder för att minska risken för översvämningar från havet.

För de två kategorier som anses ha störst betydelse för åtgärdsprioritering (samhällsviktig och tillståndspliktig verksamhet) är det områdena kring Norra hamnen och centrum som blir högst prioriterade. Avseende risken för drunkning är det framförallt området kring Råå som prioriteras högst. Drunkningsrisken förvärras ytterligare av att Råå i huvudsak består av bostadsbebyggelse och att det därför är troligt att människor kommer att befinna sig i området vid en extremhändelse.

Det ska förtydligas att Råå, område 6 och 7 i figur 11, enligt denna analys prioriteras efter uppströms liggande område 4. Detta beror på att det finns samhällsviktiga funktioner i område 4. Det bör dock diskuteras vidare hur Råå ska prioriteras utifrån åtgärdsimplementering baserat på drunkningsrisk.



Figur 11 Sammanvägd områdeprioritering avseende åtgärdsimplementering för minskning av översvämningsrisk från havet. Numreringen avser prioriteringsordningen för områdena avseende implementering av klimatanpassningsåtgärder.

2.4 Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från havet

Det finns ett antal övergripande strategier att tillämpa för åtgärder mot översvämningar från högvatten; *ingen åtgärd*, *reträtt*, *attack*, *försvar* och *anpassning*. Nedan beskrivs respektive strategi kortfattat och därefter föreslås lämpliga strategier för Helsingborg.

Ingen åtgärd är en lämplig strategi när kostnader för åtgärder mot översvämning överstiger kostnaderna för att ett område faktiskt översvämmas. För de områden där denna strategi tillämpas bör kommunen gå ut med tydlig information till fastighetsägare och verksamhetsutövare att de befinner sig i ett översvämningskänsligt område som inte kommer att skyddas.

Reträtt innebär att en verksamhet och/eller bebyggelse flyttas till ett område där det inte föreligger betydande översvämningsrisk. I den mest extrema formen innebär det att all bebyggelse och infrastruktur (vägar, VA-ledningar, fjärrvärme, el och liknande) avvecklas och att marken saneras från föroreningar. Denna strategi blir mycket kostsam och normalt inte samhällsekonomiskt lönsam. Reträtt kan dock vara en möjlig strategi för enskilda verksamheter eller fastigheter.

Attack innebär att skydd tillskapas genom exploatering och exploateringen bekostar i sin tur skyddet av redan befintlig bebyggelse. Skyddet kan exempelvis åstadkommas genom att mark som exploateras höjs upp. Exempel på en attackstrategi kan även vara att bygga ut stränder genom strandfodring. Med detta skapas en buffertzona mellan havet och befintlig bebyggelse. Samtidigt bekostas åtgärden av de intäkter som stranden indirekt ger till staden i form av turism och liknande.

Försvar är den vanligaste strategin och den syftar till att stänga ute vattnet. Detta kan göras på flera sätt, men vanliga åtgärder är:



Permanent vall – Utförs ofta i jord eller liknande material. Vid vågexponering kommer viss överspolning att ske och därför behöver vällen kompletteras med ett dräneringssystem. Vallen kan kombineras med en gång-/cykelväg för att främja rekreation och motverka barriäreffekten av vällen. Utrymme måste lämnas runt vällen för att möjliggöra anpassning till framtida, högre vattennivåer.



Temporära skydd – Det finns en rad olika alternativ men alla har principen att de byggs upp först när högvatten förväntas uppstå. Detta kräver ett varningssystem och en god beredskap hos den som ansvarar för driften. Många av dessa skydd är framtagna för inlandsöversvämningar, och det behöver säkerställas att skydden går att montera i full storm.



Mur – Murar kan utformas på många sätt. En fördel är att de tar liten yta i anspråk. Nackdelen är att de försämrar tillgängligheten till vattnet. Beroende på höjd kan en mur även skapa en barriäreffekt. Murar är bäst lämpade i miljöer med låg vågexponering, eftersom det är dyrt att konstruera en mur som kan motstå stora vågkrafter.

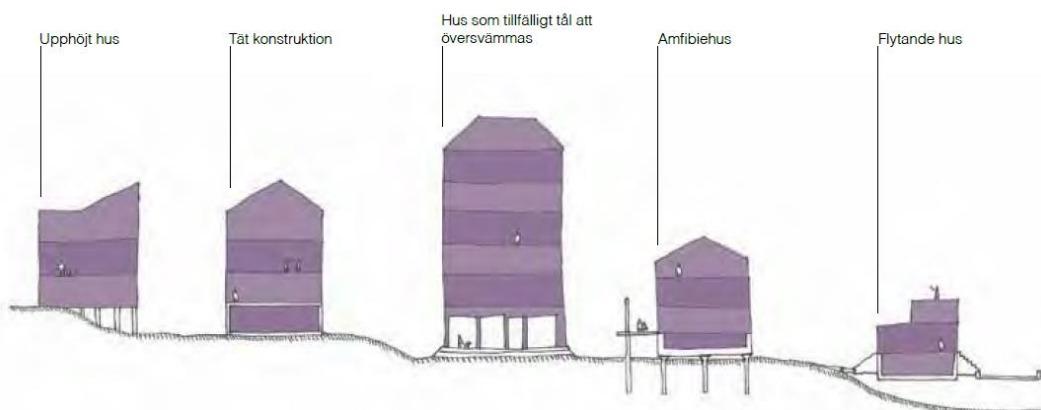


Sanddyner - Antingen kan befintliga sanddyner användas som skydd eller så kan nya tillskapas genom tillförsel av sand och uppbyggnad med hjälp av maskiner. Därefter tar naturliga processer vid och som underhåll räcker det att sand tillförs stranden. Initialt behöver vegetation planteras på sanddynerna för att hindra vinderosion. Sanddyner har stora fördelar för rekreation och naturmiljö.



Barriärer – Kan utformas på många sätt, men har grundprincipen att slussportar stängs när vattennivån förväntas stiga över en viss nivå. Fördelen är att långa landsträckor innanför barriären inte behöver åtgärdas genom lokala åtgärder. Barriärer är lämpliga vid hamninlopp där fartygstrafik måste tillåtas att passera vid normala förhållanden.

Anpassningsstrategin syftar till att anpassa bebyggelse och verksamheter till att klara tillfälliga översvämningar. Det kan göras till exempel genom att höja upp hus, göra byggnader vattentäta, bygga konstruktioner som tål att översvämmas (figur 12).



Figur 12 Exempel på olika översvämninganpassade byggnadstyper (Länsstyrelsen i Västra Götalands och Värmlands län, 2011).

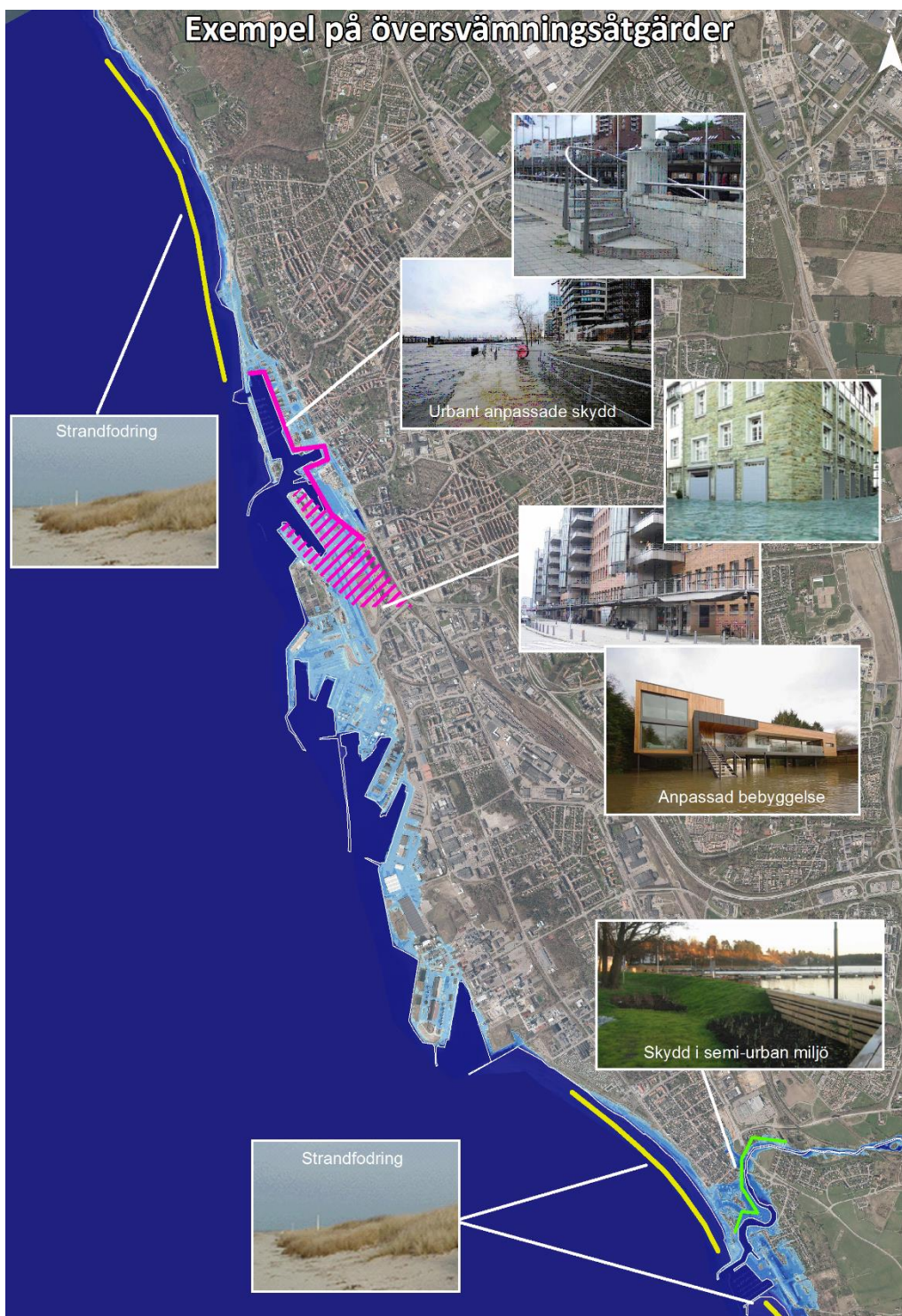
För Helsingborgs är det i huvudsak lämpligast att skydda befintlig bebyggelse genom olika typer av försvarsåtgärder. För nya områden i kustnära lägen bör en anpassningsstrategi tillämpas. Ett bra exempel på var detta skulle varit lämpligt är den planerade omvandlingen av H+-området. Detta skulle kunna bli ett uppvisningsområde för bra tekniska lösningar av hur ny bebyggelse kan anpassas till framtidens klimat.

