

UTREDNING FÖR KLIMATANPASSNING - CENTRALA HELSINGBORG

2019-09-05



Länsstyrelsen
Skåne



HELSINGBORG

Interreg
North Sea Region
FAIR
European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

UTREDNING FÖR KLIMATANPASSNING - CENTRALA HELSINGBORG

2019-09-05

KUND

Länsstyrelsen Skåne i samarbete med Helsingborg Stad

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

WSP Sverige AB
Laholmsvägen 10
SE-302 66 Halmstad
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Torgny Johansson, Helsingborgs stad
Stina Sandgren, Helsingborgs stad
Anders Söderberg, Helsingborgs stad
Petra Berggren, Länsstyrelsen Skåne
Frida Sjöstedt, Länsstyrelsen Skåne
Stefan Waltner, Länsstyrelsen Skåne
Denice Aderklint, NSVA
Sofia Augustsson, NSVA

UPPDRAGSNAMN
Utredning för Klimatanpassning -
Centrala Helsingborg

UPPDRAGSNUMMER
10274074

FÖRFATTARE
Katja Berdica, Gunilla Kaiser,
Bo Nilsson, Mattias Svensson

DATUM
2019-09-05

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av

Godkänd av

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 INLEDNING	7
1.1 BAKGRUND	7
1.2 SYFTE	7
1.3 TIDIGARE UTREDNINGAR	7
1.4 AVGRÄNSNING	7
2 FRAMTIDA HAVSNIVÅER	9
3 METOD	12
3.1 RISKHANTERINGSPROCESS	12
3.2 ARBETSGÅNG	13
4 RISKANALYS	16
4.1 ÖVERSVÄMNINGSSCENARIER	16
4.2 IDENTIFIERING AV VÄRDEN	21
4.3 KONSEKVENSANALYS	24
4.4 SAMMANFATTANDE KONSEKVENSBEDÖMINING	41
4.5 RISKBEDÖMNING	43
5 ÅTGÄRDSANALYS	46
5.1 ALLMÄNT	46
5.2 BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER	47
5.3 FUNKTIONSKRAV	48
5.4 PRINCIPLÖSNINGAR	50
5.5 FÖRSLAG TILL SKYDDSÅTGÄRDER	53
5.6 KOSTNADER	68
6 SAMMANVÄGT RESULTAT	69
6.1 EFFEKT AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER	69
6.2 BERÄKNING AV RISKKOSTNAD	70
6.3 KOSTNAD-NYTTOANALYS	70
6.4 SLUTSATS	71
7 FORTSATT ARBETE	72
7.1 GENOMFÖRANDESTRATEGI	72
7.2 UTREDNINGSBEHOV	73
8 REFERENSER	74
BILAGA 1 - ÖVERSVÄMMADE VÄGAR	75
BILAGA 2 - SKADEKOSTNADSSCHABLONER	76

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Helsingborg ligger långsträckt längs Öresund. Centrala staden med viktiga funktioner, såsom Västkustbanan och centralstationen, löper stor risk att översvämmas vid en havsnivåhöjning i Öresund. Redan idag hotas den norra tunnelmynningen, Järnvägsgatan och centralstationen av översvämning vid högt vattenstånd i kombination med kraftiga vågor.

Denna utredning har tagits fram av länsstyrelsen i Skåne tillsammans med Helsingborgs stad som en del i EU-projektet FAIR. Utredningen ska utgöra underlag för en strategi för hantering av stigande havsnivåer för centrala Helsingborg, centralstationen och Västkustbanan på kort och lång sikt. Utgångspunkten är FN:s klimatscenario där den globala havsnivån höjs med upp till en meter fram till 2100.

Risker

Risikanalysen bygger på simuleringar av 100-årshögvatten 2035 och 2065 samt extremhögvatten 2100. År 2035 riskerar vattennivån att överstiga kajerna i inre hamnen. Risken för översvämning vid huvudentrén till Helsingborg C och vid tunnelmynningarna ökar. Färjetrafiken kan inte bedrivas. År 2065 kommer de högvattensituationer vi har idag vara vanligt förekommande. Vid en 100-årshändelse ger scenariot en mer påtaglig risk för liv och hälsa. VA-systemet kan påverkas och resultera i källaröversvämningar. Översvämning kan leda till att tågtrafiken och trafiken i staden ställs in. Scenariot för extremhändelse 2100 har ungefär samma översvämningsutbredning som en 100-årshändelse 2065, men med större vattendjup och större skada på liv och egendom.

De samhällsekonomiska skadekostnaderna utan åtgärd är störst vid avbrott i järnvägstrafiken och färjetrafiken. År 2065 är även skadekostnaderna för byggnader och teknisk försörjning betydande.

Möjliga åtgärder

Skydd mot översvämningar kan anordnas genom:

- Punktvisa skydd – skydd sätts upp runt trappor och hissar på Helsingborg C och andra öppningar till tunneln. Punktåtgärder kan även behövas vid exempelvis parkeringshus och pumpstationer.
- Inre skydd – murar och vallar byggs upp längs kajerna från Gröningen i norr till Campus i söder för att skydda området innanför. Vissa öppningar i skyddet kommer att behövas för bortledning av regnvatten eller för medborgarnas tillgänglighet. Vid dessa öppningar behövs tillfälliga skydd. Det inre skyddet bedöms kunna skydda upp till en nivå på +3,0 m.
- Yttre skydd – vågbrytare förstärks genom uppfyllnad och slussportar vid Centralhamnen och Norra hamnens inlopp, som stängs om det blir högvatten. Det yttre skyddet är i första hand aktuellt i samband med en fast förbindelse mellan Helsingborg och Helsingör, där dagens färjetrafik antas upphöra och ersättas med mindre båtar. Det yttre skyddet kan skydda till nivåer som motsvarar extremsituationen 2100.



Exempel på skydd längs kajen till vänster (inre skydd) och skyddsbarriär med slussport (yttre skydd) till höger.

Sammanvägt resultat

Punktvisa skydd minskar risken för påverkan på bland annat tågtrafiken vid högvatten. Den begränsade insatsen och hög effekt redan idag ger god samhällsekonomisk nytta. Förutsatt att genomförandet av ett inre skydd sker i takt med stadsutveckling samt underhåll av kajer och allmän plats kan det vara samhällsekonomiskt lönsamt. Ska det inre skyddet etableras på kort tid riskerar anläggningskostnaden att mångdubblas eftersom projektet drar på sig stora kringkostnader. Det yttre skyddet visar dålig samhällsekonomisk nytta i dagsläget, men kan vara enda sättet att skydda staden på lång sikt.

Fortsatt arbete

- Punktvisa skydd av samhällsviktiga funktioner genomförs successivt.
- Det inre skyddets funktion behöver säkerställas genom att utreda helhetslösningen från Gröningen till Campus med avseende på dagvattenhantering, ledningar, angränsande konstruktioner och påverkan i stadsmiljön.
- Det inre skyddet bör genomföras successivt i samband med underhålls- eller utvecklingsåtgärder i stråket med start runt 2030.
- Det yttre skyddet kan bli nödvändigt för att skydda staden på lång sikt, men man bör överväga att genomföra ett sådant skydd i samband med en fast förbindelse mellan Helsingborg och Helsingör.
- I samband med eller inför en fast förbindelse mellan Helsingborg och Helsingör behöver det yttre skyddet utredas med avseende på tillgänglighet till hamnen för olika fartyg, pumpbehov för dagvatten samt utfyllnadernas miljöpåverkan och funktion i staden.
- Genomförandet av både ett inre eller ett yttre skydd ska bevakas i samhällsplanering för att inte försvåra ett genomförande i framtiden.
- Ny forskning gällande havsnivå ska bevakas och kan påverka strategin.

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Helsingborg ligger långsträckt ut mot Öresund och har flertalet gånger genom historien drabbats av stormar. Centrala Helsingborg med samhällsviktiga funktioner såsom Västkustbanan och centralstationen löper därför stor risk att översvämmas vid en havsnivåhöjning i Öresund. Redan idag hotas den norra tunnelmynningen, Järnvägsgatan och centralstationen att översvämmas vid högt vattenstånd och kraftiga vågor.

När medelvattenytan stiger som en följd av den globala uppvärmningen måste staden vara förberedd på extrema väderhändelser, som kommer bli både kraftigare och vanligare, och innebära stora utmaningar för staden. För att utveckla en robust stad i ett framtida klimat behöver vi uppskatta och värdera konsekvenserna av stigande havsnivåer och stormar.

Länsstyrelsen i Skåne och Helsingborgs stad ingår i EU-projektet FAIR, som syftar till att reducera översvämningensrisken inom Nordsjöregionen genom innovativ, hållbar förvaltning och klimatanpassning av kustskydd. WSP har på uppdrag av Länsstyrelsen i Skåne utfört denna utredning för klimatanpassning av centrala Helsingborg.

1.2 SYFTE

Utredningen ska ligga till grund för beslut om strategi för klimatanpassning av Västkustbanan, centralstationen och centrala Helsingborg på kort och lång sikt. Utredningen omfattar bland annat en riskanalys som ska ge en storleksordning på skadekostnader som kan uppstå vid olika framtida översvämningsscenarier. Dessa jämförs med åtgärds kostnaderna, för att bedöma den samhällsekonomiska lönsamheten.

1.3 TIDIGARE UTREDNINGAR

2012 tog staden fram ett Klimatanpassnings-PM för hela kommunen. Där togs beslut om dimensionerande havsnivå vid nybyggnation längs med kusten om 3,5 meter respektive 4 meter för samhällsviktig verksamhet (PM Klimatanpassning, 2012).

2016 gjordes en klimatanpassningsutredning innefattande skyfall, havsnivå, erosion, grundvatten och vattendrag (SWEKO, 2016). Föreslagna klimatanpassningsåtgärder bröts ner i ett antal prioriterade områden, där centrala Helsingborg gavs hög prioritet på grund av flera starka samhällsintressen.

1.4 AVGRÄNSNING

Utredningsområdet avser centrala Helsingborg nedanför den så kallade Landborgen, från Gröningen i norr till reningsverket i söder (se Figur 1). Reningsverket ingår inte i utredningen utan kan behöva utredas separat.

Risken analysen baseras på en analys av tre framtida händelser: en 100-årshändelse 2035, en 100-årshändelse 2065, samt en Extremhändelse 2100. Analysen av 100-årshändelsen 2065 och Extremhändelsen 2100 utgår från en tidigare utförd klimatanalys och översvämningssmodellering (Sweco 2016).

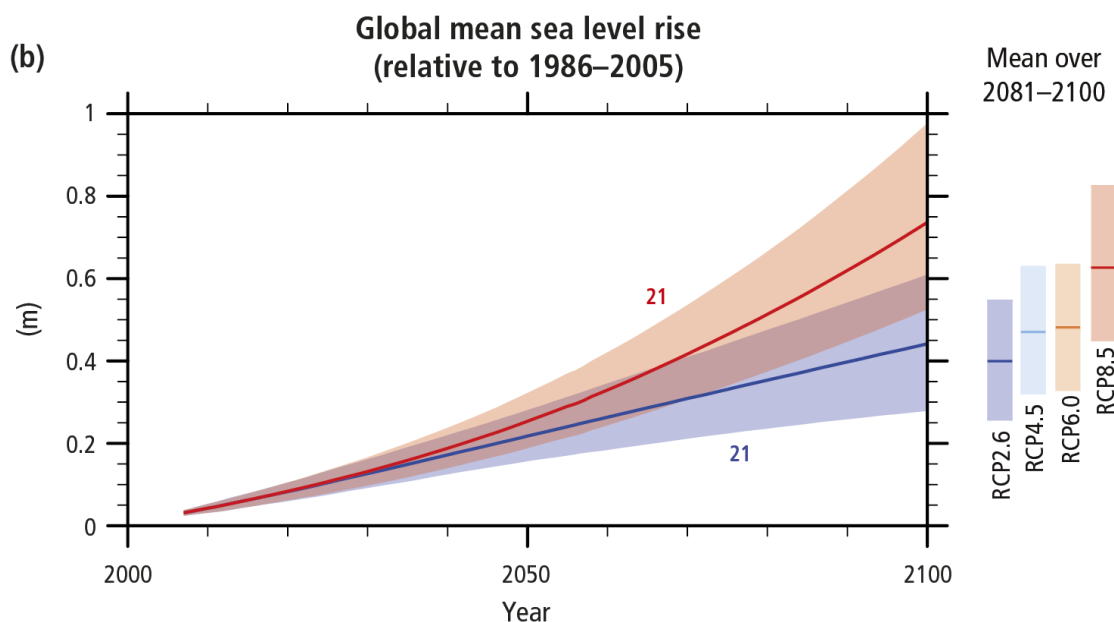


Figur 1 Utredningsområdet.

2 FRAMTIDA HAVSNIVÅER

På grund av den globala uppvärmningen stiger havsnivån idag med ca. 3 mm/år (IPCC, 2013). I Sverige har havsnivån stigit 20 cm de senaste hundra åren. Landhöjningen kompenserar för havsnivåhöjningen i stora delar av Sverige. I södra Sverige och Helsingborg har landhöjning dock ingen större betydelse.

I IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) stora klimatrappport från 2013 beskrivs framtida beräknade havsnivåhöjningar utifrån olika framtida utsläppsscenarioer av växthusgaser (Figur 2). För scenariot RCP¹ 8.5, ett scenario med fortsatt höga utsläpp, visar beräkningar att medelvattenståndet i havet globalt kan höjas med 52 - 98 cm fram till 2100. Om vi helt lyckas stoppa utsläppen och även minska nuvarande nivåer av växthusgaser kraftigt, utsläppsscenario RCP2.6, beräknas medelvattenståndet stiga mellan 30 – 60 cm fram till 2100. Utifrån de olika RCP-scenarierna kan det således förväntas en global havsnivåhöjning på mellan cirka 0,3 m och 1 m fram till 2100, se spridningsintervallet i Figur 2. Ökningen av havsnivån i Nordsjön ligger något över den globala nivån på grund av regionala bottenförhållanden.



Figur 2 Den globala havsnivåhöjningen fram till 2100 enligt IPCC:s utsläppsscenarioer (IPCC, 2013).

Havsnivån kommer fortsätta att stiga efter 2100 även om vi lyckas stoppa utsläppen på grund av termisk expansion, avsmältning av glaciärer och inlandsisar på Grönland och Antarktis. Däremot finns det idag inga klimatanalyser som tyder på ökad stormaktivitet i samband med stigande temperaturer. Även om det finns stora osäkerheter kring klimatförändringar efter 2100, och hur snabbt havet kommer att stiga efter 2100, behöver det tas hänsyn till inom långsiktig planering.

Havet stiger extra mycket i samband med stormar och kan då leda till en allvarlig översvämningssrisk för kustkommunerna. Extrema högvatten har alltid förekommit men vattenståndet kommer att bli högre i takt med att medelhavsytan stiger.

¹ RCP står för Representative Concentration Pathways och är scenarier över hur växthuseffekten kommer att förstärkas fram till år 2100. RCP-scenarierna beskriver ökad global strålningsdrivning mätt i W/m², relativt förindustriell nettoinstrålning.

Som mått på översvämningsrisken används ofta begreppet återkomsttid, vilket betecknar den genomsnittliga tiden mellan två översvämningar av samma omfattning. Återkomsttiden tas fram genom statistisk analys av mätdataserier och dess osäkerhet beror på dataseriens längd och fullständighet. Den sammanlagda eller ackumulerade sannolikheten beskriver sannolikheten att den dimensionerande händelsen inträffar under en viss tidsperiod. Ett vattenstånd med återkomsttiden 100 år har till exempel 10% sannolikhet att inträffa under en 10-årsperiod och ca 40% sannolikhet att inträffa under en 50-årsperiod (tabell 1). Den sammanlagda sannolikheten är således av stor betydelse för dimensionering av infrastruktur eller tekniska åtgärder med en livslängd längre än ett år.

Tabell 1 Sammanlagda sannolikheten att en viss händelse med en viss återkomsttid inträffar under en längre tidsperiod

Återkomst tid	Sannolikhet i %					
	1 år	10 år	50 år	100 år	200 år	1000 år
2	50	100	100	100	100	100
10	10	65	99	100	100	100
50	2	18	64	87	100	100
100	1	10	39	63	87	100
200	0,5	5	22	39	63	99
1000	0,1	1	5	10	18	63

I ett förändrat klimat kommer höga vattennivåer att bli mer frekventa. Den nivå som idag räknas som ett 100-årshögvatten idag tros till exempel att ha en återkomsttid på 2 år 2100.

Extremhögvatten är en kombination av olika faktorer såsom vind, tidvatten eller en tillfällig förhöjd havsnivå. Huruvida en extrem höjning av vattenståndet på grund av vind leder till allvarliga konsekvenser kan till stor del beror på utgångsläge, dvs en förhöjd havsnivå före storm. Längs västkusten är det oftast stormeffekten som är den avgörande orsaken för extrema högvatten (Schöld et al. 2017b). På grund av samspelet mellan olika faktorer kan vattennivåer uppstå som är högre än de som har observerats hittills eller som beräknats för t.ex. 100-års återkomsttid. SMHI (Nerheim et al. 2017) har därför tagit fram en metodik för att beräkna högsta havsnivån vid extrema stormar. Metodiken bygger på en statistisk analys av uppmätta vattennivåer vid mätstationer runt Sveriges kust. Baserat på denna analys har SMHI beräknat högsta havsnivåer i dagens klimat och i framtiden. För framtida högsta högvatten har extremvärden från den statistiska analysen av mätserier från respektive mätstation adderats med den förväntade globala höjningen av medelhavsvattenståndet, justerat för landhöjningen. Det högsta beräknade havsvattenståndet för Helsingborg redovisas i Tabell 2.

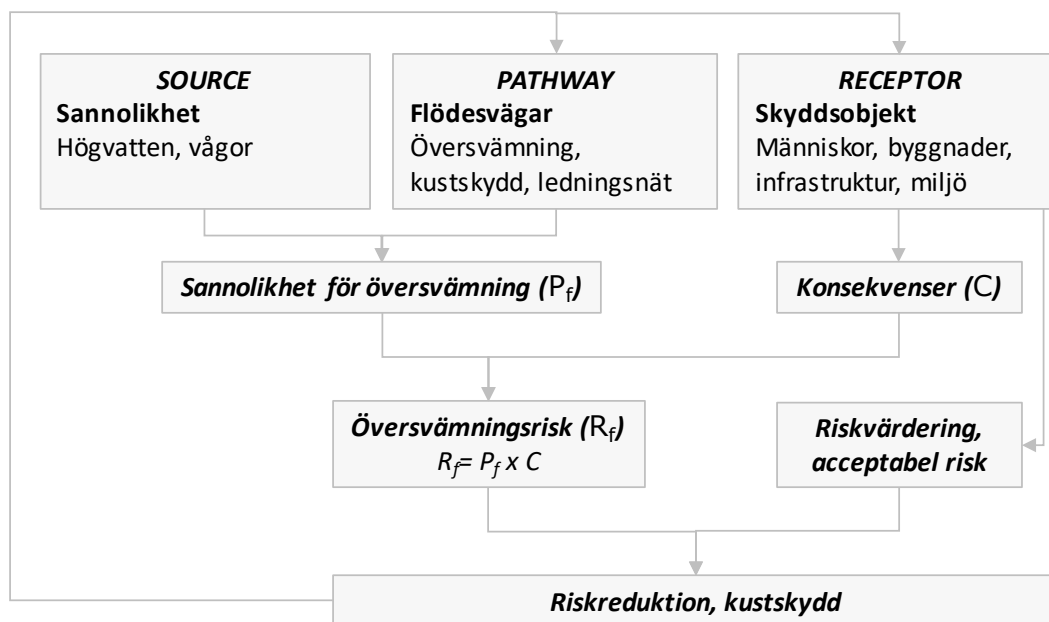
Tabell 2 Vattenstånd i Helsingborg (SMHI 2018, Nerheim 2018, SMHI 2017)

Beräknade vattenstånd (cm) i RH2000 för Helsingborg	
Medelvattenstånd 2018	9 cm
Medelvattenstånd 2050 (RCP8.5, 95% percentil)	32 cm
Medelvattenstånd 2100, rel. 1986 - 2005 (RCP8. 5, 95% percentil)	92 cm
100 årshögvatten (cm), 2017	172 cm
Högsta beräknade havsvattenstånd, 2017	201 cm
100 årshögvatten (cm), 2100	239 cm
200 årshögvatten (cm), 2100	252 cm
Högsta beräknade havsvattenstånd år 2100, rel. 1986 - 2005 (RCP8. 5)	292 cm

3 METOD

3.1 RISKHANTERINGSPROCESS

Analysen i utredningen följer den så kallade Source-Pathway-Receptor (SPR) modellen som illustreras i Figur 3. SPR modellen är ett analytiskt verktyg för genomförandet av riskhantering.



Figur 3 Riskhanteringsprocess enligt Source-Pathway-Receptor-modellen (efter FLOODsite consortium, 2009)

Risk definieras i modellen som en sammanvägning av sannolikheten och konsekvensen för en oönskad händelse (i det här fallet översvämning av skyddsvärd zon i centrala Helsingborg). Konsekvensen kan i sin tur definieras som en sammanvägning av den skyddsvärda zonens värde respektive sårbarhet. Värdet av det som skadas kan beskrivas i både monetära och icke-monetära termer. Sårbarheten kan beskrivas som ett systems oförmåga att fungera efter påverkan av en oönskad skadehändelse.

Enligt SPR-modellen ska tre delar och deras beroende beaktas i en riskanalys. Dessa är riskkällan (source), flödesvägen (pathway) och mottagaren (receptor). Riskkällan och flödesvägar beskriver tillsammans sannolikheten för översvämning. Riskkällan utgörs i Helsingborg bl.a. av höga havsvattenstånd samt påverkan från vind och vågor. Flödesvägar beskriver översvämningsutbredningen som styrs av kustens geometri, kustskydd, topografin och ledningsnätet. Mottagaren beskriver alla potentiella riskobjekt, deras sårbarhet och potentiella konsekvenser som kan uppstå när de drabbas av en översvämning. Översvämningsrisken är således en funktion av en översvämningsfara, dess sannolikhet och dess konsekvens.

I en riskvärdering bedöms om risken är acceptabel eller inte. Om resultatet av bedömningen blir att risken är oacceptabel för samhället behöver den reduceras genom att man vidtar åtgärder.

3.2 ARBETSGÅNG

Utredningen har gjorts i sex steg (se Figur 4):

(I) Riskanalys

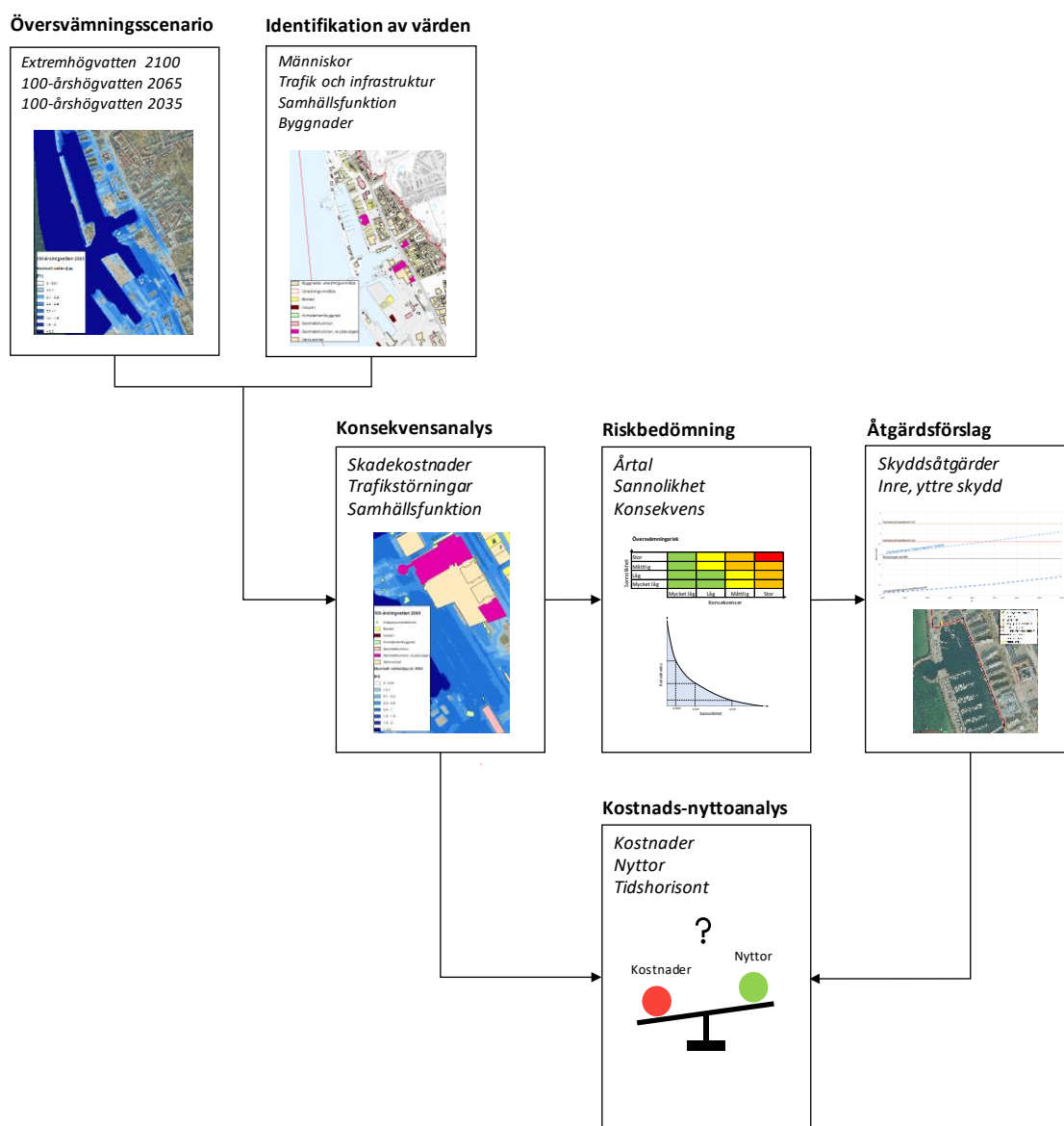
1. Analys av befintlig högvattenmodellering samt definition av översvämningsscenarier.
2. Identifikation av värden i centrala Helsingborg. Värden omfattar befolkningen, trafiksystemet, byggnader och samhällsviktig verksamhet.
3. Konsekvensanalys för enskilda översvämningshändelser
4. Riskbedömning

(II) Åtgärdsanalys

5. Åtgärdsförslag för att skydda staden på kort och lång sikt

(III) Samhällsekonomisk analys

6. Kostnads-nyttoanalys



Figur 4 Översikt av arbetsgång. Arbetet består av en riskanalys, framtagande av åtgärdsförslag och en kostnads-nyttoanalys.

