



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE



Hållbar utveckling av strandnära områden

Planerings- och beslutsunderlag för att
förebygga naturolyckor i ett förändrat klimat

Bengt Rydell
Mats Persson
Mattias Andersson
Stefan Falemo

Varia 608

LINKÖPING 2011



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Varia 608

Hållbar utveckling av strandnära områden
Planerings- och beslutsunderlag för att
förebygga naturolyckor i ett förändrat klimat

Bengt Rydell, SGI
Mats Persson, Högskolan i Halmstad
Mattias Andersson, SGI
Stefan Falemo, SGI

Varia	Statens geotekniska institut (SGI) 581 93 Linköping
Beställning	SGI – Informationstjänsten Tel: 013–20 18 04 Fax: 013–20 19 09 E-post: info@swedgeo.se Internet: www.swedgeo.se
ISSN	1100-6692
ISRN	SGI-VARIA--11/608--SE
Dnr SGI	1-0703-0210
Uppdragsnr SGI	13193

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

Hållbar utveckling av strandnära områden

Planerings- och beslutsunderlag för att
förebygga naturolyckor i ett förändrat
klimat

Datum: 2011-02-28
Diarienumr: 1-0703-0210
Uppdragsnr: 13193
Uppdragsansvarig: Bengt Rydell
Handläggare: Mats Persson, Högskolan i Halmstad,
Mattias Andersson och Stefan Falemo,
SGI

Innehållsförteckning

FÖRORD	4
SAMMANFATTNING	5
1 BAKGRUND	6
2 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR	7
3 MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR I STRANDNÄRA OMRÅDEN	8
3.1 HOT OCH RISKER I STRANDOMRÅDEN	8
3.2 KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH ANPASSNING	8
3.3 INTEGRERAD KUSTFÖRVALTNING	10
3.4 LAGSTIFTNING	11
3.5 ROLLER OCH ANSVAR FÖR OLIKA AKTÖRER I SAMHÄLLET	12
4 MODELL FÖR HÅLLBAR UTVECKLING AV STRANDNÄRA OMRÅDEN	14
5 FÖRUTSÄTTNINGAR/PROGNOS FÖR FARA	16
5.1 NATURLIGA FÖRHÅLLANDEN	16
5.2 BEFINTLIGA SKYDD AV STRÄNDER	20
5.3 PÅGÅENDE OCH HISTORISK PÅVERKAN	21
5.4 KLIMATSCENARIER	26
5.5 FÖRUTSÄTTNINGAR/PROGNOS FÖR FAROR	28
6 KONSEKVENSER	33
6.1 BEBYGGELSE	34
6.2 LIV OCH HÄLSA	35
6.3 NATURVÄRDEN	36
6.4 REKREATION OCH FRITID	37
6.5 INFRASTRUKTUR	38
6.6 FÖRORENAD MARK OCH MILJÖFARLIG VERKSAMHET	39
7 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN	41
7.1 RISKER FÖR NATUROLYCKOR	41
7.2 PRAKTIKFALL: RISKER FÖR NATUROLYCKOR VID YSTAD SANDSKOG	43
7.3 PRAKTIKFALL: RISKER FÖR NATUROLYCKOR VID KUSTEN I ÅHUS	44
8 STRATEGIER OCH ALTERNATIVA SKYDDSÅTGÄRDER	47
8.1 STRATEGIER FÖR SKYDD AV STRANDNÄRA OMRÅDEN	47
8.2 EXEMPEL: STRATEGI FÖR KUSTER I YSTADS KOMMUN	48
8.3 ALTERNATIVA ÅTGÄRDER FÖR ATT SKYDDA STRANDNÄRA OMRÅDEN	49
9 SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS	55
9.1 SAMHÄLLSEKONOMISKA UTVÄRDERINGSMETODER	55
9.2 PRAKTIKFALL: SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS FÖR SKYDD AV KUSTEN VID YSTAD SANDSKOG	57
10 MILJÖKONSEKVENSER	60
10.1 NATURVÄRDEN I STRANDNÄRA OMRÅDEN	60
10.2 MILJÖKONSEKVENSER OCH MYNDIGHETSPRÖVNING	61
10.3 MILJÖKVALITETSMÅL	62
11 UNDERLAG FÖR FYSISK PLANERING	63
11.1 NATUROLYCKOR I DEN FYSISKA PLANERINGEN	63
11.2 PLANERINGSUNDERLAG	63
11.3 NATUROLYCKOR OCH KLIMATANPASSNING PÅ REGIONAL NIVÅ	64