I områden där det finns stränder bör dessa användas som översvämningsskydd genom att låta stränderna bygga upp sanddyner. Där det inte finns utrymme för ett dynlandskap bör ändå strandplanet byggas ut. Detta minskar inte bara våghöjden på inkommande

vågor och reducerar skadeeffekten av vågorna, utan gör även att bakomliggande översvämningsskydd inte behöver vara lika högt. Exempel på övergripande strategier och hur dessa kan tillämpas i Helsingborgs kan se ses i figur 13.

Vid dimensionering av skydd utmed Helsingborgs kust måste hänsyn tas till de vågor som kan uppträda och den våguppspolning de ger upphov till. Underdimensionerade kustskydd leder till översvämningar bakom skydden på grund av överspolning, vilket kan leda till större skador än om inget skydd alls fanns.

Det ska förtydligas att uppbyggnad av sanddyner, vallsystem och murar kan resultera i att ombyggnation av befintliga dagvattensystem blir nödvändig. Denna ombyggnation kommer i många fall sannolikt att utgöra en stor del av den totala åtgärdskostnaden.



Figur 13 Exempel på vilka översvämningssåtgärder kopplat till strategier som kan vara aktuella för Helsingborgs Stad.

3 Skyfall

Översvämningsproblematik kopplad till skyfall har fått mycket uppmärksamhet de senaste åren, särskilt i Öresundsregionen i och med skyfallet i Köpenhamn år 2011 samt i Malmö år 2014. Kostnaderna för skyfallet i Köpenhamn uppgick till 6 miljarder DKK enbart i ersättningsanspråk till försäkringsbolag och medförde stora störningar på samhällsfunktioner. Det är för Helsingborgs stad viktigt att veta vilka områden som riskerar att översvämmas vid kraftiga regn samt vilka åtgärder som är möjliga att implementera för att reducera skador till följd av dessa.

3.1 Skyfall i ett förändrat klimat

IPPC:s klimatmodeller förutspår att det i framtiden kommer att ske en förändring av mängden nederbörd samt i fördelningen av nederbörd över året. Årsmedelnederbörden kommer sannolikt att öka och förändringar i fördelningen över året kommer att leda till fler extrema regn under sommaren.

När en bedömning av risken för översvämnings i stadsmiljö ska göras bör skyfall undersökas då extrem nederbörd under kort tid ofta är en orsak till översvämnings.

Skyfall sker regelbundet i Sverige. De senaste åren finns flera exempel på kraftiga skyfall i Helsingborgs närområde (tabell 5). I städer och tätorter där exploatering av mark ökar, minskar tillgängliga ytor för avledning, fördröjning och infiltration av vatten. De extrema vattenflöden som genereras av ett skyfall kan orsaka stora och kostsamma skador på fastigheter, anläggningar och samhällsviktiga funktioner.

Tabell 5 Exempel på skyfall i Helsingborgs närområde de senaste åren.

Plats	Tidpunkt	Mängd	Tid
Köpenhamn	Juli 2011	150 mm	1,5 timma
Malmö	Augusti 2014	71 mm	3 timmar
Jönköping	Juli 2013	70 mm	1,5 timma
Helsingborg	Augusti 2013	63 mm	5 timmar
Bjuv	Juni 2016	67 mm	3 timmar

SMHI (2013) har studerat hur regnmängden vid skyfall troligen förändras till följd av klimatförändringar (tabell 6). Tabellen visar förändringar av 10-årsregn men studien visar även att förändringen av 100-årsregn kommer att vara snarlik förändringen av 10-årsregn.

Tabell 6 Förväntad förändring av regnmängd för 10-årsregn med olika varaktighet. Förändringen är relaterad till referensperioden 1981-2010.

Varaktighet	Förändring 2041-2070	Förändring 2071-2100
30 min	+5 % till +10 %	+20 % till +25 %
1 tim	+5 % till +10 %	+20 % till +25 %
3 tim	+5 % till +10 %	+15 % till +20 %
6 tim	+5 % till +10 %	+15 % till +20 %

3.2 Modellering av skyfall

För att utreda effekten av skyfall i Helsingborg användes en kombination av en tvådimensionell ytavrinningsmodell (MIKE 21) och en endimensionell ledningsnätmodell (MIKE URBAN). Genom att använda dessa modellverktyg tillsammans kan en dynamisk beskrivning av avrinningsprocessen simuleras. Modellen visar således hur regnet faller på ytan, rinner utmed markens topografi och tas omhand av ledningsnätet där detta finns beskrivet.

Modellen belastades med regn utifrån två scenarier:

- Ett 100-årsregn med 10 % påslag, motsvarande ett 100-årsregn år 2065. Totalt belastades modellen med 93 mm regn under 6 timmar.
- Det så kallade "Köpenhamnsregnet", det vill säga det regn som föll över Köpenhamn den 2 juli 2011, regnet har enligt rapporter en teoretisk återkomsttid motsvarande cirka 1 500 år. Totalt belastades modellen med 171 mm regn under 3 timmar.

Resultaten från modellen är av översiktlig typ och ger en uppskattning av översvämningsrisken i Helsingborg vid de två simulerade scenarierna.

3.2.1 Översvämningsrisker vid ett 100-årsregn år 2065

För simulerat 100-årsregn föll sammanlagt 93 mm under 6 timmar. Det kan jämföras med skyfallet den 31 augusti 2014 i Malmö där det föll cirka 100 mm på 6 timmar. Beräknade maximala vattendjup kan ses i figur 14. Observera att figuren visar maximala djup i respektive beräkningscell någon gång under simuleringsförloppet. Det är således möjligt att maximalt vattendjup uppstår vid olika tillfällen i olika delar av staden. Sannolikt uppstår maximalt vattendjup tidigare högre upp i avrinningsområdet och senare i områden som ligger närmare havet.

I området Gustavslund (markerat med orange prick i figur 14) har det sedan aktuell höjdmodell genererades genomförts stora förändringar avseende markförhållanden. Resultaten från detta område har därför exkluderats ur figur 14.



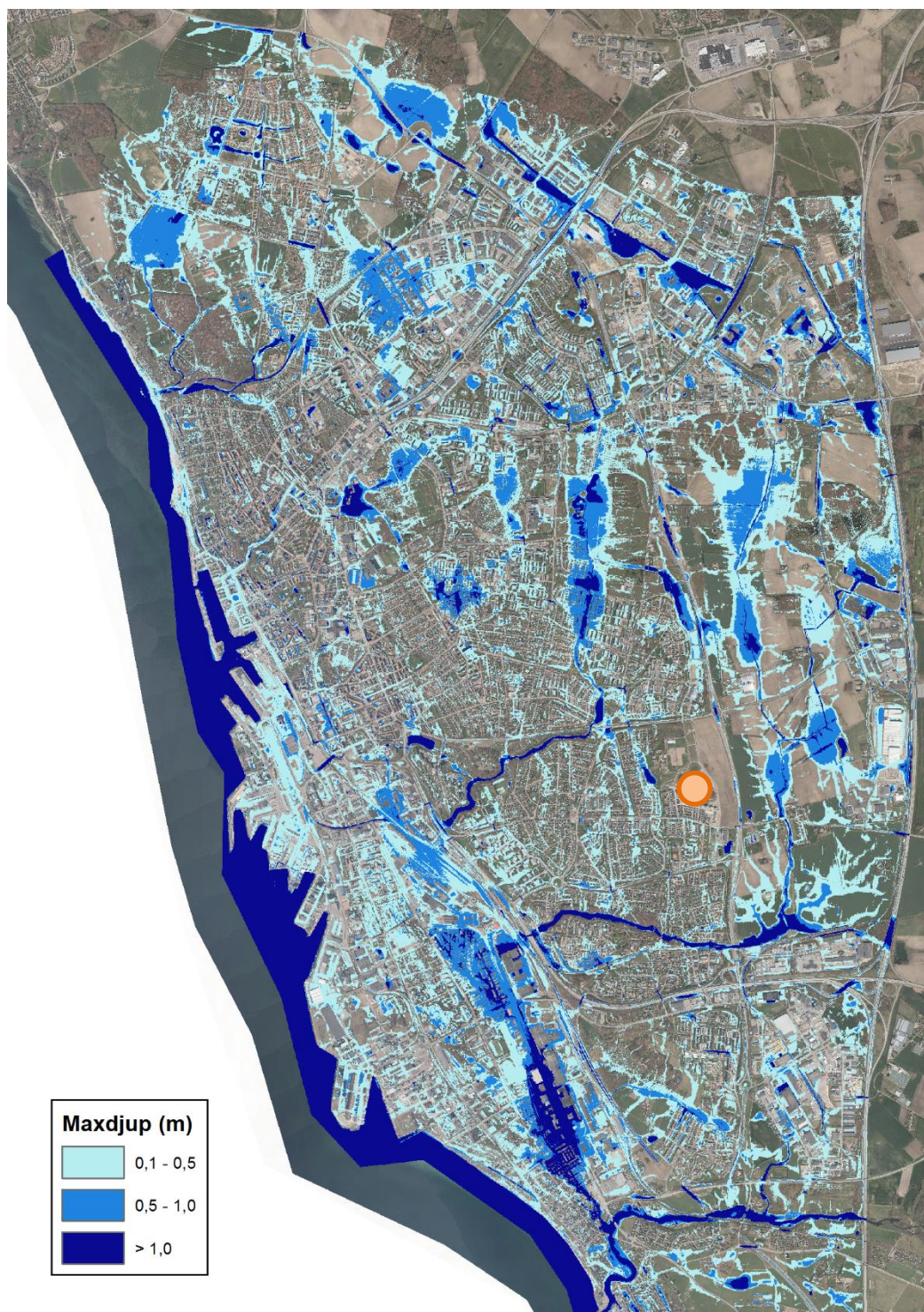
Figur 14 Resultat från modellering av ett 100-årsregn år 2065. Endast områden med vattendjup större än 1 dm visas.

3.2.2 Översvämningar vid ett "Köpenhamnsregn"

Simuleringen motsvarar det regn som föll över Köpenhamn den 2 juli 2011 vilket innebär en belastning med 171 mm under 3 timmar.

I figur 15 visas beräknade maximala vattendjup i Helsingborg för simulerat "Köpenhamnsregn". Jämfört med översvämningssituationen vid ett 100-årsregn (figur 14) sker en tydlig ökning i både utbredning och vattendjup.