3.2.1 Riskanalys

Det finns olika metoder att genomföra en riskanalys. I *kvalitativa metoder* används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra (ISO, 2002). *Kvantitativa metoder* är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år (Räddningsverket, 2003).

Skadorna som uppkommit vid historiska kustöversvämningar i Sverige är ännu ganska små. Därför är både erfarenhet av att hantera extremhändelser och kostnadsschabloner för extrema vattenstånd begränsade. I utredningen har därför såväl kvantitativa som kvalitativa metoder använts för att uppskatta konsekvenserna som skulle uppstå vid framtida högvatten.

Analysen baseras på en GIS-analys som har använts för att identifiera och kartlägga alla objekt som ligger inom utredningsområdet och för att analysera vilka som påverkas av översvämning vid de olika scenarierna. Detta har utförts genom att lägga respektive översvämningsskikt för maximalt vattendjup över stadskartan med byggnadspolygoner, anläggningar och vägar. Information från stadskartan har kompletterats med information om samhällsviktiga objekt. För att ta hänsyn till osäkerhet i modelleringen och dess indata har alla byggnadspolygoner fått en buffertzona på 10 m. Byggnader, vägar och järnvägar som har kontakt med översvämningsskiktet har sedan klassats som översvämmade enligt följande antaganden och avgränsningar.

- Byggnader och objekt är översvämmade om minst en rastercell i översvämningsskiktet med 0,2 m vattendjup är i kontakt med byggnaden.
- Vägar är översvämmade om 0,2 m vatten står på vägen. Vid detta vattendjup antas det att det är svårt att använda vägar med personbilar. Vid 0,3 m har det visats att vägar inte är farbara längre (Pregnlanto et al. 2017).
- Järnvägen är översvämmad om det står 0,1 m vatten på spåret.

Endast det maximala vattendjupet under simuleringens tid har ingått i analysen.

Vattenhastigheten som utgör bland annat en riskfaktor för människor har inte beaktats inom ramen för uppdraget.

3.2.2 Åtgärdsanalys

Förslag till skydd och dess placering har studerats med hjälp av GIS där t ex översvämmade ytor överlagrats höjdmodell, grundkarta och fastighetskarta. Platsbesök och studier av 3D-modeller av bebyggelse har även utnyttjats.

Workshop och möten med representanter för Trafikverket, Hamnbolaget, Öresunds kraft, NSVA, Helsingborgs stad och Räddningstjänsten har också bidragit vid insamling av förutsättningar.

Slutligen har anläggningskostnader bedömts och redovisats översiktligt, för att ingå som en del i kostnadsnyttoanalysen. Det föreslås även ytterligare utredningssteg och undersökningar. Effekter av föreslagna åtgärder har inte modellerats.

3.2.3 Kostnad-nyttoanalys

Allmänt

Å ena sidan står de uppskattade konsekvenserna av en översvämning i utredningsområdet i centrala Helsingborg, å andra sidan står de investeringar i skyddsåtgärder som krävs för att undvika översvämning. I en överslagsmässig kostnadsnyttoanalys ställs därmed investeringskostnad (samt eventuell årlig drift- och underhållskostnad) mot nyttan av *uteblivna* konsekvenser, dvs. intäkterna i analysen utgörs av de kostnader som man *undviker* genom att vidta åtgärder för att översvämning inte ska inträffa.

Skadekostnaderna för avbrott i väg- och järnvägstrafik, skador på byggnader och infrastruktur etc. kombineras med sannolikheten för översvämning, vilket ger en riskkostnad för översvämningen. Denna "nytta" sätts i relation till den investering som behöver göras för att undvika att utredningsområdet översvämmas.

Investeringskostnaden belastas med en så kallad skattefaktor på 1,3 för att ta hänsyn till 1) mervärdesskatt och andra indirekta skatter som läggs på samtliga produktionskostnader i den samhällsekonomiska kalkylen, samt 2) marginalkostnaden för användning av skattemedel.

Nettonuvärdeskvoten (NNK) beräknas som den totala beräkningsbara nyttan minskat med investeringskostnaden, dividerat med investeringskostnaden. Ju högre NNK, desto mer lönsam investering, medan ett negativt NNK-värde visar att åtgärden är olönsam. Viktigt att notera är att det ofta finns konsekvenser som i dagsläget, av olika anledningar, inte kan beräknas. Dessa måste dock också beaktas i samband med investeringsbeslut.

Diskontering

Diskontering innebär att alla kostnader och nyttor som uppstår under den aktuella (kalkyl)perioden räknas om till ett så kallat nuvärde med hjälp av en räntesats. Detta innebär att nyttor och kostnader som inträffar vid skilda tidpunkter blir jämförbara med varandra, vilket inte annars skulle vara fallet. Förfaringssättet med diskontering är dock omdiskuterat. Ju högre räntesatsen är och ju längre fram i tiden en konsekvens inträffar, desto lägre blir dess nuvärde. Eftersom kostnaderna för en åtgärd i regel inträffar före nyttorna av densamma blir resultatet att nyttorna tenderar att väga lättare än kostnaderna i nuvärdesberäkningen. Detta kan betraktas som särskilt problematiskt för åtgärder med lång "framförhållning" som berör flera generationer, vilket ofta är fallet i klimatanpassningssammanhang. För samhällsekonomiska kalkyler rörande climateffekter och åtgärder mot klimatförändringar rekommenderas istället en räntesats på 1,4% (Stern, 2006).

Kostnadsnyttoanalysen följer Trafikverkets gängse metodik och officiella kalkylvärden. Priser räknas vid behov upp med KPI och/eller real BNP per capita där så är tillämpligt och resultat anges i 2014-års penningvärde enligt rekommendationerna i ASEK6.1. Diskontering görs med dock med ränta 1,4% istället för 3,5%.

4 RISKANALYS

4.1 ÖVERSVÄMNINGSSCENARIER

I denna utredning har översvämningsscenarier och modellresultat framtagna av Sweco (2016) använts. Högvattenmodelleringen baseras på en frekvensanalys för Viken (se Tabell 3) som använts istället för SMHI:s frekvensanalys (Persson et al. 2011; SMHI, 2010) eftersom mätdata för Viken visar att de senaste åren har varit väldigt stormiga med höga vattennivåer till följd. Högsta uppmätta vattenstånd i Viken är 174 cm (RH2000) under stormen Sven 2013 (Nerheim, 2018).

Tabell 3 Resultatet från frekvensanalysen för Viken 1976 - 2015 (Sweco, 2016)

Mätstation	Medelvattenyta	År	Återkomsttid, rel. RH2000			
			10 år	25 år	50 år	100 år
Viken	+ 8 cm	2015	+ 155 (147 - 171)	+ 175 (165 - 194)	+ 190 (179 - 213)	+ 204 (191 - 231)
	+ 50 cm	2065	+ 197 (189 - 213)	+ 218 (207 - 236)	+ 232 (221 - 255)	+ 246 (233 - 273)
	+ 100 cm	2100	+ 247 (239 - 263)	+ 267 (257 - 286)	+ 282 (271 - 304)	+ 296 (283 - 323)

Sweco (2016) har i sin utredning tagit fram förslag på översvämningsscenarier för två tidsperspektiv, år 2065 och år 2100. Ytterligare ett tidsperspektiv studeras i denna analys, år 2035. Osäkerheterna kring framtida nivåer innebär att konsekvenserna för ett långsiktigt perspektiv antingen kan över- eller underskattas. Det medför i sin tur att skydd som byggs idag för att fylla framtida behov kan visa sig ej uppnå rätt nivå av skyddseffekt. Trots osäkerheterna studeras dock även ett längre perspektiv (år 2100). Att även ha med ett längre tidsperspektiv kan underlätta framtida planering. Med kunskap om den framtida översvämningsskilderna kan exempelvis exploatering i riskområden undvikas eller anpassas efter rådande förutsättningar.

Följande översvämningsscenarier studeras (se Tabell 4 samt Figur 5-Figur 7):

1. Stillvattenyta vid 100-årshögvatten år 2035 framtagna genom interpolering mellan 100-års högvatten 2017 och beräknad 100-årshögvatten 2100.
2. Stillvattenyta vid 100-årshögvatten år 2065 vilket motsvarar ett 100-årshögvatten (+2,0m) + medelvattennivå RH 2000 (+0,5 m) + tidvatten (+0.1m) (Sweco, 2016).
3. Stillvattenyta vid extremhögvatten år 2100 vilket motsvarar Julstormen 1902 (+2,4 m) + medelvattennivå RH 2000 (+1 m) + tidvatten (+0.1m) (Sweco, 2016).

Tabell 4 Scenarier i utredningen (efter Sweco, 2016)

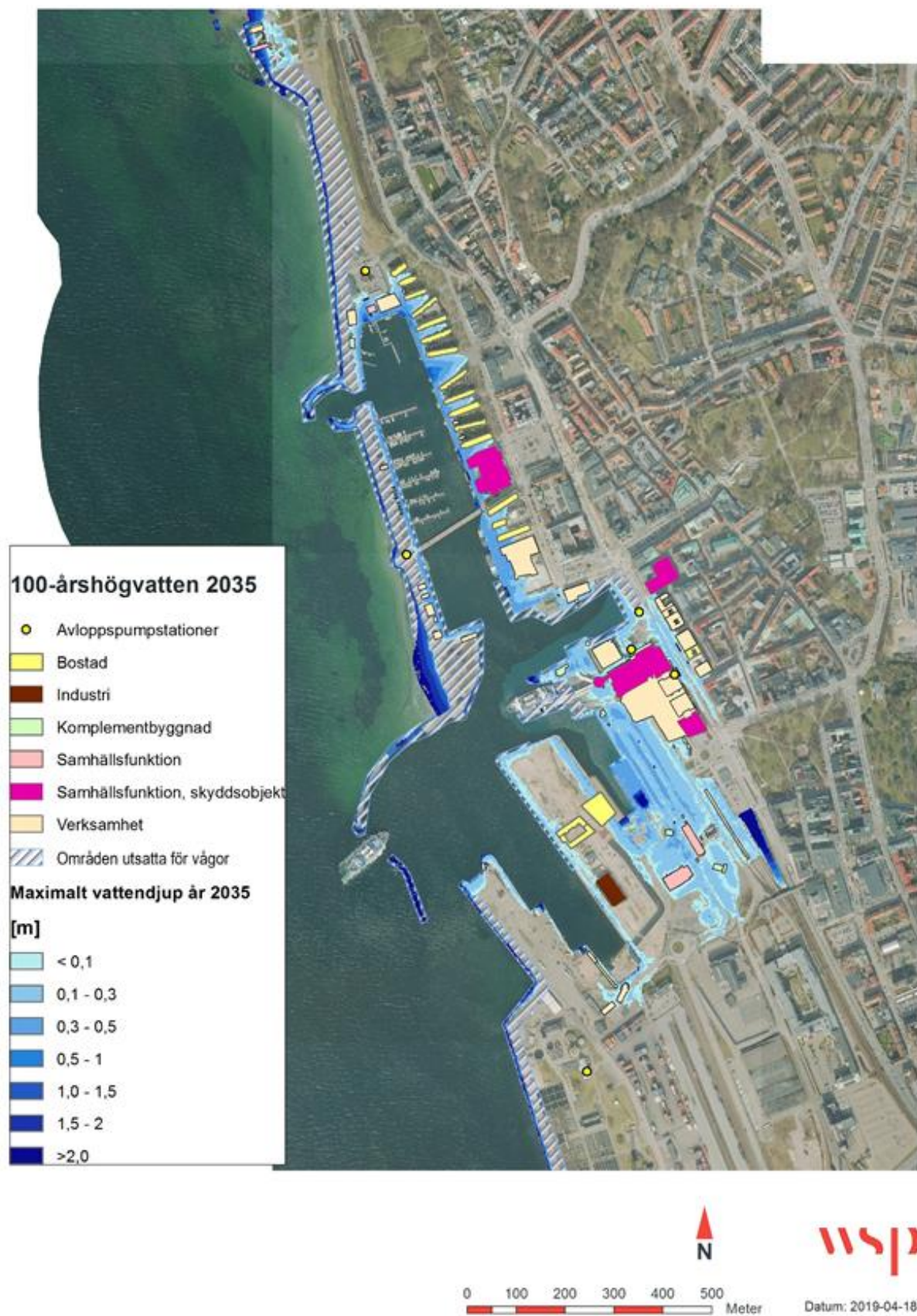
	Händelse	Vattennivå rel. RH 2000
Scenario 1	Stillvattenyta vid 100-årshögvatten, 2035	+222 cm
Scenario 2	Stillvattenyta vid 100-årshögvatten, 2065	+260 cm
	Stillvattenyta vid 100-årshögvatten, 2100	+310 cm
Scenario 3	Stillvattenyta vid extremhögvatten, 2100	+350 cm

I scenarierna beskrivs en stillvattenyta. Vid kajmurar, vallar och annat kustskydd har även vågor en stor betydelse. Våguppsköljning kan bli högre än vattenytan beroende på våghöjd, utformning och material av kusten och kustskydd.

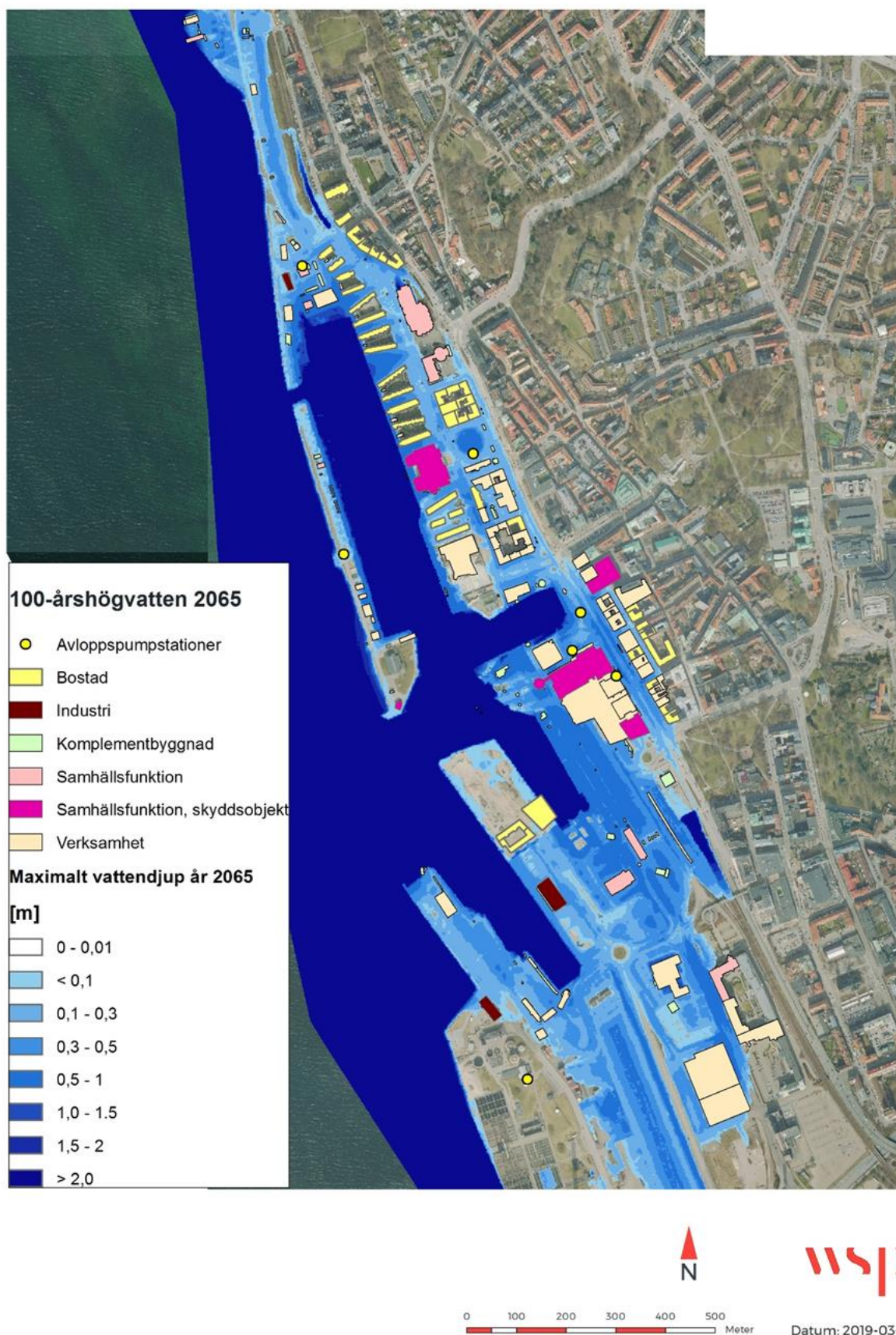
Våguppsköljning kan leda till översvämning och stora skador. Sammanfaller höga havsnivåer och höga vågor förväntas största uppsköljningsnivåer. Våguppsköljning har varit orsak till skada vid historiska händelser i Helsingborg. Vågor lossade stenblock från Parapeten, bilar och båtar flyttades och förstördes och vattnet kom in i ledningsnätet med källaröversvämningar till följd. Vågodynamik och våguppsköljning styrs av lokala förhållanden såsom kustlinjen och kustskydd och det krävs detaljerade analyser för en uppskattning av uppsköljningsnivåer på olika platser. Dessa har inte gjorts i denna utredning. Områden utsatta för våguppsköljning är markerade i Figur 5.

För översvämningsrisken är det inte bara relevant hur högt vattnet stiger och hur ofta utan också hur länge. Varaktigheten av högvatten i Öresund är i genomsnitt 3 - 5 timmar. Den maximala varaktigheten i Viken är ca. 24 timmar (Schöld et al. 2017b). Sweco (2016) har valt stormen som haft längst varaktighet (Sven, 24 h) i sin högvattenmodellering.

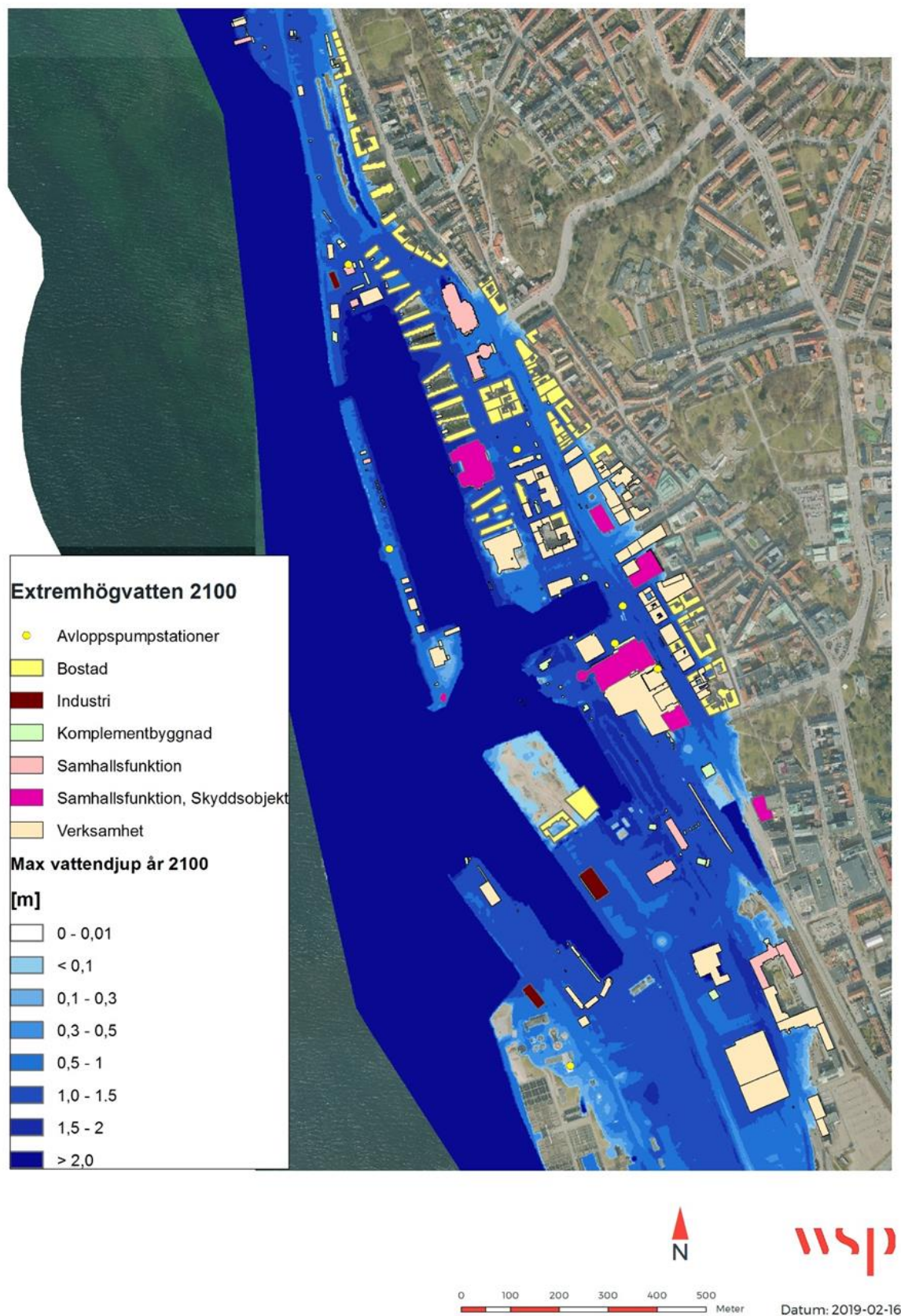
I kartorna (Figur 5-Figur 7) redovisas översvämningsutbredning och maximalt vattendjup vid olika scenarier.



Figur 5 Översvämningsutbredning vid 100-årshögvatten 2035, stillvattenyta +222 cm (översvämningsskikt: SCALGO och GIS-analys).



Figur 6 Översvämningsutbredning vid 100-årshögvatten 2065, stillvattenyta +260 cm (översvämningsskikt: Sweco, 2016).



Figur 7 Översvämningsutbredning vid extremhögvatten 2100, stillvattenyta +350 cm (översvämningsskikt: Sweco, 2016).

4.2 IDENTIFIERING AV VÄRDEN

Nedan redovisas de skyddsvärda objekt som beaktas i riskanalysen. Dessa har delats in i kategorierna befolkning, byggnader, transportinfrastruktur och samhällsviktig verksamhet.

4.2.1 Befolkning

Helsingborgs kommun har idag (2019) 147 131 invånare (Helsingborg stad). Prognosen för kommunen visar att det kommer att bli ca + 30 000 invånare i hela kommunen år 2035. För uppskattningen av antal människor som kan drabbas av en eventuell översvämning är det lämpligt att beakta såväl dag- (arbetande) som nattbefolkning (boende) (Tabell 5). Tidpunkten när en översvämningshändelse inträffar har stor betydelse för hur många personer som vistas i området, för framkomligheten, behov och genomförande av evakuering samt risk för liv och hälsa.

Beräkningen för nattbefolkningen utgår från Helsingborg stads gällande befolkningsprognos.² För dagbefolkningen har i samråd med Helsingborg stad antagits ett tillskott på 2500 arbetsplatser i Oceanhamnen och 1000 arbetsplatser i Universitetsområdet, fram till år 2035. Därefter finns inga officiella prognoser, varför antalet arbetsplatser antas vara konstant.

Tabell 5 Dag- och nattbefolkning i utredningsområdet.

År	Dagbefolkning	Nattbefolkning
2016	15 880	11 992
2035	19 380	14 304
2065	19 380	16 042
2100	19 380	16 042

4.2.2 Byggnader

I utredningsområdet finns 1158 byggnader. GIS-kartläggningen visar att de flesta är flerbostadshus eller komplementbyggnader, som enligt lantmäteriet omfattar garage, uthus eller lager (Tabell 6). Därutöver finns olika verksamheter såsom butiker eller banker, samhällsviktig verksamhet, industrier och samfund (t.ex. kyrkor).

