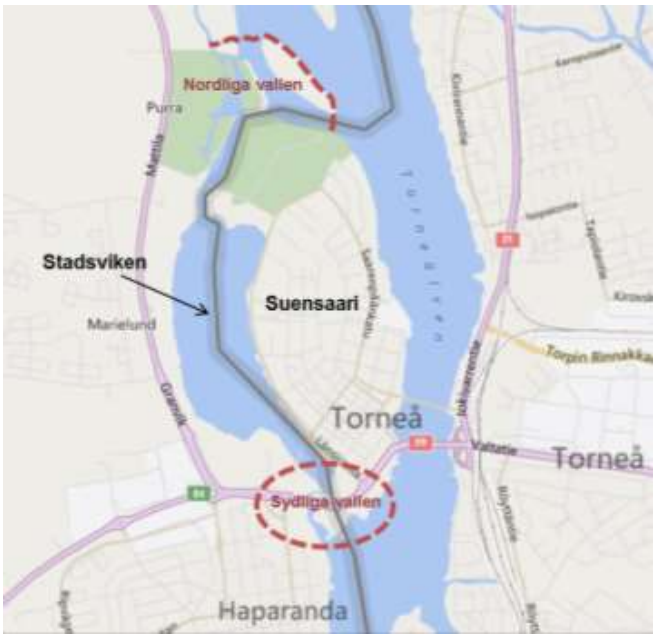
RAPPORT

LÄNSSTYRELSEN I NORRBOTTENS LÄN

Kostnads-nyttoanalys av översvämningsåtgärder i Haparanda

UPPDRAGSNUMMER 1673731001



GÖTEBORG 2015-02-12

SWECO ENVIRONMENT AB
GBG MILJÖTEKNIK

Sweco
Gullbergs Strandgata 3
Box 2203
SE-403 14 Göteborg, Sverige
Telefon +46 (0)31 627500
Fax +46 (0)31 627722
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

En del av Sweco-koncernen

Lars Rosén

Telefon direkt +46 (0)31 627579
Mobil +46 (0)734 122579
lars.rosen@sweco.se

Sammanfattning

Nästan varje år drabbas områden kring Torne älv av översvämningar. Haparanda har flera gånger drabbats med omfattande konsekvenser.

I Haparanda/Torneå finns två översvämningsvallar som syftar till att skydda Stadsviken mellan Suensaari (ön där Torneå centrum återfinns) och det svenska fastlandet Den nordliga vallen syftar till att skydda mot höga nivåer i älven uppströms Suensaari. Vallen ligger helt på den svenska sidan men skyddar i huvudsak bebyggelsen på Suensaari. Vallkonstruktionerna anses skydda mot en nivåsituation som statistiskt kan förväntas uppstå med 50 års återkomsttid. Detta anses inte tillräckligt och därför planeras den nordliga vallen att höjas för att systemet bättre ska stå emot framtida översvämningar.

Som ett underlag för bedömning av i vilken grad en höjning av den nordliga vallkonstruktionen är motiverad önskar Länsstyrelsen i Norrbottens län att belysa åtgärdens samhällsekonomiska effekter. Samhällsekonomiska värderingar utgör ett viktigt verktyg inför prioritering av kostsamma åtgärder. Sweco har utvecklat en modell för samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (KNA) av åtgärder mot översvämningar. Metoden har tidigare använts i ca 15 uppdrag. Det övergripande syftet med denna utredning är att genomföra en översiktlig samhällsekonomisk analys av en höjning av den nordliga skyddsvallen mot översvämningar i Haparanda/Torneå.

I kostnads-nyttoanalysen har nyttor i form av minskade risker för översvämning av Haparanda och Torneå i anslutning till Stadsviken värderats ekonomiskt mot kostnaderna för att genomföra åtgärderna. Analysen har genomförts med en tidshorisont på 100 år.

Beräkningarna av den samhällsekonomiska lönsamheten av att höja den nordliga skyddsvallen i Haparanda till 100-årsnivån i Torne älv är förknippade med betydande 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 har därför två olika räntesatser använts, den av Trafikverket (2012) rekommenderade räntesatsen för samhällsekonomiska analyser och den i Stern-rapporten (2006) rekommenderade räntesatsen för samhällsekonomiska beräkningar av klimateffekter och åtgärder för att motverka dessa.

Utifrån en låg diskonteringsränta på 1,4 % (enligt Stern-rapporten) har nuvärdet av *den förväntade* samhällsekonomiska riskreduktionen av översvämningsåtgärderna beräknats till ca -2 Mkr över den aktuella tidshorisonten (100 år). Med den högre räntan är motsvarande nuvärde för riskreduktion ca -8 Mkr. Osäkerhetsintervallet för det den lägre räntesatsen är -7,8 Mkr till + 5 Mkr och för den högre räntesatsen – 11,5 Mkr till – 3,8 Mkr.

I dessa beräkningar ingår dock *inte* samhällsekonomiska effekter till följd av att handel och andra verksamheter vid IKEA, det framtida Barents Center samt Rajala handelscentrum i Torneå helt eller delvis förhindras vid översvämningar. För att undersöka hur sådana effekter kan påverka utfallet av kostnads-nyttoanalysen har tre

scenarier analyserats med varierande samhällsekonomiska effekter till följd av översvämning inom nämnda områden.

Vid en sammanvägning av den kvantitativa analysen och det faktum att nyttorna sannolikt är underskattade är utredningens slutsats att åtgärderna med mycket hög sannolikhet är samhällsekonomiskt försvarbara om den lägre räntesatsen kan anses motiverad. Vid den högre räntesatsen är den samhällsekonomiska lönsamheten inte lika tydlig. Med hänsyn till de förmodat stora värden som inte kunnat kvantifieras är emellertid utredningens bedömning att samhällsekonomisk lönsamhet kan finnas även med den högre räntesatsen.

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 Haparanda kommun betalar en stor del av åtgärderna men att nyttorna till följd av minskade översvämningsrisker åtminstone delvis kommer att tillfalla olika privata aktörer, såsom fastighetsägare och handelsföretag. Det kan därför vara nödvändigt att undersöka möjligheter för kompensation, exempelvis genom gemensam finansiering, för att undvika oönskade fördelningseffekter.

Innehåll

1 Inledning 6

1.1 Bakgrund 6

1.2 Syfte 7

1.3 Deltagare 7

2 Grundläggande metodik för kostnads-nyttoanalys 8

2.1 Vad är kostnads-nyttoanalys? 8

2.2 Kostnader, nyttor och lönsamhet 8

2.3 Matematisk beskrivning av KNA 9

2.4 Tidshorisont och diskontering 10

2.5 Osäkerhets- och känslighetsanalys 11

3 Genomförande och resultat 12

3.1 Nyttor av skyddsåtgärder 12

3.1.1 Metodik för beräkning av samhällsekonomisk riskreduktion till följd av åtgärder 12

3.1.2 Beräkning av minskad risk till följd av åtgärder 14

3.2 Åtgärdskostnader 20

3.3 Beräkning av nettonuvärden 21

4 Slutsatser och diskussion 25

5 Referenser 27

Bilagor

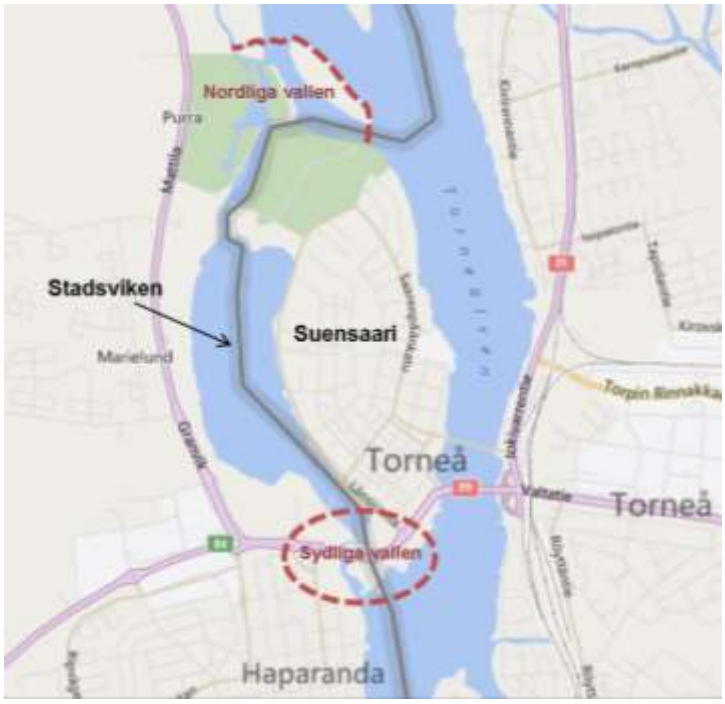
1. Beräkning av schablonskadekostnader
2. Osäkerhetsfördelningar och resultat (räntesats 1,4 %)

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Torne älv drabbas nästan varje år av översvämningar. Haparanda har haft flera historiska översvämningar med omfattande konsekvenser.

I Haparanda/Torneå finns två översvämningsvallar som syftar till att skydda Stadsviken mellan Suensaari (ön där Torneå centrum återfinns) och det svenska fastlandet, se Figur 1. Den nordliga vallen syftar till att skydda mot höga nivåer i älven uppströms Suensaari. Vallen är byggd 1998, enligt uppgift från Torneå stad, efter att höga nivåer i älven översvämmat delar av Torneå och Haparanda under tidigt 1990-tal. Vallen är konstruerad av jordmassor och en väg löper på krönet längs hela sträckan. Krönets nivå varierar mellan cirka +5.30 och +4.94. Vallen ligger helt på den svenska sidan men skyddar i huvudsak bebyggelsen på Suensaari.



Figur 1. Den nordliga och den sydliga vallens placering i Haparanda/Torneå

Den sydliga vallen stod klar 2008, i samband med att köpcentrumet Rajala byggdes. Vallen sträcker sig på båda sidor av gränsen och i mitten av vallen går de två kulvertar från stadsviken ut i Torne älv. Vallen skyddar främst mot höga nivåer nedströms

Suensaari på grund av isproppar. Både den nordliga och den sydliga vallen anses vara täta och normalt rinner inget vatten förbi dessa.

