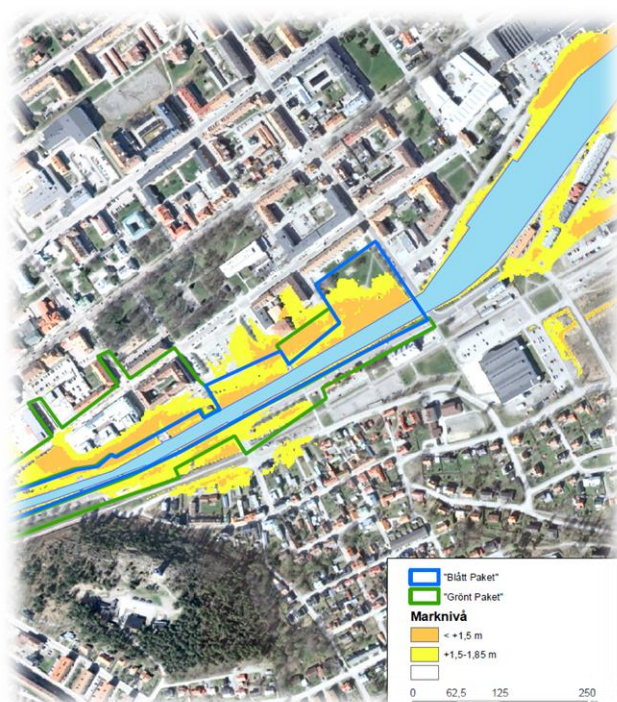


RAPPORT

SÖDERHAMNS KOMMUN

Kostnads-nyttanaly av översvänningsåtgärder i centrala Söderhamn

UPPDRAGSNUMMER 1321705000



GÖTEBORG

2017-06-30

SWECO ENVIRONMENT AB
GBG MILJÖTEKNIK

RAPPORT
2017-06-30

Sammanfattning

Som en del av projektet Dagvattenstrategi för Söderhamns kommun har en översiktlig kostnads-nyttoanalys av översvämningsåtgärder i centrala Söderhamn genomförts. Studien har utförts med Swecos modell för kostnads-nyttoanalys, i vilken reducerade samhällsekonomiska risker, till följd av minskade skador på byggnader, verksamheter, trafik, mm, vägs mot kostnaderna för att genomföra skyddsåtgärder.

Den genomförda analysen ska endast ses som ett exempel på hur en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys av åtgärder mot översvämningsrisker med fokus på reduktion av skadeståndskostnader kan utföras. Med hänsyn till den begränsade omfattningen på studien har det inte varit möjligt att göra detaljerade bedömningar av skadeståndskostnader till följd av översvämningsrisker eller utföra en detaljerad utformning av skyddsåtgärder.

I studien har en kombinerad åtgärd mot översvämningsrisker till följd av stigande nivå i havet och Söderhamnsån samt dagvattenlösningar i centrala Söderhamn analyserats. Nuvärdet av den förväntade samhällsekonomiska riskreduktionen av översvämningsåtgärderna beräknats till ca 14,5 Mkr över den aktuella tidshorisonten. Nuvärdet för kostnaderna för översvämningsåtgärderna har beräknats till ca 12 Mkr.

Beräkningarna visar att den förväntade samhällsekonomiska lönsamheten (nettonuvärdet) är ca +2,5 Mkr över den studerade 100-årsperioden. Nyttorna utgörs helt av minskade skadeståndskostnader på byggnader och fordon samt minskade trafikförseningar.

Vid den slutgiltiga bedömningen av den samhällsekonomiska lönsamheten måste noga beaktas att översvämningsriskernas skadeståndskostnader, och därmed riskkostnader och riskreduktion till följd av åtgärderna, sannolikt är underskattade. Detta eftersom långt ifrån alla ekonomiska konsekvenser av översvämningsrisker varit möjliga att kvantifiera i ekonomiska termer. Exempelvis har inte effekter med avseende på förändrade fastighetsvärden, människors olägenhet av översvämningsrisker, förlorad arbetsinkomst eller effekter på samhällsviktiga funktioner kunnat värderas i denna utredning. Vid en sammanvägning av den kvantitativa analysen och det faktum att nyttorna med stor sannolikhet är underskattade är *utredningens slutsats att åtgärderna är samhällsekonomiskt försvarbara.*

Någon detaljerad fördelningsanalys har inte gjorts i denna studie. Det är dock viktigt att påpeka att nyttorna av åtgärderna kan komma att tillfalla andra aktörer än de som bekostar åtgärderna. Det kan exempelvis bli så att skattebetalarna i Söderhamns kommun betalar åtgärderna men att nyttorna till följd av minskade översvämningsrisker åtminstone delvis kommer att tillfalla olika privata aktörer, såsom fastighetsägare och företag.

Kostnads-nyttoanalys endast utgör en, men viktig, del av det fullständiga beslutsunderlaget rörande åtgärder mot översvämningsrisker. Inför det slutliga beslutet måste naturligtvis också andra aspekter beaktas, exempelvis planfrågor, juridiska förhållanden och människors oro. Kostnads-nyttoanalysen är emellertid en betydelsefull del i det underlag som behövs för en rimlig och välgrundad användning av samhällsresurser.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	5
1.3	Deltagare	6
2	Grundläggande metodik för kostnads-nyttoanalys	7
2.1	Vad är kostnads-nyttoanalys?	7
2.2	Kostnader, nyttor och lönsamhet	7
2.3	Matematisk beskrivning av KNA	8
2.4	Tidshorisont och diskontering	9
2.5	Osäkerhets- och känslighetsanalys	11
3	Genomförande och resultat	12
3.1	Nyttor av skyddsåtgärder	12
3.1.1	Minskade risker för översvämning	12
3.2	Åtgärds kostnader	18
3.3	Beräkning av nettonu värden	19
4	Slutsatser och diskussion	21
5	Referenser	23

Bilagor

1. Beräkning av schablonskadekostnader

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Inom projektet Dagvattenstrategi för Söderhamns kommun utarbetas förslag på en framtida mera hållbar dagvattenhantering i Söderhamns tätort. Som en del av detta arbete önskar Söderhamns kommun undersöka om det är motiverat med särskilda översvämningsskydd med avseende på skyfall och stigande nivåer i havet i centrala Söderhamn. Söderhamns kommun vill undersöka om sådana åtgärder kan vara samhällsekonomiskt motiverade med hänsyn till riskerna för översvämning och kostnaderna för att anlägga översvämningsskydd.

Kostnads-nyttoanalyser utgör ett viktigt underlag för att belysa de samhällsekonomiska effekterna av översvämningar och översvämningsskydd i enlighet med Förordningen om översvämningsskydd (SFS 2009:956), vilket utgår från EUs översvämningsskyddsdirektiv, samt Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskaps (MSB) föreskrift om riskhanteringsplaner (MSBFS 2013:1). Sweco har utvecklat en modell för samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (KNA) av åtgärder mot översvämningar. Metoden har tidigare tillämpats i ett 20-tal projekt i olika delar av Sverige för samhällsekonomiska analyser av åtgärder mot översvämning.

1.2 Syfte

Det övergripande syftet med denna utredning är att, med hjälp av Swecos modell för KNA av åtgärder mot översvämningar, genomföra en första förenklad samhällsekonomisk analys av ett förslag till översvämningsskydd i centrala Söderhamn.

Specifika syften är:

- att baserat på framtagen information om nivåvariationer i havet och nederbördsdata beräkna samhällsekonomiska risker för översvämningar i centrala orten,
- att beräkna den samhällsekonomiska nyttan av ett permanent översvämningsskydd i termer av minskade riskkostnader för översvämning,
- att genomföra en kostnads-nyttoanalys av översvämningsskyddsåtgärder som en funktion av minskade riskkostnader och kostnaderna för att utföra samt underhålla det permanenta översvämningsskyddet.

Den genomförda analysen ska endast ses som ett exempel på hur en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys av åtgärder mot översvämningar med fokus på reduktion av skadekostnader kan utföras. Med hänsyn till den begränsade omfattningen på studien har det inte varit möjligt att göra detaljerade bedömningar av skadekostnader till följd av översvämningar eller utföra en detaljerad utformning av skyddsåtgärder.