Tabell 6 Skyddsvärda byggnader i utredningsområdet.

Objekt	Antal
Bostad (flerbostadshus)	445
Samhällsfunktion	35
Verksamhet	172
Industri	11
Komplementbyggnad	487
Samfund	8
<i>Byggnader total</i>	<i>1158</i>

² Värden för 2016 uppräknade med 0.8% per år fram till 2040, 0.5% per år 2040-2060 och ingen uppräknings därefter; anpassat till Trafikverkets officiella kalkylmetod, med samma brytår samt antagandet att uppräknings bortom 2060 inte görs eftersom de är alltför osäkra.

Centrala Helsingborg är ett utpekat utvecklingsområde i översiktsplanen. Utöver en utbyggnad av Väst kustbanan planeras den nya hotell- och kongressanläggningen SeaU och nya byggnader runt Oceanhamnen. Den nya bebyggelsen och marken runt Oceanhamnen ska höjas för att hantera den stigande havsnivån. På lång sikt och i samband med en fast förbindelse till Danmark kan även uppmarschområdet utvecklas vidare.

4.2.3 Transportsystem

Centrala Helsingborg utgör en viktig nod i såväl det lokala och regionala som det nationella transportsystemet. Området utgör start- och målpunkt med bil och kollektivtrafik för alla dem som bor och arbetar där, samtidigt som persontågstrafiken och färjeförbindelsen till Danmark innebär en betydande genomfartstrafik. Färjan är även av stor vikt vad gäller godstransporter och används av ca 460 000 lastfordon per år (2017)³. Det går inget gods på Väst kustbanan genom Helsingborg.

Huvudgatan genom utredningsområdet är Järnväggsgatan, vilken trafikeras av runt 20 000 bilar och 13 000–16 000 genomgående bussresenärer per vardagsdygn⁴. Helsingborg C är en viktig kollektivtrafiknod och utnyttjas varje dag av i genomsnitt ca 59 000 trafikanter (se Tabell 7).

Tabell 7 Genomsnittligt antal på- och avstigande i Helsingborg C per dag 2017 (Källa: SBF, Helsingborg, mail 2019-12-19)

Färdmedel	Antal per dag
Passagerare Helsingborg-Helsingør*	20 100
Regionbuss	2 400
Stadsbuss	11 900
Tågresenärer	24 500
Resenärer totalt	58 800

* Enl. Helsingborg hamns årsredovisning 7 335 000 passagerare per år, inkl. bil-/lastbilsförare

Antalet tågresenärer förväntas öka i framtiden, i och med den planerade utbyggnaden av Väst kustbanan till dubbelspår. Vid en eventuell översvämning som medför att väg och järnväg blir ofarbar samt att färjetrafiken ställs in skulle således ett stort antal såväl person- som godstransporter påverkas. Den totala effekten varierar dock stort, allt från endast förseningar till helt uteblivna resor, beroende på översvämningens utbredning och varaktighet.

4.2.4 Samhällsviktig verksamhet

I detta avsnitt listas de samhällsviktiga verksamheter som identifierats inom det aktuella området. Enligt MSBFS 2015:5 föreskrifter och allmänna råd om kommuners risk- och sårbarhetsanalyser, definieras samhällsviktig verksamhet som en verksamhet som uppfyller det ena eller båda av följande villkor (MSB, 2011):

1. Ett bortfall av eller en svår störning i verksamheten kan på kort tid leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället.
2. Verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt.

Helsingborg stad har identifierat samhällsviktiga verksamheter utifrån två situationer; vid en situation med elbrist, respektive vid en situation med pandemi. Sedan 2012 finns ett system för att

³ <https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/planering-och-utveckling/trafikplanering/trafikplan/trafikaret-2017/sa-har-ser-det-ut/resor-over-sundet/>

⁴ Sammanställning av trafikflöden i centrum. Nuläge och framtid 2022. Avd. för hållbar stadsplanering, SBF Helsingborg, 2017-11-03.

kunna genomföra styrning av el till prioriterade användare vid elbrist i landet, Styrel. Syftet är att säkerställa kontinuitet så att de viktigaste funktionerna i samhället upprätthålls. Helsingborg stad har utifrån Styrels prioritering, samt utifrån MSBs föreskrifter, identifierat och prioriterat samhällsviktiga verksamheter (Tabell 8). I tabellen nedan presenteras dessa kompletterat med identifierade verksamheter inom avgränsningsområdet för denna utredning.

Tabell 8 Prioriterade samhällsviktiga verksamheter för Styrel (MSB, 2011)

Prio-klass	Prioriterings-kriterium	Identifierad samhällsviktig verksamhet inom det aktuella området
0	Elnätbolagets funktioner stadsövergripande nät av central betydelse	-
1	Befolkningens liv och hälsa Elanvändare som på kort sikt (timmar) har betydelse för liv och hälsa	-
2	Samhällets funktionalitet Elanvändare som på kort sikt (timmar) har betydelse för samhällets funktionalitet	• NSVA, 5 avloppspumpstationer, • NSVA, dagvattenpumpstation • Järnvägstransport • Helsingborg C • Sjöfartsverket, landanslutning och lotsplats
3	Befolkningens liv och hälsa Elanvändare som på längre sikt (dagar) har stor betydelse för liv och hälsa	-
4	Samhällets funktionalitet Elanvändare som på längre sikt (dagar) har stor betydelse för samhällets funktionalitet	• Socialförsäkring, Försäkringskassan • Ekonomiskt bistånd, Arbetsmarknadsförvaltningen Kundcenter, Vård och omsorgsförvaltningen • Stadsbyggnadsförvaltning
5	Stora ekonomiska värden Elanvändare som representerar stora ekonomiska värden	-
6	Stora miljövärden Elanvändare som har stor betydelse för miljön	-
7	Stora sociala och kulturella värden Elanvändare som har stor betydelse för sociala och kulturella värden	• Kulturförvaltningen, Dunkers kulturhus
8	Övriga	• PostNord Företagscenter

4.3 KONSEKVENSANALYS

4.3.1 Allmänt om konsekvenser

När centrala Helsingborg översvämmas får det konsekvenser för samhället. Dessa omfattar påverkan på människors liv och hälsa, ekonomiska konsekvenser såsom skador på bebyggelse eller infrastruktur, och konsekvenser på miljö och kulturarv (MSB, 2011). Konsekvenserna av en framtida extremhändelse med höga havsnivåer, vågor och storm är svåra att bedöma och innehåller många osäkerheter. I detta kapitel belyser vi de konsekvenser som skulle uppstå utifrån antagandet att inga åtgärder vidtas för att reducera sårbarheten. Syftet med konsekvensanalysen är att ge en uppfattning om behovet av utveckling av förebyggande åtgärder.

Konsekvenser eller översvämningsskador blir ofta indelade i direkta och indirekta skador, vilka i sin tur kan delas in i tangibla (monetära) och intangibla (icke-monetära) skador (Smith and Ward, 1998, Tabell 9).

Skillnader mellan tangibla och intangibla skador utgörs av att de förra kan värderas utifrån marknadsprissättning, medan de senare (t.ex. skador på hälsa och ekosystem) måste värderas med andra metoder. Det är metodologiskt svårt att monetärt värdera indirekta och intangibla skador trots att dessa kan vara mycket viktiga att ta hänsyn till.

Tabell 9 Exempel på översvämningsskador (Smith and Ward, 1998, MSB, 2010)

	Direkta skador	Indirekta skador
Tangibla	- Fysisk skada på byggnader, inventarier och infrastruktur - Kostnader för återställning	- Trafikstörningar - Produktionsförluster - Avbrott leverantörskedjan - Driftstörningar - Utryckningskostnader
Intangibla	- Dödsfall - Hälsoeffekter - Ekologiska skador	- Ökad sårbarhet - Förlust av ekosystemtjänster

Direkta skador är exempelvis skador på byggnader och inventarier. Ett exempel på en direkt skadekostnad som kan uppstå är kostnaden av skada eller förlust av egendom vid källaröversvämningar och kostnaden för relaterade försäkringsärenden. Till indirekta skador hör till exempel produktionsförluster, driftstörningar eller kostnader för evakuering och räddningsinsatser.

I vilken omfattning skador kan uppstå beror på skaderelaterade faktorer. Vid kustöversvämningar innefattar dessa:

- Vattendjup – alla objekt påverkas av ett vattendjup på 20 - 50 cm eller mer
- Varaktighet – produktionsbortfall, intäktsförluster, skador på vegetation
- Flödes hastighet – mekaniska effekter, risk för människoliv
- Vågor – mekaniska effekter på bebyggelse längs kajen och kustskydd
- Salt och andra ämnen i vattnet – skador på konstruktioner, ledningar och inventarier
- Varning och beredskap – möjlighet till evakuering och skydd av mobila objekt
- Tidpunkt – antal utsatta människor kan variera, t.ex. dag- eller nattetid

I denna analys har ett antal förenklingar gjorts vad gäller bedömning av konsekvenser. Konsekvenserna redovisas kvantitativt så långt det är möjligt och övriga effekter beskrivs och bedöms kvalitativt. De skadekostnader som tagits fram för respektive scenario ska ses som en indikation på storleksordning. Konsekvenser som beskrivs i rapporten baserar på en litteraturstudie, kostnadsberäkningar med hjälp av skadekostnadsschabloner och expertintervjuer.

Följande konsekvenser har belysts:

- Drabbad dag- och nattbefolkning
- Kostnader för beredskap och akut insats
- Skador på grund av våguppspolning och vågeffekter
- Skador på byggnader genom marköversvämning och ledningsnätet
- Konsekvenser för samhällsviktig verksamhet
- Avbrott industriell produktion
- Trafikstörningar, förseningar järnväg, kollektivtrafik, vägar, färjetrafik
- Återställningskostnader trafiksystem
- Utsatta kulturella och ekologiska värden

Dessa konsekvenser innebär sannolikt en underskattning eftersom det finns ytterligare potentiella konsekvenser som inte kunde analyseras i utredningen, exempelvis:

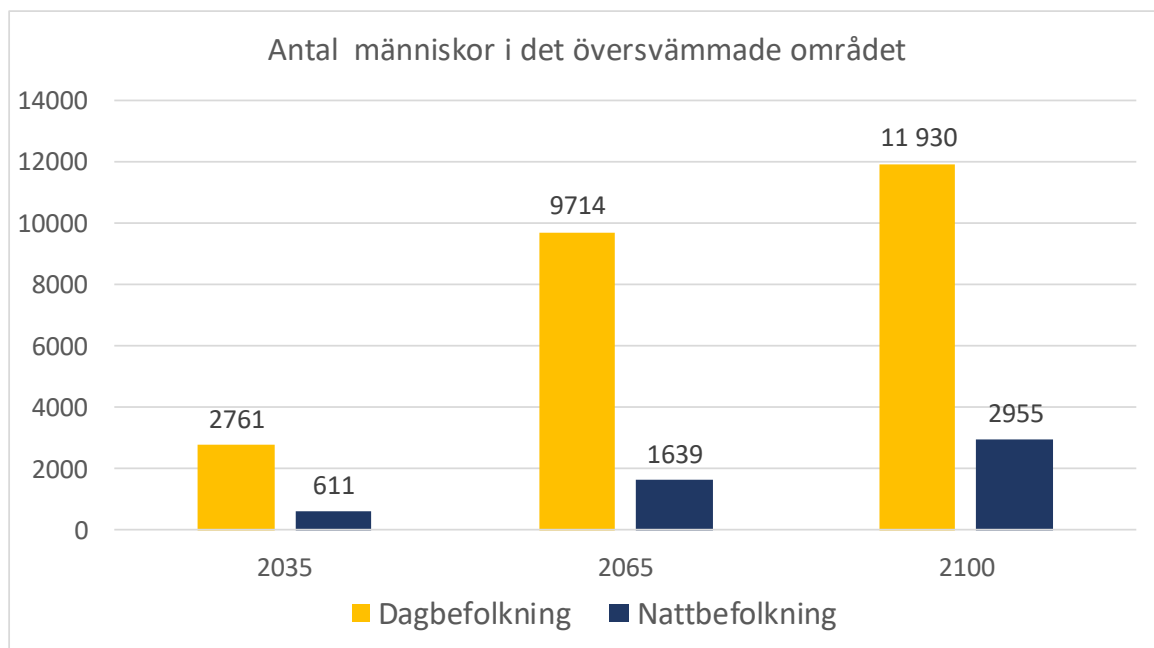
- Dödsfall och hälsoproblem
- Skador på inventarier och förlust av varor
- Skador på uppställda fordon
- Intäktsförluster (förlorad inkomst, utebliven försäljning)
- Avbrott elförsörjning
- Avbrott vatten/värme
- Avbrott information och kommunikation
- Risk för påverkan på markvärdet
- Psykiska och sociala konsekvenser

4.3.2 Befolkning

Huruvida människors liv och hälsa riskeras vid en översvämning beror på vattendjup och flödes hastighet, vilken tid på dagen händelsen inträffar, befolkningens sårbarhet, om det finns varning och hur förberedd befolkningen är. Äldre människor, barn eller funktionsvarierade personer är särskilt sårbara och löper större risk för liv och hälsa.

Information om befolkningens åldersfördelning i de översvämmade områden och den rumsliga fördelningen av särskild sårbara personer har inte varit tillgänglig i utredningen. Som indikator för en risk för liv och hälsa används dag- och nattbefolkningen i Helsingborg.

I Figur 8 visas den drabbade dag- och nattbefolkningen i översvämmade områden för 100-årshögvatten 2035, 100-årshögvatten 2065 och extremhögvatten 2100.



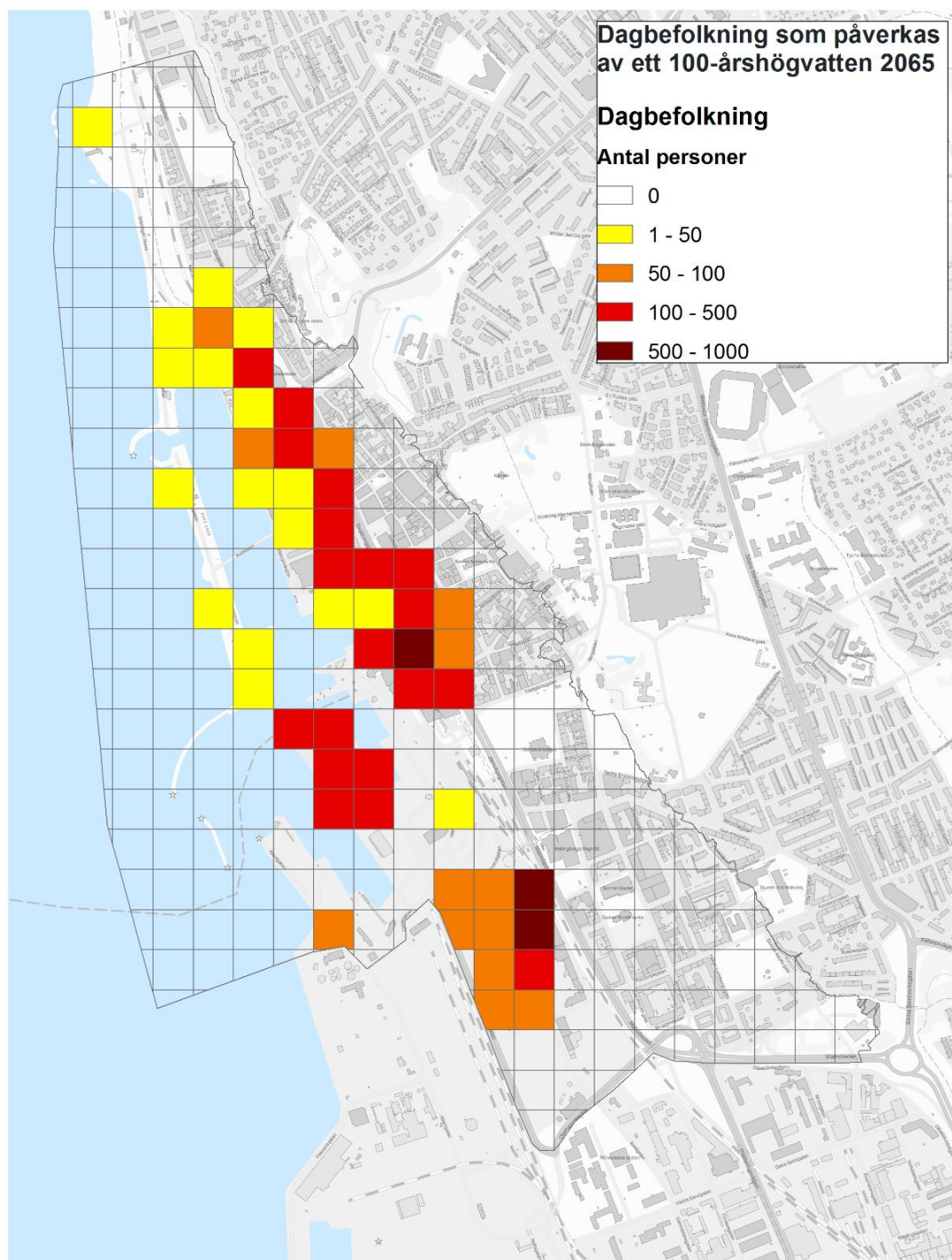
Figur 8 Dag- och nattbefolkning i översvämmade områden för 100-årshögvatten på +222 cm (2035), 100-årshögvatten på +260 cm (2065) och extremhögvatten på +350 cm (2100).

Dagtid vistas betydligt fler människor i centrala Helsingborg på grund av ett stort antal arbetsplatser. Detta medför att människor som vistas på gatan, i bilar eller andra transportfordon, i hissar och på rulltrappor, i stationen och järnvägstunneln samt i källar- och bottenvåningar riskerar att bli direkt skadade eller riskera livet i samband med en översvämning. Människor som vistas på övre våningar kan inte lämna/nå bostaden, kan drabbas av strömavbrott, upplever påverkan på hälsa till följd av minskad framkomlighet för ambulans eller hemtjänstpersonal. Den rumsliga fördelningen av dagbefolkningen som drabbas av 100-årshögvatten 2065 visas i Figur 9.

Skillnaden mellan antalet människor i det översvämmade området för ett 100-årshögvatten 2065 och ett extremhögvatten 2100 är inte stor eftersom översvämningsutbredningen är ganska lik. Däremot är vattendjupet vid extremhögvattnet 2100 betydligt större (+ 1m jämfört med 100-årshögvatten 2065, det vill säga i stora delar av området är vattendjupet över 1m).

Vid 100-årshögvatten 2035 bedöms risken för befolkningens liv och hälsa vara liten, 2065 allvarlig och vid extremhögvatten 2100 mycket allvarlig. Eftersom vattendjupet är mellan 1-1,5 m vid extremhögvatten år 2100 i centrala Helsingborg finns det en stor risk för dödsfall.

Vid översvämning på natten skulle det drabbade antalet personer vara betydligt mindre och omfattar främst invånare. Vid evakuering nattetid är risken större att människor inte reagerar tillräckligt snabbt och att evakueringen försvåras.



wsp

0 100 200 300 400 500
Meter

Datum: 2019-04-18

Figur 9 Fördelning av dagbefolkning som påverkas av ett 100-årshögvatten på +260 cm (2065)

4.3.3 Hanterandekostnader

Vid en översvämning uppstår kostnader kopplat till akuta åtgärder för att begränsa materiella skador och problemen med framkomlighet. Till dessa kostnader räknas till exempel kostnader för räddningstjänst, trafikåtgärder, tillhandahållande av sandsäckar, temporära vallar, pumpning, säkerställande av vattenförsörjning samt informationsverksamhet. Räddningstjänstens ansvar vid översvämning i Helsingborg är i första hand att skydda liv (ambulans) och fastigheter (brandbil). I en översvämningssituation prioriterar Räddningstjänsten samhällsviktig verksamhet före källaröversvämningar, då skadan anses redan ha skett när en källare har blivit vattenfylld (enligt uppgift från Räddningstjänst Helsingborg).

I en studie av WSP på uppdrag av SKL konstateras att det idag saknas systematisk kunskapsöverföring när det gäller kommunernas och andra aktörers kostnader kopplat till översvämningar (WSP 2015). Vid översvämningar längs Mölndalsån uppskattades kostnaderna för akuta åtgärder till mellan 0,5 - 1 miljoner kr per kommun (Göteborg, Hälaryda och Mölndal) (Sweco, 2014). Baserad på det underlaget beräknas 1 miljon i hanterandekostnader för scenariot 2035 och 2065 och 2 miljoner för scenariot 2100.

4.3.4 Trafikstörningar

Konsekvensanalysen vad gäller trafikstörningar har gjorts under följande övergripande antaganden, förutsättningar och begränsningar:

- Effekterna mäts med utgångspunkt i antal trafikanter per dygn som nyttjar drabbad infrastruktur.
- Genomfartstrafik erfar en schablonmässig försening pga. att de måste vänta eller välja annan resrutt, vilken värderas enligt officiella tidsvärden i ASEK6.1.
- Tillgänglig statistik över dagens trafikvolym används som bas och räknas upp till framtida volymer med samma faktorer och brytår som i Trafikverkets nationella trafikprognosmodell Sampers.⁵
- Väg-, järnvägs- och färjetrafik i utredningsområdet antas bli helt satt ur spel.
- Översvämningens varaktighet och direkta påverkansperiod antas vara 24 timmar.

Översvämningens förlopp och varaktighet är central för konsekvensernas storlek men att få hela påverkansbilden klar för sig i detalj är en komplex uppgift. Därför beskrivs konsekvenserna på "dygnsbasis", under antagandet att påverkan blir som störst i början, innan någon anpassning kan ske till rådande förutsättningar.

Uteblivna resor

Uteblivna resor betraktas oavhängigt färd sätt och utgår från antagandet att de som bor (nattbefolkning) och/eller arbetar (dagbefolkning) i det översvämmade området inte kan ta sig mellan sina hem och arbetsplatser. Som effektparameter används totalt inkomst-/produktionsbortfall. Denna beräknas med hjälp av medianinkomsten för Helsingborgs kommun, som 2017 låg på ca 265 000 kr per år⁶ (exkl. sociala avgifter).

Tabell 10 Skadekostnad för uteblivna resor för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-års högvatten 2035	100-års högvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Antal personer	3372	11 353	14 885
Mkr	7,6	36,9	48,4

⁵ Gällande basprognos omfattar infrastrukturinvesteringar enligt nationella planen 2014-2025. Västkustbanan, Hbg C-Maria ligger i den nya nationella planen 2018-2029, för vilken basprognosen ännu inte är färdigställd.

⁶ <https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Regional-statistik/Din-kommun-i-siffror/Helsingborg>

Förseningar vägtrafik

Buss- och biltrafik som ska passera centrala Helsingborg på Järnvägsgatan⁷ antas vid behov kunna ta en alternativ väg på någon av parallellgatorna som ligger närmare eller ovanför Landborgen. För busstrafiken finns siffror på antal genomgående resor på Järnvägsgatan vid Helsingborg C (ca 16 000 resor/dygn), medan det för biltrafiken antas att halva flödet är genomgående (ca 10 000 fordon/dygn).

Omvägen antas resultera i en försening på ca 10, 20 respektive 30 min, beroende på utbredningen i de olika scenarierna. Den restidsförlängning som sannolikt kommer att drabba trafiken på övriga gator är svår att uppskatta och har inte inkluderats i beräkningen.

Tabell 11 Skadekostnad för försenad vägtrafik; dagens trafikvolym uppräknad enl. Sampers, för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Antal fordon	13 000	16 000	16 000
Antal buss- resenärer	18 000	21 000	21 000
Bil (Mkr)	2,0	6,9	10,4
Buss (Mkr)	0,8	2,7	4,1
Totalt (Mkr)	2,8	9,6	14,5

Förseningar järnvägstrafik

Beräkningen av förseningar för tågresenärer utgår från siffran på antal tågresenärer som dagligen använder Helsingborg C (se Tabell 7). Av dessa antas hälften vara genomresande, dvs ca 12 000 resenärer per dag. Förseningen sätts i beräkningen till 12 timmar (halva varaktigheten), analogt med gängse antaganden om att genomsnittlig väntetid i kollektivtrafiken motsvarar halva turtätheten.

Tabell 12 Skadekostnad för försenad järnvägstrafik; dagens trafikvolym uppräknad enl. Sampers, för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Antal tåg- resenärer	16 000	21 000	21 000
Mkr	109,3	207,9	207,9

Detta är endast ett antagande för att kunna sätta ett ungefärligt värde på effekten för genomresande tågresenärer. Det innebär inte att alla resenärer de facto får en försening på 12 timmar (i verkligheten kommer vissa kunna välja andra alternativa rutter), inte heller att trafiken är igång igen efter 12 timmar. Eftersom anpassningsprocessen inte går att fånga i detalj görs beräkningen på en överslagsmässig nivå.

⁷ Sammanställning av trafikflöden i centrum. Nuläge och framtid 2022. Avd. för hållbar stadsplanering, SBF Helsingborg, 2017-11-03.