11.4	ÖVERSIKTSPLANERING	65
11.5	DETALJPLANERING OCH LOVGIVNING	67
12	BESLUTSUNDERLAG FÖR ÅTGÄRDER FÖR KLIMATANPASSNING OCH FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER	68
12.1	ÅTGÄRDER VID RISKER FÖR NATUROLYCKOR	68
12.2	PRAKTIKFALL: SKYDD AV KUSTEN VID YSTAD SANDSKOG	69
12.3	PRAKTIKFALL: STRANDFODRING VID ÅHUS-KUSTEN	70
13	ERFARENHETER OCH SLUTSATSER	71
14	REFERENSER OCH LITTERATUR / MER ATT LÄSA	72

FÖRORD

Strandnära områden vid kuster och vattendrag är av stort intresse och många kommuner planerar och bygger i stor utsträckning i sådana områden. Detta kan i flera fall medföra problem med stranderosion och översvämningar med risk för skador på värdefulla markområden, anläggningar och byggnader. I ett längre perspektiv kommer riskerna för erosion och översvämning i strandnära områden att öka till följd av klimatförändringarna. I Klimat- och sårbarhetsutredningen konstaterades att längs ca 15 % av landets havskuster finns förutsättningar för stranderosion. På många platser kommer nederbörden att öka och ge större flöden i vattendrag, vilket också ökar risker för ras och skred och översvämning.

Under årens lopp har olika metoder använts för att skydda strandnära områden med varierande framgång såväl tekniskt som ekonomiskt. Nya synsätt och nya metoder har på senare tid vuxit fram som på ett bättre sätt tar hänsyn till naturens egna processer och som på ett kostnadseffektivt sätt tar hänsyn till ett bredare synsätt när det gäller miljöaspekter. Behovet av ett tillförlitligt planerings- och beslutsunderlag för ny bebyggelse och anpassning av befintlig bebyggd miljö är därför stort. En modell för sammanställning av ett sådant underlag har därför utvecklats och redovisas i denna rapport.

Denna modell har prövats i praktisk tillämpning vid regionala klimat- och sårbarhetsanalyser i flera län och vid översikts- och detaljplanering i Kristianstads och Ystads kommuner, vilka även delfinansierat studierna i respektive kommun.

Värdefulla synpunkter på rapporten har lämnats av Karin Lundström, Bo Lind och Anders Salomonson, SGI.

Linköping i februari 2011

Författarna

Hållbar utveckling av strandnära områden

Planerings- och beslutsunderlag för att förebygga naturolyckor i ett förändrat klimat

SAMMANFATTNING

Behov av planerings- och beslutsunderlag

Kommuner längs kuster och vattendrag har i många fall problem med stranderosion, ras/skred och översvämningar som medför skador på värdefulla markområden, anläggningar och byggnader. Under årens lopp har olika metoder använts för att skydda kustnära områden med varierande framgång såväl tekniskt som ekonomiskt. Nya synsätt och nya metoder har på senare tid vuxit fram som på ett bättre sätt tar hänsyn till naturens egna processer och som på ett kostnadseffektivt sätt tar hänsyn till ett bredare synsätt när det gäller miljöaspekter.

Klimatförändringarna kommer att öka hotbilderna i strandnära områden, inte minst genom förväntade stigande havsnivåer och ökade nederbördsmängder i flera delar av landet. Detta ställer krav på åtgärder som behöver vidtas för att skydda befintlig bebyggd miljö liksom underlag för den fysiska planeringen vid bedömning av lämplig markanvändning.