1.3 Deltagare

Utredningen har genomförts av Lars Rosén, Henrik Bodin-Sköld, och Mats Andréasson vid Sweco Environment AB i Göteborg.

2 Grundläggande metodik för kostnads-nyttoanalys

I detta kapitel beskrivs inledningsvis bakgrunden till kostnads-nyttoanalys (KNA) och metodiken som använts för att genomföra en sådan för det aktuella studieområdet.

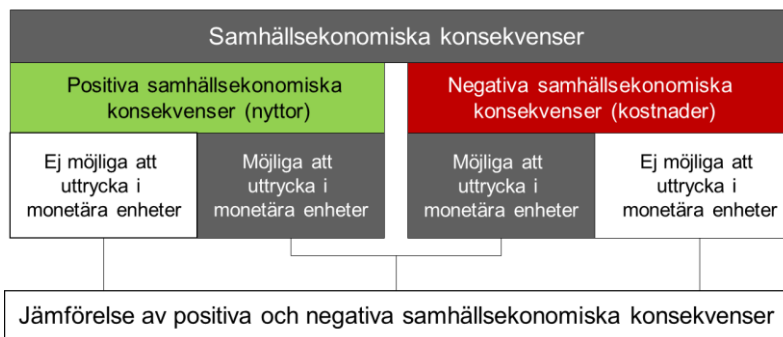
2.1 Vad är kostnads-nyttoanalys?

Kostnads-nyttoanalys (KNA) är en analys som innefattas i det bredare begreppet konsekvensanalys (jfr Naturvårdsverket 2003). Liksom konsekvensanalyser är kostnads-nyttoanalyser ett stöd för beslutsfattande. KNA bygger på en identifiering av de positiva och negativa konsekvenserna av ett projekt i samhället och syftar till att jämföra dessa konsekvenser med varandra för att se om de positiva konsekvenserna är större än de negativa eller tvärtom. Analysen görs genom att de positiva effekterna (marginallynyttan) och de negativa effekterna (marginalkostnaderna) värderas relativt ett referensalternativ. I en KNA uttrycks de olika konsekvenserna i monetära enheter i så stor utsträckning som möjligt. Kostnads-nyttoanalys som metod beskrivs i en mängd olika textböcker, vägledningar, vetenskapliga publikationer och utredningar. Ett ofta refererat standardverk är Boardman m. fl. (2011). Nedan beskrivs kortfattat några nyckelbegrepp i KNA.

2.2 Kostnader, nyttor och lönsamhet

Det ligger i samhällets intresse att utforma effektiva strategier och åtgärder för att förhindra och mildra konsekvenserna av översvämningar. Resurserna är dock begränsade och prioriteringar av åtgärder måste därför göras. Ett viktigt underlag för prioritering är samhällsekonomiska bedömningar av potentiella åtgärder. Syftet är då att undersöka om en viss insats är samhällsekonomiskt lönsam och helst även analysera vilka insatser som är mer lönsamma än andra. Som verktyg för samhällsekonomisk konsekvensanalys används vanligen kostnads-nyttoanalys.

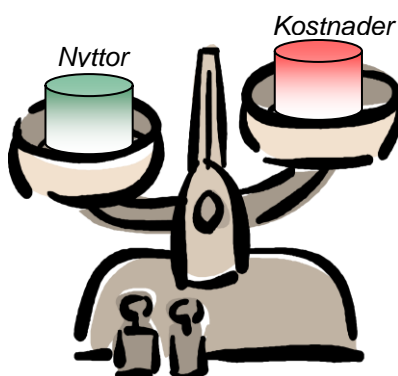
Med samhällsekonomiska termer menas närmare bestämt handlingsalternativens konsekvenser för individers och företags välbefinnande (ibland även benämnt "välfärd"). Ökningar av välbefinnandet till följd av handlingsalternativet kallas för alternativets *nyttor* och minskningar av välbefinnandet till följd av handlingsalternativet kallas för alternativets *kostnader*, jfr Figur 1.



Figur 1. Samhällsekonomiska konsekvenser.

En samhällsekonomisk konsekvensanalys ska undersöka kostnaderna och nyttorna för de individer och företag som bedöms beröras av ett projekt. Det kriterium som vanligen används i en kostnads-nyttoanalys för vad som är bra eller dåligt att göra är *samhällsekonomisk lönsamhet*.

Samhällsekonomisk lönsamhet kännetecknas av att summan av samtliga nyttor för alla berörda individer och företag överstiger summan av samtliga kostnader för alla individer och företag. Med andra ord ska vågskålen med de totala nyttorna väga tyngre än vågskålen med de totala kostnaderna, se Figur 2.



Figur 2. Avvägning mellan kostnader och nyttor.

Om utfallet för alternativet är positivt är det samhällsekonomiskt lönsamt, och ju högre positivt värde, desto bättre är alternativet. Alternativen utvärderas i förhållande till ett nollalternativ, som vanligen definieras som att inte vidta någon åtgärd och de konsekvenser som detta leder till.

En kostnads-nyttoanalys är en speciell typ av analys som måste kompletteras med andra slags analyser för att beslutsunderlaget ska bli heltäckande. Viktigt är att göra en analys av *fördelningseffekter*, vilken visar hur nyttor och kostnader fördelar sig på olika grupper/branscher/sektorer i samhället. Andra typer av analyser kan också vara nödvändiga, eftersom det endast är i undantagsfall som det går att uttrycka alla identifierade nyttor och kostnader i monetära enheter. Om kriteriet för samhällsekonomisk lönsamhet är uppfyllt eller inte kan ofta endast delvis utvärderas genom en jämförelse av monetära mått. I jämförelsen måste även de samhällsekonomiska konsekvenser som inte har mätts i monetära termer vägas in, se Figur 1.

2.3 Matematisk beskrivning av KNA

Matematiskt kan en kostnads-nyttoanalys uttryckas som en *målfunktion* som mäter skillnaden mellan nyttor och kostnader. För ett visst åtgärdsalternativ i kan målfunktionen formuleras som:

$$NPV_i = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} (B_{it}) - \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} (C_{it}) \quad (\text{ekvation 1})$$

där:

NPV_i = nettonuvärdet, vilket utgör nuvärdet av nettonyttan (dvs. nyttor minus kostnader) av att genomföra åtgärdsalternativet i

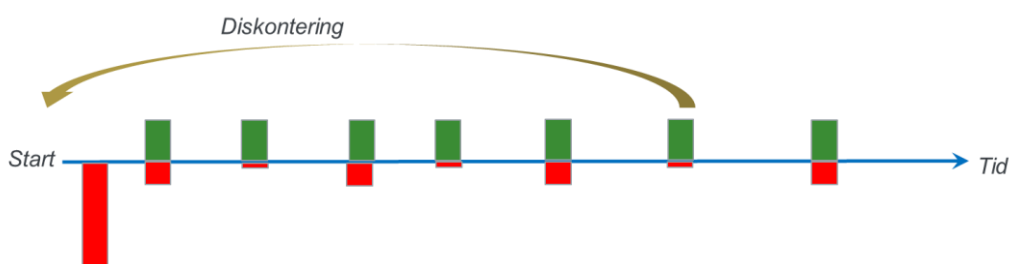
B_i = nyttor (benefits) av att genomföra åtgärdsalternativet i

C_i = kostnader (costs) för att genomföra åtgärdsalternativet i

r = diskonteringsränta

T = tidshorisont angivet i antal år t

Som framgår av ekvation 1 beräknas ett nuvärde för alla kostnader respektive nyttor under den aktuella tidshorisonten. Detta sker genom en omräkning med hjälp av en räntesats och görs för att ta hänsyn till att nyttor och kostnader inträffar vid skilda tidpunkter och därför inte kan jämföras direkt med varandra, se Figur 3. Valet av räntesats för diskontering beskrivs närmare i avsnitt 2.4.



Figur 3. Principen för beräkning av nuvärden genom diskontering. Gröna staplar = nyttor; Röda staplar = kostnader.

Om värdet på målfunktionen, dvs. nettonuvärdet, är positivt är alternativet samhällsekonomiskt lönsamt, och ju högre positivt värde desto mera lönsamt är alternativet. Alternativen utvärderas i förhållande till ett referensalternativ. Detta referensalternativ definieras ofta som att inte vidta någon åtgärd alls och de konsekvenser som detta leder till. Rent principiellt finns dock inga hinder att använda andra definitioner på referensalternativet.

