
PM – STENUNGSUNDS CENTRUMUTVECKLING

UPPDRAGSNUMMER 13008022

Strategi för klimatanpassning med avseende på stigande havsnivåer
och påverkan av skyfall



FOTO: MATS ANDRÉASSON

KONCEPTRAPPORT 2019-12-05

Sweco Environment AB

Innehållsförteckning

Sammanfattning - Stenungsunds centrumutveckling

- strategi för klimatanpassning med avseende på stigande havsnivåer och påverkan av skyfall

1	Bakgrund	5
1.1	Konsekvensklassning och översvämningszoner	5
1.2	Återkomsttid och sannolikhet	8
1.3	Klimatanpassning	9
1.4	Strategi för en hållbar och ekonomiskt försvarbar klimatanpassning	11
2	Havsnivåer i Stenungsund	15
2.1	Förslag till kriterier för havsnivåer i Stenungsund	15
2.2	Senaste beräknade havsnivåer i centrala Stenungsund	18
3	Skyfall	20
3.1	Förslag till kriterier för skyfall	21
4	Avslutande kommentar	22
	Referenser	22

Sammanfattning - Stenungsunds centrumutveckling

- strategi för klimatanpassning med avseende på stigande havsnivåer och påverkan av skyfall

Syftet med detta PM är att ta fram ett underlagsdokument som beskriver mål och strategi för klimatanpassning i samband med utvecklingen av Stenungsunds centrum med avseende på stigande havsnivåer och skyfall. Avsikten med dokumentet är dessutom att ge rekommendationer för hur risken för översvämning ska minimeras i framtiden. Huvudsyftet är att säkerställa en skyddsnivå för befintlig bebyggelse samt göra marken bakom skyddet klimatanpassad för kommande nyexploateringar.

Skyddsnivån ska i första hand bedömas utifrån gällande vetenskapliga kunskapsläge och ska i ett första läge beräknas vara tillräcklig 50 år fram i tiden, dvs. fram till år 2070. Detta baserat på ett klimatscenario som innebär en pessimistisk syn på utvecklingen, vilket alltså representerar en högre framtida möjlig högvattennivå i havet än den som anses vara mest trolig. Därmed skapas redan idag förutsättningar för ett mera långsiktigt skydd.

För att säkerställa att skyddsnivån hamnar på den säkra sidan ska därför ett värsta scenario kring klimatutvecklingen tillämpas för utsläpp av växthusgaser. Detta motsvaras av RCP 8.5, vilket innebär fortsatta höga utsläpp av koldioxid, även på lång sikt. I det fortsatta arbetet med klimatanpassning är det emellertid viktigt att fortlöpande följa den vetenskapliga utvecklingen och justera anpassningsarbetet när nya resultat från klimatforskningen blir offentliggjorda.

Översvämningssäkringen kommer emellertid efter 2070 och fram emot 2100 att ytterligare behöva nivåanpassas för en högre skyddsnivå för att ge tillräckligt skydd till år 2100. Med tanke på att skyddsnivån utgår från ett värsta klimatscenario är det emellertid fullt möjligt att den i dagsläget föreslagna, första skyddsnivån, kan vara tillräcklig längre än 50 år fram i tiden, dvs. hålla längre än till år 2070.

Som underlag för klimatanpassningsarbetet redovisas i detta PM en sammanställning av senaste fakta inom området, inklusive nödvändiga analyser för att kunna ge rekommendation för val av lämplig skyddsnivå, både på medellång och på lång sikt. Med medellång sikt menas i detta fall fram till år 2070 och lång sikt fram till år 2100. Detta är samma tillvägagångssätt som Göteborgs Stad, Uddevalla kommun och Orust kommun tillämpar i sin anpassningsstrategi för höga havsnivåer.

Klimatanpassning av översvämningsskyddet ska ske utifrån en väldefinierad systemförståelse så att risken för negativa följd effekter kan undvikas, såsom t.ex. påverkan av förhöjda grundvattennivåer och instängda ansamlingar av ytvatten bakom skydden i samband med kraftig nederbörd, t.ex. vid skyfall. Vid klimatanpassning i samband med centrumutvecklingen ska hänsyn främst tas till följande risker:

- Framtida högvatten i havet
- Framtida skyfall

När det gäller att möta hotet med en stigande havsvattennivå för centrumutvecklingen i Stenungsund bör strategin vara en fortlöpande anpassning till förhöjd havsvattennivå, dvs. anpassning efter hand. Med detta menas att en klimatanpassningsstrategi ska tillämpas, som är uppdelad på medellång sikt (fram till år 2070) och på lång sikt (fram till år 2100). Det kritiska händelseförloppet mellan dessa båda klimatanpassningsnivåer ska definieras, som t.ex. när översvämningssäkringarna inte ger ett betryggande skydd utan måste kompletteras med ett förstärkt påbyggnadsbart skydd. Detta skydd kan antingen bestå i att komplettera det inre skyddet, t.ex. vid kaj alternativt planera för ett yttre skydd med skyddsportar. Göteborgs Stad planerar för närvarande för att ett yttre skydd med skyddsportar ska vara på plats i slutet på detta sekel.

Val av dimensionerande händelse anger vilken ambitionsnivå, som sätts på klimatanpassningen. Detta bygger i huvudsak på en samlad bedömning av gällande myndighetsanvisningar och tillämpningar inom området. I detta fall har den dimensionerande händelsen för högvatten i havet bestämts till en 200 års händelse, vilket ligger helt i linje med de anvisningar som Länsstyrelsen förespråkar i rapporten "Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden".

Förslag till klimatanpassningsnivå redovisas nedan;

På medellång sikt (fram till år 2070) anpassas skyddet för en verkningsfull skyddsnivå motsvarande, som lägst en nivå på + 2,3 m.ö.h. (RH2000).

Detta högvattenskydd planeras så att det på lång sikt (fram emot 2100) är möjligt att ytterligare nivåanpassa, då kunskapen om klimatpåverkan kommer att öka under tid. Därför ska högvattenskyddet utformas med möjlighet till förändrings- eller påbyggnadsbarhet.

Med dagens kunskapsläge föreslås en effektfull skyddsnivå på lång sikt (fram till år 2100) som lägst på + 2,6 m.ö.h. (RH2000).

Detta motsvarar en nivå för en 200 års händelse år 2100 (övre percentil) samt högsta beräknade havsvattenstånd för år 2100. Högsta beräknade havsvattenstånd är ett värde definierat utifrån en metodik, som tagits fram inom SMHI:s senaste havsnivåprojekt, "SMHI, 2018. *Extremvattenstånd i Stenungsund, dat.2018-11-26*".

När det gäller klimatanpassning av planområden bakom ett översvämningsskydd, så ska val av dimensionerande händelse vara ett klimatanpassat 100-årsregn. Detta grundas i huvudsak på Länsstyrelsen senaste rekommendation och faktablad, "Fakta 2018:5, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering" där de bl.a. beskriver hur risken för översvämning till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner.