I området Gustavslund (markerat med orange prick i figur 15) har det sedan aktuell höjdmodell genererades genomförts stora förändringar avseende markförhållanden. Resultaten från detta område har därför exkluderats ur figur 15.



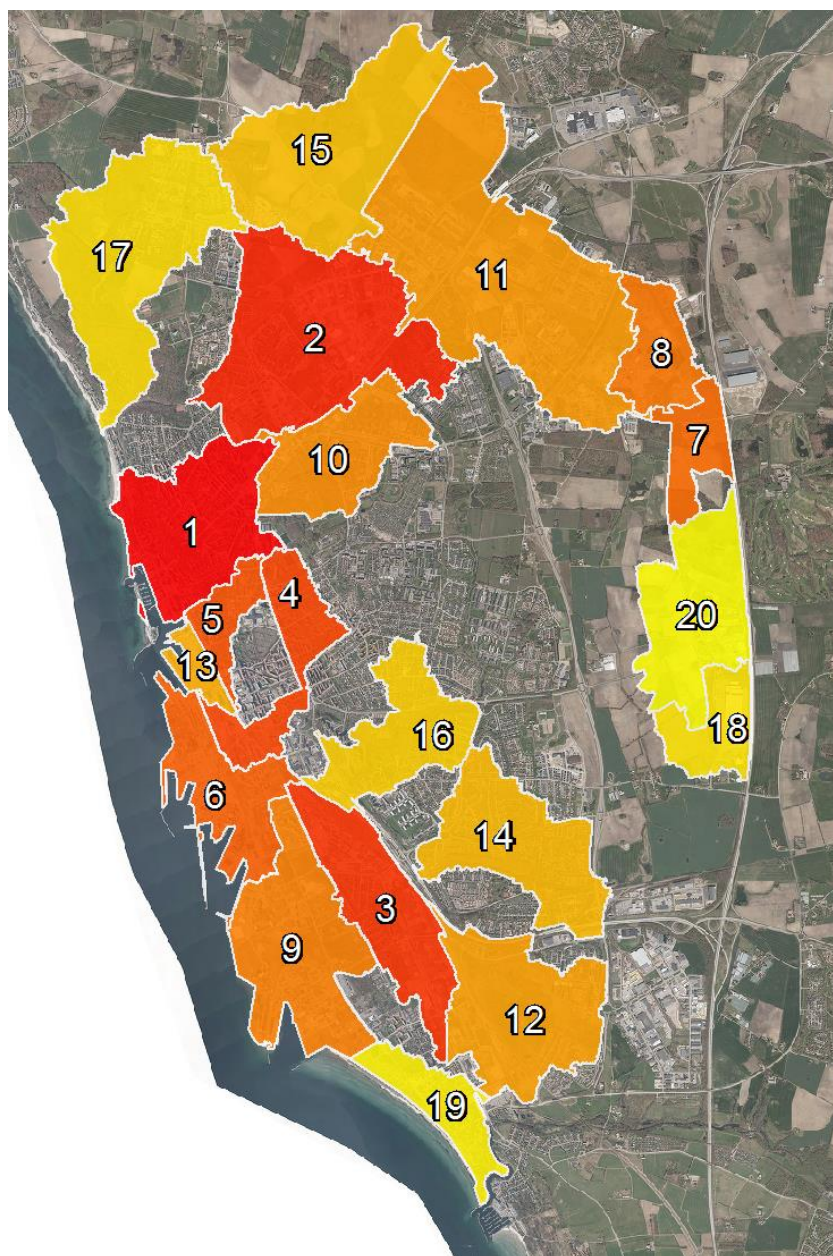
Figur 15 Resultat från skyfallsmodelleringen vid ett så kallat "Köpenhamnsregn". Endast områden med vattendjup större än 1 dm visas.

26(52)

SLUTRAPPORT – KLIMATANPASSNING AV HELSINGBORGS
STAD

3.3 Förslag till prioriterade områden avseende översvämning från skyfall

I riskanalysen har delområden analyserats utifrån samhällsviktig och tillståndspliktig verksamhet, drunkningsrisk samt byggnader (egendomsskador). I figur 16 visas den sammanvägda prioriteringen avseende implementering av åtgärder för att minska risken för översvämningar orsakade av skyfall.



Figur 16 Sammanvägd områdeprioritering avseende åtgärdsimplementering för minskning av översvämningensrisk vid skyfall.

3.4 Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från skyfall

Ledningsnätet är en viktig komponent i stadens förmåga att omhänderta skyfall men kan inte själv ta hand om allt vatten. Att dimensionera ledningsnätet för regn med återkomsttider upp mot och över 100 år är i de allra flesta fall varken ekonomiskt eller tekniskt möjligt.

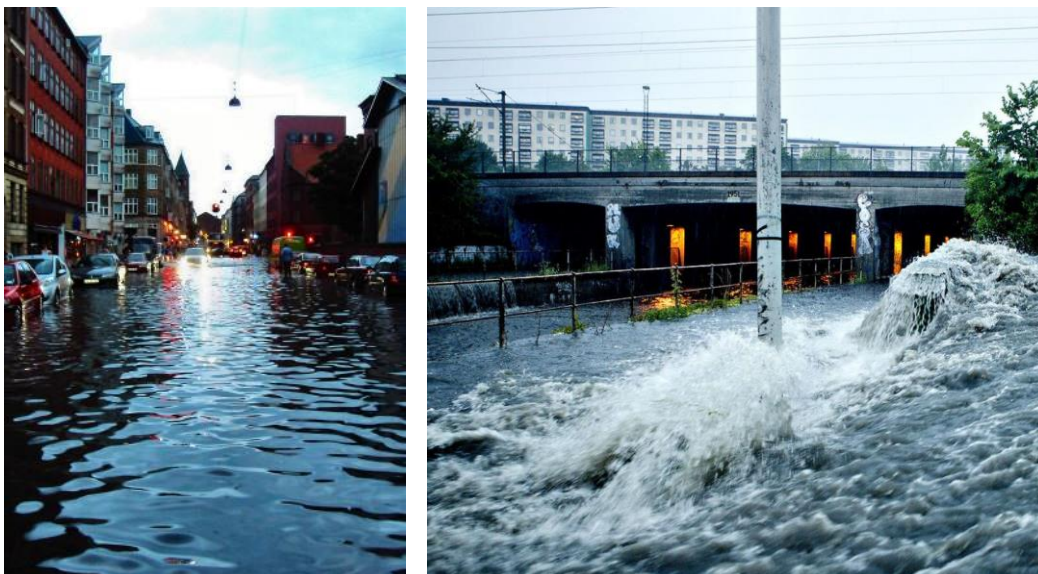
Lokalt omhändertagande av dagvatten innebär huvudsakligen att vattnet infiltreras eller tas om hand på ett sådant sätt att det inte belastar ledningsnätet. Möjligheten till infiltration beror på markens förutsättningar; i stadsmiljöers ofta hårdgjorda ytor minskar infiltrationsmöjligheterna. Gröna tak och permeabla markytor är exempel på när infiltration är möjlig i stadsmiljö. Marken i Helsingborg utgörs huvudsakligen av leriga jordarter vilket gör att ett lokalt omhändertagande av dagvatten är orimligt som huvudsaklig strategi vid skyfall. Det finns dock lokala områden i Helsingborg med mer grovkorniga fraktioner. Här kan möjligheterna till infiltration undersökas vidare.

Ytlig avledning innebär implementering av evakueringsvägar för vattnet där det gör minst skada ur ett samhällsperspektiv. Exempel på ytlig avledning är diken, vägar och kanaler.

Figur 17 visar hur diken kan utformas för både ytlig avledning och fördröjning.



Figur 17 *Diken med fördröjande sektioner integrerade i stadsmiljön med exempel från England. (www.pinterest.com)*



Figur 18 Vatten blir ofta blir stående och bildar ytliga avrinningsstråk vid kraftiga regn.

I Helsingborg kan ytlig avledning användas i områden där det finns stor risk för skada på viktiga objekt och där vattnet således behöver evakueras till lämplig fördröjningsyta eller direkt till recipient. Att hitta åtgärder i form av avledning direkt till recipient bedöms som mest rimligt för områden nedanför landborgen, nära havet.

Fördröjning innebär kontrollerad minskning av flödesförloppet och ger på så sätt avvattningsystemet rimliga vattenmängder att hantera. Ytor som kan användas är till exempel magasin, dammar, grönytor, vägar, parkeringsplatser, lekplatser och torg (figur 19). I den förtätade staden bör fokus vara att bilda mångfunktionella ytor genom att kombinera fördröjningsytor med andra funktioner.



Figur 19 Visualisering av vattenfylld damm eller mindre sjö (Sankt Jørgens Sø i Köpenhamn) med konstruerad yta för kontrollerad översvämning. (<http://www.danva.dk/Presse/Nyheder/DANVA-nyheder/Nyheder.aspx?Action=1&NewsId=1354&M=NewsV2&PID=10778>)

Att fördröja dagvatten i magasin under mark är platseffektivt men dessvärre ofta en dyr lösning. Figur 20 visar anläggning av ett stort fördröjningsmagasin under mark.



Figur 20 Anläggning av stort fördröjningsmagasin under mark. (<http://www.externalworksindex.co.uk/entry/33340/Hydro-International/Stormbloc-stormwater-storage-infiltration/>)

I figur 21 visas en mindre fördröjningsyta integrerad i stadsbilden i Freiburg, Tyskland.



Figur 21 Exempel på liten fördröjningsyta integrerad i stadsbilden i Freiburg, Tyskland.

Viadukter, cykelunderfarter och andra lågt liggande strukturer översvämmas ofta vid kraftiga regn (figur 22). Detta kan innebära stora problem, och kan i vissa fall innebära fara för liv. Vårt att poängtera är dock att flertalet av dessa ytor fungerar som fördröjningsytor vid kraftiga regn. Det är i många fall mer fördelaktigt att ha vatten stående i viadukter och på vägar istället för i källare eller i anslutning till andra känsliga anläggningar. En möjlig lösning är att upprätta effektiva varningssystem samt att omdirigera trafik vid höga vattennivåer.

Det ska tilläggas att det i Helsingborg redan finns varningsljus och skyltar vid vissa viadukter och trafikplatser. Dessa skulle således kunna utökas till fler platser samt kompletteras med ytterligare varningssystem och omdirigeringsmöjligheter.