Förseningar färjepassagerare

Utebliven färjetrafik blir resultatet av samtliga scenarier och antas drabba alla passagerare utom lastbilschaufförer (se avsnitt gods nedan), vilket innebär totalt ca 18 800 resenärer per dygn enligt 2017 års statistik⁸. Förseningen antas vara 12 timmar (halva varaktigheten), analogt med gängse antaganden om att genomsnittlig väntetid i kollektivtrafiken motsvarar halva turtätheten.

Tidsvärdet har vägts ihop för att spegla att färjan för bilburna passagerare är att betrakta som en del av vägnätet.

Tabell 13 Skadekostnad för försenad färjetrafik; dagens trafikvolym uppräknad enl. Sampers, för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Antal färje- resenärer	21 000	24 000	24 000
Mkr	105,0	176,7	176,7

Förseningar gods

Det går ingen godstrafik på Västkustbanan genom Helsingborg. Effekterna för godstransporter beräknas därför på de lastfordon som använder färjan, totalt ca 1 300 per dygn (2017). Dessa antas istället ta landvägen via Öresundsbron. Det är inte möjligt att ta hänsyn till varken varifrån lastbilarna kommer eller vilken deras slutdestination är. Därför antas att Helsingør utgör start/mål för alla dessa godstransporter.

Restidsförlängningen antas bli 1 timme och 20 minuter. Då tidsvärdet skiljer sig mellan lastbilar med respektive utan släp har en fördelning på 60/40 mellan dessa kategorier antagits⁹.

Tabell 14 Skadekostnad för försenad godstrafik; dagens trafikvolym uppräknad enl. Sampers, för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Antal lastbilar	1600	2000	2000
Mkr	0,8	0,9	0,9

Återställningskostnad

Så snart vattnet sjunkit antas infrastrukturen bli farbar igen, utan direkta åtgärder. Sannolikt uppstår dock sättningar eller andra skador som behöver åtgärdas, vilket medför en återställningskostnad för vägar och järnvägen.

I Tabell 15 och Tabell 16 redovisas totalt antal längdmeter översvämmade vägar och järnvägar samt resulterande skadekostnad. En specificering på enskilda gator återfinns i Bilaga 1.

⁸ <https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/planering-och-utveckling/trafikplanering/trafikplan/trafikaret-2017/sa-har-ser-det-ut/resor-over-sundet/>

⁹ Med vägledning av Trafikverkets publikation *Effektsamband för transportsystemet*, Kapitel 3 Trafikanalyser, figur 5-1.

Tabell 15 Skadekostnad översvämmad väginfrastruktur (för gatunamn, se Bilaga 1), för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-årshögvatten 2035			100-årshögvatten 2065			Extremhögvatten 2100		
Vattendjup (m)	>0,1	>0,2	>0,3	>0,1	>0,2	>0,3	>0,1	>0,2	>0,3
Översvämmade vägar (m)	1894	1371	788	6424	5587	4273	9370	9315	917
Skadekostnad (Mkr)		1,8			7,4			12,4	

Tabell 16 Skadekostnad för järnvägsinfrastruktur, för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-års högvatten 2035	100-års högvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Spår (m), 4 spår Helsingborg C	3400	4600	4900
Skadekostnad (Mkr)	7,8	10,5	11,2

Ej beräknade trafikkonsekvenser

Svårberäknade konsekvenser av en översvämning är de problem i vardagen som uppstår när exempelvis livsmedelsbutikernas leveranser uteblir, det blir brist på drivmedel, sophämtningen inte kan skötas etc. Andra konsekvenser av allvarigare karaktär uppstår "om olyckan är framme" och man varken kan ta sig till akutsjukvård på egen hand eller kan bli assisterad av räddningstjänst. Helikoptertransporter är en möjlig, men begränsad och mycket kostsam reservresurs. Till detta kommer att andra åtgärder, som kan bli aktuella pga. översvämningsläget rent generellt, påverkas av vägens farbarhet.

Konsekvenser av det här slaget har inte kunnat prissättas, men är viktiga att ha i åtanke eftersom de representerar stora samhällsvärden.

4.3.5 Samhällsviktig funktion

Översvämnings inverkan på samhällsviktig verksamhet såsom el- och fjärrvärmeförsörjning, kommunalteknisk försörjning, IT och telekommunikation kan få långtgående konsekvenser. Centrala Helsingborg kan stå utan grundläggande tjänster när viktiga samhällsfunktioner slås ut, med betydande direkta och indirekta effekter som följd. Dessa effekter kan bedömas genom att identifiera viktiga verksamheter och känsliga installationer i området.

Helsingborg C och järnvägstunneln

Helsingborgs centralstation ligger i ett väldigt utsatt läge vid hamnen. Golvsnivån i centralstationen ligger på +2,35 m. Det finns flera nedgångar till järnvägsstationen och tunneln från Helsingborg C och Drottninggatan, söder om Centralen och vid Stadsteatern, bland annat för Räddningstjänstens tillgång.

Vid stigande havsnivåer finns det en stor risk att Helsingborg C drabbas av översvämning i nära framtid. Översvämningsmodelleringen av ett 100-årshögvatten 2065 (+260 cm) visar att ett vattendjup på upp till ca 70 cm kan förväntas uppstå utanför Helsingborg C. För extremscenariot 2100 (+350 cm) kan översvämningsdjupet nå 1,60 m om inga åtgärder vidtas. Redan vid ett högvattenstånd på 2,22 m år 2035 hotas centralstationen och tunnelnedgångar av inträngande vatten. Dessa värden baserar på scenarier och en modellering som är behäftade med osäkerhet och har en begränsad upplösning, vilket ska beaktas vid tolkning av resultatet.

Den allvarligaste konsekvensen vid en översvämning av centralstationen och tunnelnedgångarna är en översvämning i järnvägstunneln, vilket i sin tur skulle leda till ett omfattande stopp i järnvägs- och kollektivtrafik. Konsekvenser av trafikstörningar har beskrivits i avsnitt 4.3.4. Därutöver finns verksamheter och funktioner i centralstationen som skulle drabbas av bland annat materiella skador, förlust av varor eller intäktsförluster.

Kommunalteknisk försörjning

I lågt liggande kustområden är ledningsnätet sårbart för översvämnings. Vid höga vattennivåer i havet kommer utloppsledningar för dagvatten att däckas och avledningen att hindras, varvid vatten kan tryckas baklänges in i ledningssystemet. I de fall där den elektriska utrustningen i pumpstationer översvämmas kan pumpen slås ut. En överbelastning i avloppsledningar kan leda till att avloppsvatten tränger upp genom golvbrunnar även utanför det översvämmade området. Inträngande saltvatten kan skada ledningar, och skräp och andra föremål kan transporteras med havsvattnet och sätta igen ledningar och utlopp. När havsnivån stiger så måste bräddnivån höjas.

Det finns fem avloppspumpstationer och en dagvattenpumpstation i det översvämmade området: Norra Hamnen, Sundstorget, Parapeten, Inre Hamnen, Helsingborg C och Helsingborg C station (Figur 10). I samband med exploateringen av Oceanhamnen tillkommer fler avloppspumpstationer i strandnära områden. Tabell 17 redovisar vattendjup för de tre översvämningsscenarierna.



Figur 10 Avloppspumpstationer i utredningsområdet med extremvattensituationen +350 cm.

Tabell 17 Översvämmade pumpstationer vid de olika översvämningsscenarierna för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

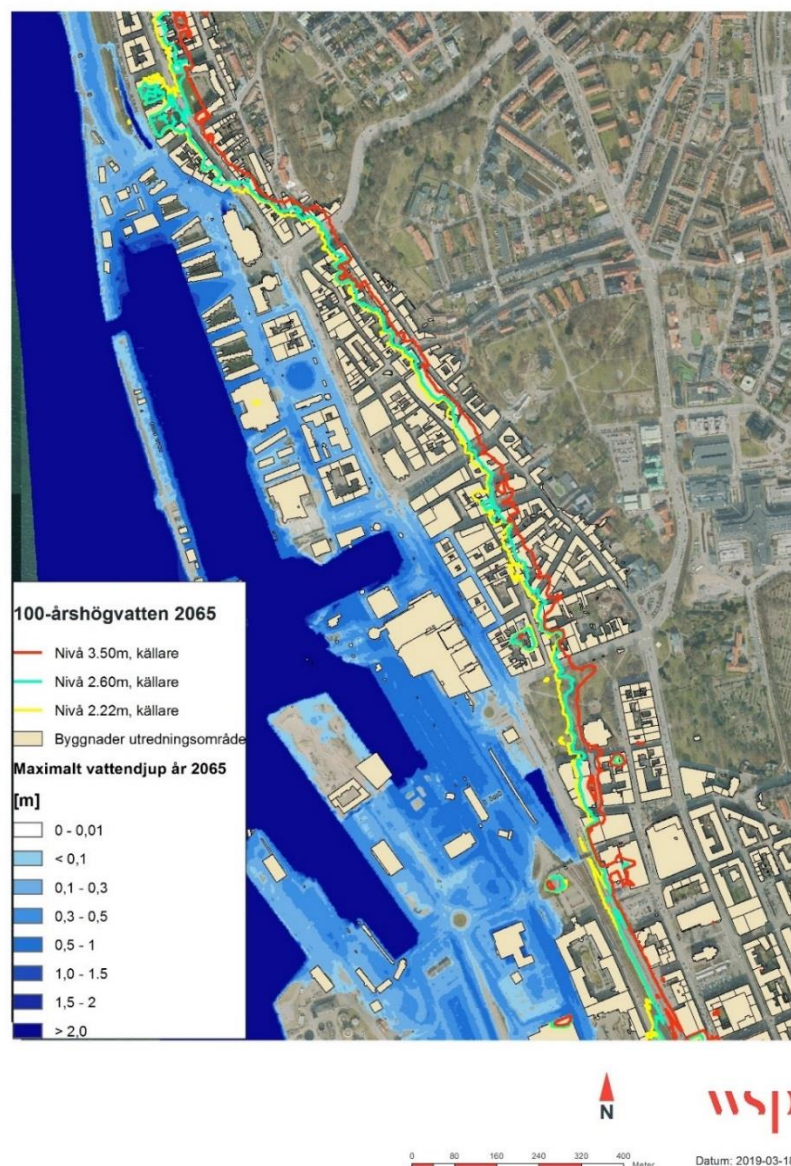
Station	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Norra Hamnen	x	0,24 m	1,15 m
Sundstorget	x	0,45 m	1,36 m
Parapeten	x	0,25 m	0,93 m
Inre Hamnen	0,02 m	0,38 m	1,29 m
Helsingborg C	0,22 m	0,6 m	1,6 m
Helsingborg C station	0,1 m	0,2 m	0,6 m

Norra Hamnens pumpstation har en central betydelse. Stationen hotas inte bara av att överbelastas av lokal översvämning utan även ifall pumpstationerna uppströms (norrut längs kusten) tar in havsvatten vid stigande havsnivåer som pumpas dit. För att skydda pumpstationen i Norra Hamnen måste därför även stationerna norrut längs kusten anpassas till stigande havsnivåer. Detta gör pumpstationen i Norra Hamnen väldigt sårbar. Här pumpas även vatten ut i Sundet vid händelse av brädd. Elskåpen i pumpstationerna i Norra Hamnen och vid Sundstorget står på markplan, så vatten kan komma rakt in och slå ut elskåpet.

En översvämning av pumpstationerna i centrala Helsingborg skulle bidra till att det rinner ner mycket vatten i spillvattenssystemet. Detta kan leda till att fastigheter med källare under havsnivån och utan fungerade skydd i sin avloppsinstallation riskerar att översvämmas.

Översvämningar som orsakats genom ledningsnätet, (t.ex. vattnet som trängs upp ur golvbrunnar utanför det översvämmade området) har inte kunnat kartläggas och analyseras i detalj, då ingen modellering av ledningsnätet har varit tillgänglig. Antaganden har gjorts att alla källare som ligger under respektive havsnivån riskerar att översvämmas genom t.ex. golvbrunnar. En GIS-analys visar att utöver de byggnader som översvämmas på markytan riskerar ytterligare 202 byggnader att drabbas av källaröversvämningar vid 100-årshögvatten 2065. Motsvarande siffra är 156 byggnader vid extremhögvatten 2100 (Figur 11).

Konsekvenser av en potentiell översvämning av reningsverket har inte analyserats i denna utredning, då det ligger utanför utredningsområdet. Enligt NSVA kan högre havsnivåer leda till att det blir svårare att brädda. Då inkommande vatten till reningsverket inte kan pumpas eller avledas vidare ökar risken för att staden översvämmas av avloppsvatten.



Figur 11 Områden där källarutrymmen ligger under respektive havsvattennivån.

Energiförsörjning

Energiförsörjningen är av stor betydelse för samhällets funktion. Elavbrott kan leda till driftstörningar och att samhällsviktiga funktioner som till exempel pumpstationer för dricksvatten och avloppsvatten, industriell produktion eller trafiksystemet slås ut. I samband med extrema havsvattenstånd är konsekvenserna av ett elavbrott stor, eftersom sammanfallande händelser (översvämning och storm) kan leda till omfattande skador och påverkan. Elnätet är mycket känsligt för översvämning och en översvämning av installationer med 0,2- 0,5 m skulle redan resultera i mycket stora och långvariga störningar (Öresundskraft).

Ett omfattande strömavbrott skulle medföra stora konsekvenser i centrala Helsingborg på grund av ett högt antal drabbade (direkta skador och elavbrott). Många samhällsviktiga verksamheter är dessutom beroende av el eller energi för att kunna leverera sin service. Detta gäller ett antal transformatorstationer i det översvämmade område, elskåp i källarutrymmen och luftburna ledningar som kan knäckas av storm. De fristående transformatorstationerna slås ut vid ca 0,5 m vattendjup. Elskåp i källarplan kan påverkas vid vatteninträngning i källare.

I Helsingborg har man i dagsläget ingen erfarenhet av omfattande översvämningar med konsekvenser för energiförsörjning. Enligt Öresundskraft finns det ca. 15 transformatorstationer i det översvämningsutsatta området längs Drottninggatan/Järnvägsgatan. Om transformatorstationerna slås ut skulle det innebära ett omfattande strömavbrott som drabbar olika verksamheter, samhällsviktiga funktioner, vården och förvaltning i centrala Helsingborg. Vissa verksamheter har reservkraft medan det för andra kan ta lång tid att få strömmen tillbaka. Ett exempel är när elskåp i källare översvämmas och material behöver bytas ut för att kunna återställa driften.

Känsliga installationer sitter vanligtvis på lämplig arbetshöjd ovanför marken, men det finns även viktiga installationer under markytan. Om en mindre länk bryts i beroendekedjan, t.ex. en mindre transformatorstation kan det leda till att en samhällsviktig funktion slås ut.

Det exakta läget för transformatorstationerna är skyddad information. Vid ett extremhögsvatten 2100 förväntas alla 15 transformatorstationer i området runt Järnvägsgatan att slås ut. Vid ett 100-årshögsvatten 2065 förväntas att ett mindre antal stationer drabbas. En schablonkostnad för återställning av dessa stationer har använts i skadekostnadsberäkning. Däremot har det inte varit möjligt att uppskatta de vidare konsekvenserna av ett strömavbrott vid dessa stationer.

Många anläggningar såsom till exempel Västhamnsverket ligger utanför utredningsområdet. En översvämning skulle dock medföra konsekvenser för centrala Helsingborg.

Offentlig förvaltning, utbildning och vården

Den lokala ledningsfunktionen och dess funktionalitet är av stor betydelse vid ett katastroftillstånd.

Inga kostnadsberäkningar har kunnat göras i den sektorn. Problem som kan uppstå är främst kopplade till tillgång till datorservrar. Stadsbyggnadsförvaltningen ligger i ett utsatt läge och lokalerna är svåra att nå vid ett 100-årshändelse 2065.

Förutom stadsbyggnadsförvaltningen ligger Järnvägstransport – Järnvägsabonnemang, Arbetsmarknadsförvaltning, Socialförsäkring - Lokalt Försäkringscenter, LFC och Rådhuset i riskzonen för en extremhändelse.

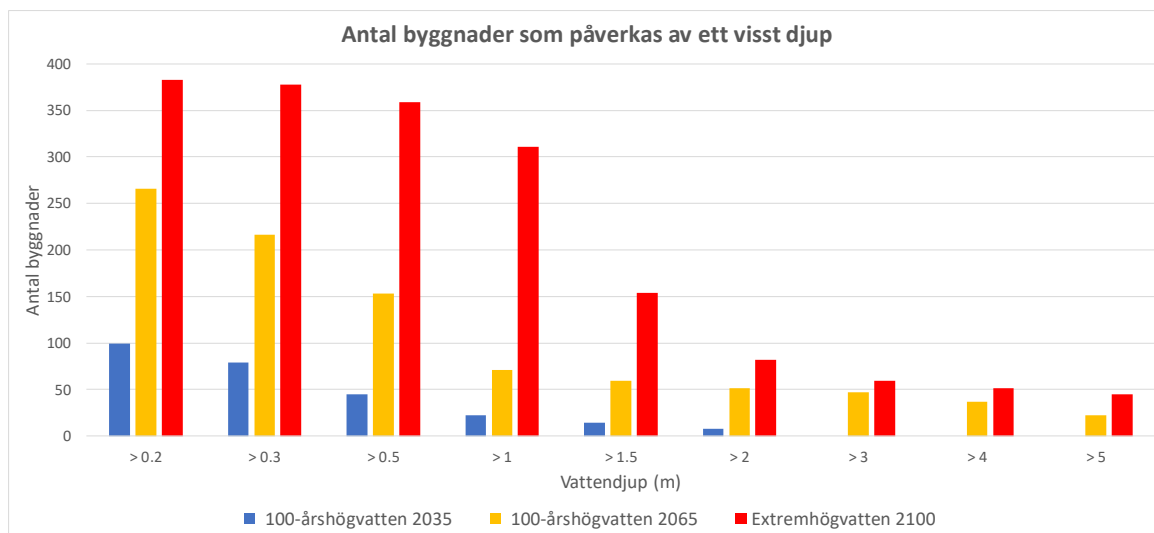
Information och kommunikation

Inga konsekvenser eller kostnader har beräknats för information och kommunikation såsom IT-infrastruktur. Kunskap saknas om olika verksamheters serverrum. Lågt belägna servrar, t.ex. i källare, kan leda till stora kommunikationsproblem om de skulle slås ut på grund av översvämning.

4.3.6 Skador på byggnader och egendom

Byggnader

Direkta skador kan uppstå på byggnader och inventarier. Golv och väggar fuktskadas och kan behöva bytas, ytskikt behöver bytas, varulager, maskiner, installationer och inredning kan förstöras och verksamhet kan tvingas upphöra. Antal översvämmade byggnader vid respektive översvämningsscenario redovisas i Figur 12, Tabell 18 och Tabell 19. De flesta byggnader översvämmas med upp till 0,5 m, men i lågpunkter kan det samlas vatten upp till flera meter. Figur 13 visar alla byggnader som översvämmas med mer än 0,5 m vid 100-årshögsvatten 2065 och extremhögsvatten 2100. Från 0,5 m vattendjup förväntas skadan bli stor.



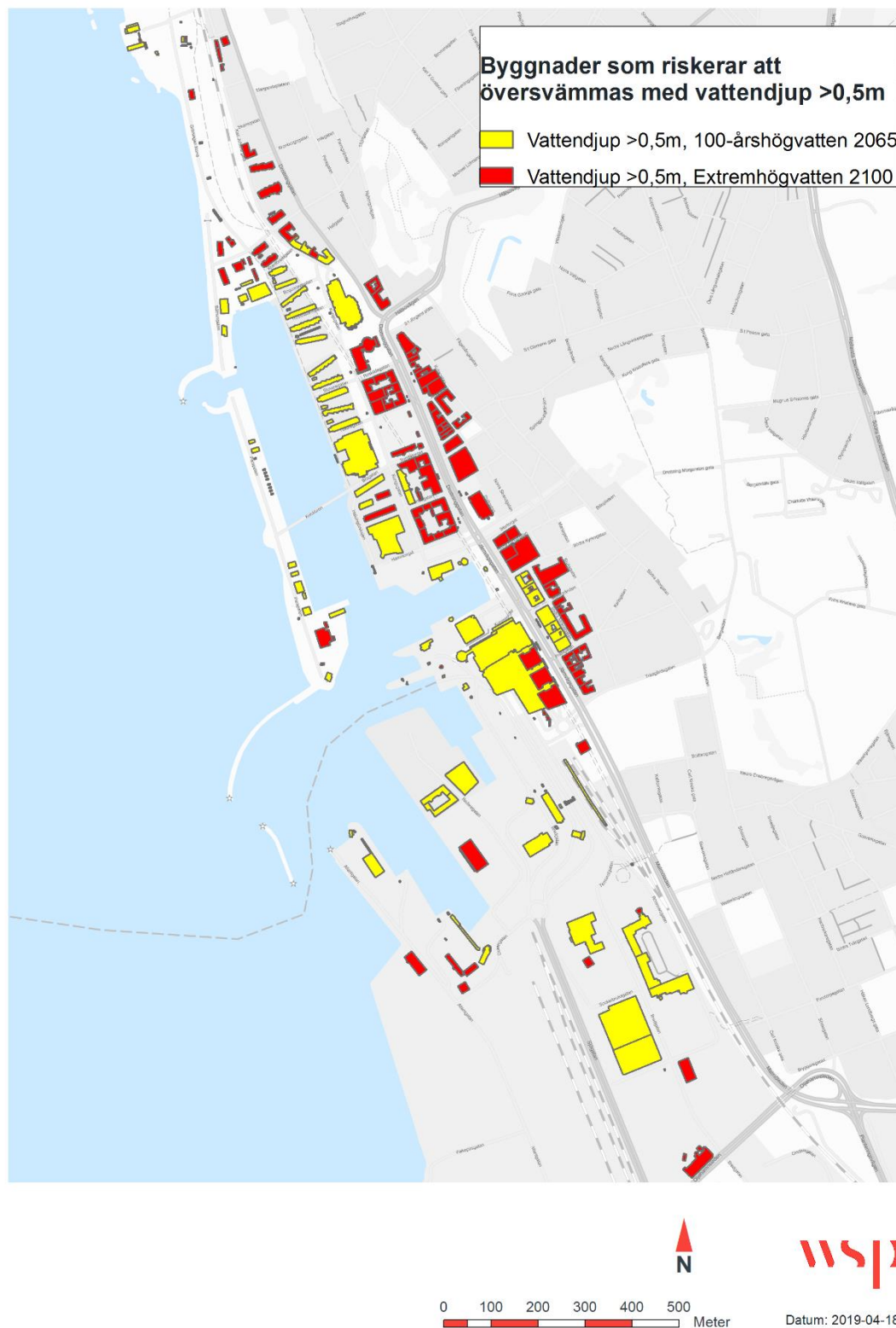
Figur 12 Antal översvämmade byggnader som påverkas av ett visst vattendjup vid 100-års högvatten 2035, 2065 samt vid Extremhögvatten 2100.

Tabell 18 Byggnader som översvämmas med > 0,2 m inom olika kategorier vid respektive scenario för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

Objekt	100-årshögvatten 2035 >0,2m	100-årshögvatten 2065 >0,2m	Extremhögvatten 2100 >0,2m
Bostad	18	46	90
Industri		6	6
Komplementbyggnad	50	111	162
Samhällsfunktion	8	18	22
Verksamhet	23	70	88
Transformatorstation		15	15
<i>Alla byggnader</i>	99	266	383

Tabell 19 Källare utanför det översvämmade området som ligger under resp. havsnivå.

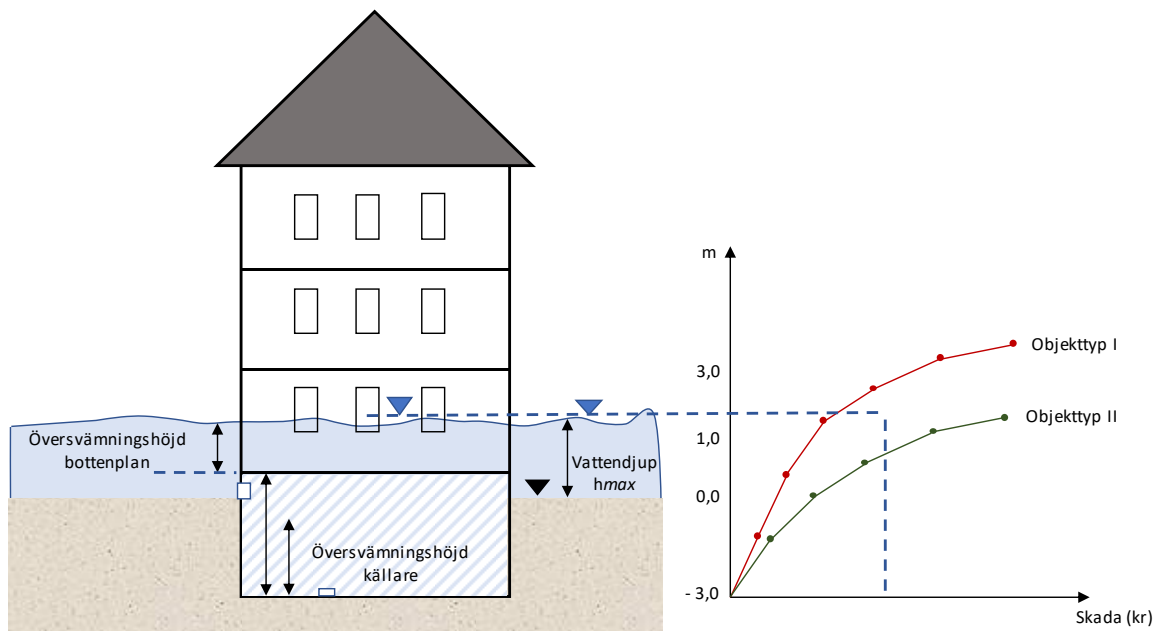
Objekt	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Bostad	139	115
Industri	1	1
Samhällsfunktion	8	8
Verksamhet	54	33
<i>Alla källare</i>	202	156



Figur 13 Byggnader som riskerar att översvämmas med mer än 0,5 m vid 100-års högvatten (gul) 2065 samt vid Extremhögvatten 2100 (gul+röd). *Obs! Kartan baseras på befintlig terräng, områden som ska höjdsättas i samband med ny exploatering har inte beaktats.*

Skadekostnader

Skadekostnader kan beräknas med så kallade skadefunktioner. Funktionerna beskriver en relation mellan olika parametrar, t.ex. vattendjup och fysisk skada på bebyggelse (Jonkman et al., 2008, Prahl et al. 2018, s. figur 14). Denna typ av funktioner har inte utvecklats i Sverige och har inte använts i utredningen. Inom ramen för denna studie har det inte heller varit möjligt att genomföra detaljerade och platsspecifika värderingar av konsekvenserna för byggnader och verksamheter vid olika vattendjup varför endast översiktliga skadekostnader baserat på kända schabloner har tagits fram, se bilaga 2.