Länsstyrelsen rekommenderar bland annat att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett klimatanpassat 100-årsregn. Risken för översvämning från ett 100-årsregn ska bedömas i varje detaljplan och eventuella skyddsåtgärder ska säkerställas. Samhällsviktig verksamhet ska ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning. Framkomligheten till och från planområdet ska också bedömas och ska vid behov säkerställas.

Sammanfattat kan sägas att det ligger i samhällets intresse att utforma effektiva strategier och klimatanpassningsåtgärder för att främst förhindra, men även mildra konsekvenserna av översvämningar. Resurserna är dock begränsade och prioriteringar av de mest nödvändiga åtgärdsinsatserna måste därför göras. Detta är ett viktigt underlag för prioritering av samhällsekonomiska bedömningar av potentiella åtgärder. Syftet är främst att undersöka om en viss insats är samhällsekonomiskt lönsam och helst även analysera vilka insatser som är mer lönsamma än andra. Som verktyg för denna samhällsekonomiska konsekvensanalys föreslås att en kostnads-nyttoanalys (KNA) tillämpas. Speciellt föreslås denna analys genomföras i samband med planering av översvämningsskyddens utformning samt inför planering och genomförandet av kommande nyexploateringar bakom översvämningsskydden.

I ett nyligen avslutat Naturvårdsverksprojekt, "Systemlösningar för utveckling av klimatanpassning av det kustnära samhället" har fokus på projektet varit på att uppnå en långsiktig hållbar klimatanpassning av kustområdet. För att kunna uppnå detta krävs lösningar som tar hänsyn till samtliga klimatfaktorer som påverkar samhället negativt (t.ex. översvämningar) på olika sätt, som vi har kallat "multifunktionella systemlösningar". Detta, samtidigt som de naturliga förutsättningarna beaktas och andra samhällsvärden (t.ex. rekreation, kultur- och naturvärden) samt ekosystemtjänster ska tillgodoses. Det föreslås därför att detta tillvägagångssätt även tillämpas i samband med planering av Stenungsunds centrumutveckling samt vid utförandet av lämpliga översvämningsskydd för kommande planområden. Genomförandet av denna analys kan ske med hjälp av en s.k. multi-kriterieanalys (MKA), där även andra aspekter utöver de ekonomiska, såsom lokala, sociala och miljömässiga kriterier då vägs in. Inom ramen för projektet "Systemlösningar för utveckling av klimatanpassning av det kustnära samhället" har ett verktyg för en sådan MKA utvecklats.

1 Bakgrund

Sweco har fått i uppdrag av Stenungsunds kommun att ta fram ett underlagsdokument för en strategi av klimatanpassning i samband med utvecklingen av Stenungsunds centrum med avseende på stigande havsnivåer och skyfall.

Föreliggande rapport har utarbetats av Mats Andréasson (huvudförfattare) och Mattias Salomonsson (Uppdragsledare). Lars Rosén har formulerat avsnittet om kostnadsnyttanalys och multikriterieanalys. Under arbetet med denna rapport har senaste rön från myndigheter beaktats, bl. a. från MSB, Länsstyrelsen i Västra Götaland och SMHI.

Inledningsvis görs vissa förtydliganden rörande begreppen konsekvensklasser och översvämningszoner samt återkomsttid och sannolikhet. Därefter redovisas kortfattat hur klimatanpassningen hittills skett med avseende på havsnivåer och skyfall. Vart och ett av dessa båda kapitel avslutas med rekommendationer för hur strategin för klimatanpassningen av Stenungsunds centrum ska ske.

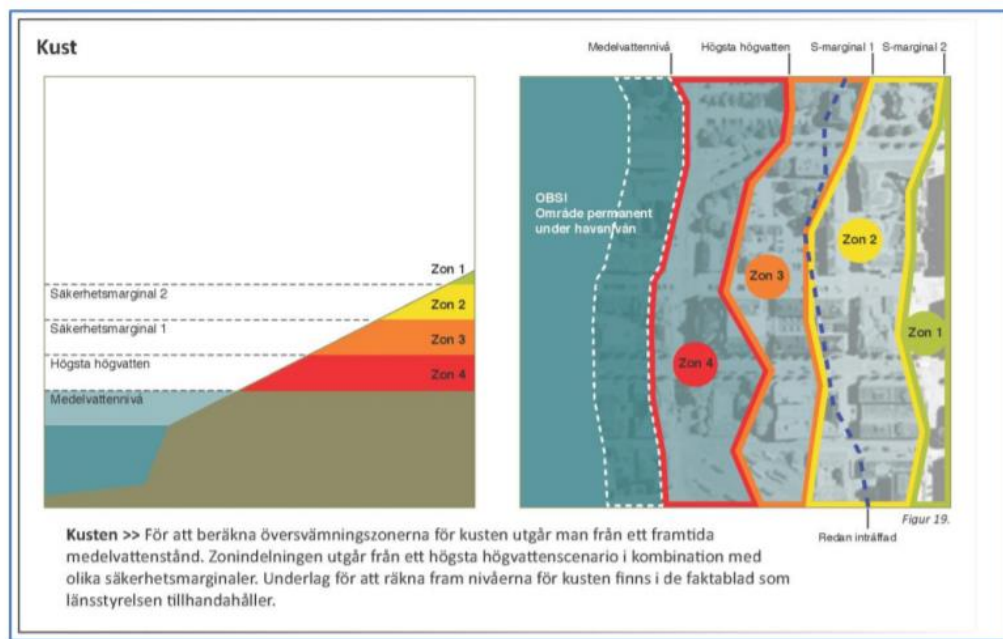
1.1 Konsekvensklassning och översvämningszoner

Vid dimensionering av säkerheten för infrastruktur och samhällsbyggande är det lämpligt att tillämpa konsekvensklassning. Vi föreslår att konsekvensklassning ska tillämpas för skydd av befintlig och planerad bebyggelse vad avser skydd mot höga havsnivåer och skyfall. Detta innebär att en konsekvensklassning ska formuleras och dimensioneringskriterier ska tas fram. Även tidshorizonten ska bestämmas, dvs. när i framtiden ska en verksam skyddsåtgärd vara på plats.

Användandet av översvämningszoner är ett alternativt sätt att differentiera kraven på en skyddsanläggning efter konsekvenserna av en extrem händelse. I rapporten "Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden" utgiven av länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län (2011) redovisas hur begreppet översvämningszoner kan tillämpas i den fysiska planeringen. Av figur 1 nedan framgår exempelvis att man rekommenderar användandet av begreppet beräknat högsta högvattensscenario i kombination med olika säkerhetsmarginaler.

I handboken presenteras inga exakta siffror eller nivåer för zonerna eftersom kunskap och bedömningar kan komma att ändras i takt med att ny forskning tas fram. Därför presenteras de aktuella planeringsnivåerna i de faktablad som Länsstyrelserna tillhandahåller. I figur 2 och 3 nedan redovisas några exempel på detta.