Vallkonstruktionerna anses skydda mot en nivåsituation som statistiskt kan förväntas uppstå med 50 års återkomsttid. Detta anses inte tillräckligt och därför planeras den nordliga vallen att höjas för att systemet bättre ska stå emot framtida översvämningar.

Som ett underlag för bedömning av i vilken grad en höjning av den nordliga vallkonstruktionen är motiverad önskar Länsstyrelsen i Norrbottens län att belysa åtgärdens samhällsekonomiska effekter. Samhällsekonomiska värderingar utgör ett viktigt verktyg inför prioritering av kostsamma åtgärder. Sweco har utvecklat en modell för samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (KNA) av åtgärder mot översvämningar. Metoden har tidigare tillämpats i ett 15-tal projekt i olika delar av Sverige.

1.2 Syfte

Det övergripande syftet med denna utredning är att genomföra en översiktlig samhällsekonomisk analys av en höjning av den nordliga skyddsvallen mot översvämningar i Haparanda/Torneå.

Specifika syften är:

- att baserat på framtagen information om nivåvariationer i Torne älv beräkna samhällsekonomiska risker för översvämningar,
- att beräkna den samhällsekonomiska nyttan av ett utökat översvämningsskydd i termer av minskade riskkostnader för översvämning,
- att genomföra en kostnads-nyttoanalys av översvämningsåtgärder som en funktion av minskade riskkostnader och kostnaderna för att utföra samt underhålla översvämningsskyddet.

1.3 Deltagare

Utredningen har genomförts av Lars Rosén, Andreas Karlsson, Henrik Bodin-Sköld och Mats Andréasson vid Sweco Environment AB i Göteborg samt Gustaf Josefsson vid Sweco Environment AB i Luleå.

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, se exempelvis Rosén m fl (2008). I KNA uttrycks de olika konsekvenserna i monetära enheter i så stor utsträckning som möjligt.

2.2 Kostnader, nyttor och lönsamhet

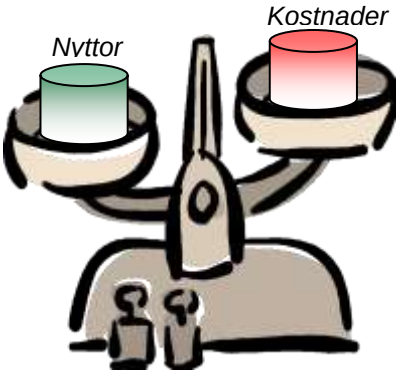
Det ligger i samhällets intresse att utforma effektiva strategier och åtgärder för att förhindra och mildra konsekvenserna av översvämningar. Resurserna är dock begränsade och prioriteringar av åtgärder måste därför göras. Ett viktigt underlag för prioritering är samhällsekonomiska bedömningar av potentiella 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 2.

Figur 2. 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 3.



Figur 3. 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 2.

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:

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

där:

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

B_i = nyttor (benefits) av att genomföra åtgärdsalternativet

C_i = kostnader (costs) för att genomföra åtgärdsalternativet

r = diskonteringsränta

T = tidshorisont angivet i antal år t

Om värdet på målfunktionen, dvs. nettonuvärdet, är positivt är alternativet 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.

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-nyttoanalysen till ett nuvärde.

Diskontering är en omdebatterad metod, eftersom kostnaderna med åtgärder som syftar till att förbättra miljön 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.

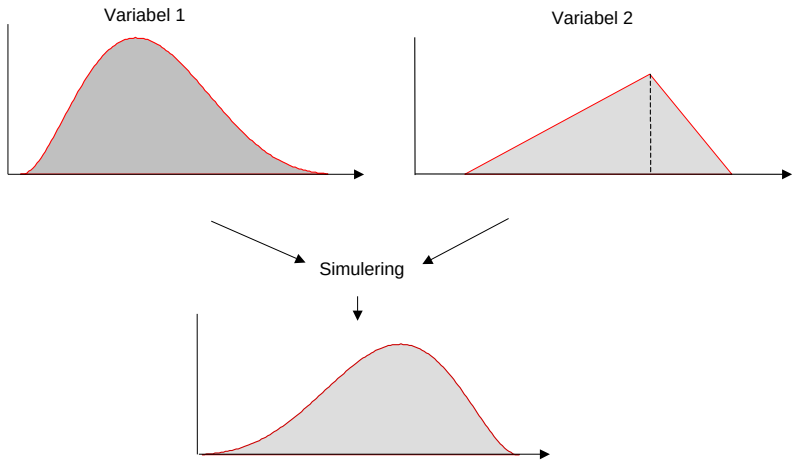
I denna kostnads-nyttoanalys har Sweco valt att studera utfallet med två olika diskonteringsräntor, 1,4 % och 3,5 %. Den högre diskonteringsräntan, 3,5 %, rekommenderas av Trafikverket (2012) för samhällsekonomiska analyser och den lägre har valts eftersom den s.k. Stern-rapporten rekommenderar en diskonteringsränta på 1,4 % för projekt rörande klimateffekter (Stern 2006).

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 denna utredning valt att använda tidshorisonten 100 år. Detta med hänsyn till åtgärdernas förväntade möjligheter att skydda Haparanda och Torneå samt också med hänsyn till det mycket osäkra underlaget över översvämningarnas återkomsttider långt in i framtiden.

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 målfunktionen, skattas (se principiell beskrivning i Figur 4).



Figur 4. Principiell beskrivning av statistisk simulering.

Ur fördelningen för slutresultatet, exempelvis nuvärdet, kan bl.a. väntevärdet[1] (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.

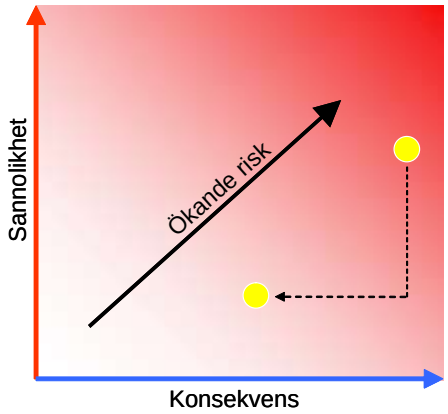
3 Genomförande och resultat

I detta avsnitt beskrivs inledningsvis nyttorna av de föreslagna översvämningsåtgärderna i termer av minskade ekonomiska risker för översvämning. Därefter redovisas uppskattning av åtgärdskostnader för översvämningsskydd. Avslutningsvis presenteras resultatet av kostnads-nyttoanalysen för studieområdet.

3.1 Nyttor av skyddsåtgärder

3.1.1 Metodik för beräkning av samhällsekonomisk riskreduktion till följd av åtgärder

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 riskupp-skattning 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-nyttoanalysen.

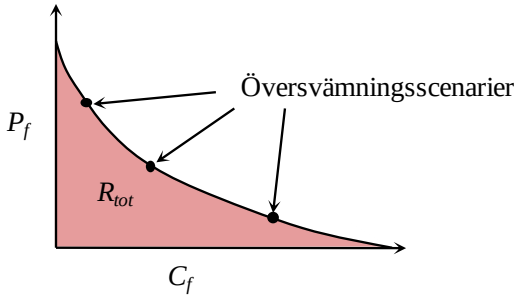
Risken kan i ett ekonomiskt perspektiv definieras som:

$$R = P_f C_f \qquad \text{(ekvation 2)}$$

där P_f är sannolikheten för översvämning och C_f är skadekostnaderna till följd av översvämning (kr). Risken är således väntevärdet för skadekostnaden.

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 tre scenarier använts.

Den generella formeln för att beräkna den totala risken baserat på *n* översvämnings-scenarier kan beskrivas som:

$$R_{tot} = P_{f1} C_{f1} + \sum_{i=2}^{n} P_{fi} (C_{fi} - C_{f(i-1)}) \qquad \text{(ekvation 3)}$$

för översvämningsscenarier $i = 1 \ldots n$.

Detta beräkningssätt ger normalt en underskattning av den verkliga risken i de fall endast ett fåtal utfall kan inkluderas i beräkningarna.

3.1.2 Minskad risk till följd av höjning av den nordliga vallen

Tre olika flödes- och nivåsituationer (översvämningsscenarier) för Torne älv har använts som underlag i kostnads-nyttoanalysen, se Tabell 1. De riskkartor som framtagits av MSB har fungerat som underlag för bedömningarna[2]. Vid denna översiktliga analys har ingen hänsyn tagits till förändrade flödessituationer och därmed återkomsttider i framtiden.

Tabell 1. Återkomstperiod och årsvis sannolikhet för de tre olika översvämningsscenarier som använts i kostnads-nyttoanalysen