Figur 14 Illustration skadefunktion.

De schablonskadekostnader som använts har hämtats från en tidigare utredning framtagen på uppdrag av Norrköpings kommun utförd av Rosén et al. (Sweco 2012).

Schablonskadekostnaderna bygger på skadedata från försäkringsärenden på drygt 3900 skadeposter från Göteborg och Bohuslän samt drygt 1600 skadeposter från Värmland som anmälts som översvämningsskador. De första skadeposterna är registrerade 1987 och de sista 2010. Schablonskadekostnaderna har indexreglerats med 2010 års index. Därutöver har ingen omräkning gjorts till dagens prisnivå beroende på redan stora osäkerheter i underlaget.

Eftersom schablonerna inte är kopplade till händelser eller vattendjup och baserar sig på översvämningar som historiskt har inträffat i Sverige antas det att skadekostnader för extremhögvattnet 2100 blir underskattade. Översvämningsmodelleringen av extremhögvattnet visar att den största delen av utredningsområdet översvämmas med ett vattendjup >1 m. Ett vattendjup >1m skulle leda till mycket stora konsekvenser eftersom bottenplanet och inventarier i byggnader skulle drabbas i mycket större omfattning. Enligt skadefunktionerna tillgängliga från andra studier i Europa och USA är skadan vid 1 m vattendjup ca 20% av byggnadens värde. Niklin et al. (2019) har beräknat en skadekostnad på 2800 kr/m², dvs drygt 200 000 kr för 75m² våningsplan. Eftersom den kostnaden motsvarar schablonvärdet har dubbla schablonkostnader antagits för byggnader vid en extremhändelse 2100.

I Tabell 20 redovisas en sammanställning av beräknade skadekostnader. Skadekostnader för byggnader innefattar flerbostadshus, samhällsfunktioner, olika typer av verksamhets- och industrilokaler och komplementbyggnader. Dessa har identifierats genom en GIS-analys. För industrier har även schabloner tagits fram för produktionsbortfall.

Tabell 20 Uppskattade skadekostnader för 100-årshögvatten 2035 (+222 cm) och 2065 (+260 cm) samt extremhögvatten 2100 (+350 cm) inklusive potentiella källaröversvämningar utanför det direkt översvämmade utredningsområdet.

Objektstyp	Antal objekt			Avrundad totalkostnad (Mkr)		
	2035	2065	2100	2035	2065	2100
Byggnader totalt	99	266+202	383+156	8,8	73,2	120,9
Samhällsfunktion	8	18+8	22+8	1,0	3,2	6,4
Verksamheter	23	70+54	88+33	2,8	15,2	25,7
Industrier		6+1	6+1	-	1,9	3,6
Flerbostadshus	18	46+139	90+115	4,9	50,8	81,0
Komplementbyggnad	50	111	162	0,1	0,3	0,8
Transformatorstation	-	15	15		1,7	3,4
Industrier (produktionsavbrott)	-	6	6	-	0,2	0,2

Konsekvenser av våguppsköljning och vågpåverkan

Uppställda fordon och andra mobila objekt kan befinna sig på gator eller i underjordiska garage och skadas under en översvämningshändelse. Skador kan uppstå på grund av vattenskada eller fallande träd.

I Norra hamnen finns båtar som riskerar att skadas på grund av vind och vågor.

Stranden "Tropical Beach" riskeras att spolats bort och behöver återställas med ny sand.

Parapeten och annat (framtida) kustskydd kan skadas av vågor och våguppspolning och behöver återställas efter en händelse.

Uppställda fordon har inte kunnat prissättas. Störst skada på bilar, båtar, mobila objekt och kustskydd förväntas i området utsatt för vågpåverkan och våguppsköljning. I analysen används därför kostnaden av stormen Sven (15 Mkr) för denna typ av skada.

4.3.7 Ekologiska konsekvenser

Vid översvämning finns en risk för kontaminering av ytvatten genom att föroreningar från marken spolats in i vattnet. Stora konsekvenser förväntas även när reningsverket, industriområden, hamnområden eller farlig verksamhet översvämmas och farliga ämnen spolats in i vattnet vilket i sin tur kan leda till en risk för människans hälsa och påverka dricksvattenförsörjningen. Erosion och sedimentation kan ske vid sandiga kustavsnitt.

4.3.8 Påverkan på kulturella värden

Ett antal kulturbyggnader och byggnadsminnen har identifierats inom utredningsområdet såsom Lotsplatsen, Dunkers Kulturhus, Rådhuset och Konserthuset. Kulturella värden riskerar att skadas eller gå förlorade i en översvämningssituation. Detta gäller bland annat historiska byggnader samt värdefulla inventarier. Värdering och kostnadsuppskattning av kulturmiljöer har visat sig vara svårt och det finns inga allmänna metoder för att kvantifiera skador på kulturmiljön.

4.4 SAMMANFATTANDE KONSEKVENSBEDÖMINING

Konsekvensanalysen visar att det är stora ekonomiska värden som står på spel på grund av stigande havsnivåer. Skulle ett 100-årshögvatten inträffa år 2065 eller 2100 utan att några åtgärder har vidtagits, kommer översvämningar att orsaka stora materiella skador och samhällsviktiga konsekvenser förväntas för Helsingborg.

De konsekvenser och skadekostnader som redovisas är sådana som skulle uppstå vid enskilda händelser. För flera potentiella konsekvenser har det inte varit möjligt att beräkna kostnaderna. Konsekvenser som inte har kostnadsberäknats beskrivs istället kvalitativt.

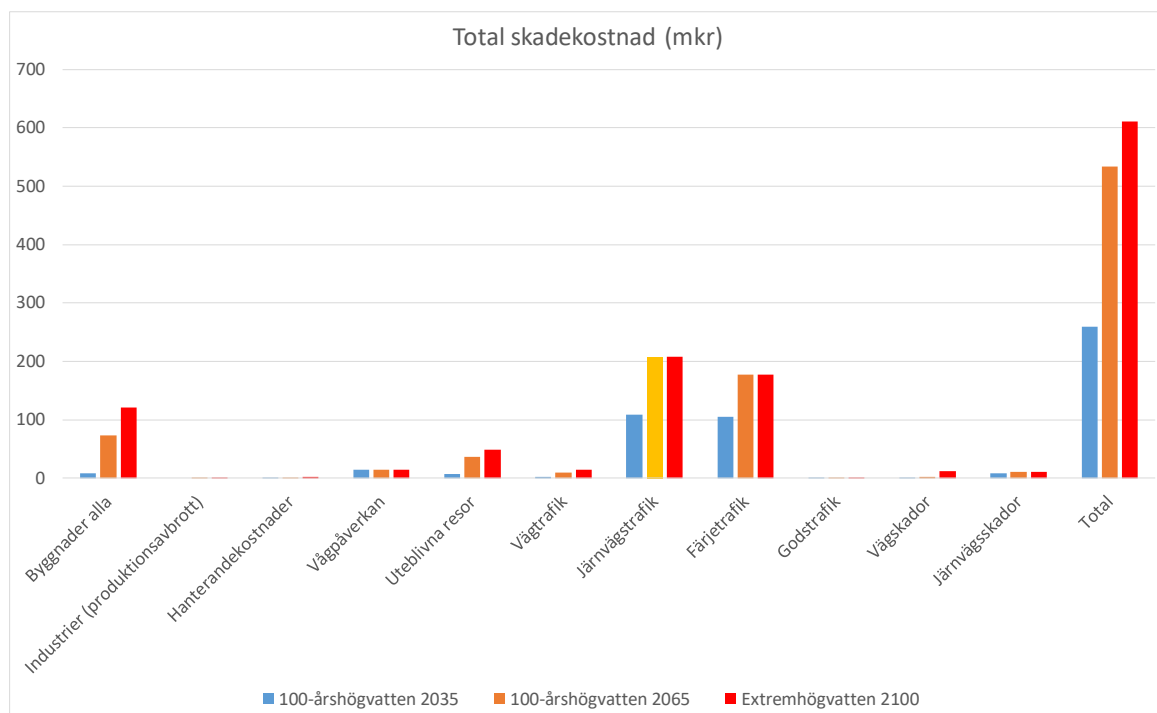
Denna utredning belyser bara centrala Helsingborg med Helsingborg C och Västkustbanan i fokus. Stigande havsnivåer och extrema vattenstånd förväntas dock uppstå längs hela kusten och leda till konsekvenser för viktiga samhällsfunktioner utanför utredningsområdet (t.ex. Reningsverket eller Öresundskraft) som i sin tur kan orsaka allvarliga konsekvenser för VA systemet eller elförsörjning i centrala Helsingborg. Även hamn- och industriområden med miljöfarlig verksamhet söder om Helsingborg centrum kan påverka staden.

En sammanfattning av konsekvenserna för de tre olika scenarierna redovisas i Tabell 21.

Tabell 21 Sammanfattning av resultat av konsekvensanalysen för +222 cm (2035), +260 cm (2065), +350 cm (2100).

	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Befolkningen			
	Liten risk för liv och hälsa	Allvarlig risk för liv och hälsa	Mycket allvarlig risk för liv och hälsa
Hanterandekostnader			
	1 Mkr	1 Mkr	2 Mkr
Skadekostnader byggnader			
Byggnader	8,8 Mkr	73,2 Mkr	120,9 Mkr
2019	18 flerbostadshus 23 verksamheter 50 komplementbyggnader 8 samhällsfunktioner	46 flerbostadshus + 139 källare 70 verksamheter + 54 källare 111 komplementbyggnader 6 industrilokaler + 1 källare 18 samhällsfunktioner + 8 källare 15 transformatorstationer	90 flerbostadshus + 115 källare 88 verksamheter + 33 källare 162 komplementbyggnader 6 industrilokaler + 1 källare 22 samhällsfunktioner + 8 källare 15 transformatorstationer
Framtiden	Nya hus tillkommer	Nya hus tillkommer	Nya hus tillkommer
Kostnader för avbrott i industriell produktion			
2019	-	6 industrilokaler 0,2 Mkr	6 industrilokaler 0,2 Mkr
Samhällsfunktion			
Kommunal teknisk försörjning	Liten påverkan	Stor påverkan pga översvämmade pumpstationer	Mycket stor påverkan pga översvämmade pumpstationer
Energi försörjning	Liten påverkan	Lägre sannolikhet, stor påverkan	Lägre sannolikhet, mycket stor påverkan
Offentlig förvaltning	Liten påverkan	Måttlig påverkan	Måttlig påverkan

Transportsystemet			
Uteblivna resor	7,6	36,9	48,4
Vägtrafik	2,8	9,6	14,5
Järnvägs- trafik	109,3	207,9	207,9
Färjetrafik	105,0	176,7	176,7
Godstrafik	0,8	0,9	0,9
Vägskador	1,8	7,4	12,4
Järnvägs- skador	7,8	10,5	11,2
Kulturella och ekologiska värden			
	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Ingen uppgift
Information och kommunikation			
	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Ingen uppgift
Uppställda fordon			
	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Ingen uppgift
Direkta skador våguppsköljning			
	15 Mkr	15 Mkr	15 Mkr
TOTALKOSTNAD (Mkr)			
	259,1	533,7	610,1



Figur 15 Total skadekostnad för utvalda kategorier för 100-årshögvatten 2035 och 2065 och extremhögvatten 2100.

4.5 RISKBEDÖMNING

I takt med att havet stiger ökar risken och om 50 år förväntas allvarliga konsekvenser för centrala Helsingborg, om inga åtgärder vidtas. Riskanalysen visar att den största påverkan skulle ske på transportsystem, framför allt på Västkustbanan och färjetrafiken. Den mest utsatta byggnaden är Helsingborg C. Därutöver kan ett antal byggnader få översvämningar i källare och bottenplan. Högvatten kan även dämna upp vatten i dagvattenledningar så att även byggnader utanför det översvämmade området kan utsättas för källaröversvämningar.

Riskbedömning 2035

Idag hotas Helsingborg framför allt av översvämning på grund av våguppsköljning, men 2035 förväntas större ytor att översvämmas vid ett 100-årshögvatten om inga åtgärder vidtas.

- Det finns en stor risk för skador på grund av vågor och våguppsköljning längs kusten vid Gröningen, Parapeten, Inre hamnen och runt Oceanhamnen. Vågpåverkan och våguppsköljningen kan leda till att mobila objekt, fordon och båtar flyttas eller skadas, att kustskydd skadas eller att vatten samlas bakom skyddet och tränger in i byggnader. Norra tunnelmynningen riskerar att översvämmas.
- Stranden "Tropical Beach" kan erodera.
- På promenaden i Norra hamnen är vattendjupet 0,5 m och angränsande flerbostadshus runt Norra Hamnen riskerar att översvämmas, däribland Dunkers Kulturhus.
- I Inre hamnen stiger vattnet över marknivån och Helsingborg C riskerar att översvämmas. Vattendjupet runt Helsingborg C är dock inte stort, varför risken för allvarliga konsekvenser antas kunna reduceras med lokala åtgärder.
- I uppmarschområdet når vattendjupet 0,3-0,4 m vilket leder till att färjetrafiken inte kan bedrivas och fordonstrafik till Danmark stoppas. Vattnet rinner in i bussterminalen vid Helsingborg C.
- Vattnet kan även rinna fram till södra tunnelmynningen och in i järnvägstunneln. Eftersom tågräls är väldigt känsliga för vatten är risken stor att tågtrafiken ställs in redan vid ca 10 cm vatten på spåret. Lägsta punkten i Järnvägstunneln ligger vid Stadsteatern, vilket betyder att en översvämning av södra tunnelmynningen kan leda till trafikstopp i båda riktningar.

Riskbedömning 2065

År 2065 är ett vattenstånd på 2,22 m (100-årshögvatten 2035) redan en 25-årshändelse. Översvämningsmodelleringen av ett 100-årshögvatten 2065 (2,60 m) visar att konsekvenserna kan förväntas bli stora för centrala Helsingborg om inga åtgärder vidtas.

- Risken är stor för skador på grund av vågor och våguppsköljning längs kusten vid Gröningen, Parapeten, Inre hamnen och runt Oceanhamnen. Vågpåverkan och våguppsköljningen kan leda till att mobila objekt, fordon och båtar flyttas eller skadas, att kustskydd skadas eller att vatten samlas bakom skyddet och tränger in i byggnader
- Stranden "Tropical Beach" kan erodera.
- Det finns en allvarlig risk för liv och hälsa, eftersom vattendjupet når över 0,5 m på vägar och i bostadsområden.
- Alla byggnader mellan kajen och Järnvägsgatan/Drottninggatan riskerar att översvämmas. Förutom bostäder och verksamheter drabbas Stadsteatern, Konserthuset, Dunkers kulturhus, och Stadsbyggnadsförvaltningen.
- Översvämningen av bostäder kan leda till skada på inventarier, vid översvämning av verksamheter uppstår även intäktsförluster.

- Mest utsatt är södra delen av Järnvägsgatan där vattendjupet når upp till 0,5 m.
- Vid alla sex pumpstationer i centrala Helsingborg är vattendjupet 0,2-0,6 m. Om pumpstationerna slås ut är risken stor att vatten rinner tillbaka i dagvattenssystemet och källare utanför det översvämmade området riskerar att översvämmas.
- Runt Helsingborg C är vattendjupet större än 0,5 m, vilket leder till att risken är stor att centralstationen översvämmas.
- Båda tunnelmynningarna fylls med vatten och järnvägstunneln översvämmas.
- Vattendjupet i uppmarschområdet är 0,7 m.
- Konsekvensen är minst 24 h trafikstopp för järnvägs-, färje-, och vägtrafik i centrala Helsingborg.

Riskbedömning 2100

I utredningen har en extremhändelse år 2100 analyserats. Scenarier för havsnivåhöjning är osäkra och såväl stadens utformning som dess kommunikationer kommer att förändras. Det är i dagsläget inte samhällsekonomiskt lönsamt att skydda staden mot denna extremhändelse (se avsnitt 6.3). Men analysen borde ligga till grund för ny exploatering och för att säkerställa skyddet av samhällsviktig verksamhet även vid mer frekventa händelser med högre sannolikhet.

Utbredningen av översvämningen i plan är nästan densamma som 2065 men vattendjupet är betydligt större. Vattendjupet når mellan 1,0-1,5 m på Järnvägsgatan och i områden mellan Järnvägsgatan/Drottninggatan och kajen. Detta påverkar befolkningen, transportsystemet byggnader och verksamhet i stor omfattning.

- Risken för liv och hälsa är mycket allvarlig vid denna extremhändelse. Eftersom vattendjupet överstiger 1 m i stora delar av utredningsområdet är risken stor för drunkning och dödsfall.
- Förutom källaröversvämningar kommer en stor andel byggnader påverkas av ett vattendjup över 0,5-1 m, dvs en översvämning av bottenplan. En översvämning av bottenplan leder i sin tur till skada på inventarier och utrustning i större omfattning. Långvariga intäktsförluster och omfattande indirekta konsekvenser förväntas när verksamhet drabbas.
- Det finns även en mycket stor risk att transformatorstationer och andra känsliga installationer förstörs och slås ut. Även samhällsviktig verksamhet utanför utredningsområdet, t.ex. reningsverket, kommer att översvämmas vilket skulle leda till stora konsekvenser för centrala Helsingborg.
- Risken är störst för transportsystemet, framför allt järnvägstrafiken. Helsingborg C och järnvägstunneln översvämmas med betydande vattendjup. Även färjetrafik måste ställas in eftersom uppmarschområdet kommer att bli helt översvämmat och klaffarna upp mot färjorna kommer inte att vara farbara.
- På grund av det stora vattendjupet förväntas tiden för återställning (t.ex. pumpning) pågå länge.

Sammanfattning

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som påverkar resultatet kan vara förknippade med bl.a. klimatscenarier och framtida havsnivåhöjning, beräkningsmodeller och underlagsmaterial som t.ex. befolkningsutveckling. Även skadekostnadsberäkningar är behäftade med osäkerheter som kan vara mer eller mindre avgörande för utfallet. Skadekostnader som har kunnat tas fram för stadens centrala delar utgör endast en del av de samhällsekonomiska konsekvenserna av stigande havsnivåer för Helsingborg.

En översiktlig konsekvensklassning har gjorts i Figur 16. Konsekvensklassningen baseras på kriterierna vattendjup och skadekostnad. För de kategorier där det inte har varit möjligt att beräkna en skadekostnad har bedömningen gjorts utifrån expertintervjuer med ansvariga i Helsingborg och WSPs egen expertis.

Skadekategori	Konsekvensklass		
	100-årshögvatten 2035	100-årshögvatten 2065	Extremhögvatten 2100
Befolkning, liv och hälsa			
Byggnader/egendom			
Järnvägstrafik			
Färjetrafik			
Vägtrafik			
Godstrafik			
Uteblivna resor			
Vägsador			
Järnvägssador			
Samhällsfunktion Elförsörjning			
Offentlig förvaltning, utbildning, vård			
Samhällsfunktion VA			
Kulturella värden			
Miljö			
Vågpåverkan/våguppsköljning			

Konsekvensklass	Vattendjup (m)	Kostnad (mkr)
Liten	< 0,3 m	< 2 mkr
Måttlig omfattning	0,3 - 0,5 m	2-20 mkr
Stor omfattning	0,5-1 m	20-50 mkr
Mycket stor omfattning	>1,0 m	> 50 mkr

Figur 16. Sammanfattande konsekvensbedömning

5 ÅTGÄRDSANALYS

5.1 ALLMÄNT

Teknikutredningen innebär att utifrån valda scenarier, risker och dess konsekvenser översiktligt bestämma översvämningsskyddets läge och utformning. Nedanstående förslag är principlösningar. Slutlig utformning och dimensionering utförs i senare skede.

Skyddsåtgärderna har delats in i tre olika typer:

1. Punktvisa skydd
2. Inre skydd
3. Yttre skydd

Den prognostiserade tidpunkten för anläggande av skydd beror på "nyttan" av att skydda objektet.

Utredningsområdet har delats in i avsnitt från norr till söder enligt Figur 17.



Figur 17 Utredningsområdets olika avsnitt.

Utformningen har föreslagits utifrån vattennivå med hänsyn till havsnivå och även med hänsyn till vågeffekter. Andra faktorer som beaktats är verksamhet på platsen, utrymme, tillgänglighet, robusthet och gestaltning, dvs materialval och utseende.

Utöver att skydda mot hög havsnivå och inkommande vågor, ska skyddet medge passage för människor genom skyddet för åtkomst till t ex fritidsbåtar. Möjligheterna till utblick mot havet för människor som vistas vid kajkanten har också beaktats. Dagvatten på markytan behöver rinna ut vid större nederbördsmängder och skyfall, varför rinnvägar på markytan och dagvattenledningar har studerats.

Även genomförbarhet med tanke på detaljplaner, stadsmiljön, angränsande projekt (t ex ny järnvägstunnel, omvandlingsområdena SeaU, Oceanhamnen och Oslopiren) samt kostnader har beaktats.

De centrala delarna av Helsingborg nedanför landborgen är relativt plant och kommer med stor sannolikhet vid inträngande vatten innanför skyddet att översvämmas över stora områden. Detta medför också att området behöver skyddas samtidigt, dvs det är inte möjligt med en etappvis utbyggnad av ett kajnära skydd.

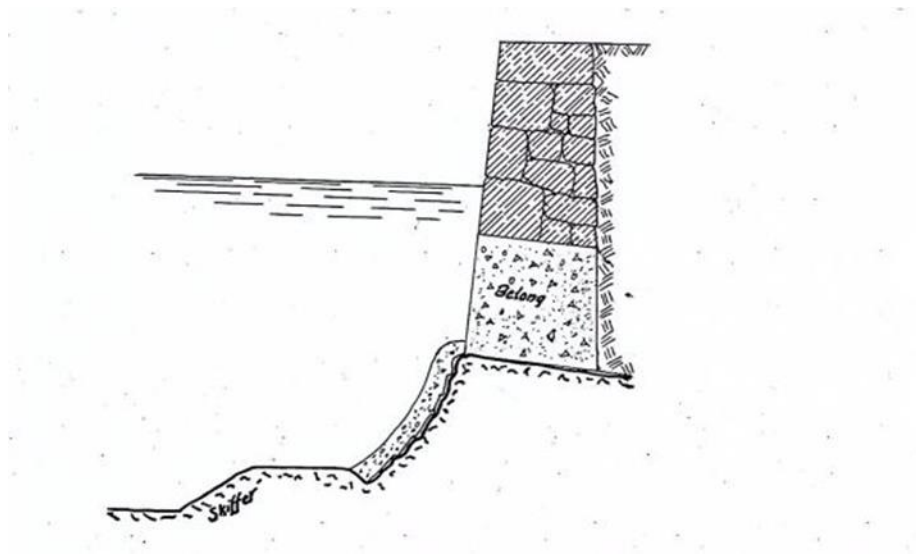
5.2 BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER

För järnvägstunneln och Helsingborg C finns det dokumentation i form av ritningar från utbyggnaden. Kajerna och vågbrytarna inom utredningsområdet är av olika ålder, typ och tillstånd. Kajkonstruktionerna finns dokumenterade i ritningar, men även protokoll från dykinspektioner och sjömåtning av hamnbotten.