KUSTEN - Översvämningzoner enligt Stigande vatten:



Figur 1. Översvämningzoner i den fysiska planeringen enligt rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden från Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län (2011).

KUSTEN – Framtida högvatten

(RH2000, m.ö.h.)	100-årsnivå i dagens klimat	Högsta högvatten i dagens klimat	Nettohavshöjning fram till 2100	Framtida högsta högvatten 2100
Mätstation				
Kungsvik	1,45	1,55	0,66	2,2
Smögen	1,45	1,55	0,67	2,2
Stenungsund	1,66	1,76	0,68	2,4
Göteborg/Torshamn	1,61	1,71	0,68	2,4
Varberg/Ringhals	1,55	1,65	0,78	2,4

Inklusive vinduppstuvning. Havsnivåhöjning minus landhöjning. Inklusive vinduppstuvning.

Figur 2. Utdrag från Faktablad - KUSTEN (Version 2.0) Underlag till rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden. Gäller för Västra Götalands län (2014-12-29).

100-årsnivån är den nivå som beräknas uppstå i genomsnitt en gång per 100 år, högsta högvatten¹ är i handboken definierad som denna nivå plus ett tillägg för vindens påverkan. Denna effekt, *vinduppstuvning*, är inte en effekt som behöver beaktas överallt. Generellt används ett tillägg på 0,1 m. Effekter av vågor är mycket beroende på kortvariga episoder och land- och bottenstrukturer varför något allmänt påslag ej används här. Havsnivåhöjningen bedöms vara 0,98 meter vilket är den högsta nivån i uträkningarna enligt RCP8.5. Detta beskrivs utförligare i SMHI:s rapport "Uppdaterad klimatanalys av havsvattenstånd i Västra Götalands län (SMHI rapport Nr 2011-45).

KUSTEN - säkerhetsnivåer:

(RH2000, m.ö.h.)	Framtida högsta högvatten	Säkerhetsnivå 1 0,5 m säkerhetsmarginal	Säkerhetsnivå 2 1,0 m säkerhetsmarginal
Mätstation			
Kungsvik	2,2	2,7	3,2
Smögen	2,2	2,7	3,2
Stenungsund	2,4	2,9	3,4
Göteborg/Torshamn	2,4	2,9	3,4

KUSTEN - zoner och planeringsnivåer:

(RH2000, m.ö.h.)	Zon 4 Mellan medelvattenstånd och framtida högsta högvatten	Zon 3 Mellan högsta högvatten och säkerhetsnivå 1	Zon 2 Mellan säkerhetsnivå 1 och 2	Zon 1 Över säkerhetsnivå 2
Mätstation				
Kungsvik	<2,2	2,2 – 2,7	2,7 – 3,2	>3,2
Smögen	<2,2	2,2 – 2,7	2,7 – 3,2	>3,2
Stenungsund	<2,4	2,4 – 2,9	2,9 – 3,4	>3,4
Göteborg/Torshamn	<2,4	2,4 – 2,9	2,9 – 3,4	>3,4

Figur 3. Utdrag från Faktablad - KUSTEN (Version 2.0) Underlag till rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden. Gäller för Västra Götalands län (2014-12-29).

SMHI har i dagsläget räknat fram nya värden. Dessa redovisas utförligare i SMHI:s rapport (*Klimatologi Nr.45, 2017*). Enligt Länsstyrelsen, så skiljer sig inte värdena så mycket från deras tidigare rekommendationer, enligt "Faktablad - KUSTEN (Version 2.0)", så dessa gäller därför tills vidare.

SMHI har emellertid nyligen på uppdrag av MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) genomfört nya havsnivåberäkningar för Stenungsund. Detta kommer att vara ett bra underlag för Översvämningsdirektivets pågående cykel. Resultat från dessa nya beräkningar redovisas utförligare under kapitel 2 i detta dokument.

¹ Observerat högsta högvatten kan vara högre än beräknat 100-årsnivå men kan också vara lägre.

Västra Götalands län ingår i Västerhavets vattendistrikt. Inom Västerhavets avrinningsområde har bl. a. Stenungsund pekats ut, som område där risken för översvämningar är betydande. I hela landet har 25 områden med betydande översvämningrisk identifierats. Hotkartor för de identifierade områdena finns i MSB:s översvämningportal, se vidare under kapitel 2. Riskkartor kommer att presenteras under 2019 samt riskhanteringsplaner under 2020 – 2021.

1.2 Återkomsttid och sannolikhet

Sannolikheten för att en händelse ska inträffa brukar beskrivas med händelsens återkomsttid. Under denna tidsperiod inträffar eller överträffas händelsen i genomsnitt en gång. Sannolikheten för att exempelvis en 100-årshändelse ska inträffa under ett enskilt år är en (1) procent, men eftersom man exponerar sig för risken under projektets livstid blir den *ackumulerade sannolikheten* betydligt större. Sannolikheten för att en 100-årshändelse inträffar åtminstone en gång under en 100-årsperiod är exempelvis hela 63 % (Se tabell 1 nedan).

Tabell 1. Tabell för ackumulerad risk. Sambandet mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikhet i procent.

Återkomsttider

Tabellen visar den ackumulerade risken att en vädersituation med en viss återkomsttid inträffar under en tidsperiod.

Återkomsttid [År]	Sannolikhet under 1 år	Sannolikhet under 2 år	Sannolikhet under 5 år	Sannolikhet under 10 år	Sannolikhet under 20 år	Sannolikhet under 50 år	Sannolikhet under 100 år
2	50	75	97	100	100	100	100
5	20	36	67	89	99	100	100
10	10	19	41	65	88	99	100
20	5	10	23	40	64	92	99
50	2	4	10	18	33	64	87
100	1	2	5	10	18	39	63

1.3 Klimatanpassning

Begreppet *klimatanpassning* används ofta i olika betydelser. I föreliggande dokument avser begreppet anpassning till de förutsättningar som såväl ett nuvarande som ett förändrat klimat skapar.

Under senare år har ett stort antal klimatanpassningsprojekt genomförts för olika sektorer. Underlaget för anpassning till ett förändrat klimat har förbättrats genom bland annat tillgång till detaljerade regionala klimatscenarier. Speciellt är de länsvisa klimatanalyser, som SMHI tillhandahåller, relevanta vid klimatanpassning (*Klimatologi Nr.24, 2015*).

Frågan om anpassning till ett förändrat klimat är förhållandevis ny och kräver ett nytt förhållningssätt i beslutsprocessen. Nya forskningsresultat kommer att tillkomma i framtiden. Detta gör att det krävs en noga genomtänkt strategi när resultaten ska tillämpas. Därvid bör man beakta frågan om vad som måste göras redan nu och vilka frågor som kan skjutas på tills det vetenskapliga underlaget blir säkrare eller när i framtiden en skyddsåtgärd definitivt måste genomföras.