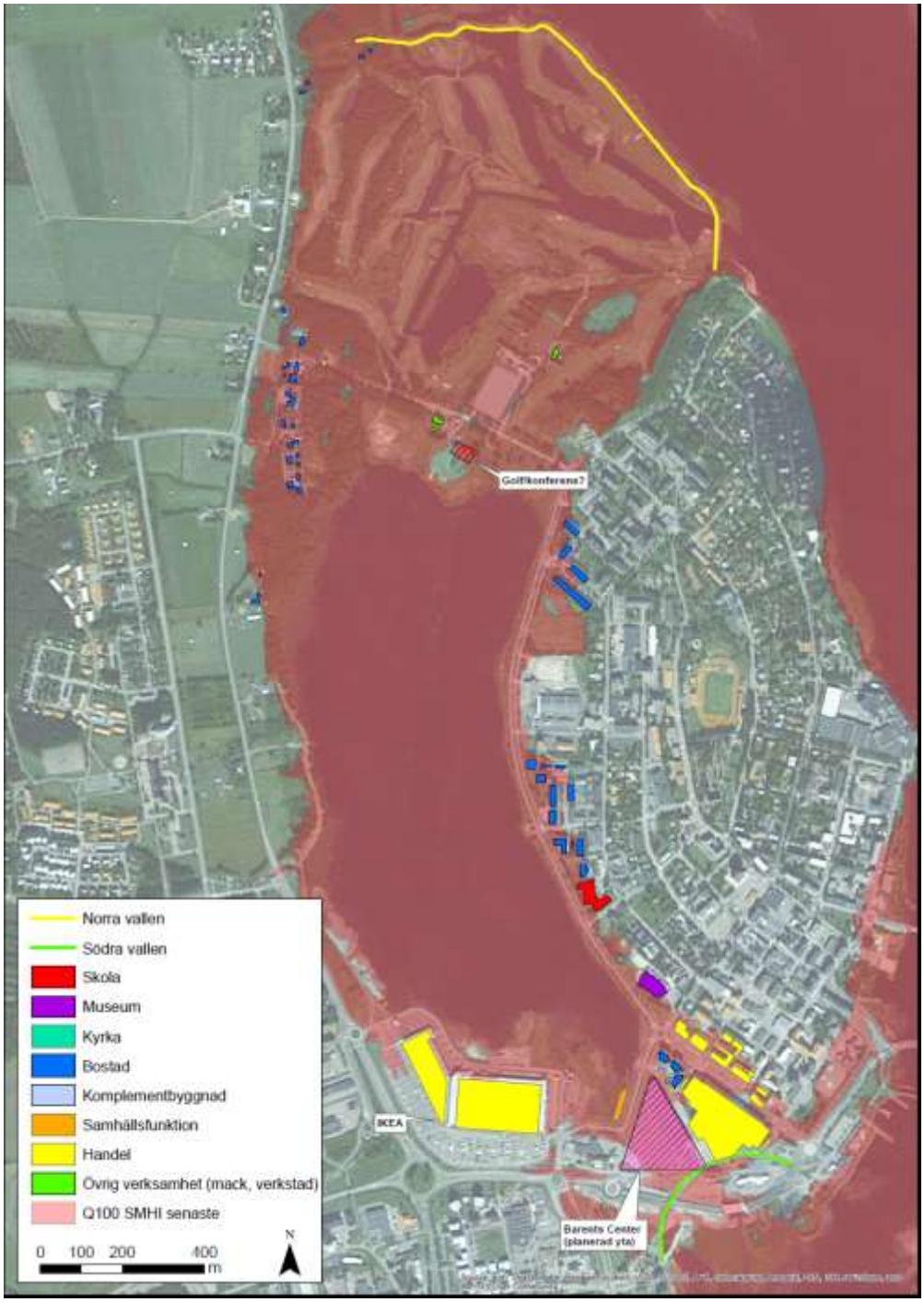
Återkomsttid (år)	Sannolikhet
50	0,02
75	0,013
100	0.01

Vattnets utbredning vid de tre studerade översvämningsscenarierna 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: Påbyggnad av befintlig nordlig vall för skydd upp till 100-årsnivån.

Figur 7 visar utbredningen för de studerade nivåerna för 100-årsnivån utan skyddsåtgärder.

[2] Länsstyrelsen och MSB (2013) Riskkartor för Haparanda http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten/sv/manniska-och-samhalle/krisberedskap/lansstyrelsens-arbetsomraden/hoga-floden-och-oversvamning/riskkartor/Pages/default.aspx?keyword=riskkarta+%C3%B6versv%C3%A4mning



Figur 7 Utbredning av vattennivåer vid en 100-årssituation

För varje nivåsituation har en identifiering av potentiella skadeobjekt till följd av översvämning genomförts med hjälp av GIS-analys. Resultaten från utsökningen av skadeobjekt utan översvämningsskydd (0-alternativet) redovisas i Tabell 2.

Tabell 2 Utsökning av skadeobjekt inom den planerade vallkonstruktionen för de studerade vattennivåerna. sv = svenska sidan; fi = finskasidan; tot = totalt antal; Q50 = 50-årshändelse; Q75 = 75-årshändelse; Q100 = 100-årshändelse.Okänd hustyp har antagits vara komplementbyggnad.

Typ av objekt	Q50			Q75			Q100		
	Antal (sv)	Antal (fi)	Antal (tot)	Antal (sv)	Antal (fi)	Antal (tot)	Antal (sv)	Antal (fi)	Antal (tot)
Konferensanläggning	0	0	0	0	1	1		1	1
Offentlig byggnad	1	0	1	1	1	2	1	1	2
Småhus	5	1	6	15	10	25	25	18	43
Handelsbyggnad	0	1	1	2	6	8	4	11	15
Offentlig byggnad	0	0	0	0	1	1	0	2	2
Komplementbyggnader (uthus, garage, etc)	0	0	0	1	0	1	2	0	2
Vägar (m^2)	15000	9000	24000	20000	16000	36000	30000	18000	48000
Ställverk/transformator-station	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Okänd hustyp	2	1	3	4	2	6	5	3	8

Identifierade skadeobjekt har kategoriserats enligt den databas över skadekostnader som Sweco utarbetat i samverkan med Länsförsäkringar (se ex Sweco, 2011 samt Bilaga 1). Dessutom har kostnader för akuta insatser i händelse av översvämning värderats schablonmässigt, d.v.s. kostnader för Räddningstjänst och entreprenadföretag som anlitas vid översvämningstillfällen.

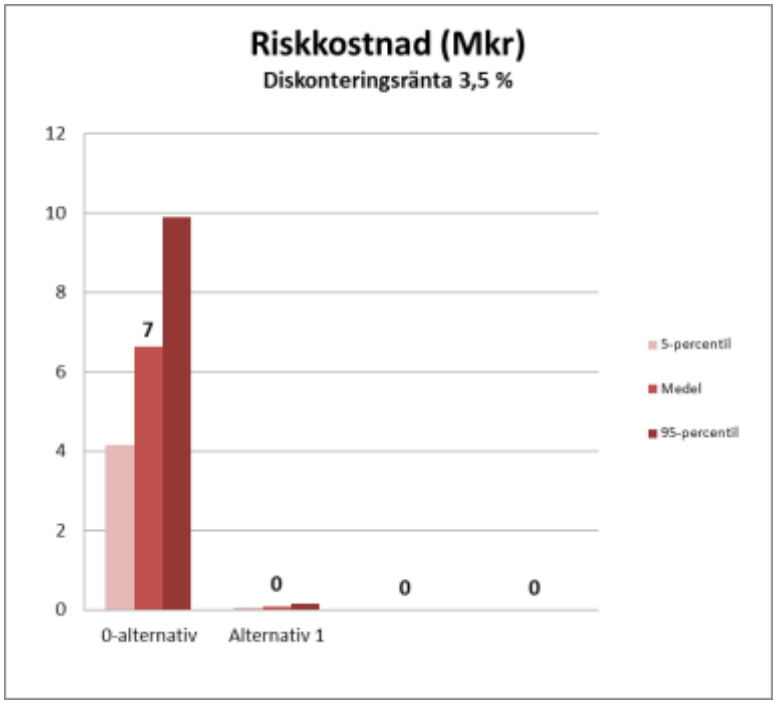
För Alternativ 1 (skyddsåtgärder) har antagits att alla objekt innanför vallkonstruktionen skyddas upp till 100-årsnivån. Det har dock antagits att det finns en viss sannolikhet att konstruktionen inte ska fungera när den behöver fungera. Sannolikheten har bedömts vara mellan 1/50 till 1/100.

Med hjälp av skadekostnadsschabloner som tagits fram av Sweco i samverkan med Länsförsäkringar har en riskkostnad för de två alternativen beräknats enligt metodik beskriven ovan. Riskkostnaden har beräknats för en tidshorisont på 100 år och med en diskonteringsränta på 1,4 % respektive 3,5 %, in enlighet med rekommendationerna från Sternrapporten (2006) samt Trafikverket (2012) för samhällsekonomiska kalkyler. På grund av osäkerheter i skattningen av skadekostnadsschabloner samt i vilken omfattning olika skadeobjekt verkligen drabbas av skador har osäkerhetsfördelningar ansatts för dessa variabler, se Bilaga 2.

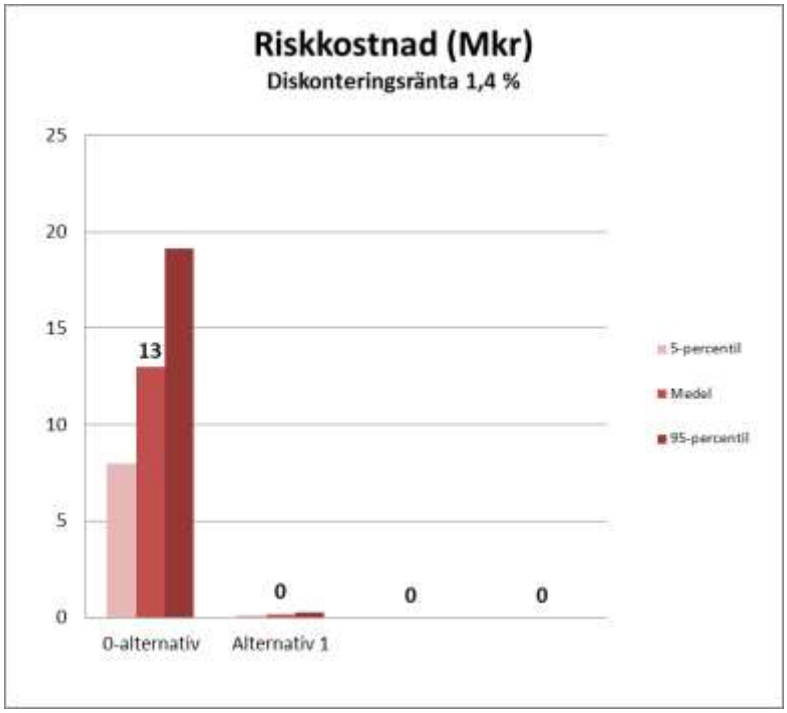
Det ska påpekas att det inom ramen för denna utredning inte varit möjligt att värdera ett flertal olika typer av kostnader som kan komma att uppstå vid översvämningar inom det aktuella området. Exempelvis har inte förseningar i trafiken, effekter på människors hälsa, miljö och samhällsviktiga funktioner varit möjliga att värdera. Inte heller har effekter till följd av att människor inte kan nå fram till viktiga handelsplatser, såsom IKEA, Rajala

köpcenter och det framtida Barents center kvantifierats. Ett resonemang och scenario-analys kring hur dessa effekter skulle kunna påverka kostnads-nyttoanalysens utfall redovisas dock nedan. 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 och Figur 9.