2.4 Tidshorisont och diskontering

Diskontering är ett begrepp som används vid alla samhällsekonomiska beräkningar. Det innebär en omräkning med hjälp av en räntesats för att ta hänsyn till att nyttor och kostnader inträffar vid skilda tidpunkter och därför inte kan jämföras direkt med varandra.

En diskonteringsränta används för att räkna om alla nyttor och kostnader i kostnads-nyttanalysen till ett nuvärde.

Diskontering är en omdebatterad metod, eftersom kostnaderna med åtgärder som syftar till att åstadkomma exempelvis en klimatanpassning ofta inträffar före nyttorna som åtgärderna leder till. I en nuvärdesberäkning tenderar detta att leda till att nyttorna väger lättare än kostnaderna. Allmänt gäller att ju högre diskonteringsränta och ju längre fram i tiden en konsekvens inträffar desto lägre blir dess nuvärde. Om diskonteringsräntan däremot är noll värderas framtida kostnader och nyttor lika högt som dagens kostnader och nyttor.

Diskontering i samhällsekonomiska kalkyler av klimatåtgärder diskuteras ingående av exempelvis Söderqvist (2006). Där beskrivs hur det kan vara rimligt att använda räntesatser nära marknadsräntan för kortare tidsperioder, medan det kan vara försvarbart att använda lägre räntesatser för längre tidsperioder som berör flera generationer.

För samhällsekonomiska kalkyler inom transportområdet rekommenderar exempelvis Trafikverket (2015) en räntesats på 3,5 %. Denna räntesats baseras på studier av marknadsräntor.

För samhällsekonomiska kalkyler av åtgärder som berör flera generationer av människor argumenteras ofta att räntesatsen istället bör sättas utifrån en etisk utgångspunkt för att inte diskriminera framtida generationer i förhållande till dagens generation och utifrån prognoser om den framtida ekonomiska utvecklingen. Detta förhållningssätt tenderar att leda till lägre diskonteringsräntor. Ett exempel på detta är rekommendationerna i den s.k. Stern-rapporten (Stern 2006), som utvärderar samhällsekonomiska effekter av klimatförändringar. Stern-rapporten har fått ett mycket stort genomslag i klimatdebatten och föreslår en diskonteringsränta på 1,4 % för samhällsekonomiska kalkyler rörande klimateffekter och åtgärder mot klimatförändringar.

Valet av diskonteringsränta kan påtagligt påverka utfallet i en kostnads-nyttanalys, såväl vad gäller nettonuvärdets absoluta storlek, men i vissa fall också rangordningen av alternativ. Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. Vid genomförandet av en kostnads-nyttanalys kan det vara svårt att avgöra vilken räntesats som är lämplig. I sådana fall är det lämpligt att genomföra kostnads-nyttanalysen med olika diskonteringsräntor och undersöka hur slutresultatet varierar med valet av räntesats. I denna utredning har det dock inte varit möjligt att analysera flera olika scenarier med avseende på räntesats och därför har endast räntesatsen 1,4 % använts.

Tidshorisonten är också av stor betydelse bl.a. eftersom en längre tidshorisont innebär att åtgärden skyddar mot skadekostnader under en längre tid. Sweco har i flera utredningar valt att använda tidshorisonten 100 år alternativt perioden från innevarande år till år 2100. Detta med hänsyn till tillgänglig information och tillförlitlighet i det statistiska underlaget och modellberäkningar för översvämningarnas återkomsttider. I analyserna antas vanligen att förhållanden rörande bebyggelse, markanvändning, samhällsfunktioner, mm är konstant under den valda tidshorisonten.

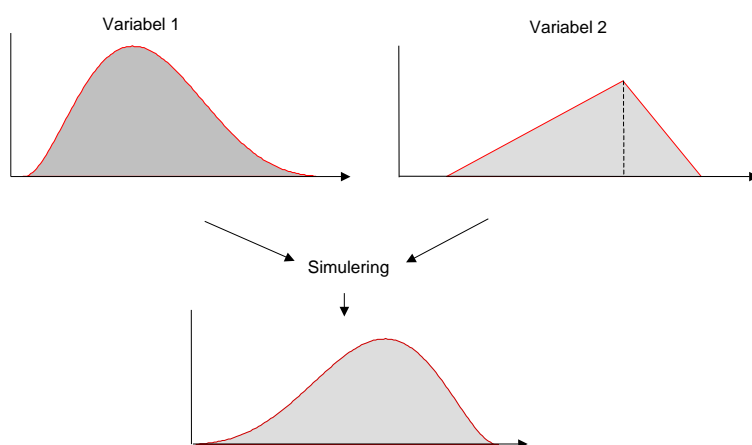
Det kan även med avseende på tidshorisont vara intressant att undersöka hur olika val påverkar slutresultatet. Vid en lägre diskonteringsränta kan tidshorisontens längd ha stor inverkan på analysens utfall.

2.5 Osäkerhets- och känslighetsanalys

Kostnads-nyttoanalysen är förknippad med osäkerheter. Såväl skattningarna av nyttorna som kostnaderna måste göras utan fullständig kunskap om de verkliga utfallen.

Osäkerheterna för varje variabel (kostnads- eller nyttopost) i beräkningen kan beskrivas med hjälp av statistiska osäkerhetsfördelningar.

Genom statistisk simulering (Monte Carlo) kan en osäkerhetsfördelning också för den sökta storheten, exempelvis objektfunktionen, skattas (se principiell beskrivning i Figur 4).



Figur 4. Principiell beskrivning av statistisk simulering.

Ur fördelningen för slutresultatet, exempelvis nuvärdet, kan bl.a. väntevärdet¹ (representerat av fördelningens medelvärde), det mest troliga värdet, medianvärdet (50-percentilen), det lägsta rimliga värdet (exempelvis 5-percentilen) och det högsta rimliga värdet (exempelvis 95-percentilen) utläsas. Intervallet mellan två percentiler kallas prediktionsintervall, exempelvis det 90-procentiga prediktionsintervallet mellan 5- och 95-percentilen.

Utifrån simuleringarna kan också känslighetsanalyser utföras för att identifiera vilka variabler som har störst betydelse för osäkerheten i beräkningarnas utfall. Detta ger information om vilka variabler som bör vara mest angelägna att studera vidare i syfte att nå en säkrare skattning av den samhällsekonomiska lönsamheten för de studerade alternativen.

¹ Kostnads-nyttoanalys är en form av "expected utility analysis" där väntevärden, vilka kan representeras av statistiska beräkningars medelvärden av möjliga utfallsrum, normalt används.

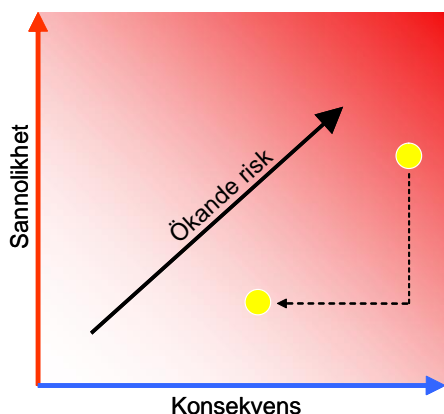
3 Genomförande och resultat

I detta avsnitt beskrivs inledningsvis nyttorna av de föreslagna översvämningsskydderna i termer av minskade ekonomiska risker för översvämning och förväntad ökning av fastighetsvärden i området till följd av nya möjligheter för exploatering. Därefter redovisas uppskattning av åtgärds kostnader för översvämningsskydd. Avslutningsvis presenteras resultatet av kostnads-nyttoanalysen för studieområdet.

3.1 Nyttor av skyddsåtgärder

3.1.1 Minskade risker för översvämning

Översvämningar inträffar oregelbundet och det går inte att med säkerhet förutsäga om, och i så fall när, en översvämning med viss omfattning ska inträffa. Det är därför lämpligt att istället försöka bedöma *riskerna* för skador till följd av översvämning. En riskuppskattning innebär i detta sammanhang en *sammanvägning* av sannolikheten för översvämning och dess negativa konsekvenser (*skador*). Eftersom avsikten är att uttrycka risken i monetära termer måste skadorna värderas ekonomiskt och det går då att tala om en *riskkostnad*. Riskkostnaden kan också benämnas *den förväntade skadekostnaden*. Sammanvägningen av sannolikhet för översvämning och skadekostnad beskrivs principiellt i Figur 5.