Osäkerheter kommer in på flera nivåer i processen. Därför bör alternativa klimatscenarier, som beskriver höga respektive mindre höga antaganden om framtidens utsläpp av växthusgaser, användas vid analyserna. Dessutom bör resultat från fler än en klimatmodell användas. Detta är en strategi som bland annat tillämpas av SMHI. Senaste vetenskapliga klimatanalyser tyder emellertid på att höga antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser överensstämmer väl med hittills verifierade nivåökningar.

På liknande sätt bör alternativa klimatanpassningsnivåer tillämpas beroende på risk och konsekvens av en översvämning. Utvärdering av översvämningsrisk föreslås i stort att följa den strategi och de riktlinjer som generellt börjat tillämpas. Ett bra exempel på detta är de planeringsnivåer som Göteborgs Stad tagit fram i *"Tematiskt tillägg för översvämningsrisker, Översiktsplan för Göteborg (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019)"*.

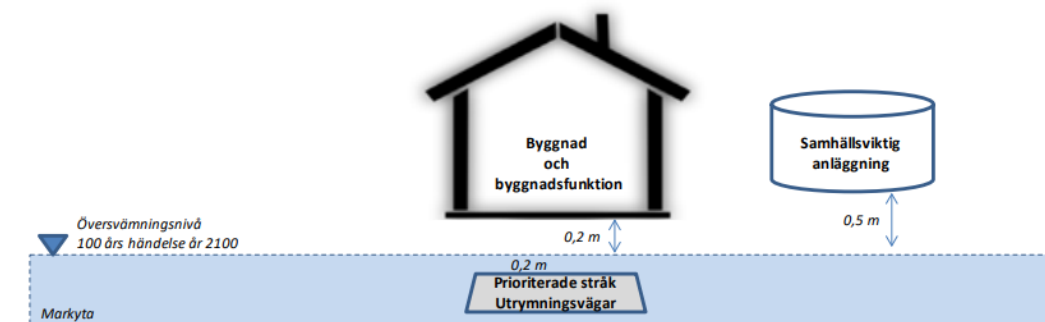
Exempel på lämpligt underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelser kan ses i figur 4 och figur 5 nedan.

Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/Planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterat vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

Samhällsviktig anläggning.

Med samhällsviktig anläggning avses infrastruktur som i ett perspektiv till år 2100 om de slås ut innebär stor skada för samhället och/eller är kostsamt att återskapa. I detta perspektiv är det stora sjukhus, tung infrastruktur och tekniska anläggningar viktiga för stadens funktion. Inom staden finns en kartläggning av vilka objekt som bedöms vara samhällsviktig anläggning. (Stadens definition av samhällsviktig anläggning är något snävare än MSB:s definition av samhällsviktig verksamhet).

Figur 4. Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).



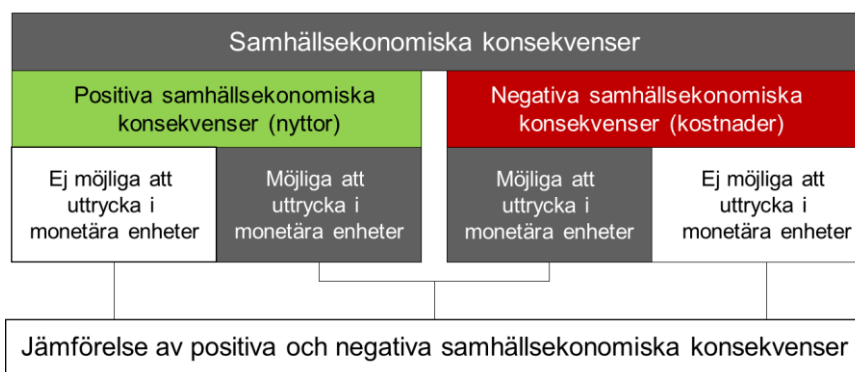
Figur 5. Exempel på visualisering av planeringsnivåer vid skyfall (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

1.4 Strategi för en hållbar och ekonomiskt försvarbar klimatanpassning

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 (KNA).

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 (marginalnyttan) 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 rapporter, artiklar och utredningar, se exempelvis Trafikverket (2016), Boardman et al. (2011), Söderqvist et al. (2014) och Söderqvist (2006).

Med samhällsekonomiska termer menas närmare bestämt handlingsalternativens konsekvenser för individers och företags välbefinnande (ibland även benämnt "välfärd"). Ökningar av välbefinnandet till följd av handlingsalternativet utgör alternativets nyttor och minskningar av välbefinnandet till följd av handlingsalternativet är alternativets kostnader, se figur 6 nedan.

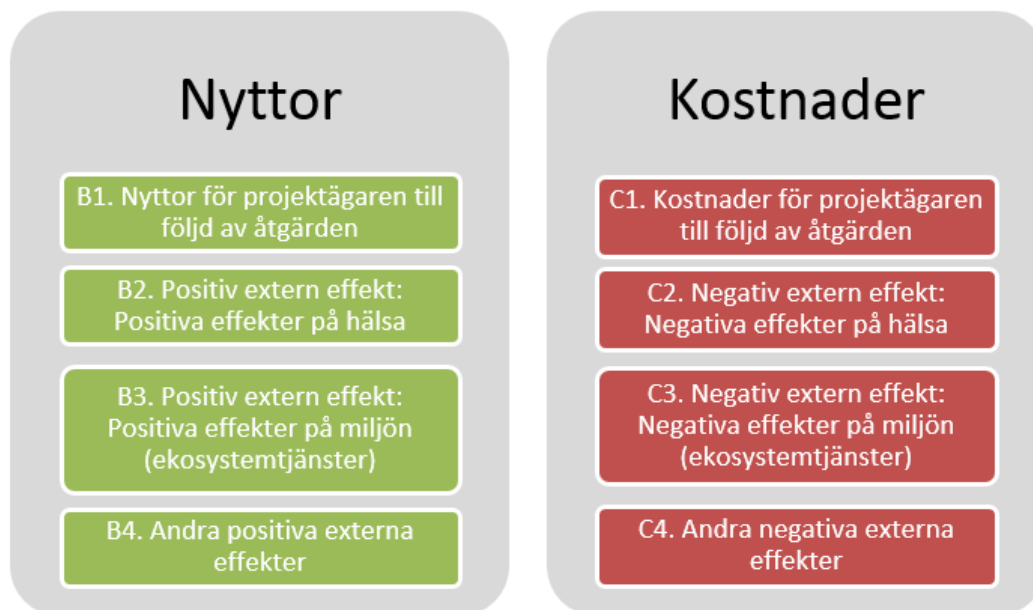


Figur 6. Samhällsekonomiska konsekvenser i en kostnads-nyttoanalys.

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. I en samhällsekonomisk analys är tidsperspektivet för de beslut som ska tas av avgörande betydelse eftersom nyttor och kostnader, och därmed den samhällsekonomiska lönsamheten, uppskattas för en vald tidsperiod. Denna är ibland åtgärdens tekniska

livslängd, men kan också väljas på andra grunder, såsom hänsyn till flera framtida generationer.