Figur 22 Översvämmad viadukt i Malmö den 31 augusti 2014. (www.svt.se)

Anpassning innebär att bebyggelse och andra samhällsstrukturer utformas på ett sådant sätt att de löper mindre risk att drabbas vid en översvämningssituation. För ny bebyggelse är det möjligt att minska risken för framtida skador genom att ta hänsyn till översvämningsskeden redan i planeringsstadiet. Lösningen ligger då ofta i en klok höjdsättning. Om det i planeringen för nybyggnation dessutom utreds hur exploateringen kommer att påverka nedströms liggande områden kan framtida problem och potentiella lösningar identifieras i ett tidigt skede. Det är viktigt att kommunen har god insikt i vilka områden som lämpar sig bra respektive mindre bra för bebyggelse ur ett översvämningssperspektiv.

3.4.1 Rekommendation

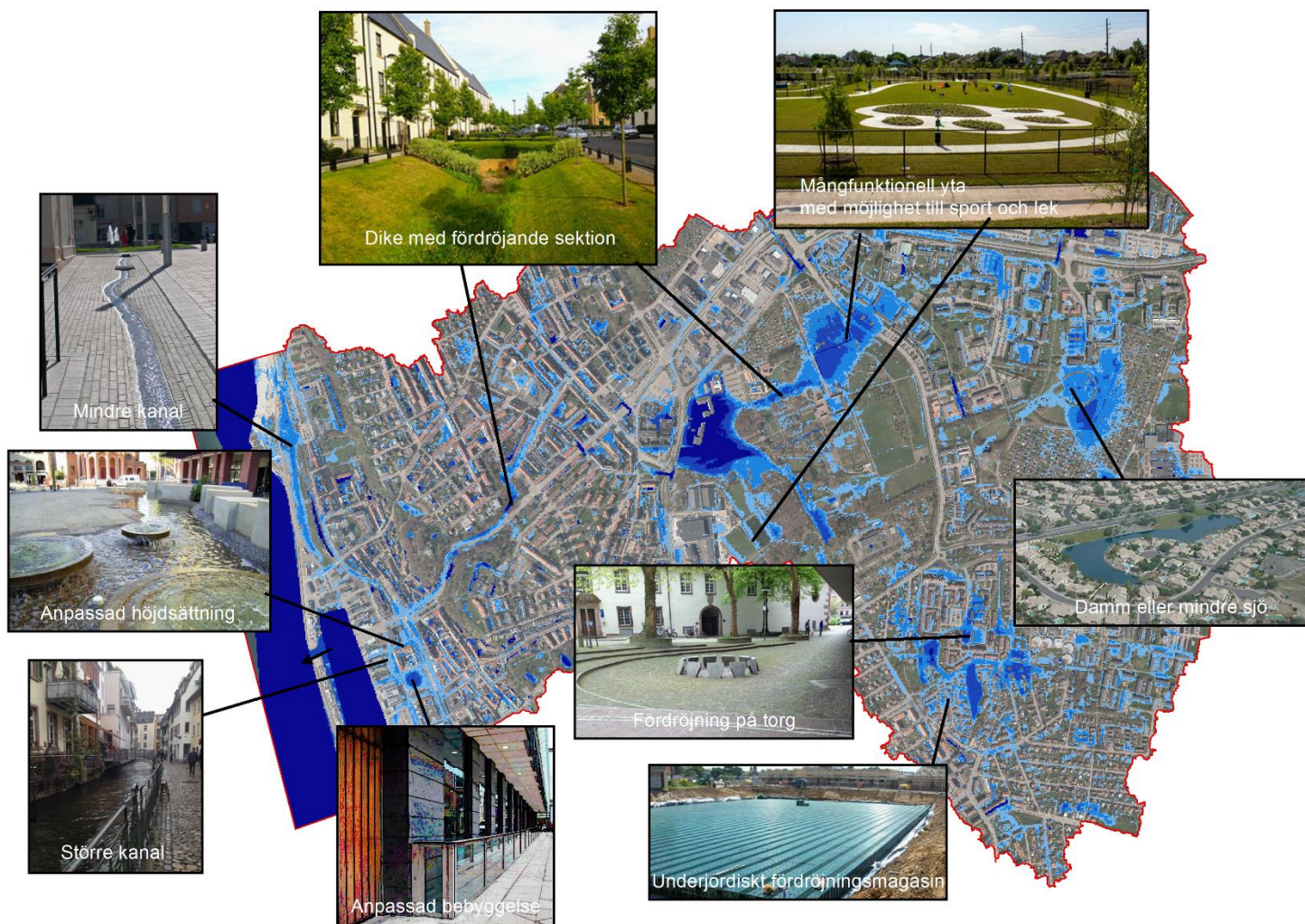
Risken för översvämningar i samband med kraftiga regn är stor i delar av Helsingborgs stad. Det bör fastställas för vilken säkerhetsnivå (exempelvis utifrån återkomsttid eller riskobjekt) som Helsingborgs stad har ambitionen att skydda byggnader, anläggningar och övrig samhällsviktig verksamhet. En sådan ambitionsnivå kan exempelvis beskrivas i en skyfallsplan som sedan fastställs av kommunfullmäktige (Svenskt Vatten, 2016).

Förslag till strategier som Helsingborgs stad kan förhålla sig till sammanfattas i punktform nedan. Dessa förslag är endast översiktliga och behöver utredas och diskuteras vidare för att anpassas till specifika områden.

- Skyfallsmodelleringen ger en översiktlig riskbild för var översvämningar kan ske i samband med kraftiga regn. Resultaten kan användas i ett stadsplaneringsperspektiv med syftet att ge en idé om riskbilden för översvämningar i områden för ny bebyggelse samt för identifiering av ytor som är lämpliga för fördröjnings- och avledningsåtgärder.

- Åtgärdsstrategier för befintliga områden handlar huvudsakligen om att hitta lämpliga fördröjningsytor och avledningsstråk. Högre upp i avrinningsområdena bör fokus ligga på "säker" fördröjning och närmare recipient, generellt längre ner i avrinningsområdena, kan avledande åtgärder i större grad diskuteras.
- För ny bebyggelse kan kommunen arbeta strategiskt redan i planeringsskedet. Ett första steg är att inkludera översvämningsrisken vid skyfall när det gäller lokalisering av byggnader och anläggningar samt vid höjdsättning av dessa. Ytterligare ett steg är att utreda hur exploatering eller förtätning påverkar områden upp- respektive nedströms. Ytterligare en nivå skulle vara att i planeringen se staden som helhet och oavsett områdesgräns sträva efter lösningar som skapar en mer resilient stad, i detta fall med avseende på översvämningsproblematik. Exemplifierat skulle detta kunna innebära framtagande av en metodik kring hur översvämningsrisken kopplat till kraftiga regn ska utredas och hanteras i planprocessen.
- Översvämningsfrågan spänner över många kommunala förvaltningar och inkluderar även andra aktörer. Om kommunen kommer överens om en övergripande strategi kring hur översvämningsproblematik (hav, vattendrag och skyfall) ska hanteras kan det vara en god idé att implementera en arbetsgrupp med representanter från olika delar av organisationen. Arbetsgruppen skulle då kunna ha ett utpekat ansvar för att säkerställa att översvämningsperspektivet inkluderas i det dagliga arbetet.

Exempel på åtgärder som kan vara aktuella för att göra Helsingborg mer rustat mot skyfall visas i figur 23, det delavrinningsområde som visas är högst prioriterat utifrån riskanalysen. I detta avrinningsområde ingår delar av stadsdelarna Statten, Dalhem och Husensjö. Vilka åtgärder som slutligen ska genomföras behöver detaljstuderas och föreslagna åtgärder ska ses som inspiration och diskussionsunderlag.



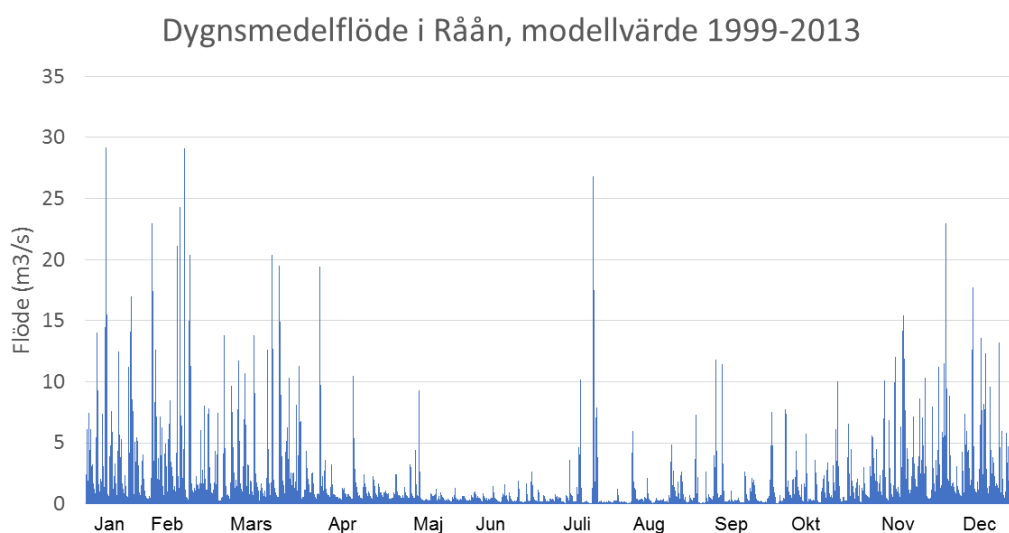
Figur 23 Exempel på åtgärder som kan vara möjliga mot skyfall i Helsingborg.

4 Vattendrag

Klimatförändringar i form av ändrade temperatur- och nederbördsmönster påverkar flödesdynamiken i vattendrag. Förändringen kan beskrivas i termer av exempelvis förändrad årsmedelvattenföring eller månadsmedelvattenföring, men i den här rapporten är det förändringar av extremflödessituationer som är av intresse.

4.1 Dagens och framtidens flöden

I figur 24 visas dygnsmedelvattenföringen i Råån från SMHI:s hydrologiska modell S-HYPE. Högflöden inträffar normalt på vintern, men modellen visar att de även kan ske på sommaren.