Figur 5. Principen för sammanvägning av sannolikhet och konsekvens. Risken kan minskas genom förebyggande åtgärder (minskande sannolikhet) och/eller skadebegränsande åtgärder (minskande konsekvenser).

Risken beror av således av sannolikheten för att händelsen, d.v.s. översvämningen, skall inträffa och dess negativa ekonomiska konsekvenser. Riskerna kan minskas genom *förebyggande åtgärder*, som syftar till att förhindra att händelsen uppstår, eller genom *skadebegränsande åtgärder*, som syftar till att mildra konsekvenserna av händelsen.

Exempel på förebyggande åtgärder är förbättrad reglering eller muddring av vattendrag så att dess kapacitet att klara ökade flöden till följd av stora nederbördsmängder ökar. Exempel på skadebegränsande åtgärder är att tillfälliga vallar (permanenta eller tillfälliga)

eller pumpar för att skydda byggnader och infrastruktur i samband med förhöjda nivåer i vattendrag.

Syftet med att genomföra förebyggande och/eller skadebegränsande åtgärder är att minska, eller helst eliminera, riskerna för att negativa konsekvenser ska uppstå. Det ekonomiska värdet av de minskade riskerna som åstadkommes till följd av en åtgärd betraktas som *nyttor* i kostnads-nyttanalyser.

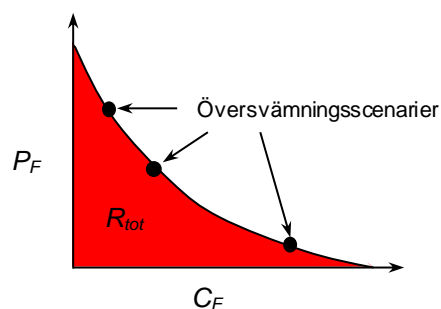
Den totala ekonomiska risken beräknas som:

$$R_{tot} = E[C_F] = \int_0^1 C_F(P_F) dP \quad (\text{ekvation 2})$$

där P_F är sannolikheten (1/återkomsttid) för översvämning (F) och C_F är skadekostnaderna till följd av översvämning (kr). Risken är således väntevärdet för skadekostnaden ($E[C]$).

Olika översvämningsscenarier och därmed olika skadekostnader uppstår med olika sannolikhet. Detta kräver en summering över alla möjliga utfall för att en total risk R_{tot} för området eller platsen ska kunna beräknas. Den totala risken kan beskrivas enligt Figur 6.

Skadekostnaderna är beroende på hur omfattande översvämningens utbredning är. Beräkningar av ett större antal möjliga utfall är därför inte praktiskt möjligt att utföra eftersom varje beräkning av ett översvämningstillfälles utbredning kräver omfattande hydrologiskt modelleringsarbete. Detta innebär därmed att inte heller någon exakt beräkning av R_{tot} är praktiskt möjlig.



Figur 6. Principiell beskrivning av den totala risken, vilket svarar mot den totala ytan i grafen.

Ett förenklat sätt att beräkna den totala risken är att, så som indikeras i Figur 6, beräkna risken för några få möjliga utfall (översvämningsscenarier) och utifrån detta approximativt skatta den totala risken. Ofta är endast ett fåtal scenarier praktiskt möjliga att använda. I denna studie har fyra scenarier med olika återkomsttid och havsyttenivåer använts. För vart och ett av dessa scenarier har en GIS-analys utförts för att identifiera potentiella skadeobjekt vid dessa nivåer.

De nivåer (översvämningsscenarioer) som har studerats här redovisas i Tabell 1. Scenarierna omfattar havsnivåer med olika återkomsttid, samt ett nederbördsscenario. Uppskattningar av återkomsttider (och sannolikheter) för dessa nivåer har baserats på tillgänglig data från SMHI. I Tabellen redovisas återkomsttider samt antalet drabbade objekt för dessa scenarier.

Som framgår av tabellen förväntas återkomsttiden för specifika nivåer att ändras över tiden. Vid beräkningarna har entagits att ökningen i sannolikhet för respektive nivå sker linjärt över den studerade 100-årsperioden (2017-2117).

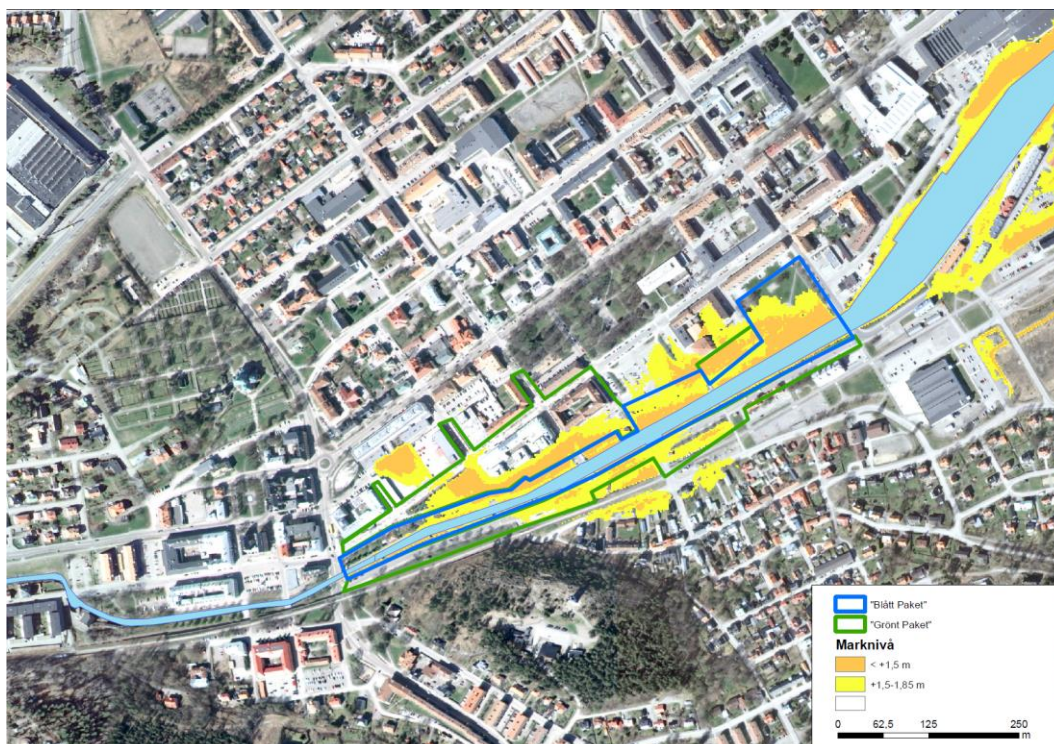
Tabell 1. Återkomsttid och årsvis sannolikhet för havets nivå och nederbörd (skyfall) samt drabbade skadeobjekt 2017 och 2117 i centrala Söderhamn.

	Nivåer (möh)				Skyfall
	+ 1,39	+ 1,45	+ 1,64	+ 1,70	
Återkomsttid 2017 (år)	50	100	500	1000	50
Återkomsttid 2117 (år)	8	12	50	100	25
Sannolikhet 2017	0.02	0.01	0.002	0.001	0.02
Sannolikhet 2117	0.12	0.08	0.02	0.01	0.04
Skadeobjekt (antal)					
<i>Flerfamiljshus</i>		1	2	3	4
<i>Verksamhet (restaurang, handel, frisör)</i>	1	3	4	5	8
<i>Komplementbyggnad</i>	1	1	1	2	1
<i>Parkering</i>	150	150	350	350	350
<i>Väg (m)</i>	1000	1000	2000	2000	2000
<i>ÅDT</i>	500	500	500	500	500

Vattnets utbredning vid de fyra studerade nivåerna (översvämningsscenarierna) samt nederbördstillfället har analyserats med hjälp av terrängmodell och GIS-analys. Denna utbredningsanalys har genomförts för de två studerade alternativen:

- Noll-alternativet: Inga åtgärder genomförs.
- Alternativ 1: Höjning av spontvall och förbättrade dagvattenlösningar.