I en samhällsekonomisk analys inkluderas både projektägarens (interna) och övriga samhällets (externa) effekter, se figur 7 nedan. En analys som omfattar endast projektägarens effekter brukar benämnas projektekonomisk analys, men en fullständig samhällsekonomisk analys ska omfatta också externa effekter.



Figur 7. Kategorier av nyttor och kostnader i en kostnads-nyttoanalys.

Kostnads-nytto-analyser utgör ett direkt stöd för beslut rörande dels val av skyddsåtgärd och utformning, dels för att illustrera de samhällsekonomiska konsekvenserna i samband med höga flöden och/eller kraftig nederbörd. Kostnads-nyttoanalyser utgör också 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 Beredskap (MSB) föreskrift om riskhanteringsplaner (MSBFS 2013:1).

En KNA 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 positiva och negativa effekter 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 6. I en KNA behöver därför effekter som inte värderats i ekonomiska termer

beskrivas kvalitativt och åtföljas av en bedömning av i vilken grad de skulle kunna påverka utfallet i analysen.

Åtgärder för klimatanpassning kan också medföra effekter som inte är möjliga eller lämpliga att mäta i ekonomiska termer. En del åtgärder kommer att innebära synliga förändringar i stadsmiljön exempelvis i form av invallningskonstruktioner, grönytor, öppna kanaler, dammar, etc. Dessa åtgärder kan också komma att påverka människor på olika vis och drabba/gynna olika grupper i samhället på olika sätt. Åtgärder kan exempelvis leda till ökad eller minskad rättvisa, ökad eller minskad tillgänglighet till olika funktioner samt ökad eller minskad tillgång till kulturvärden. Åtgärder kan också påverka funktioner i miljön som inte påverkar människors möjligheter att dra nytta av miljön (ekosystemtjänster). Ett exempel är värdet av att bevara ett vattendrags naturliga lopp, oaktat den nytta människan har av detta. Sådana inneboende miljövärden låter sig inte värderas ekonomiskt.

För att åstadkomma en bredare och mera komplett hållbarhetsanalys behöver därför den samhällsekonomiska analysen kompletteras. Olika positiva och negativa effekter av dessa åtgärder för klimatanpassning behöver vägas in i för att få relevanta beslutsunderlag kring vilka åtgärder som är lämpligast och mest hållbara att utföra.

Den samhällsekonomiska analysen kan då kompletteras med bedömningar av sociala och miljömässiga effekter för att åstadkomma en hållbarhetsanalys i enlighet med de grundläggande principer för hållbar utveckling som ursprungligen beskrevs i Brundtland-rapporten *Vår gemensamma framtid* (World Commission on Environment and Development, 1987). Analysen kommer härvid att omfatta en ekonomisk, en social och en miljömässig analys som kan integreras till en sammantagen hållbarhetsanalys. Ett sätt att göra detta är att tillämpa s.k. multi-kriterieanalys (MKA), se exempelvis Rosén m.fl. (2015).

I en multi-kriterieanalys utvärderas hur olika handlingsalternativ eller projekt presterar med avseende på en uppsättning kriterier. Dessa kriterier bör förankras väl bland de intressenter som kan påverkas av besluten. En multi-kriterieanalys möjliggör att kvantitativdata och kvalitativa bedömningar kan integreras till en sammantagen analys. Det finns ett flertal olika metoder och tekniker för multi-kriterieanalys. Övergripande beskrivningar av dessa metoder ges exempelvis av DCLG (2009).

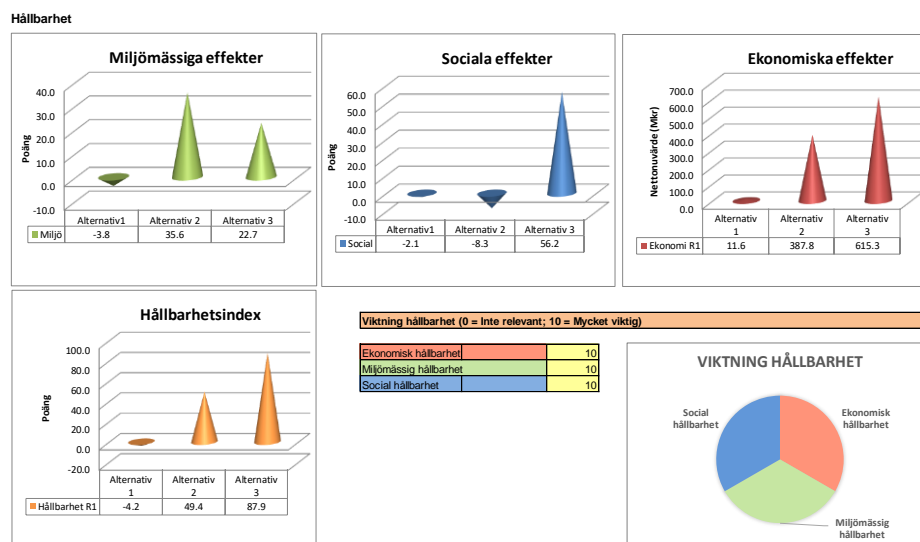
En MKA bör inkludera följande steg:

- Etablera kontext. Vad är analysens målsättning och vilka är intressenterna?
- Identifiera alternativ som ska analyseras.
- Identifiera kriterier mot vilka alternativen ska bedömas.
- Bedöm de förväntade effekterna (prestanda) av respektive alternativ mot de uppställda kriterierna.
- Tilldela vikter (betydelse) för respektive kriterium.
- Kombinera vikter och effekter för varje alternativ för att få ett sammanvägt värde.
- Utvärdera resultaten.
- Genomför känslighetsanalys.

Bedömningarna av ingående kriterier vägs således samman till en slutlig bedömning. Denna sammanvägning kan göras på olika sätt, exempelvis genom poängsättnings-system. Förfarandet innebär att användaren/beslutsfattaren tvingas att öppet redovisa hur de olika kriterierna hanterats. MKA är därför ett viktigt verktyg för att ge stöd och struktur vid sammanvägning av ekonomiska effekter med andra viktiga faktorer i syfte att åstadkomma en hållbar klimatanpassning.

Syftet med MKA är således i detta sammanhang att kunna genomföra en bredare och mera fullständig hållbarhetsbedömning av åtgärdsalternativen än vad som är fallet med kostnads-nyttoanalysen. Genom MKA:n kan lokala sociala och miljömässiga effekter som inte enkelt kan värderas i pengar, såsom kulturvärden, tillgänglighet, effekter kopplade till olika miljömål, etc., inkluderas. Göteborgs Stad har utarbetat en metod för hållbarhetsbedömning av klimatanpassningsåtgärder (se ex Rosén och Nimmermark, 2018). Kriterier för hållbarhetsbedömningar har valts i enlighet med stadens övriga hållbarhetsarbete.