Modell för hållbar utveckling

I denna rapport redovisas en modell som utvecklats för att säkerställa hållbar utveckling av strandnära områden där det finns risk för erosion, ras/skred och översvämning och med hänsyn tagen till nya klimatförhållanden. Modellen ger möjlighet att sammanställa ett planerings- och beslutsunderlag som bygger på integrerad värdering av samhällsekonomiska analyser, teknik, miljö och inom gällande lagstiftning. Den kan tillämpas för strandnära områden vid hav, sjöar och vattendrag och tillämpas på nationell, regional och lokal nivå.

Modellen kan användas för anpassning till ett förändrat klimat och för att hantera risker för naturolyckor till följd av klimatförändringar både för befintlig bebyggd miljö och planering av nya exploateringsområden inklusive tillhörande infrastruktur. Naturolyckor avser här naturhändelser som leder till skador eller negativa konsekvenser för liv och egendom. Modellen som här presenteras har begränsats till naturolyckor i form av erosion, ras, skred och översvämning.

I rapporten redovisas hur utredningsmodellen är uppbyggd, vad de olika delarna innehåller och hur modellen kan tillämpas i fysisk planering och anpassning av befintlig bebyggd miljö till klimatförändringar. När det gäller genomförande av de olika delarna i modellen och tillhörande utredningar ges endast exempel på hur detta kan göras och med hänvisning till var mer information om detta finns.

Tillämpning i olika praktikfall visar att modellen fungerar väl men beroende av att det finns underlag för olika steg i analyserna. Det är en fördel om det finns mätningar under lång tid för sådana förhållanden som varierar med tiden. Klimatscenarier innehåller osäkerheter när det gäller utvecklingen av det framtida klimatet men det finns sådana tydliga tendenser att det är nödvändigt att påbörja anpassning till ett förändrat klimat.

1 BAKGRUND

Många kommuner längs kuster och vattendrag har problem med stranderosion, ras/skred och översvämningar som medför skador på värdefulla markområden, anläggningar och byggnader. Under årens lopp har olika metoder använts för att skydda kustnära områden med varierande framgång såväl tekniskt som ekonomiskt. Nya synsätt och metoder har på senare tid vuxit fram som på ett bättre sätt tar hänsyn till naturens egna processer och samtidigt är kostnadseffektiva.

Klimatförändringarna kommer att öka hotbilderna i strandnära områden, inte minst genom förväntade stigande havsnivåer och ökade flöden i många vattendrag i flera delar av landet. Detta ställer krav på åtgärder för att skydda befintlig bebyggd miljö liksom underlag för den fysiska planeringen vid bedömning av lämplig markanvändning. Efter-som sådana åtgärder ofta behöver utföras i vattenområden eller värdefulla naturmiljöer uppkommer ofta målkonflikter mellan myndigheter, kommuner och enskilda.

En ökad förståelse mellan de som berörs av förändringar i strandnära områden, naturliga förändringar eller av människan orsakade, kan innebära att frågor i strandnära områden behandlas i ett brett perspektiv där lämpliga avvägningar kan göras som i större utsträckning är till nytta för miljö och bebyggelse. En hållbar utveckling innebär att sociala, miljömässiga och ekonomiska förhållanden blir beaktade.

Det finns därför ett behov av ett arbetssätt för planering och byggande i strandnära områden både för havskuster och längs vattendrag. Under de senaste åren har flera EU-finansierade utvecklingsprojekt genomförts som behandlat dessa frågor. Sverige har exempelvis medverkat i EU/Interreg-projektet Messina om skydd av kustområden inklusive värdering av kustområden genom samhällsekonomiska analyser (Messina, 2007). Erfarenheterna från detta projekt har använts i denna utredning och anpassats till svenska förhållanden.