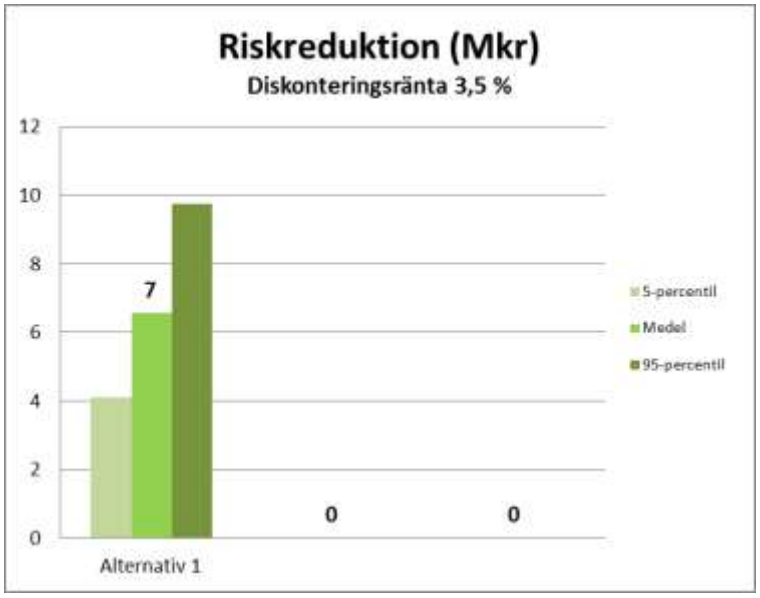
Figur 8 Beräknade nuvärden för riskkostnaderna för nollalternativet (d.v.s. ingen åtgärd) samt den kvarvarande riskkostnaden efter genomförande av Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade riskkostnaden under 100 år med diskonteringsräntan 3,5 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.



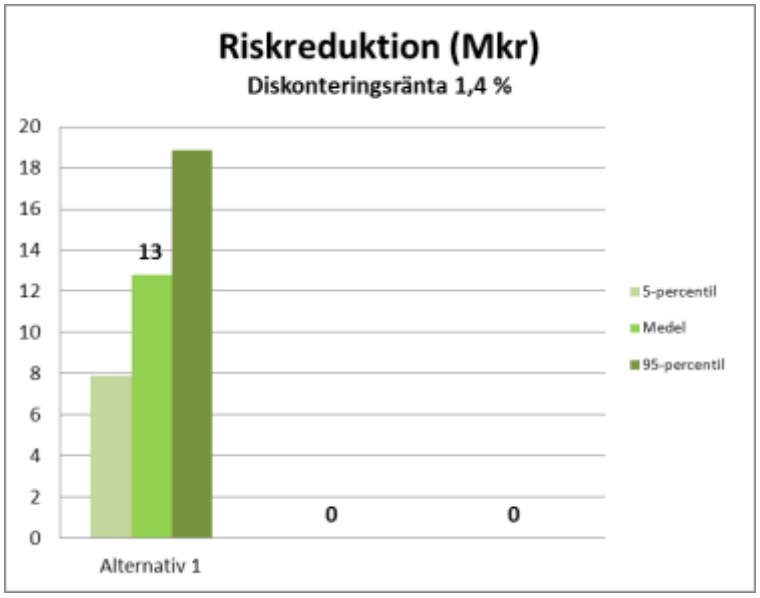
Figur 9 Beräknade nuvärden för riskkostnaderna för nollalternativet (d.v.s. ingen åtgärd) samt den kvarvarande riskkostnaden efter genomförande av Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade riskkostnaden under 100 år med diskonteringsräntan 1,4 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.

Översvämningsåtgärderna kan ge en betydande reduktion på den samhällsekonomiska risken under den kommande 100-årsperioden. Storleken på riskreduktionen är dock beroende av valet av räntesats. En högre diskonteringsränta innebär att framtida nyttor och kostnader får ett lägre nuvärde än vid en lägre räntesats. Detta innebär att riskreduktionen (d.v.s. en nytta) över hela 100-årsperioden blir avsevärt (nästan 100 %) större om en lägre diskonteringsränta används.

Riskreduktionen för respektive räntesats redovisas i Figur 10 och Figur 11.



Figur 10 Riskreduktion till följd av genomförande av Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade riskreduktionen under 100 år med diskonteringsräntan 3,5 %. 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.

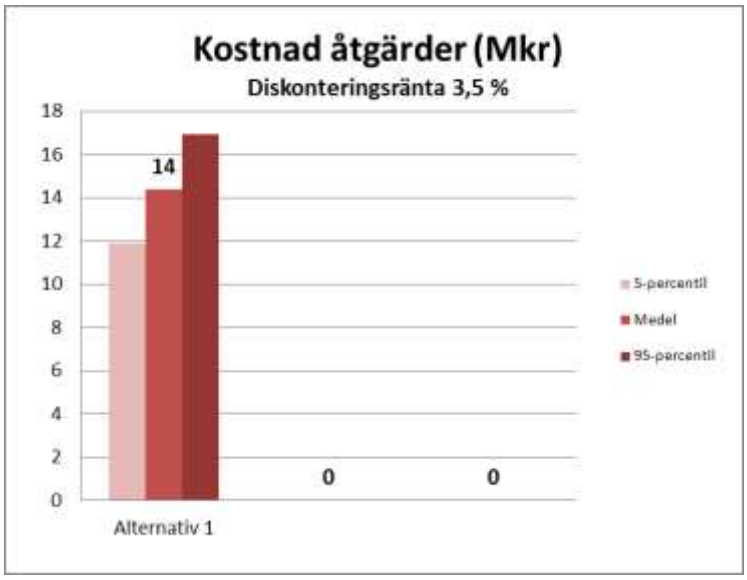


Figur 11 Riskreduktion till följd av genomförande av Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade riskreduktionen under 100 år med diskonteringsräntan 1,4 %. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.

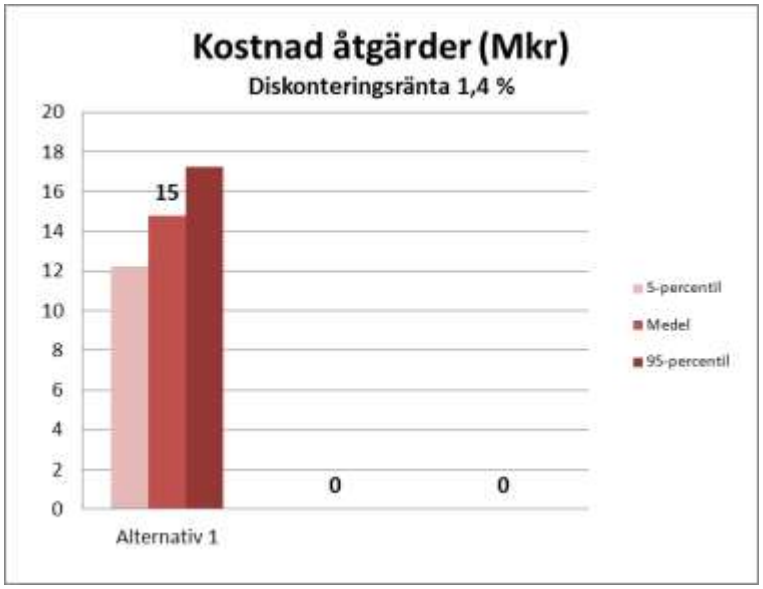
3.2 Åtgärdskostnader

Någon detaljerad kostnadsberäkning för höjning av den nordliga vallen har inte varit möjlig att göra inom ramen för denna utredning. Kostnaderna för åtgärderna har därför bedömts överslagsmässigt av Sweco utifrån omfattande erfarenhet av liknande projekt. I kostnaderna ingår dels utförandekostnad, dels underhållskostnader. Utförandekostnaden av själva vallkonstruktionen har bedömts till ca 10 000 kr/meter. Den nordliga vallen är 1400 meter lång, vilket innebär att en total utförandekostnad har bedömts vara ca 14 Mkr. Ett osäkerhetsintervall har antagits på 80-120% av det uppskattade värdet. Underhållskostnaden har bedömts vara låg och schablonmässigt uppskattats till en promille årligen av utförandekostnaden, d.v.s. ca 14 000 kr. Det diskonterade nuvärdet för åtgärdskostnaderna under den kommande 100-årsperioden redovisas för de två valda räntesatserna i Figur 12 och Figur 13.

Liksom för beräkningarna av åtgärdernas nyttor (se ovan), blir det diskonterade nuvärdet av de framtida skyddsåtgärderna beroende av valet av diskonteringsränta. Med den lägre räntesatsen blir nuvärdet något högre över den studerade 100-årsperioden, jämnfört med om den högre räntesatsen väljs. Detta beror på att de framtida underhållskostnaderna inte diskonteras ner lika mycket med den lägre räntesatsen.



Figur 12 Den beräknade nuvärdet av åtgärdskostnaden för Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade åtgärdskostnaden under 100 år med diskonteringsräntan 3,5 %. 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.