Ett exempel på redovisning av hållbarhetsbedömning med den metod som utvecklats för Göteborgs Stad (FloodMan, se Rosen och Nimmermark, 2018) och i projektet "Systemlösningar för utveckling av klimatanpassning av det kustnära samhället" ges i Figur 8. Resultaten från hållbarhetsanalysen redovisas grafiskt, uppdelat på de tre hållbarhetsdimensionerna. Miljömässiga och sociala effekter utvärderas genom poängsättning och viktning av valda kriterier. Ekonomiska effekter utvärderas genom kostnads-nyttoanalys. Den sammantagna hållbarhetsbedömningen uttrycks i form av ett normerat hållbarhetsindex som kan variera mellan -100 och +100, där negativa värden uttrycker en försämring ur hållbarhetssynpunkt och positiva värden en förbättring relativt den situation som råder innan klimatanpassningsåtgärderna genomförs.



Figur 8. Exempel redovisning av klimatanpassningsåtgärders hållbarhet i FloodMan.

2 Havnivåer i Stenungsund

Frågan om extrema och framtida stigande havsnivåer är ständigt aktuell, inte minst på grund av samhällsbyggande i havsnära områden och den pågående globala uppvärmningen.

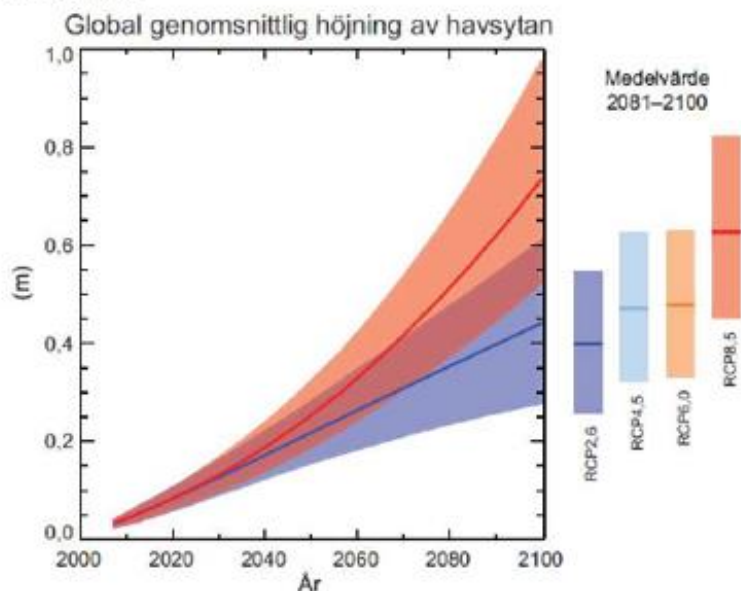
För att beräkna extremvärden av havsnivåerna i dagens klimat så har hittills förhållandevis enkel frekvensanalys tillämpats i de flesta fall. Existerande dataseriers begränsade längd gör att de nivåer som då räknas fram har en återkomsttid av längst 200 år. För närvarande pågår emellertid ett kontinuerligt utvecklingsarbete vid SMHI gällande förändrade havsnivåer. Det senaste arbetet har varit att kombinera de mest extrema uppmätta nivåförändringarna orsakade av oväder på en given plats, med ett extremt ogynnsamt utgångsläge i form av havsnivån innan stormen inträffar. Nivåer som tagits fram med den nya metodiken ligger i medel flera dm högre än de nivåer som beräknas med konventionell extremvärdesanalys. Dessa nivåer har räknats fram för relativt öppen kust där det finns långa mätserier, och antas ha en mycket låg sannolikhet som inte kunnat kvantifieras än. I vikar, fjordar och områden där topografiska effekter kan komma att påverka vattennivåerna behövs emellertid alltid kompletterande studier.

2.1 Förslag till kriterier för havsnivåer i Stenungsund

Vi föreslår att Stenungsunds kommun tillämpar två tidsanpassade skyddsnivåer för översvämningskydd när det gäller klimatanpassning för havsnivåer. Dessa skyddsnivåer bör kopplas mot en vald framtid. Den första skyddsnivån som ska anläggas bör skydda mot en beräknad dimensionerad havsnivå år 2070, vid en 200-årshändelse på den aktuella platsen.

För den högre skyddsnivån föreslås att den planeras för dimensionerad havsnivå år 2100, vid en 200-årshändelse på den aktuella platsen. Lokala topografiska effekter ska beaktas för båda skyddsnivåerna. Den senare skyddsnivån bör emellertid i dagsläget bestämmas inom ett visst spann av säkerhetsmarginal eftersom det i dagsläget finns en stor osäkerhet, dvs. en stor variation i havsnivåhöjningen mot slutet av seklet. Se Figur 9 nedan som är hämtad från rapport IPCC AR5 (FN:s klimatpanel).

FIGUR SPM.9



Global havshöjning enligt IPCC AR5 utsläppsscenarier. Det högsta, RCP8.5 leder till en höjning av havsytan på mellan 0.53 och 0.98 m för 2100. Medelvärdet för åren 2081-2100 är 0.45–0.82 m, vilket visar att mycket av höjningen sker mot slutet av seklet. Källa: IPCC AR5, Summary for policy makers, figur 9.

Figur 9. Global havshöjning enligt IPCC AR5 utsläppsscenarier.

I Figur 10 nedan visas den globala havsnivåhöjningen för åren 2020, 2050, 2070 och 2100. I denna analys har osäkerheten från återkomstvärdet kombinerats med osäkerheten från klimatscenarierna. Medianvärdet av den globala medelvattenytans höjning enligt RCP8.5 med medföljande konfidensintervall visas i figur 10 nedan. Konfidensintervallet ökar kraftigt mot slutet på seklet, vilket visar att osäkerheten ökar med tiden. Värdena anges i cm relativ referensperioden 1986-2005 för klimatscenariot RCP8,5. Siffrorna inom parantes anger 5-95 percentiler utifrån de bakomliggande modellresultaten. Källa Church et.al., 2013.

	2020	2050	2070	2100
Global havsnivåhöjning	8 (6-11)	25 (19-32)	42 (31-54)	74 (53-98)

Figur 10. Beräknad global havsnivåhöjning i cm för åren 2020, 2050, 2070 och 2100.

Nedan redovisas beräknat havsvattenstånd med 100 års återkomsttid i ett framtida klimat vid Marstrand. Havsvattenstånd med 100 års återkomsttid redovisas för åren 2020, 2050, 2070 och 2100. Nivåerna för ett framtida klimat baseras på den globala medelvattenytans

höjning enligt klimatscenariot RCP8.5 (medianvärdet). Värdena inom parantes anger 95 % konfidensintervall. För framtida klimat inkluderar det angivna konfidensintervallet osäkerheten i framtida medelvattenstånd för RCP8.5, osäkerheten av det beräknade återkomstvärdet samt osäkerheten i mätningarna. Värdena anges i cm i höjdsystemet RH2000 och baseras på observerat vattenstånd vid Smögen från perioden 1911-2017, anpassat till Stenungsund, som bedömts vara lämplig för Marstrand. Källa SMHI.