2 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR

Syftet med detta projekt har varit att utveckla en modell för hållbar utveckling av strandnära områden där det finns risk för erosion, ras/skred och översvämning och med hänsyn tagen till framtida förändringar i klimatet. En modell har utvecklats för att sammanställa ett planerings- och beslutsunderlag som bygger på integrerad värdering av samhällsekonomiska analyser, teknik, miljö och inom gällande lagstiftning. Modellen kan användas som underlag för fysisk planering och klimatanpassning i strandnära områden och ta hänsyn till nationella, regionala och lokala förutsättningar. Modellen är transparent och kan förstås även för av icke-specialister och därigenom medverka till att öka delaktigheten bland berörda intressenter.

Avgränsningar

Klimatförändringar berör många sektorer och förhållanden i samhället, exempelvis jordbruk, skogsbruk, fiske och vattenbruk, kuster och marina ekosystem, djurskydd och växtskydd samt människors hälsa och säkerhet. Samhället behöver möta klimatförändringar på två sätt, både genom att minska klimatpåverkande utsläpp (*eng. mitigation*) men också genom att anpassa samhället till de klimatförändringar som redan har skett och de som kommer att ske även om utsläppen av växthusgaser minskas (*eng. adaptation*).

Denna utredning har avgränsats till att behandla anpassning till ett förändrat klimat och hur man kan hantera risker för naturolyckor till följd av klimatförändringar både för befintlig bebyggd miljö och planering av nya exploateringsområden. I rapporten används i vissa avsnitt även klimatanpassning som ett sammanfattande begrepp med samma innebörd.

Naturolyckor avser naturhändelser som leder till skador eller negativa konsekvenser för liv och egendom. Naturolyckor kan orsakas av geologiska, hydrometeorologiska och biologiska händelser. Modellen som här presenteras har begränsats till naturolyckor i form av erosion, ras, skred och översvämning.

Rapportens innehåll

I rapporten redovisas hur utredningsmodellen är uppbyggd, vad de olika delarna innehåller och hur modellen kan tillämpas i fysisk planering och anpassning av befintlig bebyggd miljö till klimatförändringar. När det gäller genomförande av de olika delarna i modellen och tillhörande utredningar ges endast exempel på hur detta kan göras och med hänvisning till var mer information finns.

3 MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR I STRANDNÄRA OMRÅDEN

3.1 Hot och risker i strandområden

Strandnära områden är av stor ekonomisk och social betydelse för samhället. Många människor vill bo nära kuster och vattendrag och sådana områden är dessutom ofta värdefulla fritidsområden och viktiga biologiska livsmiljöer. Strandnära områden rymmer viktiga förbindelselänkar för transport och handel och kan också vara en viktiga källor för turistindustri, livsmedel och råvaror. Förhållandena i havet är avgörande för allt biologiskt liv och utsätts för stora påfrestningar från mänsklig påverkan. Allt detta gör att det ställs stora krav på strandnära områden, eftersom de är utsatta för påverkan av både mänskliga och naturliga aktiviteter.

Både vid kuster och längs vattendrag sker på många platser en fortlöpande erosion, där material eroderas från stränder och dynområden, vilket leder till förlust av mark med risk för skador på byggnader och markanläggningar. Översvämning av låglänta områden kan ge skador på byggnader och infrastruktur men också försämra förutsättningarna för turistnäringen. Vid stranderosion och översvämning påverkas även de ekologiska förhållanden, vilka kan ha både positiva och negativa effekter.

De naturliga processer som främst påverkar förutsättningar för erosion, ras/skred och översvämning i strandnära områden är vattenstånd och vågor i havet respektive vattenföring och vattenhastighet i åar och älvar. Vid havskuster kan vågor som når stranden erodera material på strandplanet och vid höga vågor och högt vattenstånd bearbetas även dynerna som då eroderar och kan rasa ner mot strandplanet. Om detta pågår under längre tid kommer dynerna inte längre att kunna skydda mot överspolning av dynerna eller mot översvämning av bakomliggande områden. I dyner med brant släntlutning kan ras inträffa utan att havet direkt påverkar dynen. Kustprocesser finns närmare beskrivna av bland annat Rankka & Rankka (2003).