Figur 24 *Modellvärden av dygnsmedelvattenföringen i Råån uppdelat på årets månader. Det framgår att högflöden normalt sett inträffar på vintern, men att de även kan ske på sommaren.*

4.1.1 Valda scenarier för klimatanalysen

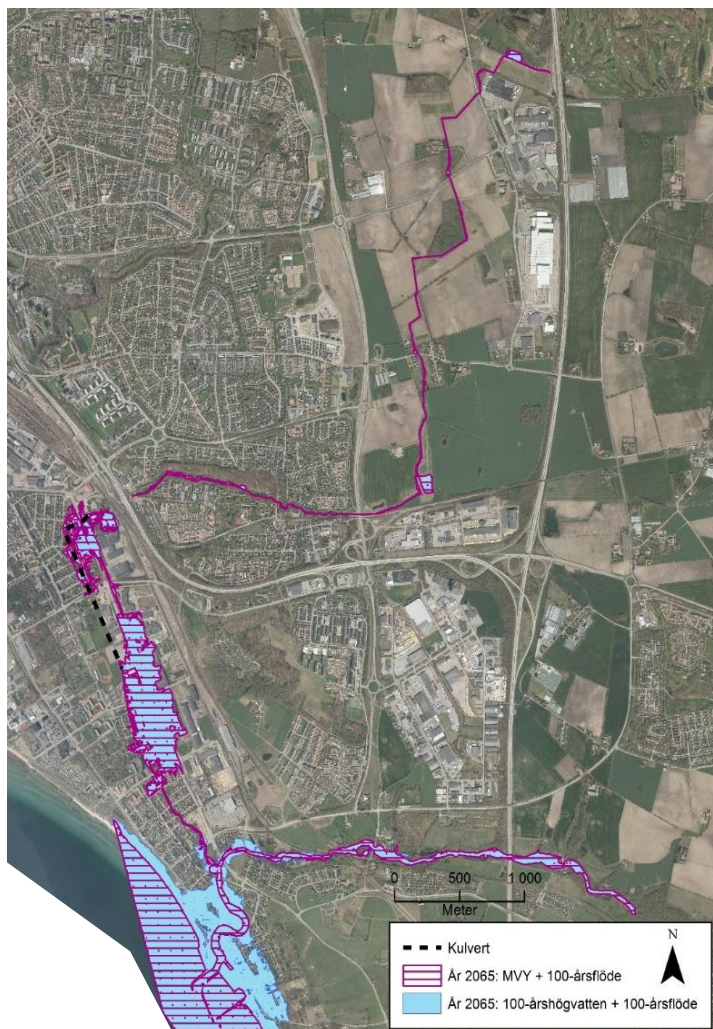
För att identifiera områden som är utsatta för förhöjd risk för översvämning från vattendrag har ett 100- samt ett 200-årsflöde modellerats. Scenarierna har beräknats i PM – Underlag till klimatudredning (Sweco, 2016). Dessa flöden representerar situationer som är ovanliga men inte osannolika sett över en längre tidsperiod. Som extremsituation har beräknat högsta flöde (BHF) studerats.

4.2 Modellering av vattendrag

En översvämningsskartering har genomförts för Råån och dess biflöde Lussebäcken genom användning av modellverktyget MIKE 11. Resultaten presenteras i form av översvämningsskartor.

4.2.1 Översvämning vid ett 100-årsflöde år 2065

I figur 25 jämförs översvämmade områden vid ett 100-årsflöde år 2065 vid ett medelvattenstånd (MVY) och ett 100-årshögvatten. Resultaten från övriga simulerade scenarier är snarlika det resultat som visas i figur 25, övriga resultat presenteras därför inte i slutrapporten.



Figur 25 Resultat från översvämningsskartering av ett 100-årsflöde år 2065 vid medelvattenyta och 100-årshögvatten.

4.3 Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från vattendrag

Översvämningsskarteringen visar att det endast är i den nedre delen av Lussebäcken som det uppstår översvämning till följd av de studerade flödessituationerna. För att reducera risken för översvämningar bör åtgärder dock vidtas både upp- och nedströms det utsatta området.

I den nedre delen av Lussebäcken bör fokus vara på att öka bäckens kapacitet. Lämpliga åtgärder kan vara att anlägga tvåstegsdiken där det tillgängliga utrymmet medger detta. I trånga sektioner kan bäcken kanaliseras. En översyn av broarna utmed den nedre delen bör göras då dessa sannolikt utgör trånga sektioner som dämmer vattennivån vid höglödessituationer. Möjligheten att öppna upp Lussebäckens långa kulvertering bör också undersökas eftersom denna enligt modellresultaten medför en negativ effekt på översvämningssituationen. En ökad avbördningskapacitet av Lussebäckens nedre delar förväntas inte leda till en ökad översvämningrisk utmed Råån.

I Lussebäckens övre delar bör fokus ligga på att fördröja vatten genom anläggning av dammar, våtmarker eller fördröjningsmagasin. Störst effekt fås om dessa dammar eller våtmarker kan regleras så att de är relativt tomma vid normala flöden, för att på så sätt maximera fördröjningsvolymen. Dock kan sådan reglering reducera andra positiva effekter som en damm eller en våtmark kan medföra, såsom rening och biologisk mångfald. En kompromiss mellan olika intressen och syften kommer således att behöva göras.

5 Stranderosion

Stränder besitter stort värde för rekreation och naturmiljö men utgör även en viktig del av kustens naturliga skydd mot stormar och högvatten. Genom att förstärka detta naturliga skydd kan översvämningsskador från havet åtgärdas kostnadseffektivt och med små bieffekter.

Ett exempel på stränders effekt som skydd mot stormar och högvatten finns från USA. Stranden utanför kustområdet Brant Beach strandfodrades (sand tillfördes på stranden och strandplanet blev bredare) av en slump precis innan orkanen Sandy drabbade kusten. I Brant Beach uppstod inga skador på grund av vågor eller överspolning under stormen. Tio kilometer söder om Brant Beach ligger samhället Holgate, där stranden framför samhället inte blivit strandfodrad. I Holgate blev skadorna omfattande. De lokala myndigheterna uppskattade att om hela kuststräckan (30 km) hade haft samma strandbredd som Brant Beach vid stormtillfället skulle skadestånden av orkanen minskat med i storleksordningen 500 miljoner dollar (Hanson, 2016). Även om skadestånden inte kan jämföras med Helsingborgs förhållanden visar exemplet hur effektiv en bred strand är för att minska skador vid en storm.

5.1 Nuvarande stranderosion

Genom att analysera vegetationslinjer på ortofoton från 2000, 2004, 2007, 2010, 2012 och 2014 har den pågående erosionen kunnat bestämmas (figur 26). Vegetationslinjen har förflyttat sig bakåt utmed hela den studerade kustlinjen undantaget Örby ängar söder om Råås hamn. I nuläget sker stranderosion med cirka 0,6 m/år norr om Helsingborg centrum och med cirka 0,2 m/år vid Råå. Denna erosion kommer att förvärras i och med att medelvattennivån stiger. En medelvattennivåhöjning medför erosion då den aktiva strandprofilen, det vill säga den del av strandprofilen där sedimenttransport sker, eftersträvar ett naturligt jämviktsläge med medelvattenytan. När medelvattenytan stiger omfördelas sand från den övre delen av profilen till den del som ligger under vattenytan. Det resulterar i att botten höjs men på bekostnad av att strandlinjen förflyttas bakåt.

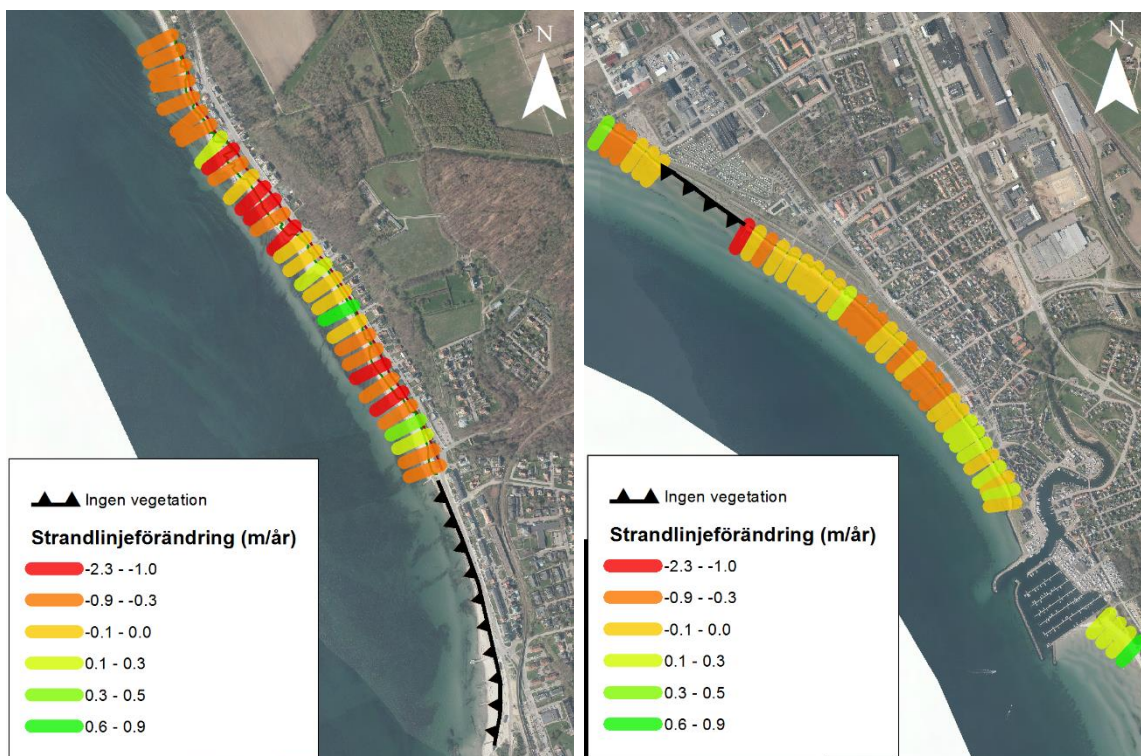
I tabell 7 visas hur mycket respektive strand förväntas förflyttas inåt land då medelvattenytan stiger med 0,5 m till år 2065 och 1,0 m år 2100, förutsatt att inga åtgärder för att förhindra erosionen vidtas.

Tabell 7 *Prognosticerad tillbakaförflyttning av strandlinjen till följd av den stigande havsnivån och den pågående erosionen.*

	År 2065	År 2100
Norr om Helsingborgs centrum	59 m	101 m
Råå	48 m	94 m
Örby ängar	49 m	97 m

I figur 27 samt i figur 28 visualiseras den framtida strandlinjen baserat på den beräknade tillbakaförflyttningen i tabell 7. Den streckade linjen visar den teoretiska strandlinjen då det förutsatts att all mark mellan linjen och havet är sand. Denna strandlinje bedöms dock

inte som sannolik, då det antas att stranden inte kommer förflytta sig förbi vägar, hus eller andra hårda konstruktioner då dessa kommer att bromsa strandlinjens tillbakaförflyttning samt vara anledning till att skyddsåtgärder sannolikt kommer att vidtas. Därför har strandlinjen justerats för att ta hänsyn dessa konstruktioner.