	2018	2020	2050	2070	2100
100-års	160	166	173	184	206
återkomstnivå	(144-177)	(145-187)	(149-198)	(153-215)	(156-257)

Figur 11. Beräknat havsvattenstånd med 100 års återkomsttid i cm för åren 2020, 2050, 2070 och 2100.

I nedanstående figur 12 redovisas ett utdrag från senaste beräkningar av framtida extremvattenstånd i Stenungsund. SMHI har genomfört beräkningarna på uppdrag av MSB. SMHI rapport "Extremvattenstånd i Stenungsund, dat.2018-11-26." I figuren framgår beräknade återkomstvärden i höjdsystemet RH2000 för år 2100 inklusive landhöjning. Återkomstvärden i centimeter i RH 2000 för återkomstperioden 100 och 200 år, samt ett högsta beräknat vattenstånd för Stenungsund. Konfidensintervallet innehåller det riktiga värdet med sannolikheten 95 %. Högsta beräknade vattenstånd är ett värde definierat utifrån metodik som tagits fram i SMHI:s havsnivåprojekt, kombinerat med värdet för FN:s angivna övre percentil för RCP8.5.

Som framgår av ovanstående figur 11 (Marstrand) samt nedanstående figur 12 (Stenungsund), så överensstämmer de vid en 100 årshändelse år 2100. Därmed bör det finnas en liknande samstämmighet för år 2070. Detta bör emellertid säkerställas innan den slutliga skyddsnivån fastställs för Stenungsunds centrum år 2070.

	100 år	200 år	Högsta beräknade havsvattenstånd
Skattat värde år 2100	204	210	260
Konfidensintervall 95 %	156 - 251	161 - 258	-

Figur 12. Extremvattenstånd i Stenungsund för år 2100. Beräkningar för 100 respektive 200 års händelse samt högsta beräknade havsvattenstånd.

I nedanstående figur 13 redovisas högsta beräknade havsvattenstånd i Stenungsund för år 2100, samt vilka bidrag som tillsammans ger högsta beräknade havsvattenstånd. Posterna i beräkningen av högsta beräknade havsvattenstånd år 2100 är definierat utifrån en metodik som tagits fram inom SMHI:s havsnivåprojekt.

	Högsta beräknade havsvattenstånd	
Högsta nettohöjning Stenungsund	144	SMHI Klimatologi 45, 2017
Högsta vattenstånd före storm i Skagerrak	49	SMHI Klimatologi 45, 2017
Medelvattenstånd i RH2000 år 1995	4	SMHI Klimatologi 41, 2017
Global havsnivåhöjning, 1995-2100 (övre percentil)	98	Church m.fl., 2013
Landhöjningseffekt, 1995-2100	-35	SMHI Klimatologi 41, 2017
TOTAL	260	

Figur 13. Beräknat högsta högvattenstånd för år 2100 i Stenungsund.

Dimensioneringskriteriet för höga havsnivåer föreslås utgå från en 200 års händelse i kombination med olika säkerhetsmarginaler beroende på konsekvens. Detta ligger helt i linje med de anvisningar som Länsstyrelsen förespråkar samt från rapporten "Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden".

2.2 Senaste beräknade havsnivåer i centrala Stenungsund

Vi föreslår att Stenungsunds kommun använder de senaste resultaten, som tagits fram av MSB för analys av översvämningsutbredningen i Stenungsund. Hot- och riskkartorna för Stenungsund visar på vilka konsekvenser en översvämning av havet kan få på Stenungsund. Den senaste översvämningskarteringen, som genomförts visar på de områden som hotas i centrala Stenungsund av en översvämning när havet uppnår en viss beräknad nivå. Hotkartan för havet visar utbredningen och djupet av en översvämning. Hotkartorna finns för de områden som identifierats ha en betydande översvämningsrisk enligt förordning om översvämningsrisker (SFS 2009:956). Nedan visas några exempel på beräkningsresultat för Stenungsund, som även presenteras på MSBs hemsida under översvämningsportalen. Se vidare;

<https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/hot-och-riskkartor/stenungsund/hotkartor.html>



Figur 14. Beräknad 200-årsnivå för Stenungsund i slutet av seklet (2,10 m i RH2000). Beräknat vattendjup.



Figur 15. Beräknad högsta nivå i slutet av seklet för Stenungsund i slutet av seklet (2,60 m i RH2000). Beräknat vattendjup.

Nedan redovisas föreslagna klimatanpassningsnivåer för år 2070 samt för år 2100.

Den dimensionerande händelsen för Stenungsund föreslås utgå från en 200 års händelse, vilket ligger helt i linje med de anvisningar som Länsstyrelsen förespråkar i rapporten "Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden".

Föreslagen skyddsnivå för år 2070. Skyddsnivån föreslås utgå från en 200 års händelse som inkluderar vinduppstuvning och en extra säkerhetsmarginal. Då blir beräknad nivå **+ 2,3 m.ö.h.** (en 100 års händelse enligt figur 11 är + 2,15 m + 0,10 m förhöjd nivå för en 200 års händelse enligt uppgift från SMHI).

Föreslagen förhöjd skyddsnivå för år 2100. Återkomstvärdet för en 200 års händelse enligt figur 12 är + 2,58. Detta överensstämmer med "högsta beräknade vattenstånd" år 2100 enligt figur 13. En nödvändig skyddsnivå kan därmed föreslås ligga på **+ 2,6 m.ö.h.**

3 Skyfall

Under senare år har frågan om skyfall aktualiserats genom ett flertal kostsamma översvämningar i urbana miljöer, varav översvämningen i Köpenhamn den 2 juli 2011 är mest uppmärksammas. Denna händelse har i allra högsta grad påverkat diskussionen om skydd mot skyfall inom urbana stadskärnor. De kraftigaste skyfallen har ofta en ganska begränsad utbredning och påverkar därför i första hand de lågt belägna delarna i en urban stadskärna.

Inom hårdgjorda stadsstrukturer finns i regel inte tillräckligt utrymme för att hantera det ytvatten som avleds vid kraftig nederbörd, som skyfall. Skyfallsfrågan är därmed en fråga som kräver förvaltningsöverskridande samverkan för att möjliggöra en klimatanpassning av samhällsutvecklingen i ett föränderligt klimat. Skyfall behöver därför få ett större utrymme i kommunens verksamhetsplanering då det förutom att säkerställa framtida samhällsutbyggnad även handlar om att skydda befintliga strukturer och samhällsviktiga objekt.

Speciellt viktigt blir detta för Stenungsund, då det planeras för klimatanpassning mot ett stigande hav, vilket kommer att kräva en väl genomtänkt planering. Ett skydd mot höga havsnivåer kan t.ex. komma att försämra möjligheten för avledningen av ytvatten i samband med skyfall. En skyfallsplanering som tydligt klargör åtgärdsbehovet, ansvarsfördelning, tidplan och uppföljningsarbete kommer att underlätta för kommunens kontinuerliga arbete med att minimera de skador som ett skyfall kommer att kunna orsaka. Till skillnad från den stigande havsnivån, där det finns möjlighet till en mera långsiktig åtgärdsplanering, bör de förebyggande åtgärderna mot skyfall planeras och genomföras inom ett betydligt kortare tidsschema.