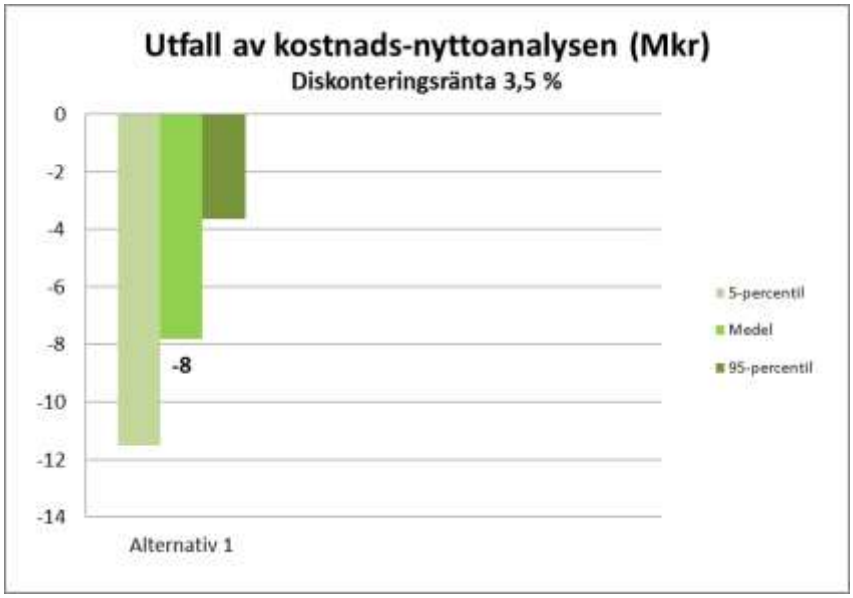
Figur 13 Den beräknade nuvärdet av åtgärdskostnaden för Alternativ 1. Diagrammet visar den beräknade åtgärdskostnaden under 100 år med diskonteringsräntan 1,4 *%. Stapeln i mitten visar ett förväntat utfall (väntevärde), 5-percentilstapeln (till vänster) visar ett rimligt lägsta utfall och 95-percentilstapeln (till höger) visar ett rimligt högsta utfall.*

3.3 Beräkning av nettonuvärden

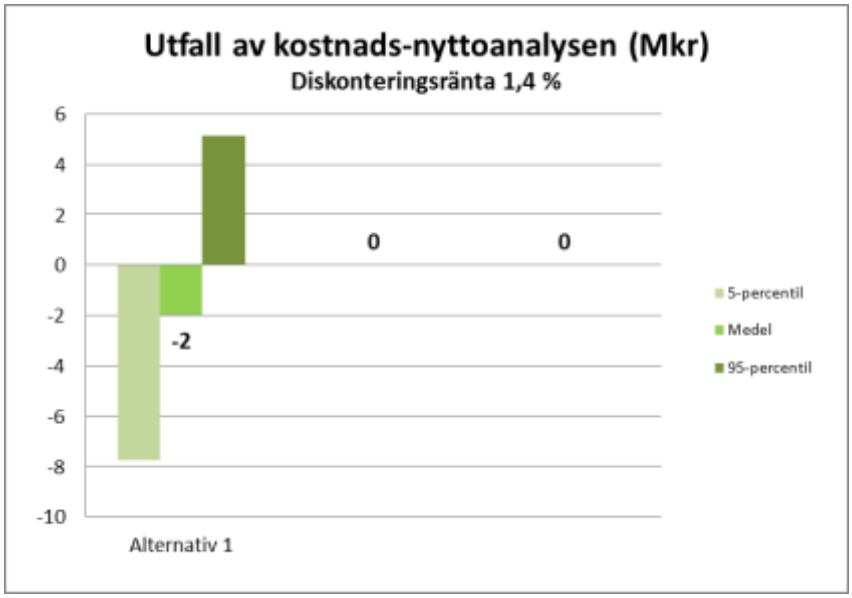
Utifrån de beräknade nyttorna, i form av minskade risker för översvämning och de beräknade åtgärdskostnaderna har en beräkning av nettonuvärdet för översvämningsåtgärderna (Alternativ 1) genomförts i enlighet med ekvation 1 ovan.

Beräkningarna redovisas i Figur 14 och Figur 15. Som framgår av figurerna uppvisar åtgärderna ett avsevärt bättre samhällsekonomiskt utfall om den lägre räntesatsen väljs. Med en högre räntesats visar beräkningarna på tydlig negativ samhällsekonomisk lönsamhet (- 8 Mkr) medan en högre räntesats resulterar i ett betydligt mindre negativt utfall (- 2 Mkr). Observera att dessa beräkningar inte tar hänsyn till nyttor som kan hänföras till minskade risker för nedsatt handel och verksamhet vid IKEA, Barents Center och Rajala.

Som framgår av figurerna är beräkningarna av åtgärdens nettonuvärde förknippade med stora osäkerheter, vilket är ett resultat av osäkerheterna i indata till beräkningarna. I Bilaga 2 redovisas osäkerheter för beräkningar med 1,4 % räntesats.



Figur 14 Nettonuvärdet av Alternativ 1 under 100 år med diskonteringsräntan 3,5 %. 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 15 Nettonuvärdet 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.

För att undersöka vilken effekt på nettonuvärdet en värdering av minskad eller utebliven handel och annan verksamhet vid framförallt IKEA skulle få till följd av en översvämning till 100-årsnivån har tre olika scenarier definierats enligt Tabell 3.

Barents Center har ännu inte byggts och har därför inte tagits med i beräkningarna. Inte heller har det varit möjligt att inkludera effekter vid Rajala på den finska sidan.

Tabell 3. Scenarier för värdering av utebliven eller minskad handel och annan verksamhet i Haparanda till följd av en översvämning till 100-årsnivån.

Scenario	Värdet av utebliven eller minskad handel och verksamhet
A	1–5 Mkr
B	5-10 Mkr
C	10-20 Mkr

Som ovan nämnts har ingen detaljerad värdering av utebliven handel eller annan verksamhet kring IKEA kunnat göras inom ramen för denna utredning. De tre scenarierna har därför definierats utifrån följande:

- Vid översvämning till 100-årsnivån kommer inte människor att kunna besöka IKEA eller Rajala.
- Inte heller leveranser till eller från dessa områden fungerar.
- Vid översvämning till 75- årsnivån uppgår värdet av minskad eller utebliven handel och annan verksamhet till hälften av värdet vid 100-årsnivån.
- IKEAS omsättning Haparanda var år 2011 enligt tillgänglig utvärdering från Resurs AB (2012) ca 830 Mkr/år, motsvarande 2,3 Mkr/dag.
- En dagbesökare i Haparanda år 2011 spenderade enligt tillgänglig utvärdering från Resurs AB (2012) 1201 kr/dag, inkluderande shopping, övernattning, restaurangbesök, mm. Antalet dagbesökare var hela 747 000, vilket motsvarar en total spendering av ca 2,5 Mkr/dag.
- I Scenario A varar översvämningen och dess effekter på handel och verksamhet 1 dag. Effekterna motsvarar 1 dags omsättning på IKEA. Osäkerhetsintervallet sätts till 1-5 Mkr för en 100-årshändelse.
- I Scenario B varar översvämningen och dess effekter på handel och verksamhet 3 dagar. Effekterna motsvarar 3 dagars omsättning på IKEA. Osäkerhets-intervallet sätts till 5-10 Mkr för en 100-årshändelse.
- I Scenario C varar översvämningen och dess effekter på handel och verksamhet 5 dagar. Effekterna motsvarar 5 dagars omsättning på IKEA. Det antas dessutom att dagbesöken minskar till hälften under översvämningen och att de spenderar

500 kr mindre per dag och person, utöver deras minskade handel på IKEA. Osäkerhetsintervallet sätts till 10-20 Mkr.

Värderingarna har gjorts i 2011 års penningvärde.

Resultatet av beräkningarna av nettonuvärden för de tre scenarierna A, B och C och för de två diskonteringsräntesatserna (1,4 % och 3,5 %) redovisas i Figur 16.

Figur 16. Nettonuvärde för de tre studerade scenarierna (A, B och C) samt för de två diskonteringsräntorna 1,4 % och 3,5 %. 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.

Som framgår av beräkningarna uppvisar Scenario B och C en tydlig lönsamhet för räntesatsen 1,4 %. För räntesatsen 3,5 % uppvisar samtliga scenarier ett negativt nettonuvärde.

4 Slutsatser och diskussion

Beräkningarna av den samhällsekonomiska lönsamheten av att höja den nordliga skyddsvallen i Haparanda till 100-årsnivån i Torne älv är förknippade med betydande 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 har därför två olika räntesatser använts, den av Trafikverket (2012) rekommenderade räntesatsen för samhällsekonomiska analyser och den i Stern-rapporten (2006) rekommenderade räntesatsen för samhällsekonomiska beräkningar av klimateffekter och åtgärder för att motverka dessa. 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). Inför det slutliga beslutsfattandet bör därför en diskussion föras kring vilket perspektiv som bör gälla.

Utifrån en låg diskonteringsränta på 1,4 % (enligt Stern-rapporten) har nuvärdet av *den förväntade* samhällsekonomiska riskreduktionen av översvämningsåtgärderna beräknats till ca -2 Mkr över den aktuella tidshorisonten (100 år). Med den högre räntan är motsvarande nuvärde för riskreduktion ca -8 Mkr. Osäkerhetsintervallet för det den lägre räntesatsen är -7,8 Mkr till + 5 Mkr och för den högre räntesatsen – 11,5 Mkr till – 3,8 Mkr.

I dessa beräkningar ingår dock *inte* samhällsekonomiska effekter till följd av att handel och andra verksamheter vid IKEA, det framtida Barents Center samt Rajala handelscentrum i Torneå helt eller delvis förhindras vid översvämningar. För att undersöka hur sådana effekter kan påverka utfallet av kostnads-nyttoanalysen har tre scenarier analyserats med varierande samhällsekonomiska effekter inom nämnda områden.

Med den lägre räntesatsen (1,4 %) medför redan låga värderingar av effekter på nämnda handelscentra, baserat på tillgänglig statistik kring handel och turism i Haparanda (Resurs AB, 2012), att en höjning av den nordliga vallen blir lönsam. Med den högre räntesatsen (3,5 %) krävs mera omfattande ekonomiska effekter vid dessa handelscentra än vad som antagits i scenario-analysen, d.v.s. mer än 10-20 Mkr för en 100-årshändelse, för att ekonomiskt motivera åtgärden.

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 också i scenario-analysen. Detta eftersom långt ifrån alla ekonomiska konsekvenser av översvämningar varit möjliga att kvantifiera i ekonomiska termer. Exempelvis har inte effekter på trafikförseningar, människors olägenhet av översvämningar, förlorad arbetsinkomst, effekter på samhällsviktiga funktioner eller översvämningars effekter på Haparandas eller Torneås utvecklingsmöjligheter och attraktionskraft kunnat värderas i denna utredning.

Vid en sammanvägning av den kvantitativa analysen och det faktum att nyttorna sannolikt är underskattade, även i scenario-analysen, är utredningens slutsats att åtgärderna med mycket hög sannolikhet är samhällsekonomiskt försvarbara om den lägre räntesatsen kan anses motiverad. Vid den högre räntesatsen är den samhällsekonomiska lönsamheten inte lika tydlig. Med hänsyn till de förmodat stora värden som inte kunnat kvantifieras är emellertid utredningens bedömning att samhällsekonomisk lönsamhet kan finnas även med den högre räntesatsen.