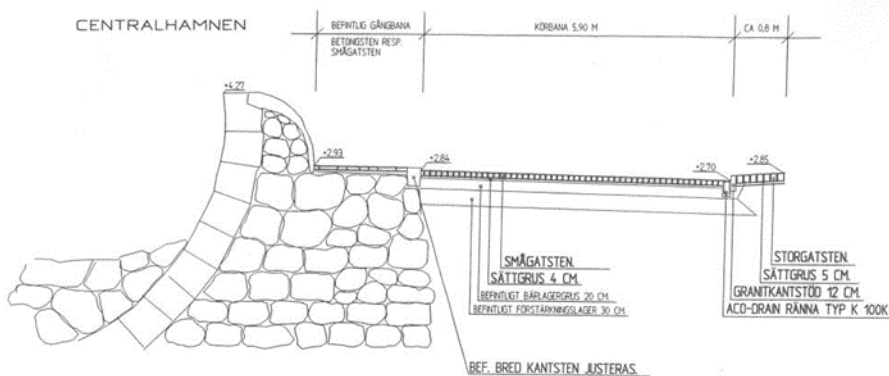
Befintliga VA-ledningar inklusive dagvattenutlopp i havet som redovisas på NSVAs ledningskartor har beaktats i utredningen.

Dokumentation från pågående omvandlingsprojekt inom SeaU och H+ har varit tillgänglig och har då sammanställts tillsammans med övrig dokumentation över befintliga anläggningar.

I rapporten har hänsyn översiktligt tagits till de olika konstruktionerna men de har inte studerats i detalj, detta arbete ligger i ett senare skede.



Figur 18 Exempel på äldre befintlig konstruktion, kajsektion inre hamnen (Källa: Helsingborgs hamn)



Figur 19 Exempel på befintlig konstruktion, kajsektion centralhamnen (Källa: Helsingborgs stad)

5.3 FUNKTIONSKRAV

Principiella ställningstaganden innebär grad av permanent eller tillfälligt skydd, påbyggbarhet samt grad av automation eller manuellt arbete som bestämmer skyddets utformning. Där man väljer att skydda genom tillfälliga och/eller mobila skydd bör man alltid ta hänsyn till osäkerhet i prognoser, dvs när skall skyddet monteras, men även tillförlitlighet i larmsystem. Även den mänskliga faktorn påverkar.

Ansvarsfördelning och rådighet över marken är ytterligare faktorer att beakta. I första hand bör skyddet placeras på allmän platsmark, men vid behov kan markinlösen, servitut och andra avtal krävas när skyddet placeras på privat mark. Ansvarsförhållande över tillgänglighet, drift/underhåll och framtida uppgradering behöver klargöras och framtidssäkras.

Tillgänglighet

Alla passager genom skyddet skall vara tillgänglighetsanpassade. På platser med många gående, exempelvis längs en kaj är det extra viktigt att uppnå tillräcklig tillgänglighet i relation till den ökade risken som ett ökat antal öppningar innebär.

Dagvatten- och dräneringsledningar

I samtliga områden finns ett antal dag- och dräneringsledningar som korsar föreslagen skyddslinje, med utlopp i havet. T ex vid Norra hamnen finns det flera stora dagvattenledningar som mynnar i hamnbassängen. Dagvattenutlopp till havet har eller kan förses med bakvattenlucka som hindrar havsvattnet att vid hög nivå dämja utloppet och även tränga in i ledningen för att sedan tränga upp på markytan innanför skyddet. Vid stängd bakvattenlucka och samtidig nederbörd behöver dagvatten kunna magasineras och pumpas över skyddslinjen till havet. Detta behöver utredas i vidare arbete.

Dagvattenpumpstationer

Det finns två dagvattenpumpstationer som avvattnar järnvägstunneln. De är placerade norr respektive söder om Helsingborg C nere i tunneln. Anslutning sker till NSVAs dagvattennät. I nuläget betraktas dagvattenpumpstationerna endast som en resurs för inläckande grundvatten och smältvatten samt i viss mån för att tömma järnvägstunneln vid en översvämning.

Spillvattenledningar

Otåta spillvattenledningar kommer att få ett ökat inflöde av inläckande grundvatten om grundvattennivån höjs vid en översvämning. Vid dämnd spillvattenledning kan omvänt en läcka genom otät ledning till omgivande mark öka.

Avloppspumpstationer

Det finns ett antal avloppspumpstationer för pumpning av spillvatten till avloppsreningsverket i NSVAs ledningsnät. Vid hög havsnivå kommer nödutlopp i havet att däckas. Vid strömbrott kommer pumpningen inte heller att fungera, varvid ledningsnätet kan däckas med risk för inläckage av spillvatten genom golvbrunnar o dyl. i anslutna fastigheter. Utredningen har därför utökat riskanalysen till att innefatta dessa scenarier.

Lågpunkter

För att hantera nederbörd under en högvattensituation, då markytan inte kan avvattnas som normalt via dagvattensystemet, skulle lågpunkter innanför skyddslinjen kunna användas som "magasin". Ett antal lågpunkter med erforderlig magasinvolym bör förses med en pumpgrop eller motsvarande där det skall finnas möjlighet att montera en pump för avsänkning om nivåerna skulle överstiga kritisk nivå.

Lågpunkter innanför skyddslinjen bör alltid planeras för en markanvändning som kan tillåtas att översvämmas utan bestående skador, dvs ytan ska vara multifunktionell och vara konstruerad för att tåla att ställas under vatten.

Utredningen förordar att pumpkapaciteten i lågpunkter dimensioneras upp istället för att täta jordlagren under skyddslinjen.

Våguppspolning/-överspolning

Beroende på hur utsatt den aktuella sträckan är för vind och vågor krävs det extra åtgärder för att reducera risken för vågöverspolning. Vågornas effekt beror främst på vindstyrkan, sträcka över öppet vatten och vattendjup. Även avståndet till objektet som kan skadas innanför skyddskonstruktionen påverkar. För områden utsatta för vågor, se Figur 5.

För att minska effekterna från vågor kan skyddsvallarna utformas på olika sätt. Generellt gäller att ett grövre material i form av block eller tetrapoder ger en större reduktion av vågkrafterna och därigenom minskad risk för överspolning jämfört en slät konstruktion i t ex betong. Även geometrin på skyddsvallen påverkar. Åtgärder utanför skyddsvallen i havet, t ex i form av ett rev, skulle ge vågreducerande effekt.

Vattenzoner

För att minska skador i områden innanför skyddslinjen vid en eventuell genombrytning av en skyddskonstruktion, bör utredningsområdet delas upp i olika s k vattenzoner. Zonerna avgränsas lämpligen efter naturliga höjdområden eller nya tillskapade höjdryggar. Storleken på områdena bör avspegla skyddsnivån för skyddsobjekten. Denna åtgärd har även effekt för att skydda mot skador vid skyfall innanför det inre skyddet.

Permeabilitet under skyddskonstruktion

Permeabiliteten i jordlagren, dvs vattengenomsläppligheten, under skyddskonstruktionerna bör beaktas vid anläggningsarbetena. Konstruktionen skall vara tillräckligt tät för att inte släppa igenom för mycket vatten samt inte vara för tät för att påverka grundvattennivån innanför skyddet. Den exakta utformningen av konstruktionen görs i senare planerings- och projekteringskede.

Inläckaget genom jordlagren under ett skydd kan ställas mot tillskottet på vatten från ett regn. Bedömningen är att tillskotten för vattengenomträngning genom jordlagren är försumbar jämfört vattentillskottet från nederbörd. En otät spont motsvarande den vid Norra Hamnen, en sträcka av 650 meter, ger ett inläckage på ~10 l/s. Ett 2-årsregn ger ett tillskott på ~1600 l/s för ett område av 15 ha storlek (750x200 m). Detaljerade undersökningar och beräkningar samt konsekvensanalys gällande omgivningspåverkan bör göras innan slutgiltig konstruktionslösning väljs. Att täta jordlagren är kostnadsdrivande men kan även ge följdeffekter såsom att grundvattennivån höjs vilket kan leda till att fastigheter påverkas.

Stabilitet

I områden där marken påförs extra laster i form av exempelvis vallar och murar, på eller i direkt anslutning till befintliga kajer och slänter, skall alltid en kvalificerad bedömning eller beräkning av släntstabiliteten göras.

Om inte erforderlig stabilitet uppnås behöver stabilitetshöjande åtgärder utföras. Åtgärderna kan vara att anlägga pålar, spont eller tryckbank som mothåll. Samtliga åtgärder behöver detaljerade geotekniska undersökningar och beräkningar.

Skador på skyddsvallar

Vid dimensionering och placering av skyddskonstruktioner bör alltid hänsyn tas till påkörning av fordon. I kaj och strandnära områden bör man dessutom ta hänsyn tas till skador på konstruktionen från påsegling av fartyg och då främst vid högvattensituationer där den framföriggande kajkonstruktionen ger ett betydligt mindre skydd än normalt.

Sabotage och skadegörelse på skydd bör beaktas och då speciellt mobila- och rörliga skydd, exempelvis skjutluckor etc.

Färjetrafik

I framtiden med en utbyggd fast förbindelse till Danmark kommer efterfrågan på färjetrafik att minska. Bedömningen är att persontrafik med mindre färjor utan biltrafik kan vara aktuell i framtiden med en storlek motsvarande dagens "sundsbussar".

Även behovet av två inlopp till Centralhamnen kommer att påverkas av en fast förbindelse.

5.4 PRINCIPLÖSNINGAR

Nedan föreslagna alternativ utgår från hur området ser ut idag men även utifrån idag kända planer på utbyggnader.

- **Princip A Ingen åtgärd** - området tillåts översvämmas eller har redan tillräckligt skydd
- **Princip B Översvämningsskydd på kajkant** - höjning av kajkant
- **Princip C Översvämningsskydd vall** - i områden där platsen medger att man kan anlägga vallar
- **Princip D Översvämningsskydd mur** - I områden med begränsad plats för skyddsåtgärder är det lämpligt att anlägga skyddsmurar som tar ett begränsat område i anspråk. Muren kan med fördel göras multifunktionell med exempelvis sittbänkar integrerade i konstruktionen.



Figur 20 Exempel översvämningsskydd mur med integrerad sittbänk. (Foto: WSP)

- **Princip E Översvämningsskydd genom ny kajkonstruktion** – på vissa ställen är det mer lämpligt att bygga en ny kaj i nytt läge.
- **Princip F Översvämningsskydd genom markhöjning/landutfyllnad** – vid omvandling av större ytor kan det vara bättre att höja marken jämfört med att anlägga vallar eller murar. En utfyllnad i havet kan också bidra till att skapa andra värden för staden eller naturen.
- **Princip G Tillfälliga skydd** - Vid öppningar i skyddet (för tillgänglighet och skyfall) behöver en platsbunden stängningsanordning, t ex rörlig port anordnas. Förslagsvis byggs den in i konstruktionen för att alltid vara på plats och för att enkelt och snabbt kunna stängas då behov uppstår.



Figur 21 Exempel på tillfälligt skydd med skjutportar vid bro från Hamburg. (Foto: WSP)

- **Princip H Mobila tillfälliga skydd** - De kan utgöras av lösa delar som enkelt monteras ihop på förberedd plats till en sammanhängande tätskärm.



Figur 22 Exempel på mobilt tillfälligt skydd längs floden från Prag. (Källa: Prague TV)

- **Princip I – Lokal anpassning** - Lokal anpassning innebär att en principlösning inte kan föreslås. Istället är ett anpassat eller kompletterande skydd den bästa lösningen.



Figur 23 Exempel på lokal anpassning med vägg utanför bostadsentré från Halmstad. (Foto: WSP)

5.5 FÖRSLAG TILL SKYDDSÅTGÄRDER

5.5.1 Punktvisa skyddsåtgärder

Helsingborg C kan skyddas genom mobila tillfälliga skydd runt nedgångar till stationen, hissar och vissa installationer.

Möjliga skyddsåtgärder för avloppspumpstationerna är att göra byggnader vattentäta, säkra reservkraft och öka pumparnas kapacitet vad gäller statisk tryckhöjd, dvs till vilken nivå pumpning kan ske.

Evakueringsschakt/räddningsvägar och brandvattenbrunnar behöver tätas för att hindra att järnvägstunneln vattenfylls.

Det finns ett antal nedgångar till järnvägstunneln inne i Helsingborg C och utanför som behöver tätas. Det finns underjordiska garage under Sundstorget (som dessutom har en nödutgång från järnvägstunneln) och garage under uppmarschområdet. Dessa öppningar i markytan föreslås tätas med lokala temporära skydd.

Det finns ett antal öppningar till järnvägstunneln från markytan i t ex Drottninggatan, söder om Helsingborg C och vid Stadsteatern. Dessa utgörs av luckor och brunnsluck för Räddningstjänstens angreppsvägar och brandvattenförsörjning. Dessa öppningar i markytan föreslås tätas med mobila skydd. Det gäller även spillvattenbrunnar vars lock inte är helt täta och därför behöver tätas.

5.5.2 Inre skyddsåtgärder

Nedanstående förslag till skydd är principlösningar. Generellt gäller att det inre skyddet får en ovankant på murar och vallar på + 3,0 m. När skyddet finns på plats hela vägen från Gröningen i norr till Campus i söder ska det skydda bakomliggande områden upp till den nivån. Skyddet måste ansluta till naturliga höjdparter i norr och söder för att vatten inte ska rinna in bakom. Skyddsåtgärder norr om Gröningen och söder om Campus ingår inte i denna utredning. Även om skyddet skulle förlängas längs kusten är det viktigt att skyddet ansluter till de naturliga höjdparter som finns för att minimera riskerna i varje sektor.



Figur 24 Översikt inre skyddsåtgärder

Gröningen

Området karakteriseras av ett plant utfyllt rekreationsområde med stråk för gående och cyklister. Idag mynnar järnvägstunneln i området. Tunnelmynningen kan komma att utgå när Väst kustbanan ska byggas ut till dubbelspår mellan Maria och Helsingborg om ungefär 10-15 år.

Den södra delen av avsnittet har en vågbrytare av rundad murad sten med mindre byggnader och en körbar yta innanför. Inom avsnittet ligger en stor avloppspumpstation. Vid roddklubben finns en sjösättningsramp.

Området är mycket utsatt för våguppspolning, vilket leder till att vatten spolas upp till innanför liggande markområden och bygger upp en vattenvolym innanför vågbrytaren.

Tunnelmynningen har idag en delvis skyddande jordvall på markytan intill. För att få en avslutning av skyddsåtgärderna mot norr ansluts jordvallen/markhöjning mot befintlig jordvall vid tunnelmynning.

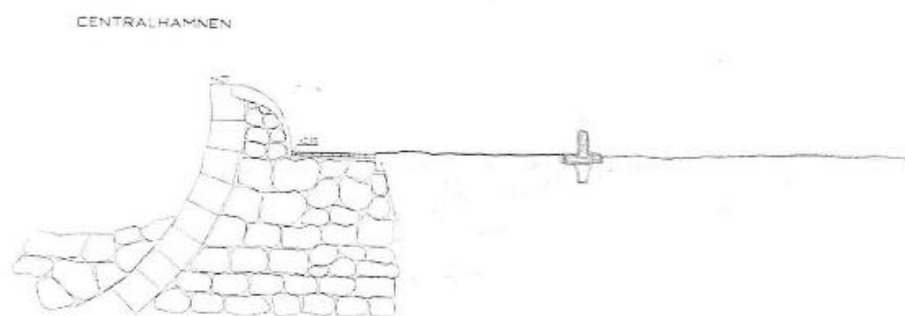
Förslag till skydd

- Permanent jordvall mellan befintlig jordvall i öster vid nuvarande tunnelmynning till vågbrytaren vid Parapeten (Alt. C). Jordvall alternativt markhöjning utformas på ett tilltalande sätt med en överkant på +3,0. Något lägre vid gång- och cykelstråkens passage. Vid passage av gång- och cykelvägar föreslås ramper över vallen med en anpassad lutning för tillgänglighet (<1:20)
- Permanent mur parallell med Parapetens vågbrytare (Alt. D) med syfte att skydda bebyggelsen från vågöverspolning vid parapeten.
- Mobilt skydd vid vägpassage samt vid sjösättningsramp. Delar lagras lokalt på plats.

- Skyfallsport/öppning vid Norra hamnens norra hörn kombineras med tillgänglighet för gående.
- Samhällsviktiga funktioner på södra vågbrytaren/Parapeten skyddas lokalt



Figur 25 Inre skydd vid avsnitt Gröningen



Figur 26, Sektion vid avsnitt Parapeten/Gröningen (Källa: Helsingborg stad)

Norra hamnen

Norra hamnen karakteriseras av kajnära bostadsbebyggelse med större torgytor i anslutning till Dunkers kulturhus samt Stadsteatern/Konserthuset. Mellan vartannat bostadshus ligger förhöjda innergårdar med underjordisk parkering för de boende. I bottenplanet på bostadshusen finns olika typer av näringsverksamhet i form av restauranger, mäklare, affärer mm. Längs kajerna ligger medelstora till större fritidsfartyg förtöjda. Drygt halva kajavsnitten har breddats med en träkonstruktion, vilket är till stor fördel vid anläggande av skydd. Vid sträckor som inte är breddade bör man studera hur förtöjning och tillgänglighet till fartygen kan lösas.

Tillgänglighet för fritidsbåtsägare och restauranggäster samt möjligheten att promenera utmed kajen är viktigt faktorer att beakta.

Nedfarter till Sundstorgets och Dunkers underjordiska parkeringar samt några större dagvattenutlopp finns här.

I södra delen finns en Kvikvickbron till småbåtshamnen, Parapeten och Tropical beach.

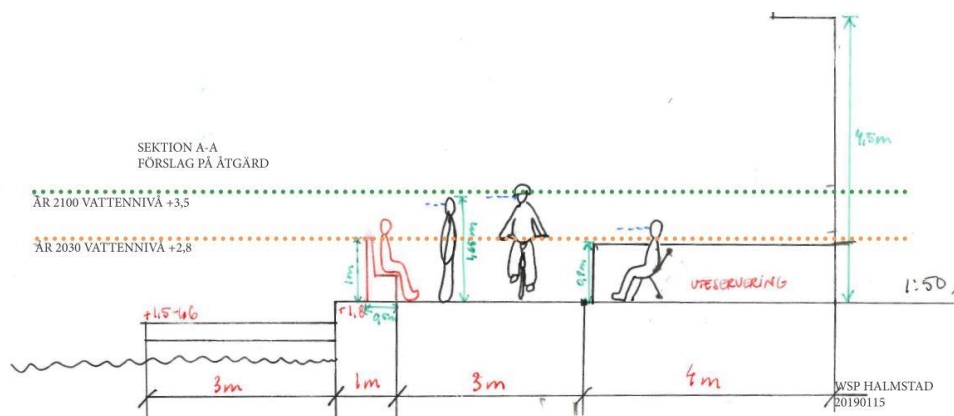
Områdets karaktär medför att några större/högre skydd inte är möjliga att anlägga, då de skulle inkräkta allt för mycket på stadsmiljön och hur boende rör sig i området. Skydden bör utformas på ett så arkitektoniskt och multifunktionellt sätt som möjligt.

Förslag till skydd

- Södra delen av Parapeten/vågbrytaren skyddas inte och får översvämmas. (Alt. A).
- Bro (Kvikvickbron) till yttre vågbrytaren skyddas inte (Alt. A).
- Vid Östra brofästet anordnas ett tillfälligt skydd som integreras i skyddslinjen längs kajen (Alt G).
- Permanent mur parallell med kajkanten (Alt. D). Överkant på +3,0. Skyfallsportar/öppningar kombineras med tillgänglighet för gående. Delar lagras på plats.
- För att hantera skyfall bör mobila skydd vid nedgångar till underjordiska garage. Måttanpassade delar lagras på plats.
- Samhällsviktiga funktioner på södra vågbrytaren/Parapeten skyddas lokalt



Figur 27 Inre skydd vid avsnitt Norra hamnen



Figur 28 Sektion vid avsnitt Norra hamnen. (WSP)

Avförda alternativ

Ett skyddsalternativ där man använder mobila temporära skydd har avförts. Motivet är att sträckan är lång och att det skulle medföra ett allt för omfattande arbete i praktiken att uppföra ett sådant skydd inför varje storm med risk för höga vattennivåer.

SeaU

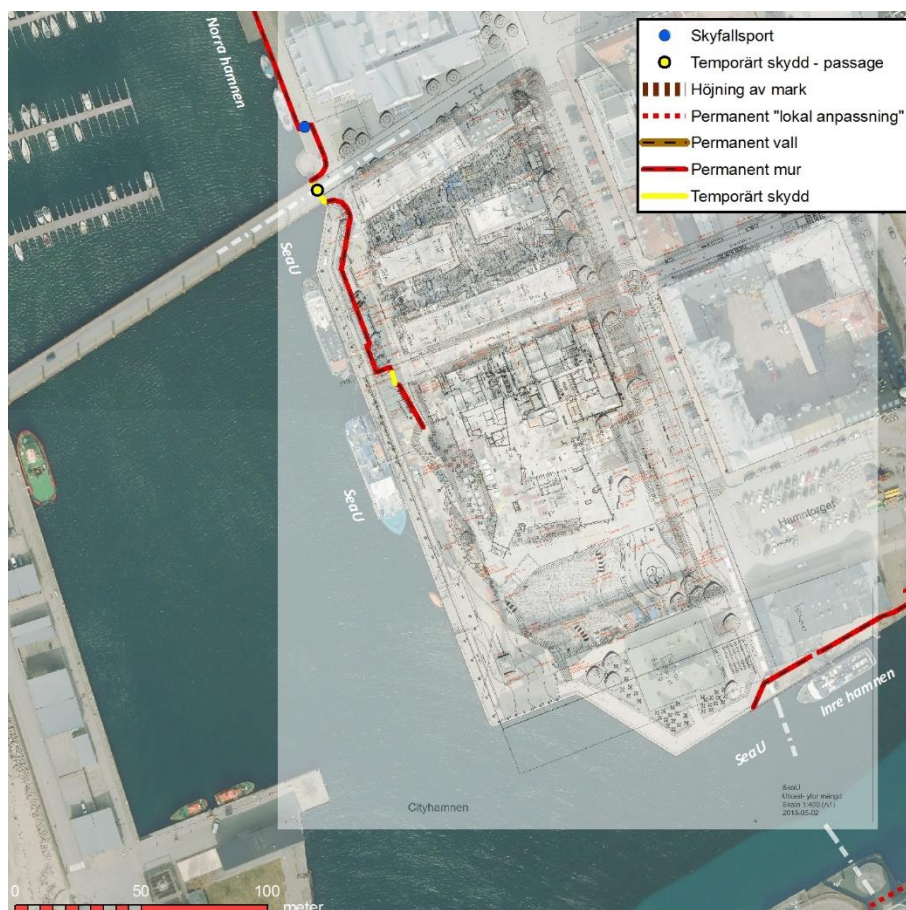
SeaU-området är under byggnation och planeras vara färdigställt under 2020. Byggnader har anlagts med en färdig golvnivå i vissa lokaler på mellan +2,4 och +3,0 meter. De delar av byggnaderna som ligger under +3,5 har utformats på ett sätt som klarar tillfälliga högvattenstånd på +3,5 meter.

För att klara översvämningssituationer upp till nivå +3.0, kommer spillvatteninstallationer att pumpas. Spillvatteninstallationer mellan nivån +3.0 till +3.5 kommer att skyddas med backventil. Spillvatteninstallationer över nivån +3.5 kommer att släppas med självfallsledning utan andra åtgärder.

Mellanliggande gator är upphöjda till en nivå på ca +2,4 meter. Vid vattennivå överstigande marknivå kommer garage att vattenfyllas.

Förslag till skydd

- Södra delarna av området är klimatsäkrade till ungefär +3,0 och behöver inget kompletterande skydd.
- Permanent mur parallell med kajkanten (Alt. D) från Kwickbron i norr till Badhusgatan i söder.
- Skyfallsport i Badhusgatans förlängning.



Figur 29 Inre skydd vid avsnitt SeaU

Inre hamnen

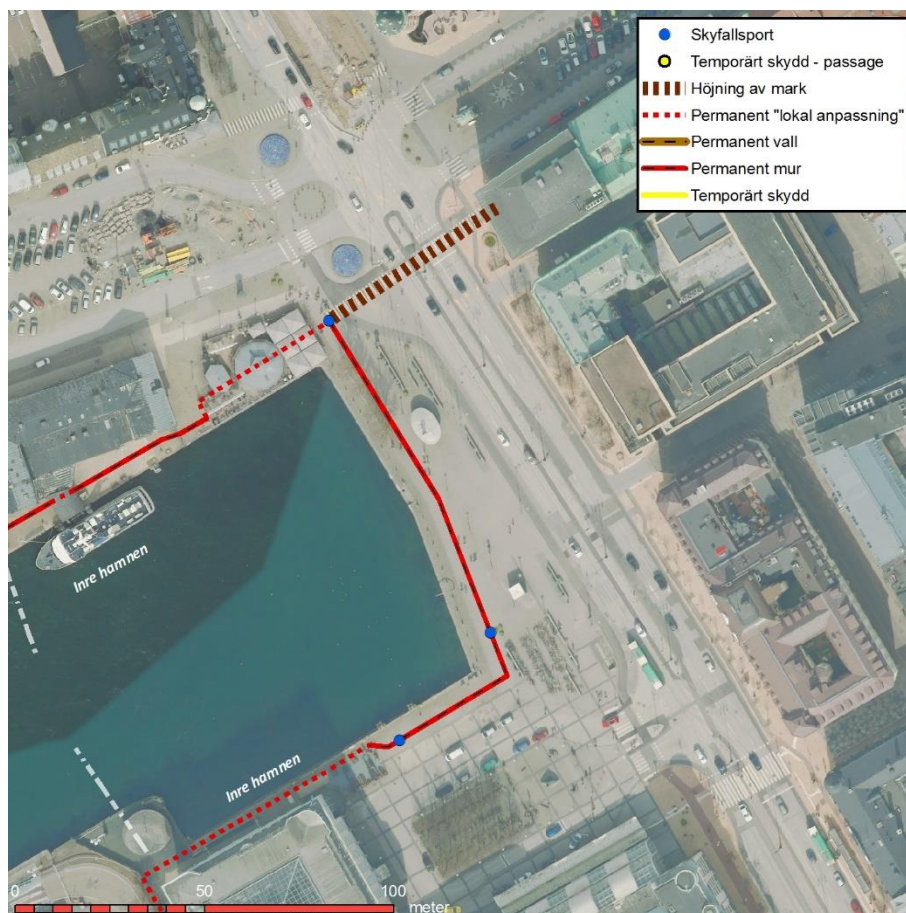
Inre hamnen karakteriseras av en större torgyta utmed Järnvägsgatan framför huvudentrén till Helsingborg C.