Figur 7 visar utbredningen för olika vattennivåer i havet för noll-alternativet.



Figur 7. Utbredning av vattennivåer vid noll-alternativet (inga åtgärder genomförs). I kartbilden redovisas också områden för möjliga dagvattenlösningar.

Identifierade skadeobjekt har sedan kategoriserats enligt den databas med schablonskadekostnader som Sweco utarbetat i samverkan med Länsförsäkringar (se Rosén m. fl. 2011 och Bilaga 1). Skadekostnadsschablonerna har uppdaterats år 2015. För Alternativ 1 (skyddsåtgärder) har antagits att alla objekt innanför vallkonstruktionen skyddas.

Dessutom har kostnader för akuta insatser i händelse av översvämning värderats schablonmässigt, d.v.s. kostnader för Räddningstjänst och entreprenadföretag som anlitas vid översvämningstillfällen. Kostnaden för akuta insatser har uppskattats till 100 000 kr – 1 000 000 kr.

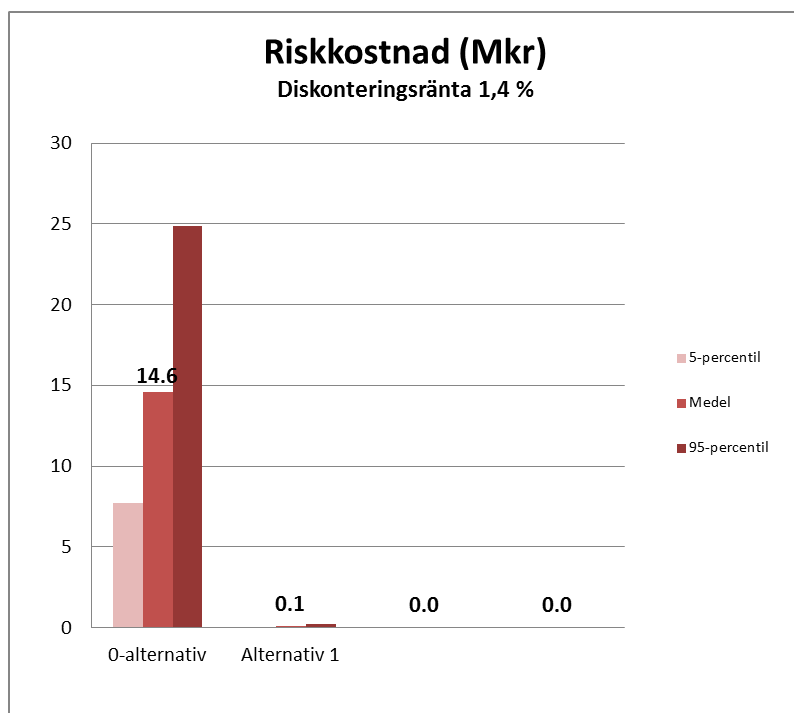
Trafikförseningar har värderats enligt schablonvärden för försening av personbilstrafik (Trafikverket, 2016, kapitel 8). Det har här antagits att en översvämning varar i medeltal 6 timmar och att ett fordon fördröjs i medeltal 3 timmar. Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) har uppskattats till 500 fordon. Det har vidare antagits att en översvämning kan inträffa vid vilken tid som helst på dygnet och att resorna är jämt fördelade mellan följande kategorier bilresor: privata långväga, privata till och från arbete, privata övriga, samt tjänsteresor med bil. Försening av andra typer av transporter än personbilsresor har inte kunnat värderas.

Det har antagits att ett antal fordon som parkerats i området kan skadas. Det har här antagits att 120-180 fordon kan skadas vid en översvämning upp till +1,45 m och att 300-400 fordon kan skadas vid en översvämning över + 1,45 m.

Riskkostnaden har beräknats enligt ovan beskriven metodik för en tidshorisont på 100 år och med en diskonteringsränta på 1,4 % i enlighet med rekommendationerna från Sternrapporten (2006) för samhällsekonomiska kalkyler av åtgärder för klimatanpassning. På grund av osäkerheter i skattningen av skadekostnadsschabloner samt i vilken omfattning olika skadeobjekt verkligen drabbas av skador har osäkerhetsfördelningar ansatts för dessa variabler.

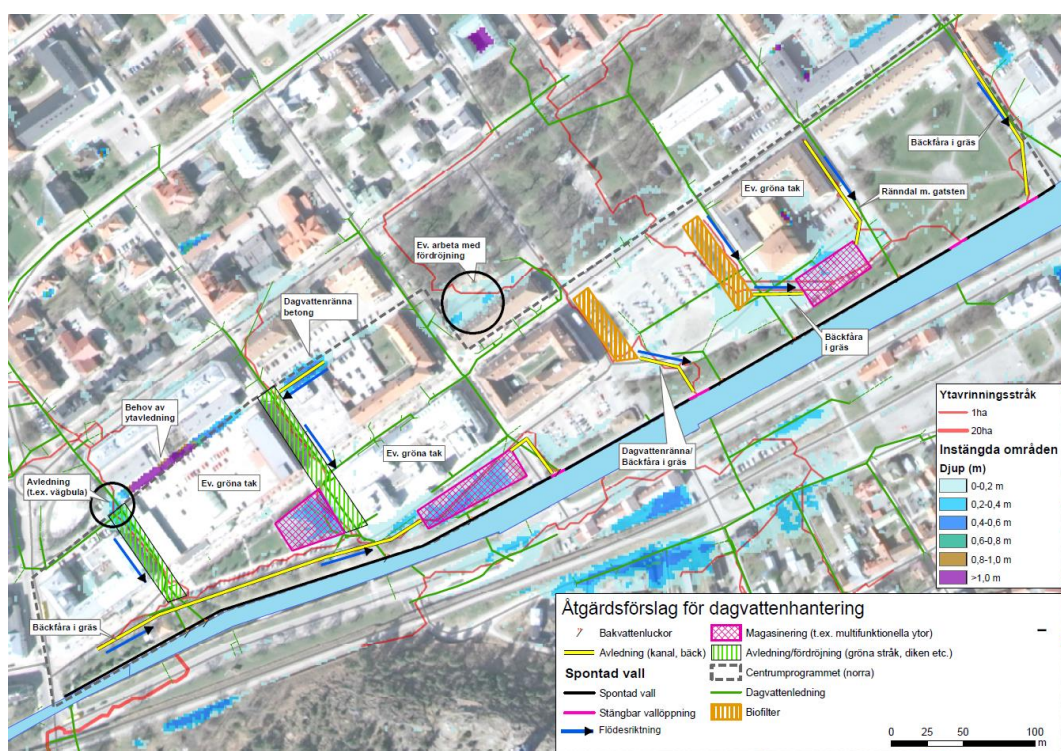
Det ska påpekas att det inom ramen för denna utredning inte varit möjligt att värdera ett flertal olika typer av kostnader som kan komma att uppstå vid översvämningar inom det aktuella området. Exempelvis har inte effekter på människors hälsa, miljö och samhällsviktiga funktioner varit möjliga att värdera. De beräknade riskkostnaderna bedöms därför vara underskattningar av den verkliga samhällsekonomiska risken till följd av översvämningar i området.

Resultaten av riskberäkningarna redovisas i Figur 8.