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 Haparanda kommun betalar en stor del av åtgärderna men att nyttorna till följd av minskade översvämningsrisker åtminstone delvis kommer att tillfalla olika privata aktörer, såsom fastighetsägare och handelsföretag. 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-nyttoanalysen 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.

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.

Resurs AB. 2011. TEM® 2011 HAPARANDA. Ekonomiska och sysselsättningsmässiga effekter av turismen i Haparanda kommun 2011, Inklusive åren 2003-2010. http://www.haparanda.se/download/18.786ab49113d008f9ee5192b/1362746057695/Till%C3%A4gg_%C3%A4rende_10_Ekonomiska+och+syssels%C3%A4ttningseffekter+av+turism.pdf. Tillgänglig 2015-02-15.

Rosén, L., Söderqvist, T., Back, P.E., Soutukorva, Å., Brodd, P., Grahn, L. 2008. Kostnads-nyttoanalys som verktyg för prioritering av efterbehandlingsinsatser. Metodutveckling och exempel på tillämpning. Programmet för Hållbar Sanering, Rapport 5836. Naturvårdsverket, Stockholm.

Rosén, L., Nimmermark, J., Andréasson, M., Persson, J., Karlsson, A., Lindhe, A. 2011. Vägledning i kostnads-nyttoanalys av äversvämningsåtgärder. 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. 2012. Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5. Trafikverket. http://www.trafikverket.se/Foretag/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/ASEK---arbetsgruppen-for-samhallsekonomiska-kalkyl--och-analysmetoder-inom-transportomradet/ASEK-5---rapporter/. Tillgänglig 2013-06-28.

Bilaga 1: Beräkning av skadekostnadsschabloner

BILAGA SKADEKOSTNADSSCHABLONER

Länsstyrelsen i Norrbottens län

Uppdragsnummer 1673731001

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

Göteborg 2015-02-10

Sweco Environment AB
Gbg Miljöteknik

Lars Rosén
Johan Nimmermark

Sweco
Gullbergs Strandgata 3
Box 2203, 403 14 Göteborg
Telefon 031-62 75 00
Telefax 031-62 77 22
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
säte Stockholm
Ingår i Sweco-koncernen

ra04s 2011-02-17

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

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

Bilaga 1:1 Skadekostnadsschabloner

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 två Länsförsäkringsbolagen Göteborg och Bohuslän 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 samt drygt 1600 skadeposter från Värmland som anmälts som översvämningsskador. 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 objektkategorier har schablonkostander vilka är användbara för tillämpningar i Karlstad kunnat beräknas utifrån Länsförsäkringars data:

- Småhus
  - Byggnadsskada
  - Lösöre
- Flerfamiljshus
  - Byggnadsskada
  - Lösöre
- Kontorsbyggnader
- Handelsbyggnader
- Industribyggnader
- Komplementbyggander (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

För övriga skadekostnadsposter i modellen har inte schablonkostander varit möjliga att beräkna. För dessa poster måste en platsspecifik bedömning göras för varje aktuellt fall. I exempelvis Skåre-området gjordes en områdesspecifik trafikanalys för att värdera kostnaderna för trafikförseningar.

3 Självrisk

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

4 Beräkning av schablonskadekostnader

En schablonkostnad beräknas som medelvärdet för skadekostnaden, *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 skadekostnad för objekt *i,* exempelvis ett småhus. Eftersom KNA-modellen hanterar osäkerheter skattas också osäkerheten i medelvärdesberäkningen genom beräkning av medelvärdets konfidensintervall.

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

Den förväntade skadekostnaden (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 del 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 5.1.1

*I följande flik fastställs de skadekostnadsföredelningar som är schabloniserade, se bilaga 5.2 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 katergorier 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					

AVBROTTSSKADOR	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt
Avbrott i tillverkningsindustri	86 922	300 944	193 933	0.50
Avbrott i försäljning (tjänster & varor)	50000	200 000	125 000	1.00

SKADOR MILJÖ/JORDBRUK	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt
Skogsskador (per/m2)	0	1	0.5	0.50
Jordbruksskador (per/m2)	0	1	0.5	0.50

BOSTADSHUS	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt			Simulering
Småhus							**50 339**
Småhusfastigheter (villor och radhus)	29 664.90	35 491.43	32 496	1.00			
Lösöre småhus (villor och radhus)	15 561.25	19 963.42	17 843				
Flerbostadshus							**274 524**
Flerbostadsfastigheter (fastighet)	100 879	143 348	122 859	0.50			
				Lägenheter per flerbostadshus			
Lösöre flerbostadsfastighet/hushåll	15 561.25	19 963.42	17 843	Min.	Max.		
Lösöre flerbostadsfastighet			17843.00554	2	15	8.50	151 666

KONTORS-, AFFÄRS- och INDUSTRI	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt
Kontorsbyggnad				
Kontorsbyggnad (fastighet)	100 879	143 348	122 857	0.50
Kontorsbyggnad (verksamhet)	-	-		
Handelsbyggnad (Affärer+Fastighet)	177 940.61	288 721.79	224 310	0.50
Industribyggnad (Industri+Fastighet)	224 571.48	351 631.14	278 287	0.50

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	5 000	0.50

INFRASTRUKTUR	Min (5-percentil)	Max (95-percentil)	Assumption	Andel skadade objekt	Simulering
Väg (kr/m2)	999	1 001	1 000	0.19	
Järnväg (kr/m)	9 000	15 000	12 000	0.19	
Dagvattenledningar (kr/m)	0	1	1	0.19	
Fjärrvärmeledningar	0	1	0.5	0.19	
Transformatorstation	10 kV in -400V ut				**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	

Bilaga 2: Osäkerheter beräkningar och indata

Crystal Ball Report - Custom
Simulation started on 2015-02-17 at 23:18
Simulation stopped on 2015-02-17 at 23:24

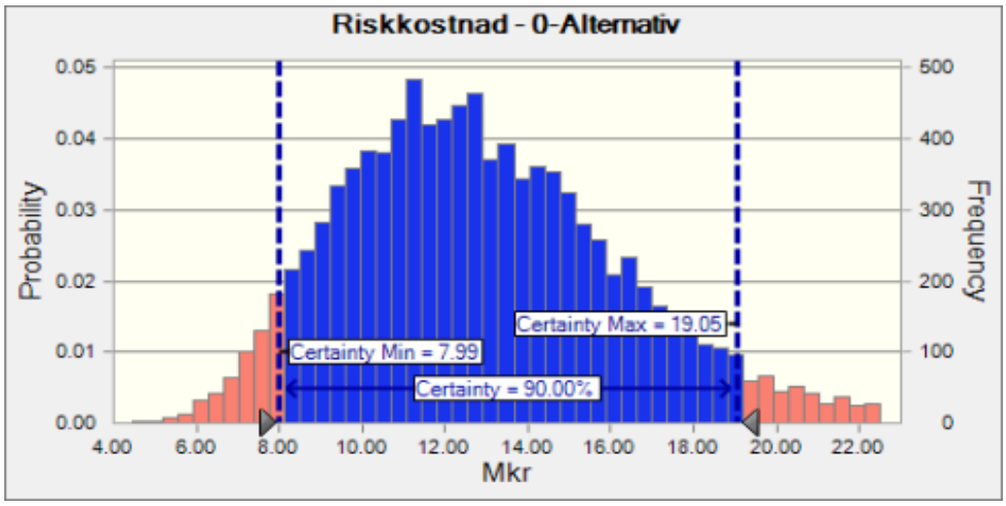
Run preferences:	
Number of trials run	10 000
Monte Carlo	
Random seed	
Run statistics:	
Total running time (sec)	371.32
Trials/second (average)	27
Random numbers per sec	22 972
Crystal Ball data:	
Assumptions	853
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	30

Forecasts

Worksheet: [KNA Hapranda ränta 14 150212.xlsx]7. KNA-Beräkning

Forecast: Riskkostnad - 0-Alternativ **Cell: B18**

Summary:
Certainty level is 90.00%
Certainty range is from 7.99 to 19.05
Entire range is from 4.45 to 28.44
Base case is 21.94
After 10 000 trials, the std. error of the mean is 0.03



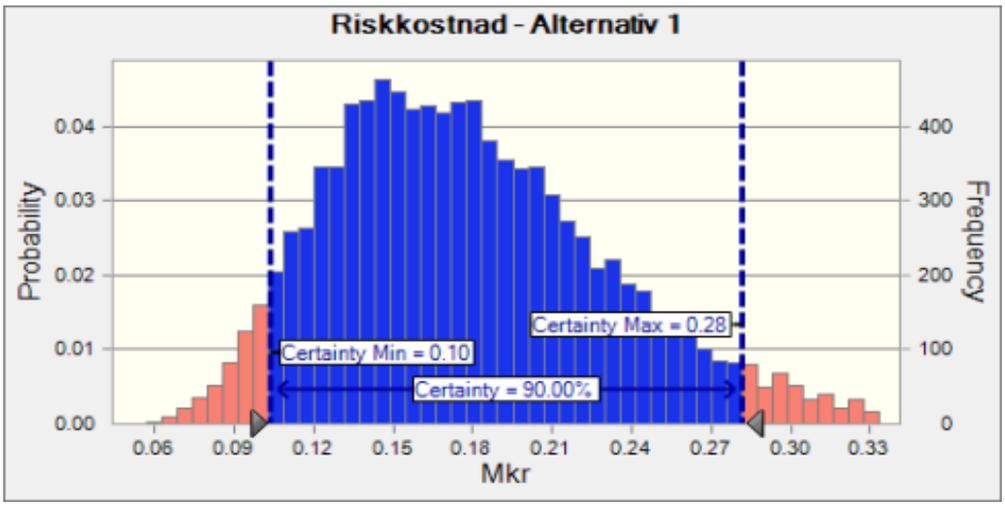
Statistics:	Forecast values
Trials	10 000
Base Case	21.94
Mean	12.94
Median	12.58
Mode	---
Standard Deviation	3.42
Variance	11.69
Skewness	0.5876
Kurtosis	3.33
Coeff. of Variability	0.2643
Minimum	4.45
Maximum	28.44
Range Width	24.00
Mean Std. Error	0.03