Figur 26 Resultat från analysen av strandlinjens förflyttning mellan åren 2000 och 2014.



Figur 27 Teoretisk och kompenserad strandlinje för år 2065 och år 2100 för stranden utmed Strandvägen.



Figur 28 Teoretisk och kompenserad strandlinje för år 2065 och år 2100 vid Råå.

5.2 Förslag till prioriterade områden avseende stranderosion

Två områden som är aktuella för åtgärder mot stranderosion inom Helsingborgs stad är utmed Strandvägen norr om Helsingborgs centrum samt vid Råå. Av dessa är området vid Strandvägen högst prioriterat då avståndet mellan strand och bebyggelse i detta område är minst. Genom att öka strandbredden kan även skador som kan uppstå i samband med stormar reduceras.

5.3 Förslag till strategi för att skydda mot stranderosion

Stränderna i Helsingborg är en viktig del av stadens klimatanpassning då de utgör en buffertzonen mellan staden och havet. Detta är en anledning till att skydda och förstärka de stränder som finns inom staden. Stabila och breda stränder medför även en rad andra positiva effekter, såsom rekreativsmöjligheter och naturvärden.

I Sverige har stranderosionsskydd traditionellt utgjorts av hårda skydd, såsom stenskoningar och hövder, Helsingborg är inget undantag. Grundproblemet vid stranderosion är att det finns för lite sand i strandens system. Hårda skydd löser inte grundproblemet, utan förflyttar istället erosionen till ett annat område. Internationellt och även på vissa håll i Sverige bekämpas stranderosionen huvudsakligen genom att istället tillföra sand till stränderna, så kallad strandfodring. Genom denna metod tillåts de naturliga processerna längs stranden fortgå. Generellt sett är strandfodring den mest kostnadseffektiva åtgärden på lång sikt.

Strandfodring kräver tillstånd från mark- och miljödomstolen. Om sand ska utvinnas från en egen täkt till havs behövs även tillstånd från SGU enligt kontinentalsockellagen. Mest ekonomiskt fördelaktigt blir strandfodring om sand kan utvinnas från en egen täkt, men sand kan även köpas från extern källa.

Om sand ska utvinnas från en egen täkt behöver en sådan lokaliseras genom marin-geologiska undersökningar och dess lämplighet som täkt bedömas utifrån marin-biologiska undersökningar och hydrauliska beräkningar. Om strandfodring ska genomföras, bör det förtydligas att tillståndsprocessen är tidskrävande och att arbetet med att ansöka om de tillstånd som krävs bör inledas i god tid innan själva åtgärden avses genomföras.

Ytterligare en viktig strategi för att reducera stranderosionen är att upprätta en strandförvaltningsplan innehållande en skötsel- och underhållsplan. Förutom rekommendationer gällande hur stränderna ska skötas samt vilka verksamheter som bör undvikas bör även ett mätprogram av strandutvecklingen ingå. Ett sådant mätprogram, där det under lång tid följs upp hur stränderna utvecklas morfologiskt, utgör ett viktigt kunskapsunderlag för framtida åtgärder mot erosion.

6 Grundvatten

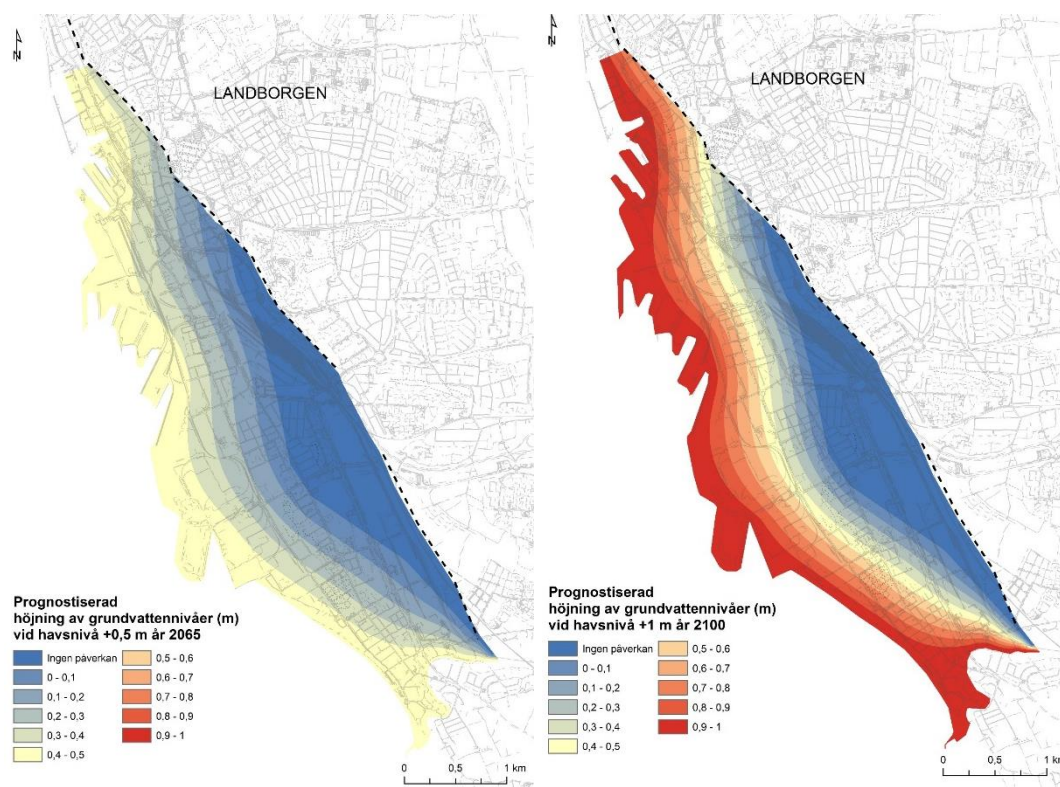
6.1 Klimatförändringens konsekvenser för grundvatten

Grundvatten förekommer dels i ytliga jordlager och dels i berggrunden. Grundvattennivåer varierar naturligt under året. Variationens amplitud skiljer sig åt mellan olika platser. Generellt är nivåerna som högst under tidig vår och som lägst under hösten enligt nuvarande grundvattenregim.

Klimatförändringarna kommer att påverka grundvattenytan dels genom förändringar i nederbörd och temperatur och dels genom stigande medelvattennivå i havet. Studier visar emellertid att stigande grundvattennivåerna längs Sveriges kust orsakade av ökad temperatur och nederbörd är liten i jämförelse med påverkan från stigande havsnivå.

6.2 Konsekvenser av förhöjd medelvattennivå för grundvattennivån

I kustnära områden kommer en stigande havsnivå sannolikt att leda till en stigning av grundvattenytan med upp till 0,5 m år 2065 och med upp till 1 m år 2100 (figur 29). De topografiska förutsättningarna i Helsingborg gör att effekten av en stigande havsnivå begränsas till landremsan mellan havet och landborgen. Ovanför landborgsbranten förväntas ingen påverkan på grundvattennivåerna från den stigande havsnivån.



Figur 29 Höjning av grundvattennivåer år 2065 (t.v.) och år 2100 (t.h.).

6.3 Förslag till strategi för att skydda mot översvämning från grundvatten

Kartorna över grundvattennivåerna år 2065 och 2100 har tagits fram baserat på faktiska mätningar och ett förenklat antagande om hur grundvattennivåerna kommer ändras i framtiden. De faktiska mätningarna är få, med få mättillfällen och i ett begränsat geografiskt område. Dessutom kan grundvattenmätningar störas i olika grad av ledningsdräneringar och aktiva pumpningar i staden. Det bör därför understrykas att prognoserna är osäkra.

För att kunna förstå grundvattenförutsättningarna i Helsingborgs stad och prognosticera havsnivåns påverkan på grundvattennivåer i framtiden rekommenderas Helsingborgs stad att upprätta ett kontrollprogram för övervakning av grundvattennivåer. Kontrollprogrammet bör fokusera på stadens centrala delar, mäta grundvattennivåer i både jord och berg samt dokumentera både årstids- och långtidsvariationer.

Strategi för hur Helsingborgs stad ska skyddas mot översvämning till följd av högt grundvatten kan framarbetas efter att en ökad förståelse av den nuvarande grundvattensituationen i Helsingborg har erhållits genom mätningar.

7 Klimatanpassningsplan

Denna rapport med tillhörande analyser visar att Helsingborgs stad redan idag är sårbar för översvämningar orsakade av höga havsnivåer, skyfall och höga flöden i vattendrag samt att riskerna kommer att öka med klimatförändringen. Arbetet med att anpassa staden till de översvämningsrisker som föreligger behöver prioriteras. En viktig del i detta arbete är en klimatanpassningsplan.

Klimatanpassningsplanen syftar till att beskriva ramarna för stadens anpassningsarbete, det vill säga vilken förvaltning/arbetsgrupp som har huvudansvaret för samordningen av klimatanpassningsarbetet samt ansvarsområden för övriga berörda förvaltningar. Med en väl förankrad klimatanpassningsplan, på detaljerad nivå, kan många klimat-anpassningsåtgärder inkluderas vid ombyggnadsprojekt i staden. På så sätt kan åtgärder genomföras på ett kostnadseffektivt sätt.

Klimatanpassningsplanen bör innehålla riktlinjer gällande hur Helsingborg stad ämnar utvecklas ur ett stadsbyggnadsperspektiv. Exempelvis kan planen ge råd kring hur en väg kan konstrueras för att på bästa sätt avleda skyfall samt hur höjdsättning för ny exploatering bör göras.

Syftet med planen bör vara att säkerställa att Helsingborgs stads arbete med klimatanpassning sker enligt nedanstående principer:

- Genomför erforderlig åtgärd vid rätt tidpunkt.
- Undviker felaktiga investeringar kopplat till översvämningsrisker.
- Strävar efter att åtgärder främjar Helsingborgs gröna tillväxt.
- Hittar synergier med annan planering inom staden.
- Genomför flexibla klimatanpassningsåtgärder som kan anpassas till att prognoserna för det framtida klimatet förändras.
- Att klimatanpassningsåtgärderna berikar stadens kvaliteter för boende och verksamheter.
- Att klimatanpassningsåtgärder genomförs på basis av utredningar med hög teknisk nivå.
- Att klimatanpassningsåtgärder faktiskt genomförs och att staden förbereds för det förändrade klimatet.

7.1 Fokusområden för klimatanpassningsplanen

De genomförda utredningarna inom ramen för detta uppdrag visar att de två typer av översvämningar som förväntas medföra störst konsekvenser för Helsingborgs stad är översvämningar från havet samt översvämningar orsakade av skyfall. Arbetet med klimatanpassningsåtgärder bör därför initialt fokusera på dessa.