Längs vattendrag sker på utsatta ställen en kontinuerlig erosion till följd av strömmande vatten. I vissa fall när erosionen pågått längre tid kan stränder undermineras och ett ras eller skred uppkomma. Erosion längs vattendrag finns beskrivet i Andersson et al. (2008).

3.2 Klimatförändringar och anpassning

Den pågående klimatförändringen innebär förändringar i ett brett spektra av klimatfaktorer, vilka redovisats av den internationella klimatpanelen Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC, 2007). En förändring av klimatet i den riktning som beskrivs i scenarierna har redan konstaterats. En stor majoritet av världens oberoende klimatforskare är eniga om att vi redan nu berörs av en klimatförändring och att vi måste planera för detta.

Enligt klimatscenarier beräknas i slutet av detta sekel temperaturen höjas både på land och i haven, nederbördsmönstren ändras och den globala havsnivån höjas. Klimatet förändras inte på samma sätt över hela jorden, utan stora regionala skillnader uppträder. Uppvärmningen i Sverige förväntas bli större än den genomsnittliga globala uppvärmningen. Medeltemperaturen ökar successivt och klimatzonerna förskjuts mot norr. För Sveriges del förväntas stigande temperaturer, längre vegetationsperioder, både ökad och

minskad nederbörd i olika delar av landet, ökad frekvens av intensiva regntillfällen, mindre snö och tjäle samt stigande havsnivåer.

I ett längre perspektiv kommer riskerna för erosion och översvämning i strandnära områden att öka till följd av klimatförändringarna. I Klimat- och sårbarhetsutredningen konstateras att längs ca 15 % av landets havskuster finns förutsättningar för stranderosion (SOU 2007:60). Detta innebär att det är väsentligt för olika intressenter som berörs av kustzonernas utveckling att även ta hänsyn till klimatförändringarna.

Inom områden med ökad nederbörd kommer detta att innebära ökade flöden i vattendrag som kan leda till ökad erosion på slänter och botten i vattendragen. Detta leder till förlust av markområden men kan också innebära att slänter undermineras med ras och skred som följd och även att markförlagda konstruktioner kan skadas. I vissa fall kommer detta även att orsaka översvämningar.



Figur 3-1. Delrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen. (SOU 2007:60, Bilaga B14)

Som underlag för Klimat- och sårbarhetsutredningen genomfördes en översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat (SOU 2007:60, bilaga B 14). Här redovisas förändringar av risker, geografisk och ekonomisk omfattning samt förslag till åtgärder för att minska skadliga konsekvenser vid ett framtida klimat. Omfattande miljömässiga och ekonomiska skador kan bli följden av översvämning, skred, ras och erosion.

I utredningen uppskattades det totala värdet av befintlig bebyggelse inom områden med ökad benägenhet för skred till följd av klimatförändringar till 330 miljarder kronor. På

motsvarande sätt har värden för bebyggd miljö som kan påverkas av kusterosion beräknats till 225 miljarder kronor. Skadekostnader för översvämningar vid kuster och vattendrag har uppskattats till drygt 210 miljarder kronor. Alla dessa områden kommer i realiteten inte att drabbas av naturolyckor, men beräkningarna visar ändå att stora värden står på spel. Risker och kostnader ökar ytterligare om konsekvenser för miljön beaktas, t.ex. förorenade mark- och vattenområden.

Klimatförändringens påverkan på bebyggelse och infrastruktur är en av huvudfrågorna i arbetet med anpassning till förändrat klimat. Erfarenheten visar att de största tekniska riskerna inom infrastrukturprojekt är relaterade till geotekniska frågeställningar och ofullständig kännedom om geotekniska förhållanden och/eller brister och osäkerheter hos geokonstruktioner. Många av de identifierade faktorerna påverkar förutsättningarna för naturolyckor i form av ras, skred, erosion och översvämningar. Den samlade bilden är att risker för naturolyckor till följd av ändrade markförhållanden kommer att öka i ett förändrat klimat

En mer detaljerad beskrivning av klimatförändringar redovisas i kapitel 5.4.