Området är utsatt för våguppspolning, speciellt kajavsnittet, parallellt med Järnvägsgatan. Vid kraftiga västliga vindar spolas vatten upp på markytan till innanför liggande torg och vägområden.

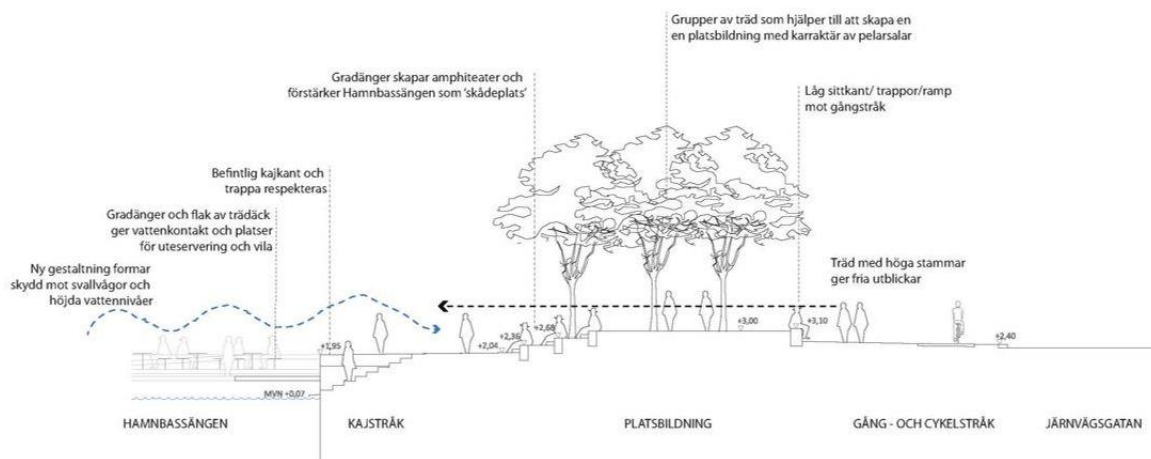
Kajen vid Marina Plaza är bedömningsvis i dåligt skick, och är förstärkt med en stålspons på utsidan.

Förslag till skydd

- Permanent mur parallell med kajkanten (Alt. D) från kaj söder om Hamntorget förbi färjeterminalen för Sundsbussarna.
- Permanent mur parallell med kajkanten (Alt. D), alternativt höjning enligt sektion nedan.
- Innanföriggande område vid korsningen mellan Järnvägsgatan/Stortorget kan behöva användas som en vattendelare för vattenzoner vid skyfall eller genombrott i skyddslinje genom lokal höjdanpassning av korsningen.
- Lokal anpassning (Alt. I) vid färjeterminalen för tillgänglighet passagerare.
- Lokal anpassning (Alt. I) vid restaurang, anläggningen behöver troligtvis flyttas eller genomgå större förändring.
- Skyfallsportar, 3 stycken.
- Permanent mur parallell med kajkanten till "Marina Plaza" (Alt. D).
- Upprustning av kaj samt anläggande av översvämningsskydd (Alt. B + Alt. E). Kajen kan flyttas ut några meter för att öka tillgängligheten runt hotellbyggnaden.
- Lokal anpassning runt Marina Plaza (Alt. I).



Figur 30 Inre skydd vid avsnitt Inre hamnen



Figur 31 Exempel på sektion vid avsnitt Inre hamnen (Källa: Helsingborgs stad)

Helsingborg C, uppmarschområdet

Området består av resecentrum, hotell Marina Plaza, kontorsbyggnader och parkeringsplatser i olika plan. Huvudentrén från norr och restaurangplanet på Helsingborg C håller på att byggas om, vilket medför stora anläggningsarbeten i området. Ett underjordiskt garage har infart från södra sidan (vid uppmarschområdet).

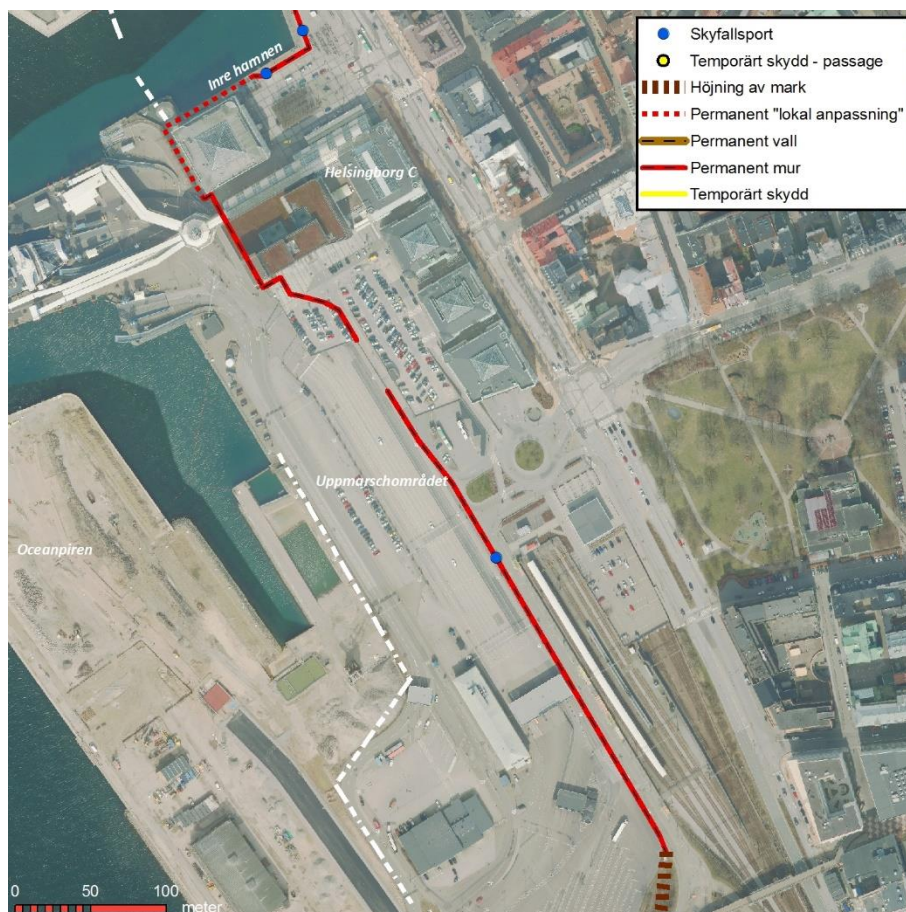
Uppmarschområdet/färjeterminalen karakteriseras av lastning och lossning av fordon. Området utgör del av Europaväg 4 och är av riksintresse.

Färjetrafiken kan inte bedrivas vid ett vattenstånd som överstiger +1,68 m på grund av att vinkeln på klaffen mot färjan blir för brant. Detta innebär att all fordonstrafik över sundet då stoppas. Uppmarschområdet ligger på nivå ca +2,0 meter.

Andra förändringar inom inre hamnen kan påverka översvämningsskyddet.

Förslag till skydd

- Permanent mur, parallell med byggnaders fasad (Alt. D), vilken fortsätter in under parkeringsdäcket och ansluter till ramp till övre P-däck i söder.
- Skyfallsport vid Terminalgatan
- Inga generella skyddsåtgärder för uppmarschområdet (Alt. A), samhällsviktiga anläggningar skyddas lokalt.
- Byggnader och tekniska installationer på uppmarschområdet skyddas lokalt (Alt. I).
- Permanent mur parallellt utmed Terminalgatan till höjdrygg i söder. (Alt. D) alternativt höjning av Terminalgatan.



Figur 32 Inre skydd vid avsnitt Helsingborgs central

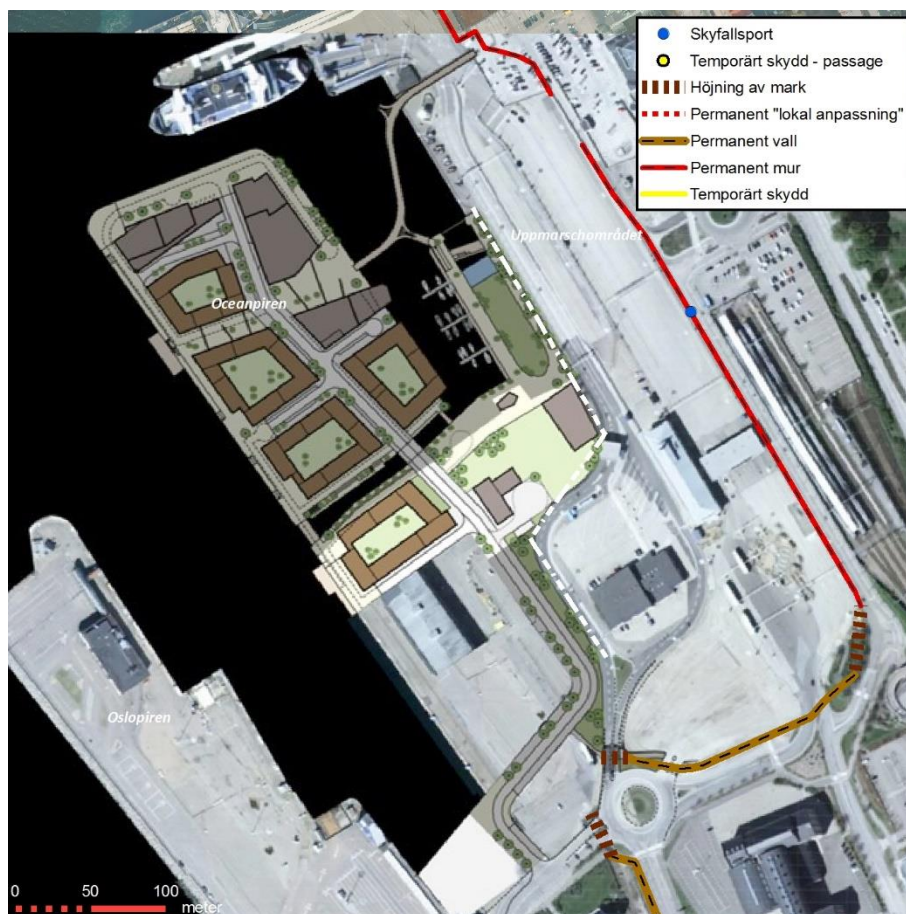
Oceanpiren

Oceanpiren är ett pågående omvandlingsprojekt för bostäder, där första etappen beräknas vara färdigställd 2022. Inom ramen för projektet har klimatsäkringsåtgärder vidtagits vad gäller nivåer på byggnader och omkringliggande mark.

Vid färdigställandet av området bör en ny klimatanalys göras med avseende på områdets eventuella barriäreffekter.

Förslag till skydd

- Inga åtgärder föreslås. Avsnittet förutsätts, utöver sig själv, även skydda områdena innanför.



Figur 33 Oceanpiren

5.5.3 Yttre skyddsåtgärder

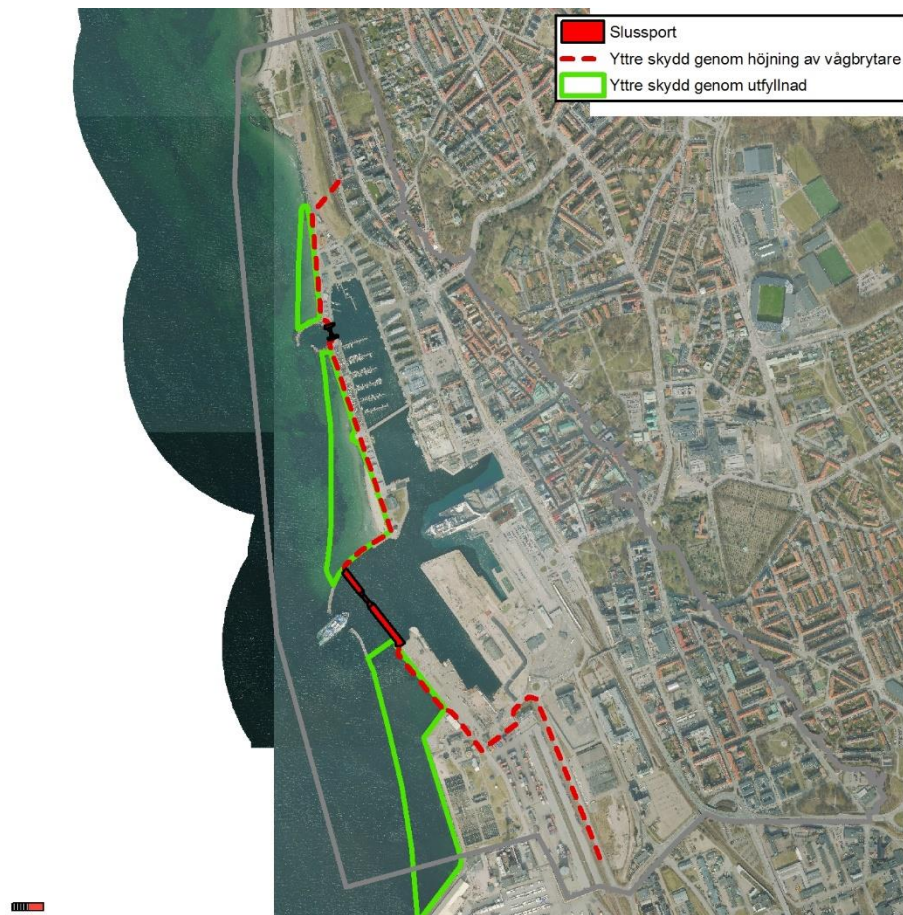
Inom ramen för utredningen har två olika huvudalternativ till ett yttre skydd studerats, nämligen:

- Alternativ 1 – Befintliga vågbrytare förstärks/höjs.
- Alternativ 2 – Landutfyllnad utanför befintlig strandlinje/vågbrytare

Samtliga alternativ kommer att kräva någon form av slussport för att stänga ute vattnet vid högvatten, men ändå bibehålla tillgängligheten för båtar och fartyg till hamnen.

Vilket alternativ som är mest fördelaktig beror främst på hur staden vill utveckla området, men även på vad det finns för tillgång lokalt av utfyllnadsmassor.

Massöverskott från en utbyggnad av fast förbindelse till Helsingör har beaktats i utformningen av ett yttre skydd, dvs. användning av massor för förstärkning av befintliga vågbrytare och utfyllnad i havet utanför.



Figur 34 Översikt yttre skyddsåtgärder

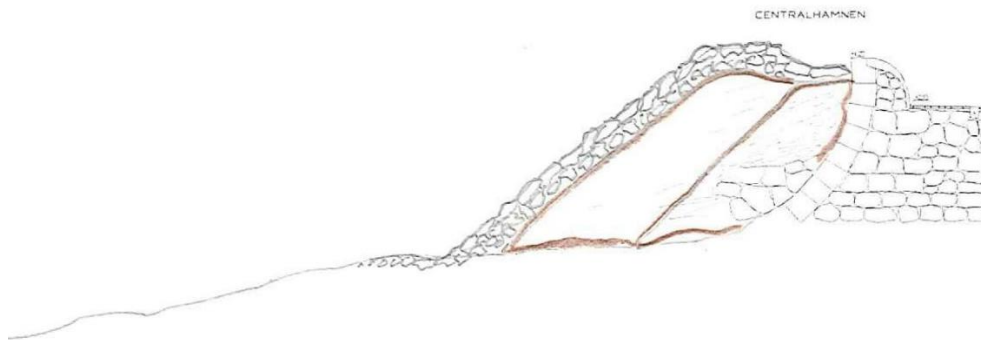
Alternativ 1 - Befintliga vågbrytare förstärks/höjs i nuvarande strandlinje/vågbrytare

Detta alternativ tar ett mindre vattenområde i anspråk och utnyttjar befintliga vågbrytare i större omfattning.

Av utrymmesskäl föreslås att vågbrytaren förstärks på utsidan, detta för att bibehålla de ytor för marin verksamhet som finns på insidan idag.

Vid samtliga förslag till skyddsåtgärder måste man säkerställa att en tillräckligt tät konstruktion uppnås.

- Höjning av marken vid Gröningen, erosionsskyddet i befintlig strandlinje förstärks
- Parapeten förstärks på havssidan
- Slussport till fritidshamnen i Norra Hamnen
- Slussport i hamninloppet för Centralhamnen
- Befintlig vågbrytare förstärks och höjs



Figur 35 Principskiss på förstärkt vågbrytare utanför Parapeten. (WSP)

Avförda alternativ

Alternativet med att bara förstärka och höja vågbrytaren i befintliga läge bedöms inte som aktuellt med avseende på följande:

- Befintlig vågbrytare är gammal och kommer att kräva ett ökat underhåll i framtiden.
- En hård konstruktion som en betongvågbrytare måste göras högre för att den inte skall överspola med vågor jämfört med en flackare vågbrytare av block
- Befintlig konstruktion måste tätas/injekteras för att uppnå erforderlig täthet för att inte släppa igenom vatten. Uppnås inte täthet riskerar material att spolras ur vågbrytaren, vilket kan leda till att den skadas med förlorad funktion.

Förslag till skydd enligt alternativ 2 – Yttre skydd genom landutfyllnad

Detta alternativ tar stora vattenområden i anspråk och förutsätter tillgång till "billiga" utfyllnadsmassor, exempelvis från utbyggnaden av en framtida fast HH-förbindelse. Beroende på hur utfyllnaden utformas kan behovet av massor balanseras med ett massöverskott vid HH-förbindelsen.

- Höjning av marken vid Gröningen, befintligt erosionsskydd i strandlinje förstärks.
- Landutfyllnad utanför befintliga vågbrytare.
- Slussport i norra hamninloppet till fritidshamnen

Översiktlig summering av aktuella beroenden och hänsynstaganden

Ett utfyllnadsarbete motsvarande nedanstående förslag kräver tillgång till stora mängder massor i områdets närhet för att uppnå kostnadseffektivitet. Rationell hantering av massor med transportband och/eller pråmar är nödvändig för att minimera miljöpåverkan. Massorna måste finnas tillgängliga i rätt tid eftersom mellanlagring är uteslutet då det skulle kräva mycket stora arealer i närområdet.

En framtida HH förbindelse kommer att ge ett stort massöverskott. Beroende bland annat på hur tunnelpåslag utformas och valda diametrar på tunnlar kommer det bedömningsvis uppstå ett massöverskott på ca 4–5 miljoner kubikmeter. Vilken tunnelteknik som kan komma att användas påverkar sammansättningen hos eventuella överskottsmassor, vilket påverkar utförandet.

Utfyllnad med naturliga massor från exempelvis ett sandtag på havsbotten är inte aktuellt då tillståndsmyndigheterna är mycket restriktiva till att ge tillstånd för detta.

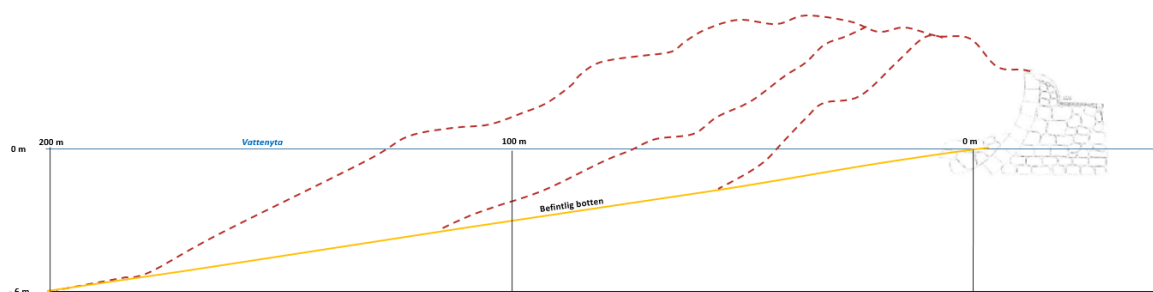
Utfyllnadsarbeten kommer att behöva utföras etappvis, där man förslagsvis först vallar in ett delområde för att därefter fylla med massor. Det är viktigt att man säkerställer att de utfyllda massorna inte utsätts för erosion under pågående arbeten.

Landutfyllnaden behöver skyddas med någon form av erosionsskydd. Beroende på utformning, geometri på land och i vatten kommer olika anpassningar att behöva göras. Generellt gäller att en flackare geometri på skyddet innebär en mindre påverkan från vågor till skillnad från ett brant skydd som oftast kräver ett yttre skydd av större block eller motsvarande.

Utformning av landutfyllnaden beror på vad kommunen har för avsikt med området men även områdets utsatthet för vågor och erosion. Ett landområde kan till exempel utnyttjas för olika former av rekreation och mötesplatser för de boende i staden. En fördel med landutfyllnad är att "landbarriären" mot översvämning ökar jämfört med att höja befintliga vågbrytare. En landutfyllnad kan också relativt enkelt förstärkas och höjas.

Vid utfyllnad i havet påverkas kustdynamiken när botten och kustlinje ändras. En av de mest påtagliga effekterna som uppstår är att materialtransporten längs kusten ändras och den dynamiska jämvikten påverkas. Material ackumuleras på ett ställe för att leda till kusterosion på andra då materialtransporten upphör eller förändras.

I Figur 36 illustreras ianspråktagande av vattenområde vid olika utformning av ett yttre skydd.



Figur 36 Principskiss på landutfyllnad (WSP)

Slussport

Vid ett framtida yttre skydd kommer det att krävas någon typ av slussport i hamninloppet för att stänga ute vattnet vid högvatten och kunna bibehålla fartygstrafik till hamnen innanför skyddet. De förväntade ökade havsnivåerna medför att porten kommer behöva vara stängd allt oftare i framtiden då återkomsttiden för höga vattennivåer blir allt kortare, dvs dagens högvattennivåer kommer att inträffa oftare i framtiden. Detta innebär i sin tur att påverkan på fartygstrafik som måste passera en framtida slussport blir allt större.

Att anlägga två slussportar för fartygstrafik i framtiden är troligtvis inte aktuellt då en ny fast HH-förbindelse skulle förändra transporterna över sundet med betydligt mindre färjor.

En mindre slussport för fritidshamnen bör placeras i Norra Hamnen i piren förlängning, där de yttre vågbrytarna ger ett visst skydd.

En mindre slussport som inte medger fartyg av dagens storlek som trafikerar Helsingör är ett mycket billigare alternativ. Kostnaden för en mindre slussport beroende på sidoarbeten uppgår till mellan 50–200 miljoner kr jämfört med en större port vilken kan uppgå till 500–1000 miljoner kr för att kunna ta emot större fartyg motsvarande de som trafikerar hamnen idag.



Figur 37 Exempel på nyanlagd slussport i Esbjerg. (Foto: Helsingborgs stad)

Oslopiren

Oslopiren är ett framtida bostadsprojekt där staden håller på att utreda områdets utformning och funktion. Då Oslopiren är belägen närmast Öresund är det av stor vikt att hänsyn tas i planeringen för att möjliggöra ett yttre skydd i framtiden. Frågor som bör beaktas är funktion och tillgänglighet i hamninlopp och kanaler för fritidsbåtar. I framtiden kommer hamninloppet att behöva försees med en slussport att stänga ute vattnet vid högvatten. Områdets utsatthet bör även beaktas vad gäller påverkan från vågor vid kraftiga vindar. Utformning av skyddsåtgärder bör anpassas i samverkan med utformning av bostadsområdet för att inte barriäreffekter skall uppstå.

Utfyllnadsområden, kanaler och slussportar påverkar vattenomsättningen och därigenom vattenkvaliteten i hamnbassängen. Detta bör noggrant utredas innan val av slutlig utformning väljs, och då bör ett framtida scenario med slussportar och en yttrebarriär vara ett dimensionerande alternativ.

Utredningen förordar att antalet framtida hamninlopp minimeras för att minska kostnaderna och risken.