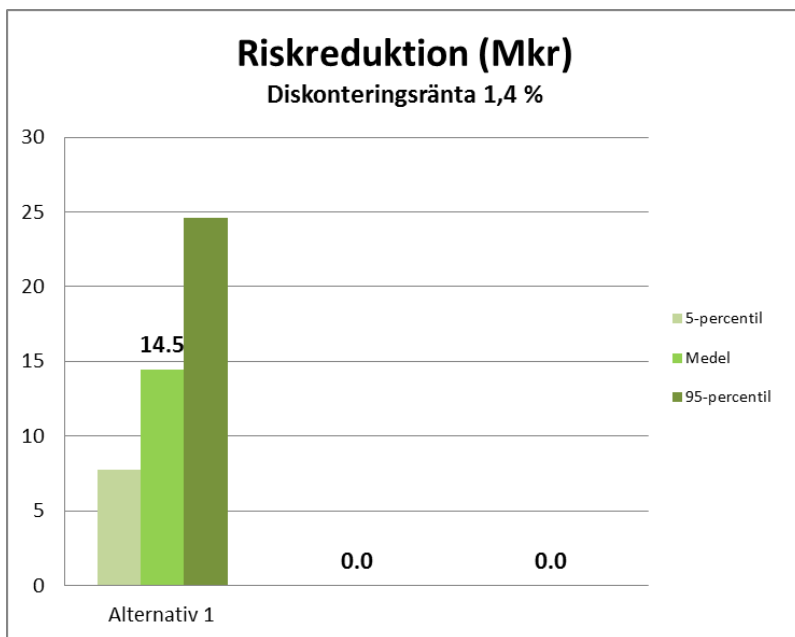
Figur 8. Beräknade nuvärden för riskkostnaderna för nollalternativet (d.v.s. ingen åtgärd) samt den kvarvarande riskkostnaden efter genomförande av Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade riskkostnaden under 100 år med diskonteringsräntan 1,4 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.

För att minska översvämningsriskerna har åtgärder i form av en höjning av spontvall längs Söderhamnsån kombinerat med diverse dagvattenlösningar bedömts vara möjliga att genomföra (Alternativ 1). Åtgärdernas placering framgår av Figur 9. Åtgärderna antas skydda samtliga identifierade objekt som drabbas om inga åtgärder genomförs, dvs. vid noll-alternativet. Kostnaderna för åtgärderna redovisas i avsnitt 3.2. Observera att de åtgärder som tas med i denna kostnads- nyttoanalys endast utgör ett tidigt exempel på hur principiösa lösningar kan tillämpas i det aktuella området, och alltså inte på något vis utgör den slutgiltiga lösningen.



Figur 9. Översikt över möjliga åtgärder (Alternativ 1).

Eftersom åtgärderna utformats så att de antas skydda samtliga identifierade objekt, blir den kvarvarande risken efter åtgärd nära 0 kr. En viss kvarvarande risk (ca 0,1 Mkr) beror på att det antagits en liten osäkerhet om huruvida åtgärden kan ge ett fullständigt skydd för den allra högsta översvämningsnivån (+1,7 m). Riskreduktionen blir därmed nära nog lika stor som den beräknade riskkostnaden, se Figur 10.



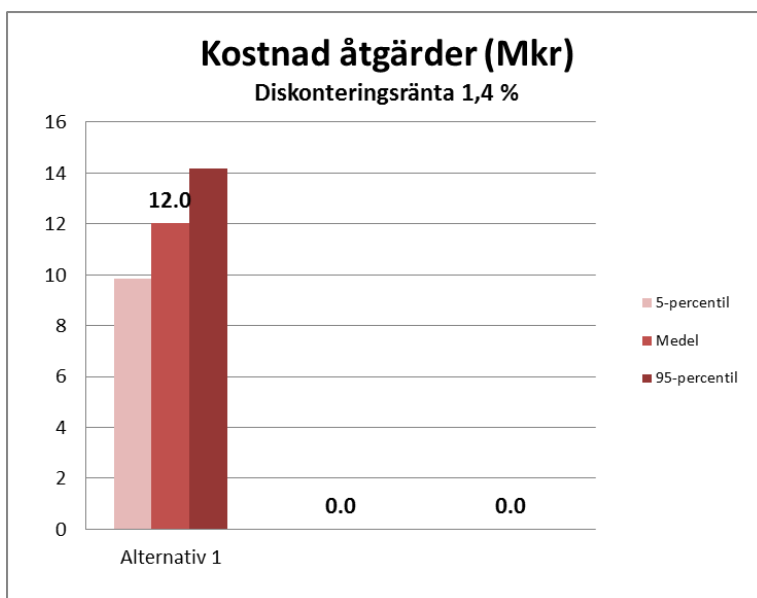
Figur 10. Riskreduktion till följd av genomförande av Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade riskreduktionen under 100 år med diskonteringsräntan 1,4 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.

3.2 Åtgärdskostnader

Åtgärdskostnaderna har uppskattats ungefärligt till ca 12 Mkr. Kostnaderna omfattar höjning av spont och olika dagvattenåtgärder. Åtgärdskostnaderna har antagits utfalla under det första året av den studerade tidshorisonten. Åtgärdskostnaderna redovisas i Tabell 2. En schablonmässig osäkerhet på +/- 20 % har använts i beräkningarna. Åtgärdskostnadernas osäkerhet framgår av Figur 11.

Tabell 2 Uppskattade kostnader för åtgärder mot översvämning i centrala Söderhamn.

Åtgärd	
Inklädd spont	2 800 000 kr
Bakvattenluckor	800 000 kr
Biofilter	3 700 000 kr
Avledning	645 000 kr
Grönstråk	60 000 kr
Magasinering	4 000 000 kr
Totalt	12 005 000 kr

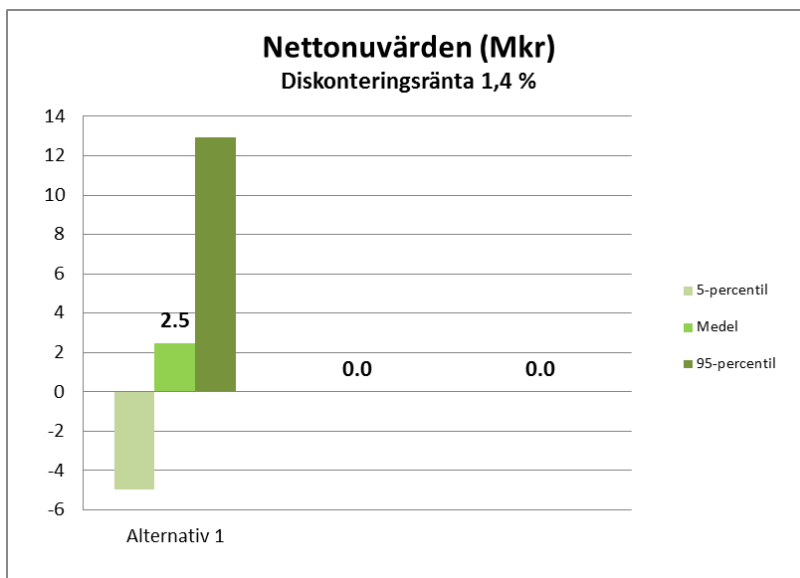


Figur 11. Den beräknade nuvärdet av åtgärds-kostnaden för Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade åtgärds-kostnaden under 100 år med diskonterings-räntan 1,4 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.

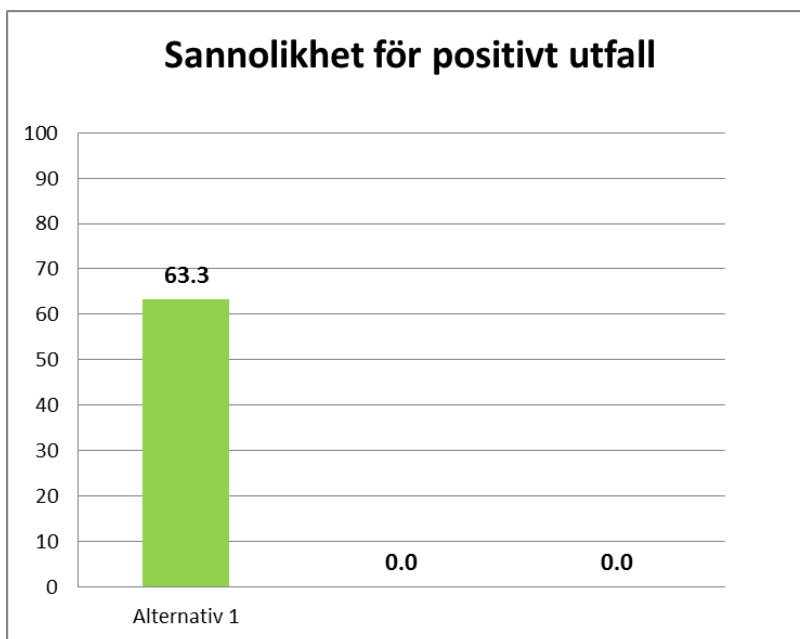
3.3 Beräkning av nettonu värden

Utifrån de beräknade nyttorna, i form av minskade risker för översvämning, samt de beräknade åtgärds-kostnaderna har en beräkning av nettonu värdet för översvämning-åtgärden (Alternativ 1) genomförs i enlighet med ekvation 1 ovan. Beräkningarna redovisas i Figur 12. Som framgår av figurerna visar beräkningarna på samhällsekonomisk lönsamhet (+2,5 Mkr).