Forecast: Riskkostnad - 0-Alternativ (cont'd) **Cell: B18**

Percentiles:	Forecast values
0%	4.45
10%	8.81
20%	9.97
30%	10.91
40%	11.72
50%	12.58
60%	13.45
70%	14.50
80%	15.68
90%	17.57
100%	28.44

Forecast: Riskkostnad - Alternativ 1 **Cell: C18**

Summary:
Certainty level is 90.00%
Certainty range is from 0.10 to 0.28
Entire range is from 0.05 to 0.46
Base case is 0.29
After 10 000 trials, the std. error of the mean is 0.00



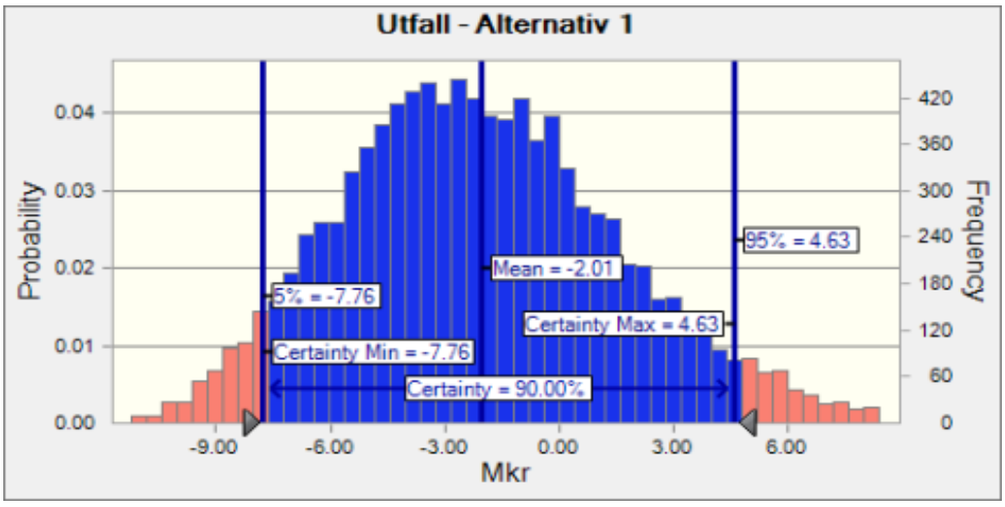
Statistics:	Forecast values
Trials	10 000
Base Case	0.29
Mean	0.18
Median	0.17
Mode	---
Standard Deviation	0.05
Variance	0.00
Skewness	0.7700
Kurtosis	3.79
Coeff. of Variability	0.3053
Minimum	0.05
Maximum	0.46
Range Width	0.41
Mean Std. Error	0.00

Forecast: Riskkostnad - Alternativ 1 (cont'd) **Cell: C18**

Percentiles:	Forecast values
0%	0.05
10%	0.12
20%	0.13
30%	0.15
40%	0.16
50%	0.17
60%	0.19
70%	0.20
80%	0.22
90%	0.25
100%	0.46

Forecast: Utfall - Alternativ 1 **Cell: C20**

Summary:
Certainty level is 90.00%
Certainty range is from -7.76 to 4.63
Entire range is from -11.23 to 14.42
Base case is 6.89
After 10 000 trials, the std. error of the mean is 0.04



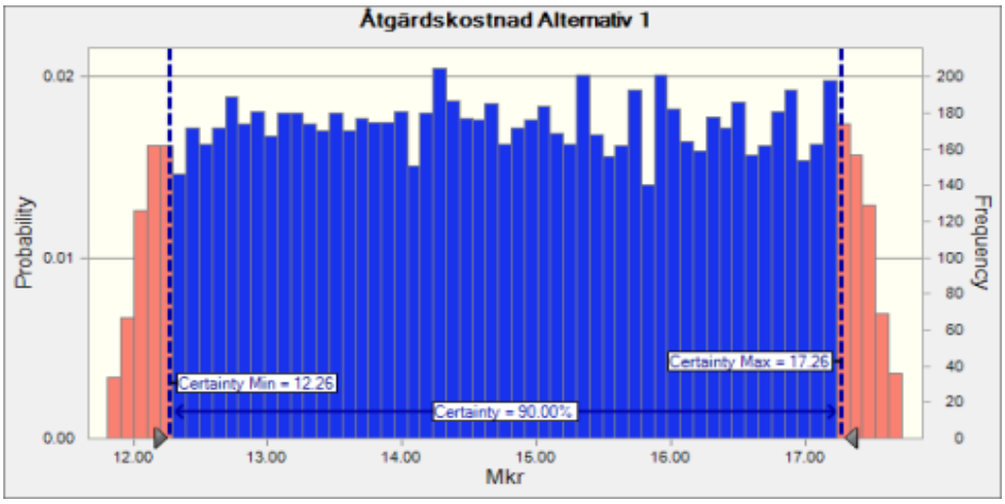
Statistics:	Forecast values
Trials	10 000
Base Case	6.89
Mean	-2.01
Median	-2.26
Mode	---
Standard Deviation	3.72
Variance	13.86
Skewness	0.4119
Kurtosis	3.14
Coeff. of Variability	-1.85
Minimum	-11.23
Maximum	14.42
Range Width	25.65
Mean Std. Error	0.04

Forecast: Utfall - Alternativ 1 (cont'd) **Cell: C20**

Percentiles:	Forecast values
0%	-11.23
10%	-6.62
20%	-5.19
30%	-4.13
40%	-3.21
50%	-2.26
60%	-1.26
70%	-0.25
80%	1.01
90%	2.94
100%	14.42

Forecast: Åtgärdskostnad Alternativ 1 **Cell: C23**

Summary:
Certainty level is 90.00%
Certainty range is from 12.26 to 17.26
Entire range is from 11.81 to 17.71
Base case is 14.76
After 10 000 trials, the std. error of the mean is 0.02



Statistics:	Forecast values
Trials	10 000
Base Case	14.76
Mean	14.77
Median	14.74
Mode	---
Standard Deviation	1.60
Variance	2.57
Skewness	0.0075
Kurtosis	1.82
Coeff. of Variability	0.1086
Minimum	11.81
Maximum	17.71
Range Width	5.90
Mean Std. Error	0.02

Forecast: Åtgärdskostnad Alternativ 1 (cont'd) **Cell: C23**

Percentiles:	Forecast values
0%	11.81
10%	12.56
20%	13.11
30%	13.66
40%	14.23
50%	14.74
60%	15.31
70%	15.88
80%	16.43
90%	16.99
100%	17.71

End of Forecasts

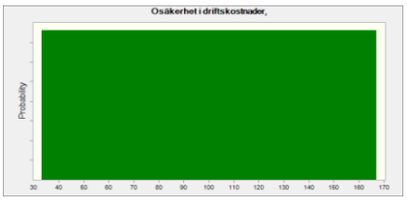
Assumptions

Worksheet: [KNA Hapranda ränta 14 150212.xlsx]4. Åtgärdsalternativ

Assumption: Osäkerhet i driftskostnader, **Cell: R13**

Beta distribution with parameters:

Minimum	33	(=P13)
Maximum	167	(=Q13)
Alpha	1	
Beta	1	



Assumption: Osäkerhet i investeringar och återinvesteringar, **Cell: R12**

Beta distribution with parameters:

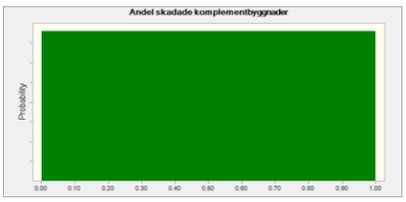
Minimum	50	(=P12)
Maximum	150	(=Q12)
Alpha	1	
Beta	1	

Worksheet: [KNA Hapranda ränta 14 150212.xlsx]5. Skadekostnadsschabloner

Assumption: Andel skadade komplementbyggnader **Cell: F50**

Beta distribution with parameters:

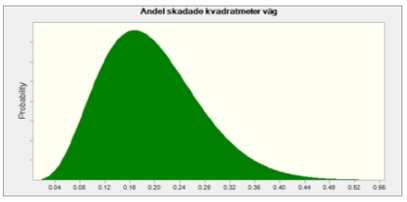
Minimum	0.00
Maximum	1.00
Alpha	1
Beta	1



Assumption: Andel skadade kvadratmeter väg **Cell: F53**

Beta distribution with parameters:

Minimum	0.00
Maximum	1.00
10%	0.10
90%	0.30

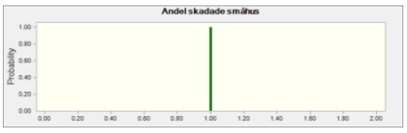


Assumption: Andel skadade småhus **Cell: F23**

Custom distribution with parameters:

Value

1.00

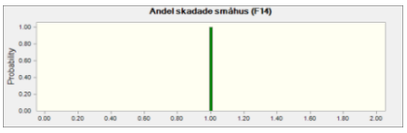


Assumption: Andel skadade småhus (F14) **Cell: F14**

Custom distribution with parameters:

Value

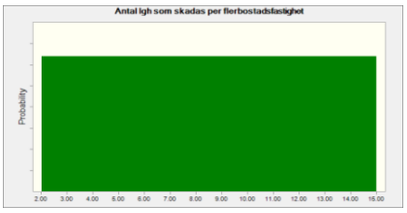
1.00



Assumption: Antal lgh som skadas per flerbostadsfastighet **Cell: H33**

Uniform distribution with parameters:

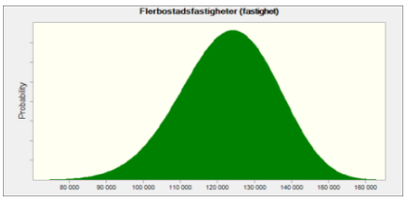
Minimum	2.00	(=F33)
Maximum	15.00	(=G33)



Assumption: Flerbostadsfastigheter (fastighet) **Cell: E29**

Beta distribution with parameters:

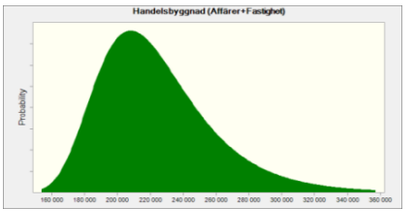
Minimum	5 392	
Maximum	184 919	
5%	100 879	(=C29)
95%	143 348	(=D29)



Assumption: Handelsbyggnad (Affärer+Fastighet) **Cell: E40**

Maximum Extreme distribution with parameters:

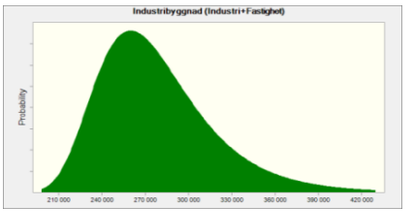
Likeliest	208 066
Scale	28 142



Assumption: Industribyggnad (Industri+Fastighet) **Cell: E42**

Maximum Extreme distribution with parameters:

Likeliest	259 764
Scale	32 092

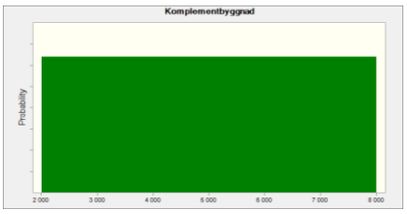


Assumption: Komplementbyggnad **Cell: E50**

Uniform distribution with parameters:

Minimum	2 000	(=C50)
Maximum	8 000	(=D50)

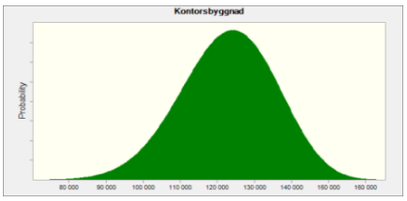
Assumption: Komplementbyggnad (cont'd) **Cell: E50**



Assumption: Kontorsbyggnad **Cell: E37**

Beta distribution with parameters:

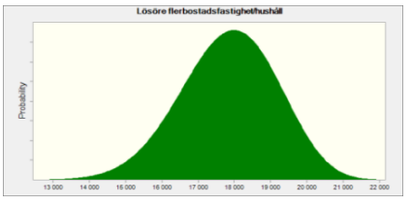
Minimum	6 098	
Maximum	184 808	
5%	100 879	(=C37)
95%	143 348	(=D37)



Assumption: Lösöre flerbostadsfastighet/hushåll **Cell: E31**

Beta distribution with parameters:

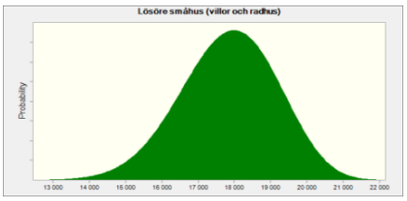
Minimum	7 086	
Maximum	23 762	
5%	15 561	(=C31)
95%	19 963	(=D31)



Assumption: Lösöre småhus (villor och radhus) **Cell: E25**

Beta distribution with parameters:

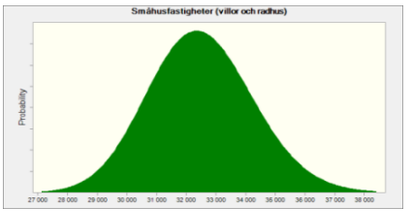
Minimum	7 086	
Maximum	23 762	
5%	15 561	(=C25)
95%	19 963	(=D25)



Assumption: Småhusfastigheter (villor och radhus) **Cell: E23**

Lognormal distribution with parameters:

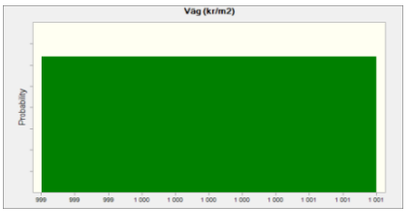
Location	0	
5%	29 665	(=C23)
95%	35 491	(=D23)



Assumption: Väg (kr/m2) **Cell: E53**

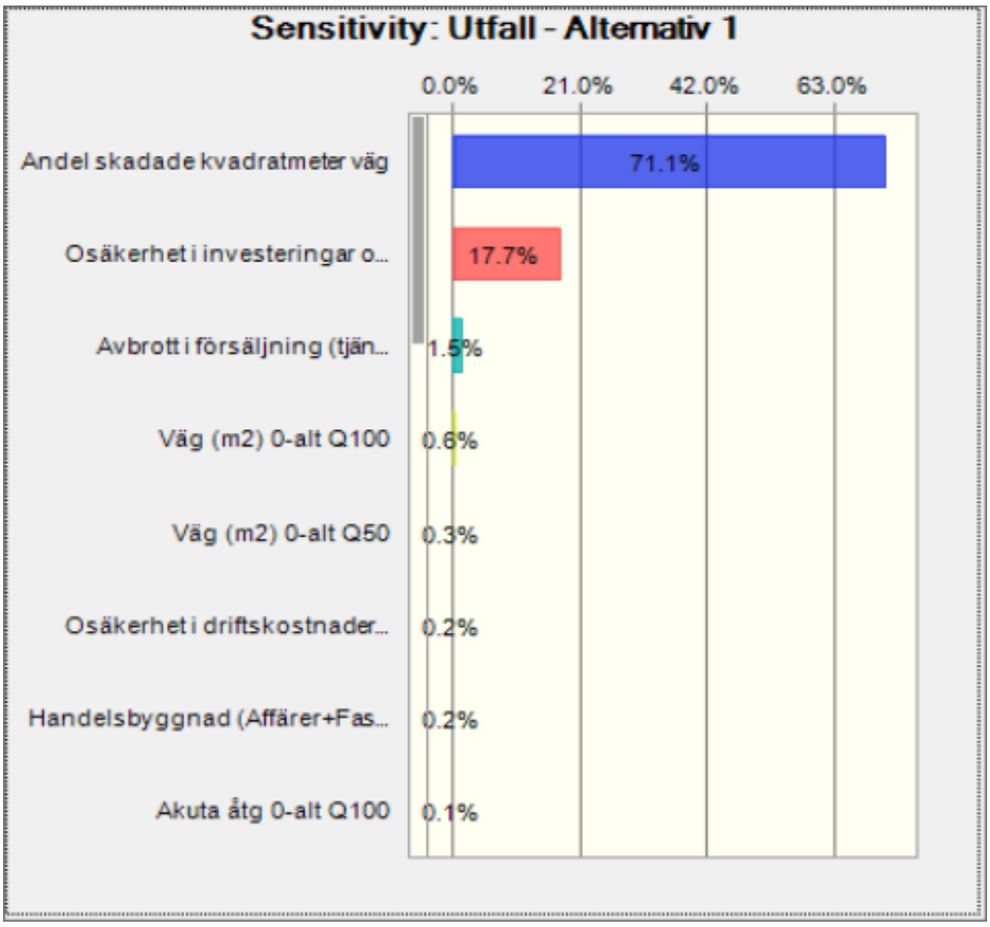
Uniform distribution with parameters:

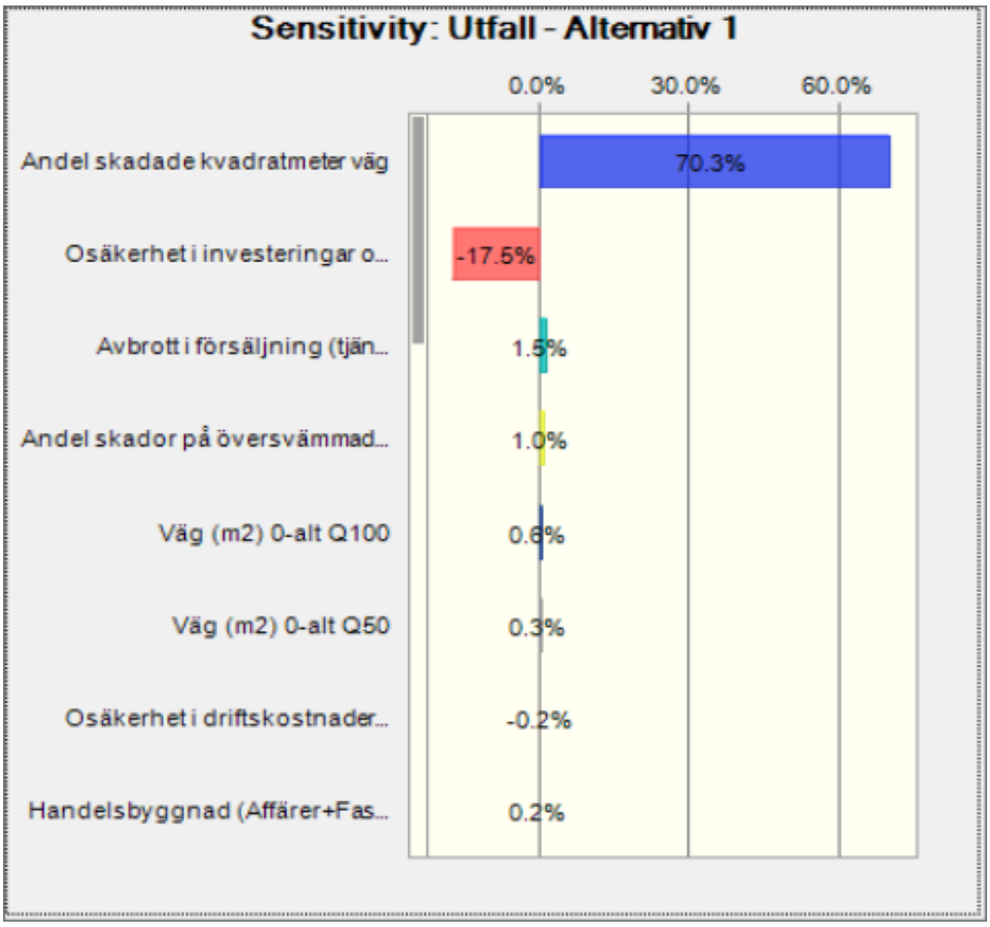
Minimum	999	(=C53)
Maximum	1 001	(=D53)



End of Assumptions

Sensitivity Charts





End of Sensitivity Charts