Länsstyrelserna i Västra Götalands och Stockholms län har tagit fram ett faktablad, "Fakta 2018:5, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering" där de beskriver hur risken för översvämning till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner.

Länsstyrelsen rekommenderar bl.a.:

- Att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn ska bedömas i detaljplanen och eventuella skyddsåtgärder ska säkerställas. Samhällsviktig verksamhet ska ges

en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.

- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och ska vid behov säkerställas.

Hänsyn till dessa rekommendationer ska tas vid planering av all ny bebyggelse, såväl vid lokalisering, som placering och utformning. En skyfallsplan kan därför utföras för att ingå som del i kommunens risk- och sårbarhetsanalys, ett tematiskt tillägg till den fördjupade översiktsplanen eller som ett fristående dokument. Nedan följer en beskrivning på hur det fortsatta klimatanpassningsarbetet kan genomföras för att klimatsäkra Stenungsunds centrumutveckling mot skyfall.

3.1 Förslag till kriterier för skyfall

Vi föreslår att Stenungsunds kommun följer Länsstyrelsens rekommendation och tillämpar ett klimatanpassat 100-årsregn (CDS-regn med 6 timmars varaktighet). Med klimatanpassat regn menas att en klimatkoefficient ska tillämpas. En klimatkoefficient om minst 1,25 föreslås användas, som kan hämtas från SMHI, rapporten "Sveriges framtida klimat, Klimatologi Nr 14, 2015" samt från "MSB, publikation 1121 - augusti 2017, "Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning". Detta scenario är det som Länsstyrelsen rekommenderar och bland annat förespråkas av MSB vid studie av skyfall.

För mer information om modelleringsmetodik vid skyfallskarteringar hänvisas till publikationen "Vägledning för skyfallskartering", som tagits fram av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB 2017). Det bör påpekas att lämplig klimatkoefficient för ett regn med 100-års återkomsttid är utifrån dagens kunskapsläge. Vilken siffra som slutligen ska väljas kan hämtas från rapporten "Extremregn i nuvarande och framtida klimat: analyser av observationer och framtidsscenarioer (SMHI 2018)".

Med kostnads-nyttoanalys (KNA) kan det emellertid utvärderas om en högre skyddsnivå ska tillämpas för de mest riskutsatta byggnaderna och samhällsviktiga funktioner, i det fall ett skyfall skulle medföra stora konsekvenser. Det innebär att det dimensionerande regnet i volym bör vara av samma storleksordning som det i Köpenhamn och fördelas i tiden som ett så kallat CDS-regn (Svenskt Vatten, 2011). Det skulle innebära ett 6 timmars regn med ett centralt tio minuters block på 71 mm. Under den värsta timmen antas 132 mm falla och den totala nederbördsmängden uppgår till ca 200 mm. Detta är i samma storleksordning som regnet i Köpenhamn 2011. Återkomsttiden för Köpenhamnsregnet har bedömts vara i storleksordningen 500–1000 år.

Regnmängderna under olika tidsperioder framgår av tabell 2 nedan.

Tabell 2. Regnmängderna (mm) under olika tidsperioder av det dimensionerande regnet.

10-min block	71
30-min block	108
60-min block	132
2-tim block	157
3-tim block	172
6-tim block	200

4 Avslutande kommentar

Klimatforskningen är ett dynamiskt område där nya resultat kan förväntas, speciellt genom de återkommande utvärderingar som görs av FNs klimatpanel, IPCC. I arbetet med klimatanpassning är det viktigt att fortlöpande följa den vetenskapliga utvecklingen och justera anpassningsarbetet när nya resultat från klimatforskningen blir offentliggjorda. I detta sammanhang är IPCCs nästkommande rapport 2021 av särskilt intresse.

Referenser

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

DCLG (Department for Communities and Local Government), (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. UK Treasury. [Online] Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7612/1132618.pdf.

Göteborgs Stad, 2019. *Tematiskt tillägg för översvämningsrisker, Översiktsplan för Göteborg*, Stadsbyggnadskontoret, Antagen av kommunfullmäktige 2019-04-25.

Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län, 2011. *Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden*.

Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2014-12-29. *Faktablad - KUSTEN (Version 2.0) Underlag till rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden*.

- Länsstyrelserna, 2018. *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*, Fakta 2018:5, Länsstyrelsen i Västra Götalands, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- MSB, 2017. *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*, publikationsnummer MSB1121, augusti 2017.
- Ramböll Sverige AB, 2017. *Översvämningskartering för Stenungsund centrum, dat. 2017-09-05*.
- Rosén, L. Back, PE., Söderqvist, T., Norrman, J., Brinkhoff, P., Norberg, P., Volchko, Y., Norin, M., Bergknut, M., Döberl, G. 2015. SCORE: A novel multi-criteria decision analysis approach to assessing the sustainability of contaminated land remediation. *Science of the Total Environment*, 511 (2015): 621–638.
- Rosén, L., Nimmermark, J., 2018. *FloodMan - Sustainable Flood Management Assessment Tool. Ett verktyg för samhällsekonomisk analys och hållbarhetsanalys av översvämningskydd*. Göteborgs Stad. Sweco Environment AB, uppdragsnummer 13002424.
- SMHI, 2011. *Uppdaterad klimatanalys av havsvattenstånd i Västra Götalands län (SMHI rapport Nr 2011-45)*.
- SMHI, 2015. *Sveriges framtida klimat, Klimatologi Nr 14, 2015*.
- SMHI, 2015. *Framtidsklimat i Västra Götalands län – enligt RCP-scenarier (Klimatologi Nr 24, 2015)*.
- SMHI, 2017. *Beräkning av högsta vattenstånd längs Sveriges kust (Klimatologi Nr.45, 2017)*.
- SMHI, 2018. *Extremregn i nuvarande och framtida klimat: analyser av observationer och framtidsscenarier*.
- SMHI, 2018. *Extremvattenstånd i Stenungsund, dat.2018-11-26*.
- Sweco Environment AB, 2013. *Kostnadsberäkning översvämningskydd, dat.2103-12-19*.
- Svenskt Vatten, 2016. *Publikation P110. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*.
- Söderqvist, T., 2006. *Diskontering i samhällsekonomiska analyser av klimatåtgärder*. Rapport 5618, Naturvårdsverket, Stockholm.

Söderqvist, T., Baden, S., Pihl, L., 2014. *CBA av miljöprojekt: Steg-för-steg*. Kapitel 1 i del II i Kriström, B., Bonta Bergman, M. (red.), *Samhällsekonomiska analyser av miljöprojekt – en vägledning*. Rapport 6628, Naturvårdsverket, Stockholm.

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/>