Som också framgår av figurerna är emellertid beräkningarna av åtgärdens nettonu värde förknippade med stora osäkerheter, vilket är ett resultat av osäkerheterna i indata till beräkningarna. Utifrån osäkerheten i modellens indata kan en beräkning av sannolikheten att den studerade åtgärden är lönsam göras. Sannolikheten att de studerade åtgärdena är lönsam, givet de kostnader och nyttor som inkluderats i analysen, är ca 63 %, se Figur 13.



Figur 12. Nettonu värdet av Alternativ 1 under 100 år med diskonteringsräntan 1,4 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.



Figur 13. Sannolikheten att studerade åtgärder är samhällsekonomiskt lönsamma.

4 Slutsatser och diskussion

Den huvudsakliga slutsatsen från den genomförda kostnads-nyttoanalysen är att de planerade översvämningssåtgärderna i Söderhamn kan vara *samhällsekonomiskt motiverade*. Denna slutsats stärks av förhållandet att det sannolikt finns nyttor som inte kunnat kvantifieras i analysen.

Beräkningarna av åtgärdernas samhällsekonomiska lönsamhet är förknippade med stora osäkerheter, dels beroende på osäkerheter i indata till beräkningarna, dels beroende på valet av diskonteringsränta. Det finns ingen given räntesats som kan sägas vara allmänt vedertagen i samhället. I denna utredning den i Stern-rapporten (2006) rekommenderade räntesatsen för samhällsekonomiska beräkningar av klimateffekter och åtgärder för att motverka dessa (1,4 %). Det finns i litteraturen en omfattande argumentation för att använda låga och även över tiden fallande diskonteringsräntor i samhällsekonomiska beräkningar av effekter som berör framtida generationer och som är förknippade med osäkerheter, se exempelvis Arrow m fl (2014) och Freeman m fl (2014)

Utifrån en låg diskonteringsränta på 1,4 % (enligt Stern-rapporten) har nuvärdet av den förväntade samhällsekonomiska riskreduktionen av översvämningssåtgärderna beräknats till ca 14,5 Mkr över den aktuella tidshorisonten.

Nuvärdet för kostnaderna för översvämningssåtgärderna har beräknats till ca 12 Mkr.

Beräkningarna visar att den förväntade samhällsekonomiska lönsamheten (nettonuvärdet) är ca +2,5 Mkr över den studerade 100-årsperioden. Nyttorna utgörs helt av minskade skadekostnader på byggnader och fordon samt minskade trafikförseningar.

Vid den slutgiltiga bedömningen av den samhällsekonomiska lönsamheten måste noga beaktas att översvämningarnas skadekostnader, och därmed riskkostnader och riskreduktion till följd av åtgärderna, sannolikt är underskattade. Detta eftersom långt ifrån alla ekonomiska konsekvenser av översvämningar varit möjliga att kvantifiera i ekonomiska termer. Exempelvis har inte effekter med avseende på förändrade fastighetsvärden, människors olägenhet av översvämningar, förlorad arbetsinkomst eller effekter på samhällsviktiga funktioner kunnat värderas i denna utredning. Vid en sammanvägning av den kvantitativa analysen och det faktum att nyttorna med stor sannolikhet är underskattade är *utredningens slutsats att åtgärderna är samhällsekonomiskt försvarbara*.

Någon detaljerad fördelningsanalys har inte gjorts i denna studie. Det är dock viktigt att påpeka att nyttorna av åtgärderna kan komma att tillfalla andra aktörer än de som bekostar åtgärderna. Det kan exempelvis bli så att skattebetalarna i Söderhamns kommun betalar åtgärderna men att nyttorna till följd av minskade översvämningssrisker åtminstone delvis kommer att tillfalla olika privata aktörer, såsom fastighetsägare och företag. Det kan därför vara nödvändigt att undersöka möjligheter för kompensation, exempelvis genom gemensam finansiering, för att undvika oönskade fördelningseffekter.

Slutligen bör det påpekas att kostnads-nyttoanalys endast utgör en, men viktig, del av det fullständiga beslutsunderlaget rörande åtgärder mot översvämningar. Inför det slutliga

beslutet måste naturligtvis också andra aspekter beaktas, exempelvis planfrågor, juridiska förhållanden och människors oro. Kostnads-nyttanalysen är emellertid en betydelsefull del i det underlag som behövs för en rimlig och välgrundad användning av samhälleliga resurser.

5 Referenser

Arrow, K. J., Cropper, M. L., Gollier, C., Groom, B., Heal, G. M., Newell, R. G., Nordhaus, W. D., Pindyck, R. S., Pizer, W. A., Portney, P. R., Sterner, T., Tol, R. S. J., Weitzman, M. L., 2014. Should governments use a declining discount rate in project analysis? *Review of Environmental Economics and Policy* 8, 145-163.

Boardman, A.E., Greenberg, D.H, Vining, A.R och Weimer D. L. 2011. Cost-benefit analysis; Concepts and practice. 4th Edition. Pearson/Prentice Hall. Upper Saddle River New Jersey.

Freeman III, A.M., Herriges, J.A., Kling, C.L., 2014. The Measurement of Environmental and Resource Values Theory and Methods. Third edition. RFF Press, New York.

Naturvårdsverket. 2003. Konsekvensanalys steg för steg: handledning i samhällsekonomisk konsekvensanalys för Naturvårdsverket. Naturvårdsverket, Stockholm.

Rosén, L., Nimmermark, J., Andréasson, M., Persson, J., Karlsson, A., Lindhe, A. 2011. Vägledning i kostnads-nyttoanalys av översvämningsåtgärder. Karlstads kommun. Sweco Environment AB, uppdragsnummer 1311318000.

Stern, N. 2006. The Economics of Climate Change - the Stern Review. Cabinet Office, HM Treasury, Cambridge University press, Cambridge.

Trafikverket. 2016. Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6. Trafikverket. <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/gallande-forutsattningar-och-indata/>, tillgänglig 2017-04-01.

BILAGA SKADEKOSTNADSSCHABLONER

Söderhamns kommun

Uppdragsnummer 1321705000

Denna bilaga innehåller beskrivningar av hur schablonkostnader för skador till följd av översvämningar har tagits fram

Göteborg 2017-06-30

Sweco Environment AB

Lars Rosén
Johan Nimmermark

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Bakgrund	3
2	Skadekostnadsdata	3
3	Självrisk	4
4	Beräkning av schablonskadekostnader	4

Bilaga 1.1: Schablonskadekostnader

2 (5)

BILAGA SKADEKOSTNADSSCHABLONER
2017-06-30

1 Bakgrund

För att kunna genomföra en kostnads-nyttoanalys av översvämningsåtgärder måste kostnader och nyttor beräknas. Kostnaderna utgörs av kostnader för att anlägga/implementera samt driva och underhålla åtgärden. Nyttorna utgörs av den minskade riskkostnaden (sammanräknad minskning i skadekostnad) som åtgärden innebär jämfört med nollalternativet. För att kunna beräkna riskkostnaden behöver således skadekostnader för olika objekt som kan skadas vid en översvämning att beräknas.

Med tillgång till ett större antal kända skadekostnader för olika kategorier kan schablonkostnader för översvämningar beräknas. Dessa underlättar sedan beräkningar av riskkostnader vid genomförandet av en kostnads-nyttoanalys.

2 Skadekostnadsdata

Länsförsäkringar har gett Sweco tillgång till försäkringsärende från de Länsförsäkringsbolagen Göteborg och Bohuslän, Skåne samt Värmland. Försäkringsärendena innehåller information om typ av objekt som drabbats samt skadekostnader, de är avidentifierade. Med hjälp av dessa skadedata kan skadekostnadsschabloner beräknas för flera olika objekt.

Databasen Sweco har fått ta del av innehåller drygt 3900 skadeposter från Göteborg och Bohuslän, drygt 1600 skadeposter från Värmland samt ca 500 skadeposter från Skåne som anmälts som översvämningssskador. De första skadeposterna är registrerade 1987 och de sista 2010.