Var åtgärder bör implementeras först behöver detaljstuderas, riskanalysen visar dock att risk för översvämning från havet såväl som från skyfall föreligger kring Norra hamnen och Råå. Geografiskt bör således åtgärder initialt fokusera på dessa områden. Potentiella åtgärder för skydd mot skyfall är dock inte begränsade till områden med ökad riskbild, åtgärder som implementeras högre upp i avrinningsområdet kan innebära positiv effekt för riskområden nedströms. Mer detaljerade analyser baserade på det framtagna underlagsmaterialet kan visa var åtgärder bör fokuseras för att åstadkomma en minskad risk för översvämningar orsakade av skyfall.

7.2 Förslag på hur underlagsutredningen kan användas för att klimatanpassa Helsingborgs stad

En viktig del i en klimatanpassningsplan är att säkerställa att aktörer inom kommunen har relevant och lättolkad information gällande föreliggande översvämningssrisker samt vilka aspekter som behöver tas i beaktning i det dagliga arbetet. De risk- och översvämningsskarteringar som tagits fram i denna utredning bör inkluderas i kommunens GIS-databas och göras tillgängliga för stadsplanerare.

Information till aktörer med samhällsviktig verksamhet inom översvämningsskänliga områden bör få ta del av information gällande översvämningssrisken för deras verksamhet samt vilka ungefärliga vattendjup som kan förväntas. För många samhällsviktiga objekt räcker det sannolikt med mindre och lätt genomförbara åtgärder (upphöjning av tröskelnivåer och liknande) för att undvika en störning av den aktuella samhällsfunktionen. För tillståndspliktiga verksamheter lokaliserade inom riskutsatta områden bör tillsynsmyndigheten ställa krav på att verksamhetsutövaren kan uppvisa att en översvämning inte påverkar verksamheten på sådant sätt att skador på människor eller miljö kan uppstå.

De hydrodynamiska modeller som tagits fram i denna studie bör användas för att utreda effekterna av olika åtgärdsförslag, innan de implementeras. På så sätt kan åtgärder som inte har tillräckligt stor översvämningssreducerande effekt i förhållande till kostnaden, alternativt åtgärder som förvärrar översvämningssituationen i andra områden, undvikas.

7.3 Juridiska regelverk kring översvämning att beakta vid klimatanpassning

EU antog 2007 ett direktiv för översvämningssrisker som reglerar hanteringen av översvämningar, för att på så sätt värna om människors hälsa, miljö, kulturarv och ekonomisk verksamhet. I Sverige är det Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) som utsetts till ansvarig myndighet för att genomföra översvämningssdirektivet. Arbetet drivs i nära samarbete med länsstyrelserna. Inom ramen för arbetet har MSB pekat ut 18 platser i Sverige där översvämningssrisken är betydande. För respektive stad har MSB tillsammans med den aktuella länsstyrelsen gjort en riskhanteringsplan. Värt att notera är att de översvämningar som behandlas i deras urval enbart är översvämningar från vattendrag och sjöar. Städer där det föreligger risk för översvämning från havet ingår ej. Risker för översvämning från havet ingår emellertid i EU:s översvämningssdirektiv och det är därför troligt att MSB framöver kommer att identifiera fler städer där krav kommer att ställas på riskhanteringsplaner avseende översvämning.

Gällande samhällets skydd mot extrema händelser, exempelvis översvämningar, är även kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser av intresse, föreskrifter kring dessa finns i förordningen **MSBFS 2015:5**. Kommunen ska under varje mandatperiod sammanställa och rapportera resultatet av sitt arbete med risk- och sårbarhetsanalys till länsstyrelsen. Kommunens ansvar omfattar alla händelser som får konsekvenser inom kommunens geografiska område, oavsett vilka aktörer och verksamheter som i första hand berörs.

Utöver översvämningdirektivet finns det även andra lagar och förordningar som tar upp översvämningproblematiken och som kan komma att leda till att krav ställs på kommunen.

7.3.1 Lagar och förordningar

Lagen om skydd mot olyckor (2003:778) reglerar att en kommun ska ha ett handlingsprogram för förebyggande verksamhet. I programmet ska målet för kommunens verksamhet samt de risker för olyckor som finns i kommunen och som kan leda till räddningsinsatser anges.

Lagen om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap (2006:544) reglerar att kommuner ska analysera vilka extraordinära händelser i fredstid som kan inträffa i kommunen och hur dessa händelser kan påverka den egna verksamheten. Resultatet av arbetet ska värderas och sammanställas i en risk- och sårbarhetsanalys. Kommuner ska vidare, med beaktande av risk- och sårbarhetsanalysen, för varje ny mandatperiod fastställa en plan för hur de ska hantera extraordinära händelser.

Plan- och bygglagen (PBL) (2010:900) reglerar planering av mark- och vattenområden i kommunen. Enligt PBL ska kommunens planläggning syfta till att mark- och vattenområden används för det ändamål som områdena är mest lämpade för med hänsyn till beskaffenhet, läge och behov. Vidare ska bebyggelse och byggnadsverk även lokaliseras till mark som är lämpad till ändamålet med avseende på risken för översvämningar.

Enligt **skadeståndslagen (1972:207)** är kommunen skyldig att ersätta personskada, sakskada eller ren förmögenhetsskada som vållas genom fel eller försummelse vid myndighetsutövning. Kommunen ansvarar som tidigare nämnts för planering av mark, och kan krävas på skadestånd om fel eller försummelse vid planläggning eller bygglovsgivning leder till skada. Exempel på försummelse skulle kunna vara att kommunen genom detaljplan eller bygglov möjliggör bebyggelse på mark som är olämplig för ändamålet avseende översvämningrisk.

Många åtgärder mot högvatten kan komma att kräva tillstånd enligt **miljöbalken (MB)** innan de får påbörjas. Detta gäller särskilt om åtgärden syftar till att förändra vattenförhållandena, vilket är syftet med åtgärder mot högvatten. Delar av MB som mest sannolikt berörs av klimatanpassningsåtgärder är 3, 4 och 7 kap (områdesskydd), 5 kap (miljö kvalitetsnormer), 9 kap (miljöfarlig verksamhet) och 11 kap (vattenverksamhet).

7.4 Kommunalt ansvar i planeringen

7.4.1 Befintlig bebyggelse

Inom befintlig bebyggelse är det kommunala tvingande ansvaret för klimatanpassning begränsat. Det är i grunden fastighetsägarens eget ansvar att skydda sig mot översvämningar och andra naturolyckor. Enligt skadeståndslagen är kommunen dock skyldig att ersätta personskada, sakskada eller förmögenhetsskada som vållas genom fel eller försummelse vid myndighetsutövning (1972:207 3 kap 2§). Eftersom kommunen enligt PBL ansvarar för planering av mark, kan kommunen krävas på skadestånd om fel eller försummelse vid planläggning eller bygglovsgivning leder till skada. Exempel på försummelse skulle kunna vara att kommunen genom detaljplan eller bygglov möjliggör bebyggelse på mark som är olämplig för ändamålet.

Enligt preskriptionslagen så preskriberas en fordran efter tio år (1981:130 2§). I praktiken innebär det att skadeståndsanspråk måste riktas mot kommunen inom tio år från det att felet begåtts för att kommunen ska vara ersättningsskyldig. Det kommunala ansvaret begränsas således, i den mån det finns, till planområden yngre än tio år. Observera att preskriptionstiden gäller skadeståndsanspråk kopplade till markens lämplighet. Eftersatt underhåll av tekniska försörjningssystem kan medföra skadeståndskrav även inom detaljplaneområden äldre än tio år.

7.4.2 Ny bebyggelse

Vid planering av ny bebyggelse är kommunens ansvar mer omfattande. Planering av mark- och vattenområden är en kommunal angelägenhet som regleras av PBL. Enligt PBL 2 kap 2§ ska kommunens planläggning syfta till att mark- och vattenområden används för det ändamål som områdena är mest lämpade för med hänsyn till beskaffenhet, läge och behov. Sedan 2011 har kraven i PBL skärpts så att även klimataspekter ska inkluderas i planläggningen. Kommunen har således ett lagstadgat ansvar att beakta klimataspekter i sin mark- och vattenplanering. I PBL 2 kap 3§ anges att *"planläggning ska ske med hänsyn till natur- och kulturvärden, miljö- och klimataspekter samt mellankommunala och regionala förhållanden [...]"*.

7.4.3 Översiktsplan

Kommunen har en bindande skyldighet att upprätta översiktsplan för hela kommunen (PBL 3 kap 1§). Kommunen ska i översiktsplanen redovisa hur hänsyn har tagits till de krav som ställs i PBL 2 kap (PBL 3 kap 4§), exempelvis hur klimataspekter har beaktats. Lagtexten anger inget kring vad som krävs för att kommunen ska anses ha beaktat klimataspekterna i sin översiktsplan. Översiktsplanen är inte ett juridiskt bindande dokument, och klimatanpassningsaspekter som anges i ÖP är således inte strikt sett tvingande för kommunen. Däremot ska de vara starkt vägledande för kommunens fortsatta planarbete.

7.4.4 Detaljplan

Kommunen har vid prövning av detaljplaner en skyldighet att pröva markens lämplighet med hänsyn till ändamålet (PBL 4 kap 2§). Kommunen ska i sin lämplighetsbedömning ta hänsyn till allmänna och enskilda intressen enligt PBL 2 kap, bland annat klimataspekter enligt PBL 2 kap 3§. Lagtexten anger emellertid inte vad som kan anses vara tillräcklig hänsyn till klimataspekter, utan denna bedömning ska göras av kommunen.

Efter att kommunen har fattat ett planbeslut så granskas beslutet av länsstyrelsen. PBL anger inte uttryckligen att länsstyrelsen ska granska om kommunen har tagit tillräcklig hänsyn till klimataspekter, men enligt PBL 11 kap 10-11§§ är länsstyrelsen skyldig att överpröva och upphäva kommunala planbeslut om myndigheten anser att planen är olämplig med hänsyn till bland annat människors hälsa eller säkerhet eller till risken för olyckor, översvämning eller erosion. Det finns exempel där kommunala planbeslut har upphävts av länsstyrelsen med hänvisning till att planen inte tillräckligt tydligt visar hur översvämning, erosion och negativ påverkan på människors hälsa ska förebyggas i ett framtida klimat. Huruvida risker enligt PBL 11 kap 10-11§§ ska bedömas utifrån dagens klimat eller framtidens (och i så fall hur långt in i framtiden) är omdiskuterat, och tydlig rättspraxis i frågan saknas i dagsläget. Om länsstyrelsen upphäver en plan med hänvisning till PBL 11 kap 11§ så kan kommunen överklaga myndighetens beslut till regeringen (PBL 13 kap 5§).