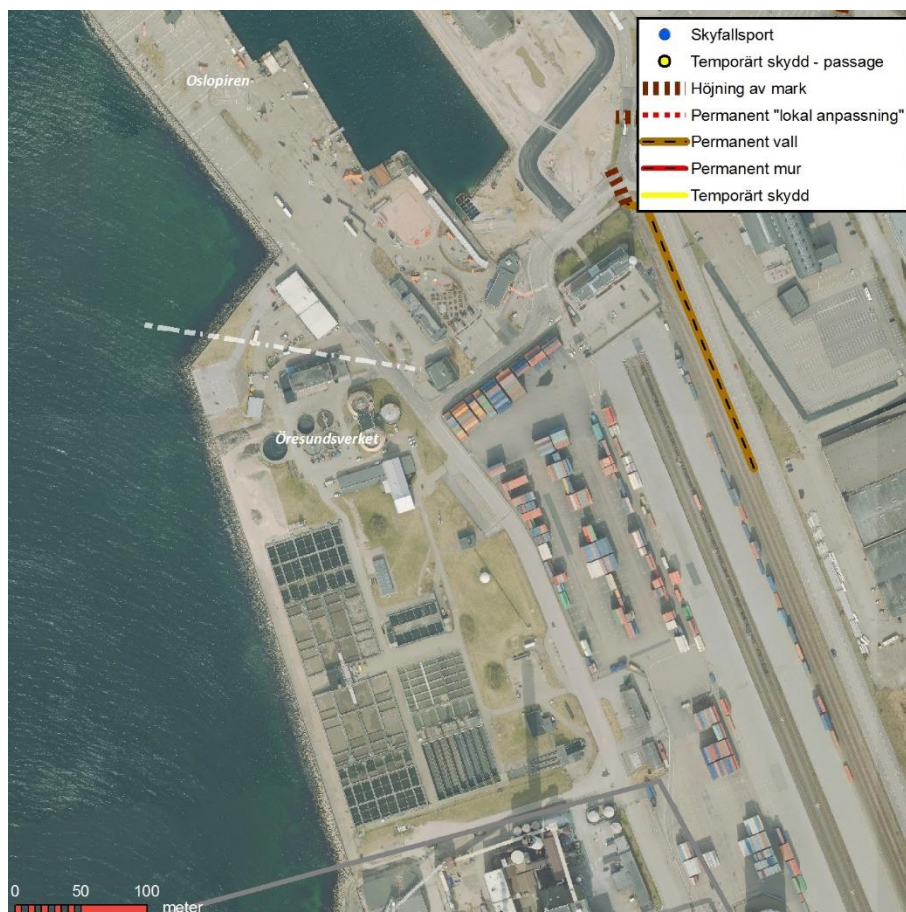
Figur 38 Inre skydd vid avsnitt Oslopiren

Öresundsverket

Det kommunala avloppsreningsverket Öresundsverket ligger utanför utredningsområdet. Förslag till framtida skydd hanteras i separata utredningar.

Området är utsatt för vågor, vågbrytaren har vid flera tillfällen fått stormskador med bortspolade block med översvämning innanför vågbrytaren som följd.

Det pågår ett arbete med en övertäckning av befintliga bassänger vilket inte syftar till att skydda mot översvämningar.



Figur 39 Öresundsverket

5.6 KOSTNADER

Inom ramen för uppdraget har en övergripande bedömning av anläggningskostnader tagits fram. En stor del av anläggningskostnaderna för "inre skydd" kan härledas till tillkommande arbeten som av nödvändighet eller av planeringsmässiga skäl utförs i samband med anläggande av själva skydden. Exempel på kostnadsdrivande faktorer kan vara att ersätta eller rusta upp befintliga kajer, större ledningsomläggningar mm. I några fall kan kostnaderna för dessa arbeten uppgå till 50% av investeringskostnaden. Kostnaderna som presenteras i Tabell 22 är viktade medelvärden från en successivkalkyl, med 12% påslag för planering/projektering samt en riskpeng på 15%. Till kostnaderna skall vid en noggrannare kalkyl även läggas årliga drift och underhållskostnader, vilka inte är inkluderade här.

Tabell 22 Kostnadsuppskattning

Åtgärd	Uppskattad totalkostnad (Mkr)
Punktvisa skydd	~ 30
Inre skydd	~ 290
Yttre skydd	~ 970

6 SAMMANVÄGT RESULTAT

6.1 EFFEKT AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

Denna utredning utgår från översvämningsscenarier och modellresultat framtagna av Sweco (2016) för nollalternativet, dvs. utan att några åtgärder vidtas fram till 2100. Skadekostnadens förändring har uppskattats genom antaganden om vilka monetära poster i konsekvensbedömningen (se Tabell 21) som uteblir om de föreslagna åtgärderna vidtas. Dessa antaganden summeras nedan och resulterande skadekostnader presenteras i Tabell 23, tillsammans med de uppskattade kostnaderna för respektive åtgärd från avsnitt 5.6.

Punktvisa skydd

Skadekostnadsreduktion: Järnvägstrafik, järnvägsskador.

Kvarvarande skadekostnad: Hanterandekostnader, vågpåverkan, byggnader, avbrott industriell produktion, uteblivna resor, vägtrafik, vägsador, färjetrafik, godstrafik.

Inre skydd

Skadekostnadsreduktion: Byggnader, avbrott industriell produktion, uteblivna resor, vägtrafik, järnvägstrafik, vägsador, järnvägsskador.

Kvarvarande skadekostnad: Hanterandekostnader, vågpåverkan, färjetrafik, godstrafik

Yttre skydd

Skadekostnadsreduktion: Byggnader, avbrott industriell produktion, uteblivna resor, vägtrafik, järnvägstrafik, vägsador, järnvägsskador, färjetrafik, godstrafik.

Kvarvarande skadekostnad: Hanterandekostnader, vågpåverkan

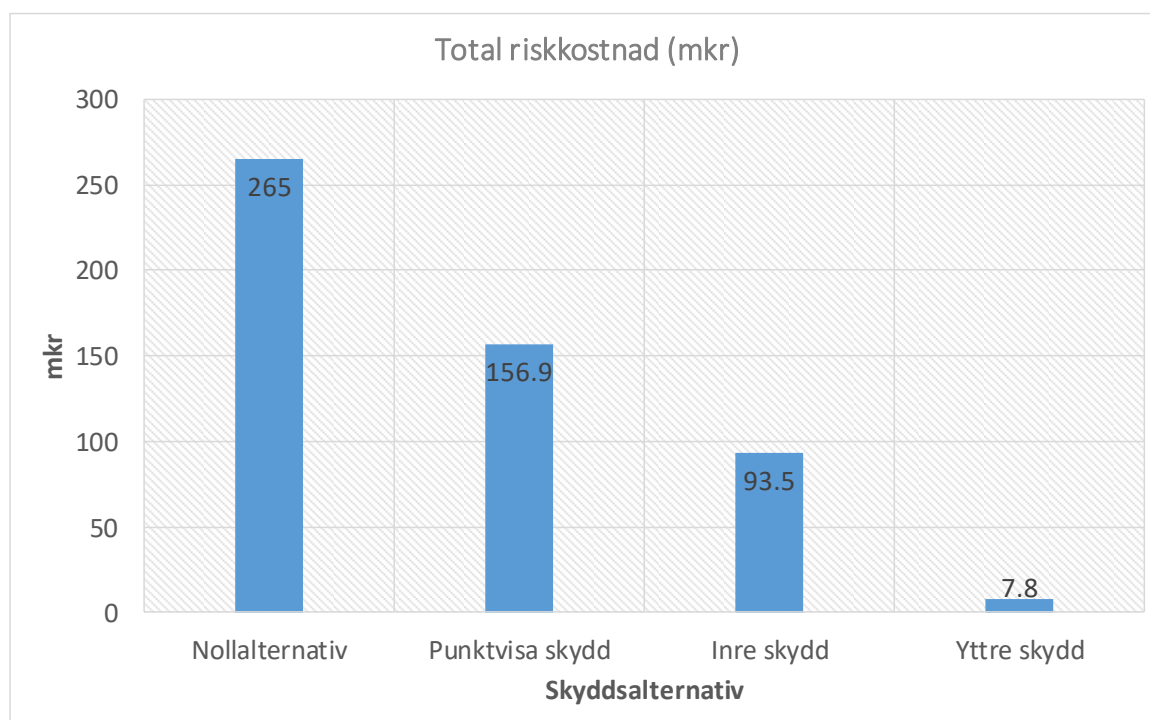
Tabell 23 Uppskattning av åtgärdernas nyttor.

	100-årshögvatten 2035		100-årshögvatten 2065		Extremhögvatten 2100	
Åtgärd	Skadekostnad (Mkr)	Skadekostnadsreduktion (Mkr)	Skadekostnad (Mkr)	Skadekostnadsreduktion (Mkr)	Skadekostnad (Mkr)	Skadekostnadsreduktion (Mkr)
Nollalternativ	259,1	0,0	533,7	0,0	610,1	0,0
Punktvisa skydd	142,8	117,1	320,7	213,0	342,4	267,7
Inre skydd	121,8	137,3	193,6	340,1	194,6	415,5
Yttre skydd	16,0	243,1	16,0	517,7	17,0	593,1

6.2 BERÄKNING AV RISKKOSTNAD

Fram till 2100 kan olika översvämningar med olika sannolikheter och konsekvenser uppstå. Riskkostnaden för en händelse beräknas som skadekostnaden multiplicerat med sannolikheten för att händelsen ska inträffa. Den totala risken kan beräknas genom en sammanvägning av riskkostnaden för alla potentiella händelser (se bl.a. Sweco, 2012). I denna utredning har den totala riskkostnaden beräknats grovt, baserat på de tre scenarierna 100-årshögvatten 2035, 100-årshögvatten 2065 och extremhögvatten 2100. Eftersom scenariot för år 2100 är en extremhändelse finns inga data att basera en sannolikhetsuppskattning på, därför har det antagits motsvara en 500-årshändelse. Eftersom fler händelser kan inträffa inom den aktuella tidsperioden ska man ha i åtanke att den här beräknade riskkostnaden sannolikt är en underskattning.

Den totala riskkostnaden för nollalternativet (utan åtgärder) samt föreslagna skydd har beräknats under 80 år med diskonteringsränta 1,4% och presenteras i Figur 40.



Figur 40 Den beräknade totala riskkostnaden för nollalternativet, ett skyddsalternativ med bara punktvisa skydd, ett inre skydd och ett yttre skydd.

6.3 KOSTNAD-NYTTOANALYS

I kostnad-nyttoanalysen har en nettonuvärdeskvot (NNK) beräknats för var och en av de föreslagna åtgärderna (x), se Tabell 24. Nyttorna utgörs av den sammanvägda uppskattade riskkostnadsreduktionen (dvs. skillnaden i total riskkostnad mellan nollalternativet och respektive skyddsalternativ) och ställs i relation till investeringen med följande samband:

$$NNK = (nytta(x) - investering(x)) / investering(x)$$

Årliga drift- och underhållskostnader för de föreslagna åtgärderna har inte tagits fram i kostnadsberäkningen och ingår därmed inte i kalkylen. I NNK-beräkningen för Inre skydd används den del av investeringskostnaden som uppskattas vara direkt förknippad med själva översvämningsskyddet, dvs. exklusive eventuella ytterligare kringarbeten och upprustningar. För samtliga åtgärder har antagits att de finns på plats 2035 efter en byggtid på 5 år.

Tabell 24 Samhällsekonomisk beräkning; avrundade sammanvägda, diskonterade värden (2020) och resulterande NNK. OBS! Investeringskostnad exklusive eventuella ytterligare kringarbeten och upprustninga25

	Investeringskostnad (Mkr)	Risikkostnadsreduktion (Mkr)	NNK
Punktvisa skydd	30	108,1	2,6
Inre skydd	159	171,5	0,1
Yttre skydd	970	257,2	-0,7

6.4 SLUTSATS

Beräknade nyttor anses vara underskattade eftersom bara en del av konsekvenserna har varit möjliga att inkludera i kostnadsberäkningen. Risker för liv och hälsa, ett avbrott i elförsörjningen eller effekter av kontaminerat vatten är exempel på konsekvenser som är potentiellt stora men som inte ingår i risikkostnaden.

Trots underskattningen av nyttorna visar kostnad-nyttoanalysen att både punktvisa skydd och inre skydd kan vara lönsamma för samhället.

Det inre skyddet drar med sig stora följdkostnader för renovering av kajer, uppgradering av ledningar och förnyelse av allmän plats som inte finns medräknad i den samhällsekonomiska bedömningen. Dessa följdinvesteringar behöver bäras av sina egna nyttor, och etableringen av det inre skyddet behöver ske successivt i samband med förnyelse och utveckling av staden.

Att idag skydda staden mot extremhändelsen år 2100 är i ljuset av den här analysen inte samhällsekonomiskt lönsamt. Osäkerheterna är därmed väldigt stora beträffande såväl orsak (klimatförändringar och havsnivåhöjning) som verkan (vilka konsekvenserna blir). Vid en sådan extremhändelse anses dock de konsekvenser som inte ingår i kostnad-nyttoanalysen – såsom risk för människoliv eller övergripande avbrott i viktig samhällsfunktion – vara av särskilt stor betydelse (se Figur 16), vilket bör tas i beaktande i den fortsatta planeringen.

Att etablera ett långsiktigt, yttre skydd mot stigande havsnivåer behöver troligen samordnas med exempelvis byggandet av en fast förbindelse eller andra större tunnelprojekt i området då överskottsmassor finns att tillgå. Staden bör därför vara förberedd på en utbyggnad av ett yttre skydd i samband med en fast förbindelse. Tidpunkt för en fast förbindelse kan även påverka behovet av ett inre skydd.

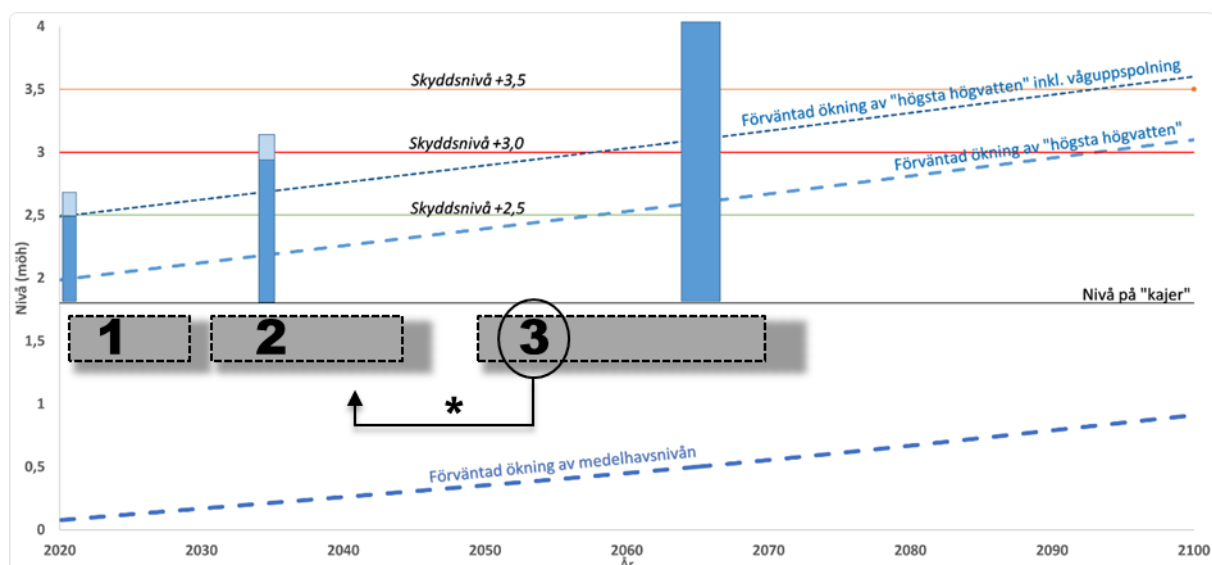
Slutsatserna kan behöva omvärderas vid nya rön och nya prognoser för hur havsnivån stiger.

7 FORTSATT ARBETE

7.1 GENOMFÖRANDESTRATEGI

I Figur 41 illustreras schematiskt den förväntade ökningen av havsnivåerna över tid samt behov av olika skyddsåtgärder över tid. Utifrån rapportens resultat föreslås att arbetet med klimatanpassning drivs vidare på följande sätt:

- ❑ Punktvis skydd av samhällsviktiga funktioner genomförs successivt.
- ❑ Det inre skyddets funktion behöver säkerställas genom att utreda helhetslösningen från Gröningen till Campus m a p dagvattenhantering, ledningar, angränsande konstruktioner och påverkan i stadsmiljön.
- ❑ Det inre skyddet bör genomföras successivt i samband med underhålls- eller utvecklingsåtgärder i stråket med start runt 2030.
- ❑ Det yttre skyddet kan bli nödvändigt för att skydda staden på lång sikt, men man bör överväga att genomföra ett sådant skydd i samband med HH.
- ❑ I samband med/inför HH behöver det yttre skyddet utredas m a p tillgänglighet till hamnen för olika fartyg, pumpbehov för dagvatten och utfyllnadernas funktion i staden.
- ❑ Genomförandet av både ett inre eller ett yttre skydd ska bevakas i samhällsplanering för att inte försvåra ett genomförande i framtiden.
- ❑ Nya rön gällande havsnivå ska bevakas och kan påverka strategin.



Figur 41 Schematisk tidplan för översvämningsskydd där 1=Punktvis skydd, 2=Inre skydd och 3=yttre skydd; * anpassning i tid till eventuell fast HH-förbindelse. (WSP & Helsingborg stad)

7.2 UTREDNINGSBEHOV

Inför beslut om val av skyddsåtgärder behöver ett antal frågeställningar klargöras och förtydligas. Då utförandet av de föreslagna åtgärderna skiljer sig både vad gäller i tid och i omfattning listas fortsatta arbeten under respektive skyddsåtgärd. Fortsatta arbeten syftar till att lista de åtgärder och utredningar som kan behöva genomföras innan slutligt beslut kan tas.

Punktvisa skydd

- Organisation av räddningsinsats, uppbyggnad av tillfälliga skydd

Inre skydd

- Översvämningsmodellering och riskanalys med åtgärder
- VA, ansvar, driftsförhållanden, pumpkapacitet, strömförsörjning etc.
- Analysera åtgärdernas riskreducerande effekt genom att upprätta kombinerad modell för föreslagna skydd
- Modellering av kapacitet dagvatten- /spillvattenledningar, konsekvensanalys av översvämnung av spillvattensystem inklusive pumpstationer
- Skyfallskartering inklusive säkra rinnvägar i kombination med föreslagna skyddsåtgärder
- Modellering av grundvattenströmning, grundvatteninträngning vid olika vattenstånd
- Bakvattenluckor behöver utredas vad gäller utformning, kostnader och ansvarsförhållanden
- Geotekniska förhållanden, t ex markens bärighet, stabilitet och täthet/permeabilitet och status på befintliga kajkonstruktioner och vågbrytare
- Besiktning befintliga kajkonstruktioner, bedömning av restlevnadstid
- Funktionsanalys för tillgänglighet till kajer mm
- Gestaltning och påverkan på stadsmiljö

Yttre skydd

- Val av strategi
- Utredning av miljöförutsättningar
- Fördjupade utredningar kring yttre skydd, utredning av markanvändning
- Utredda tillgänglighet för fartyg/båtar, främst kommersiell sjöfart
- Dimensionerande våghöjd, konsekvens vågöverspolning
- Masshanteringsplan för framtida infrastrukturprojekt, t ex fast HH-förbindelse
- Hamnbassängernas funktion som dagvattenmagasin vid högvatten och eventuellt behov av pumpkapacitet
- Gestaltning och kompletterande funktioner på utfyllnader

8 REFERENSER

- FLOODsite consortium (2009): FLOODsite report 35: Advancement in knowledge and understanding. Wallingford, UK, www.floodsite.net.
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- ISO (2002): Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73*. Geneva : International Organization for Standardization.
- Jonkman, S.N., Bočkarjova, M., Kok, N., Bernardini, P. (2008): Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands. *Ecological economics* 6: 77-90.
- Kjellström, E., Abrahamsson R., Boberg, P., Jernbäcker, E., Karlberg, M., Morel, J. och Sjöström, Å. (2014): Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget. *Klimatologi*, 9, 68 p.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB (2011): Vägledning för Risk- och sårbarhetsanalyser. MSB245.
- Nerheim, S. (2018): Extremvattenstånd i Helsingborg. 2018/955/9.5.
- Niklin, H., Leicher, A.M., Dieperink, C., Van Leeuwen, K. (2019): Understanding the Costs of Inaction—An Assessment of Pluvial Flood Damages in Two European Cities. *Water* 2019, 11, 801; doi:10.3390/w11040801.
- Persson, G., Sjökvist, E., Åström, S., Eklund, D., Andréasson, J., Johnell, A., Asp, M., Olsson, J., Nerheim, S. (2012): Klimatanalys för Skåne Län. Rapport Nr. 2011-52.
- Prahl, B.F., Boettler, M., Costa, L., Kropp, J.P., Rybski, D. (2018): Damage and protection cost curves for coastal floods within the 600 large European cities. *Nature Scientific data*, 5: 180034, DOI: 10.1038/sdata.2018.34
- Pregolato, M., Ford, A., Wilkinson, S., & Dawson, R. (2017): The impact of flooding on road transport: A depth-disruption function. *Transportation Research Part D* 55, 67-81.
- Räddningsverket (2003): Handbok för riskanalys. Karlstad : Räddningsverket.
- Schöld, S., Hellström, S., Ivarsson C.-L., Kållberg, P., Lindow, H., Nerheim, S., Schimanke, S., Södling, J., Wern, L. (2017b): Vattenståndsdynamik längs Sveriges kust. *Oceanografi*, 123.
- Smith, K., Ward, R. (1998): *Floods: Physical Processes and Human Impacts*, Chichester.
- SMHI (2017): Karttjänst för framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust. *Klimatologi* 41.
- SMHI (2018): Beräknade medelvattenstånd.
http://www.smhi.se/hfa_coord/BOOS/dbkust/mwreg_MW_2018.pdf
- Stern, N. (2006): *The Economics of Climate Change – the Stern review*. Cabinet Office, HM Treasury, Cambridge University press, Cambridge.
- Sweco (2012): *Kostnads-nyttoanalys av åtgärder mot översvämningar och markföroreningar i Lindöområdet*. Göteborg: Sweco Environment AB.
- Sweco (2016): *Slutrapport - Klimatanpassning av Helsingborg Stad. Underlag till klimatanpassningsplan för Helsingborg Stad, samt PM Klimatscenarier och PM Hydrodynamisk modellering av högvatten*.
- WSP (2015): *Kommuners kostnader för översvämningar*. Rapport.

BILAGA 1 - ÖVERSVÄMMADE VÄGAR

Översvämmade vägar Helsingborg											
	100-års högvatten 2065				Extremhögvatten 2100				100-års högvatten 2035		
Vattendjup på vägen (m)	> 0,1 m	> 0,2 m	> 0,3 m		> 0,1 m	> 0,2 m	> 0,3 m		> 0,1 m	> 0,2 m	> 0,3 m
	längd (m)	längd (m)	längd (m)		längd (m)	längd (m)	längd (m)		längd (m)	längd (m)	längd (m)
Järnvägsgränd	420	386	300		580	580	580		175	136	
Drottninggatan					710	680	560				
Karl Johans gata	215	160	160		435	435	435				
Båthusgatan	350	123	60		475	475	475				
Tåggränd					21	21	21				
Kajpromenaden	650	650	650		650	650	650		650	650	650
Kranföraregatan	60	60	30		60	60	60				
Bogseraregatan	90	73	60		90	90	90		46	24	18
Trosshalaregatan	85	83	80		85	85	85				
Kungsgatan	650	462	188		650	650	650				
Stuvaregatan	85	79	65		85	85	85		54	40	14
Tullaregatan	85	85	80		85	85	85		57	41	27
Brogatan	100	77	73		100	100	100				
Parapeten					610	610	610				
Roskildegatan	80	36			80	80	80				
Sundstorget	85	85			85	85	85				
Badhusgatan	77	74	24		66	66	66				
Hamntorget	184	180	160		184	184	184		90		79
Stortorget					150	140	135				
Norra kyrkogatan					75	75	75				
Södra kyrkogatan	37	33	25		70	70	70				
Södra Strandgatan	190	75			190	190	190				
Prästgatan	44	41	33		60	60	60		20		
Trädgårdsgatan					30	30	30				
Stå Jörgens plats					28	28	28				
Norra Strandgatan					250	250	250				
Hästmöllergränden					56	56	56				
Nedra Långvinkelsgatan					50	50	50				
Kungstorget	180	180	180		180	180	180		59		
Möllergränden	37	30	25		20	20	20				
Terminalgatan	600	600	600		850	850	850		263		
Oceangatan (hamnen)	1100	1040	900		1150	1150	1150		480	480	
Redaregatan	320	320	290		320	320	320				
Atlantgatan	380	360			380	380	380				
Bredgatan	320	295	290		460	445	430				
E4/Sjögränd					555	550	530				
Alla vägar	6424	5587	4273		9370	9315	9175		1894	1371	788

BILAGA 2 - SKADEKOSTNADSSCHABLONER

Objektstyp	Schablonskadestkostnad (kr/objekt)	Andel skadade objekt	Källa
Flerbostadshus	274 524	1	Sweco (2012)
Samhällsfunktion	122 857	1	Sweco (2012)
Verksamhet	122 857	1	Sweco (2012)
Industrier	278 287	1	Sweco (2012)
Komplementbyggnad	5000	0,5	Sweco (2012)
Transformatorstation	232 350	0,5	Sweco (2012)
Industrier (produktionsavbrott)	193 933	0,148113281	Sweco (2012)
Vägar (m ²)	1000	0,19	Sweco (2012)
Järnväg (m)	12 000	0,19	Sweco (2012)