Skadekostnaderna har indexreglerats med 2010 års index. Självrisken ingår inte i databasen, detta behandlas särskilt i avsnitt 3.

För följande objekt kategorier har schablonkostnader vilka är användbara för tillämpningar i kostnads-nyttoanalysen kunnat beräknas utifrån Länsförsäkringars data:

- Småhus
 - Byggnadsskada
 - Lösöre
- Flerfamiljshus
 - Byggnadsskada
 - Lösöre
- Kontorsbyggnader
- Handelsbyggnader
- Industribyggnader
- Komplementbyggnader (ex garage, förråd mm)

- Avbrott i produktion

Dessutom har schablonkostnader tagits fram för följande kategorier av skadeobjekt:

- Skador på väg
- Skador på järnväg
- Skador på transformatorstation
- Kostnader för försening i vägtrafik

För övriga skadeposter i modellen (se Bilaga 1) har inte schablonkostnader varit möjliga att beräkna. För dessa poster måste en platsspecifik bedömning göras för varje aktuellt fall. Exempelvis har områdesspecifika trafikanalyser genomförts i flera projekt för att värdera kostnaderna för trafikförseningar.

3 Självrisk

För vissa typer skadeposter är självriskens alltid densamma, medan den för andra varierar beroende på vilket avtal försäkringstagaren har valt. I dessa fall har självriskkostnaden uppskattats. Självriskens har sedan adderats till respektive skadeposter för att få den totala skadeposter.

4 Beräkning av schablonskadeposter

En schablonskadepost beräknas som medelvärdet för skadeposter, EC , baserat på ett antal historiskt inträffade händelser. Medelvärdet för en viss objekttyp, EC_i , betraktas som den bästa skattning som kan göras av en framtida skadepost för objekt i , exempelvis ett småhus. Eftersom KNA-modellen hanterar osäkerheter skattas också osäkerheten i medelvärdetsberäkningen genom beräkning av medelvärdets konfidensintervall.

Skadepostersschablonerna har beräknats med hjälp av en statistisk analys av data från Länsförsäkringar. Eftersom data inte är normalfördelad och det inte är självklart att centrala gränsvärdesatsen gäller i alla fall beroende på relativt få observationer för vissa kategorier, har beräkning av skadeposters förväntade värden och konfidensintervall gjorts på logaritmerade data.

Den förväntade skadepost (medelvärdet), $E(C_i|C_i > 0)$, för de objekt som drabbas av skador ($C > 0$) inom kategori i beräknas enligt följande:

$$E(C_i|C_i > 0) = e^{\mu + \sigma/2}$$

där μ är det populationens medelvärde på log-skalan och σ är populationens standardavvikelse på log-skalan.

Vidare gäller att

$$\mu = N(\bar{x}, \sigma / \sqrt{n})$$

där \bar{x} är datas (observationernas) medelvärde på log-skalan.

Populationens varians är:

$$\sigma^2 = \frac{(n-1)s^2}{r}$$

där n är antalet observationer, s är datas standardavvikelse och r är

$$r = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} \Big| n, \bar{x}, s^2$$

Den förväntade skadekostnaden för kategori i , K_i , med hänsyn till att endast en viss andel av antalet objekt inom denna kategori typiskt drabbas av skador, har beräknats genom statistisk simulering där r antagits följa en chi-square fördelning med $(n-1)$ frihetsgrader:

$$K_i = P(C_i > 0)E(C_i | C_i > 0)$$

där $P(C_i > 0)$ är andelen observationer av kategori i som har skadekostnader > 0 kr. På så vis erhålls den förväntade skadekostnaden med hänsyn taget till både den typiska kostnaden som uppstår för de objekt som drabbas och med hänsyn till att endast en viss andel av alla objekt drabbas vid en översvämning.

Beräkningarna har resulterat i de skadekostnadsvärden som framgår av Bilaga 1:1.

5. Skadekostnadsschabloner

Bilaga 1:1

I följande flik fasställs de skadekostnadsfördelningar som är schabloniserade, se bilaga 2 Schablonkostnader för beskrivning av schablonisering. Det är inte nödvändigt att göra ändringar i denna flik för att modellen ska fungera. Om "schablonkostnader" eller "andel skadade objekt" ska ändras bör detta dock ske här och **inte** i flik "3 Alternativ, skadekostnader". Detta eftersom ändringar här gör att samtliga schablonkostnader (dvs i alla olika alt. och översvämningar) för den aktuella kategorin ändras. Ordningen följer den ordningen skadekostnadskategorierna är listade efter i flik 3. Observera att bara de kategorier som en skadekostnadsschablon beräknats för listas här. Det finns ej någon schablonskadekostnad beräknad för objekt vars celler är **färglagda** i innehållsförteckning.

Innehållsförteckning schablonskadekostnader					
Avbrottsskador Miljö/Jordbruk	Bostadshus	Kontor, Handel, Industri	Övriga byggnader	Infrastruktur	
Avbrott i produktion	Småhus	Kontorsbyggnader	Komplementbyggnad	Väg	Transformatorstationer
Avbrott i försäljning	Flerfamiljshus	Handelsbyggnader		Järnväg	Elledningar
Skogsskador		Industribyggnader		Dagvattenledningar	Fjärrvärmeledningar
Jordbruksskador					

AVBROTTSKADOR	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt
Avbrott i tillverkningsindustri	86 922	300 944	173682	0.50
Avbrott i försäljning (tjänster & varor)	50000	200 000	109285	1.00
SKADOR MILJÖ/JORDBRUK	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt
Skogsskador (per/m2)	0	1	0.50	0.50
Jordbruksskador (per/m2)	0	1	0.50	0.50

BOSTADSHUS	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt	Simulering
Småhus					65 238
Småhusfastigheter (villor och radhus)	37738	43612	40608	1.00	
Lösöre småhus (villor och radhus)	22617	26752	24630		

Flerbostadshus	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt	Simulering
Flerbostadshus					351 892
Flerbostadsfastigheter (fastighet)	118 921	168 913	142538	1.00	
Lösöre flerbostadsfastighet/hushåll	22617	26752	24630		
Lösöre flerbostadsfastighet			24629.78959	2	15
					8.50
					209 353

KONTORS-, AFFÄRS- och INDUSTRI	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt
Kontorsbyggnad				
Kontorsbyggnad (fastighet)	118 921	168 913	142 538	1.00
Kontorsbyggnad (verksamhet)	-	-		
Handelsbyggnad (Affärer+Fastighet)				
Handelsbyggnad (Affärer+Fastighet)	124634	168649	145 594	1.00
Industribyggnad (Industri+Fastighet)				
Industribyggnad (Industri+Fastighet)	114404	160375	136 169	1.00

OFFENTLIGA BYGGNADER	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt	
Kostnad per offentlig byggnad	-	-			
ÖVRIGA BYGGNADER	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt	
Komplementbyggnad	2 000	8 000	4 371	1.00	
INFRASTRUKTUR	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt	Simulering
Väg (kr/m ²)	900	1 100	900	0.10	
Försening väg (kr/tim och ÅDT)	101	925	383		
Järnväg (kr/m)	9 000	15 000	11 760	0.25	
Dagvattenledningar (kr/m)	1	2	1	0.19	
Fjärrvärmeledningar (kr/m)	1	2	1.445956746	0.19	
Transformatorstation					232 350
Material transformatorstation	10 000	500 000	143 403	0.50	
Arbete transformatorstation	7 500	300 000	88 947		
Elledningar (kr/m)	1	2	1.45	0.15	
Optokablar (kr/m)	1	2	1.45	0.07	
Fordon (kr/fordon)	29 858	89 573	54680.38	0.29	
Avloppsbräddning, fosfor (kr/kg)	2 399	2 932	2656.58	0.93	
Åtgärdskostnad avloppsreningsverk (kr/m ³)	4.5	5.5	4.98	0.93	
Skola (kr/student)	1 247	1 871	1539.15	0.95	
Nöd pumpning (kr/händelse)	2 052	3 810	2845.94	0.76	
Avloppsvatten i källare (kr/källare)	7 123	8 705	7888.99	0.95	