Förutom kommunala skyldigheter anger PBL även möjligheter för kommunen att inkludera klimatanpassningsåtgärder i planarbetet. Kommunen kan exempelvis i en detaljplan villkora att skyddsåtgärder ska vidtas mot exempelvis översvämning (PBL 4 kap 12§), samt att bygglov endast får lämnas efter att skyddsåtgärder har vidtagits (PBL 4 kap 14§).

7.5 Sammanfattning av strategier för klimatanpassningsplanen

Föreliggande utredning visar behovet för Helsingborgs stad att vidta åtgärder för reducering av framtida översvänningsrisker. Genom att idag påbörja ett åtgärds- och anpassningsarbete förbättrar staden även sin förmåga att klara av extremväder i dagens klimat.

För att reducera översvänningsrisken från havet bör Helsingborgs stränder breddas i norr. I Norra hamnen bör kajkanter och höjder anpassas för att klara av ett 100-årshögvatten år 2065. För det planerade H+-området föreslås att en anpassningsstrategi av bebyggelsen tillämpas, det vill säga att viss översvämning tillåts och att bebyggelsen anpassas till dessa händelser. Detta är en strategi som kan tillämpas för alla nya exploateringar i kustnära lägen. För de verksamheter som ligger vid industrihamnarna söder om Norra hamnen föreslås det åläggas verksamhetsutövarna att anpassa sin verksamhet eller fastighet till översvänningsrisken. Detta kan antingen göras genom skydd eller anpassning av verksamheten i sig. För de verksamheter som inte är beroende av ett hamnnära läge bör förflyttningsmöjlighet till ett område med mindre översvänningsrisk övervägas. I Råå där det föreligger en risk för drunkning bör åtgärder för att reducera denna risk genomföras. Då det finns ett visst utrymme mellan bebyggelse

och hav eller å finns det goda möjligheter att hitta ändamålsenliga skyddsåtgärder. För åtgärder nedanför landborgen behöver hänsyn tas till att åtgärderna inte ska förvärra översvämningssituationen vid skyfall.

Skyfall kan potentiellt orsaka stora skador då stora delar av Helsingborg riskerar att drabbas, till skillnad från översvämningar från havet som bara drabbar låglänta områden längs kusten. Då Helsingborg är för stor för att hela staden på kort sikt ska kunna skyddas mot de negativa effekterna av skyfall behöver åtgärderna fokuseras till prioriterade områden. De översiktliga strategierna för skyfallsåtgärder skiljer sig åt mellan nedan respektive ovan landborgen. Nedan landborgen bör vattnet så snabbt som möjligt avledas mot havet, samtidigt som översvämningssensitiv bebyggelse inom riskområden bör anpassas. I landborgsbranten bör rinnvägar säkerställas alternativt skapas för att på ett säkert sätt leda vatten ner till havet. Ovan landborgen bör åtgärder fokusera på att fördröja vatten samt att leda vatten till områden där skadorna blir begränsade. Även här kan bebyggelse behöva anpassas till att klara tillfälliga översvämningar.

Resultaten från modelleringen av Lussebäcken och Råån visade att störst översvämningssrisk finns i de nedre delarna av Lussebäcken. Samma område är även ett prioriterat område avseende skyfall och den föreslagna strategin för Lussebäcken medför således även reducerande effekt på översvämningssituationen vid kraftiga regn. Resultaten visar att Lussebäckens begränsande avbördningskapacitet orsakar översvämningar. Strategin i den nedre delen blir således att försöka hitta åtgärder som ökar kapaciteten, framförallt i de dämmande sektioner som finns längs bäcken. I uppströms delar av Lussebäcken bör åtgärder för att fördröja flödet vidtas.

Helsingborgs stränder utgör en viktig komponent i kommunens skyddssystem då de reducerar skador vid stormar. Stränderna bör därför breddas genom tillförsel av sand. Strandfodring kräver tillstånd enligt Miljöbalken och processen att söka tillstånd för detta bör påbörjas. Fram till tillstånd erhållits bör en underhålls- och skötselplan upprättas, denna bör inkludera ett mätprogram för att kvantitativt analysera strändernas utveckling över tid.

Det tillgängliga underlaget gällande grundvattensituationen har varit bristfälligt och kvalitativa analyser har därför inte kunnat göras. Strategin för att hantera grundvattenfrågan bör således vara att inleda ett mätprogram för att i nästa steg utreda hur den stigande havsnivån påverkar grundvattensituationen nedan landborgen.

En viktig del i klimatanpassningsarbetet är att informera allmänhet, verksamhetsutövare och andra aktörer inom staden om den översvämningssrisk som föreligger. Detta för att enskilda ska kunna vidta relevanta åtgärder för sin verksamhet eller fastighet och på så sätt öka stadens resiliens mot översvämningar.

8 Slutsatser

I föreliggande utredning har sannolikhet och risk för översvämningar i ett förändrat klimat utretts avseende översvämningar från hav, skyfall, vattendrag och grundvatten. Vidare har även havsnivåstigningens påverkan på stränderna belysts. För översvämningar orsakade av skyfall har störst riskområde identifierats, detta då skyfall ofta innebär att stora delar av staden kan drabbas samtidigt. Utredningen visar även att översvämningar från havet kan få stora konsekvenser för boende, hamnnära verksamheter och samhällsviktiga funktioner.

Det i utredningen framtagna underlaget bör användas i Helsingborgs stads fortsatta arbete med klimatanpassning och vid planering av stadens utveckling. Utredningen syftar också till att agera underlag för en framtida klimatanpassningsplan.

De typer av klimatanpassningsåtgärder som föreslås för att göra Helsingborg mer motståndskraftigt mot översvämningar finns redan implementerade på ett flertal platser i världen. För att nå fram till åtgärdsimplementering i Helsingborg behövs i nästa steg fördjupade studier av prioriterade områden, detta för att identifiera och detaljutforma de mest lämpliga åtgärderna för respektive område. Efter val av åtgärder krävs politiska beslut som möjliggör genomförandet av dessa.

Klimatanpassningsarbetet inkluderar flertalet förvaltningar inom Helsingborgs stad. För att möjliggöra att arbetet genomförs på ett långsiktigt och hållbart sätt är god samverkan mellan förvaltningarna en förutsättning. Det bör således tillsättas en arbetsgrupp inom kommunen bestående av representanter från de förvaltningar som ansvarar för att realisera klimatanpassningsarbetet.

Slutsatsen av genomförda analyser är att Helsingborgs stad är sårbar för översvämningar från hav, skyfall och vattendrag. Föreslagna strategier och åtgärder anses dock vara både rimliga och genomförbara.

9 Referenser

- Assisstan commissioner - Engineering and Research. (1988). *Downstream Hazard Classification Guidelines*. Denver, Colorado: U.S Department of Interior.
- Boverket. (2015). *Lagen om allmänna vattentjänster*. Hämtat från <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/flera-lagar-reglerar-dagvatten/lagen-om-allmanna-vattentjanster/>
- DHI. (2010). *PM Tolkning av framtida havsnivåer*.
- DMI. (2012). *Drift af Spildevandskomitéens Regnmålersystem Årsnotat 2011*. København: Danmarks Meteorologiske Institut.
- DMI. (den 10 02 2016). Hämtat från <http://www.dmi.dk/en/hav/maalinge/tidal-tables/>
- Hanson, H. (den 05 04 2016). Coastal Protection in a changing climate. *Kustkonferensen 2016*. Malmö: Föreningen Vatten.
- HD. (den 03 03 2016). *1902 - stormens år*. Hämtat från HD.se: <http://www.hd.se/nyheter/skane/2013/12/23/1902---stormens-ar/>
- Helsingborgs stad & NSVA. (2015). *Dagvattenprogram Helsingborgs stad, Dagvattenpolicy NSVA*.
- Helsingborgs stad. (2016). *Grundvattennivåmätningar Hamnleden*.
- Helsingborgs stad. (2016). *Grundvattennivåmätningar Södertunneln och Hamnleden*.
- Helsingborgs stad, m.fl. (2010). *H+ Stigande havsnivå Sårbarhetsanalys och förslag på anpassningsåtgärder för stigande havsnivåer i tidsperioden 2010-2100*.
- IPCC. (2013). *Climate change 2013 - The physical science basis - Chapter 13*.
- Jha, A. K., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Cities and Flooding*. The World Bank.
- Länsstyrelsen i Västra Götalands och Värmlands län. (2011). *Stigande vatten*. Göteborg: Länsstyrelsen i Västra Götalands och Värmlands län.
- MSB. (2014). *Översämningskartering utmed Råån*.
- SGU. (2016). SGU's grundvattennät - Station Vellinge 1:6.
- SMHI. (2010). *Framtida vattennivåer i Helsingborg, rapport nr 2010-55*.
- SMHI. (2012). *Klimatanalys för Skåne län Rapport nr 2011-52*.
- SMHI. (2013). *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige - Klimatologi nr 6 2013*.
- SMHI. (2015-12-07). Hämtat från <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/den-stormiga-julen-1902-1.5693>
- SMHI. (den 10 02 2016). Hämtat från <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/tidvatten-1.321>
- SMHI. (den 04 03 2016). *Klimatscenarier*. Hämtat från SMHI: <http://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier?area=lan&var=gstmax&sc=rcp85&seas=ar&dnr=0&sp=sv&sx=0&sy=0#area=lan&dnr=12&sc=rcp85&seas=ar&var=gstmax>
- SMHI/SGI. (2009). *Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys - naturolyckor*.
- Södertunnelprojektet. (2011). *Brunnar för referensmätning Bilaga 1*.
- Södertunnelprojektet. (2011). *Brunnsprotokoll - Bilaga 2*.
- stad, H. (u.d.). *Grundvattennivåmätningar Hamnleden*.
- Svenskt Vatten. (2016). *P110, Avledning av dag-, drän- och spillvatten, del 1 - Policy och funktionskrav för samhällets avvattning*. Svenskt Vatten.
- Svenskt Vatten. (den 04 04 2016). *Vattentjänstlagen*. Hämtat från Svenskt Vatten: <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Management/Juridik/Vattentjanstlagen/>
- Sweco. (2016). *Beredningsplanering för skyfall*. Svenskt Vatten Utveckling.
- SWECO. (2016). *PM - Underlag till klimatutredning*. Malmö: Sweco Environment AB.