3.3 Integrerad kustförvaltning

Förutsättningarna för att åstadkomma en hållbar utveckling i kustområden finns i den rekommendation om *Integrerad kustförvaltning av kustområden*, som EU:s medlemsländer ställt sig bakom (EU, 2000). I Sverige används begreppet med följande innebörd:

En integrerad förvaltning av kustområden är en dynamisk, tvärvetenskaplig och ständigt pågående process som skall främja en hållbar förvaltning av kustområdena. Den omfattar hela cykeln av insamling av information, planering (i bred bemärkelse), beslutsfattande, förvaltning och kontroll av genomförandet. I en sådan förvaltning utnyttjas alla intressenters kunniga deltagande och samarbete för att bedöma de samhällsliga målen i ett särskilt kustområde och vidta åtgärder för att uppnå dessa mål. Strävan är att genom integrerad förvaltning av kustområden på längre sikt kunna finna en jämvikt mellan ekonomiska, sociala och kulturella mål samt miljö- och rekreationsintressen, inom de ramar som den naturliga dynamiken ger.

För en hållbar kustzonsförvaltning gäller bland annat:

- Alla kuster är i praktiken utsatta för erosion. Många kuststräckor består t.ex. av erosionsbenägna sediment som avsatts vid tidigare geologiska perioder.
- Kustområden utsätts för allt större intresse och utveckling, vilket ställer större krav på ändamålsenlig kustförvaltning.
- Klimatförändringar medför större belastningar och ökad sårbarhet till följd av högre havsnivåer och vågor.
- Kustförhållanden behöver betraktas i större skala, både när det gäller tidsperspektiv och geografisk omfattning.
- Vid beslut om markanvändning måste en värdering av stränder omfatta en helhets-syn som beaktar konsekvenser för människors liv och hälsa, byggd miljö samt den naturliga miljön.

Motsvarande principer gäller även för stränder och områden längs vattendrag.

Sverige har ställt sig bakom EU:s rekommendation om integrerad kustförvaltning. Den modell som utvecklats i detta projekt ger möjlighet att i praktisk verksamhet säkerställa en hållbar utveckling av kustområden för svenska förhållanden och samtidigt ta hänsyn till de många intressen som finns i dessa områden.

3.4 Lagstiftning

Det finns flera lagar och förordningar som har betydelse för möjligheterna för anpassning till ett förändrat klimat med avseende på förhållandena vid strandnära områden. I denna rapport redovisas inte all aktuell lagstiftning utan för fördjupning hänvisas till en sammanställning av ansvar och lagar utförd av Lerman & Rydell (2003). Några exempel lämnas emellertid här på lagar som är av betydelse för strandnära områden.

Plan- och bygglagen (PBL) reglerar samhällets planläggning och byggande. Ett övergripande krav är att bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till ett antal förhållanden. Syftet är att genom lämplig markanvändning undvika risker för naturolyckor för bebyggelse och samhällsviktig verksamhet. Avsikten är att kostnader för förebyggande och skyddsåtgärder för ny exploatering minimeras och för de åtgärder som vidtas används bästa tekniska lösning med hänsyn till miljö och samhällsekonomi. Skador på naturlig miljö ska undvikas och åtgärder vidtas i samspel med ekologiska förhållanden. PBL har kompletterats under 2008 med särskilda skrivningar om erosion och översvämning.

Enligt PBL ska varje kommun ha en aktuell **översiktsplan**, som omfattar hela kommunen. Översiktsplanen är inte bindande för myndigheter och enskilda men ska ge vägledning för beslut av andra myndigheter och för kommunen själv. Fördjupning av översiktsplanen kan göras för t.ex. förändringsområden, stadsdelar eller mindre tätorter. Tillägg till den kommunomfattande planen kan göras när det finns behov att behandla en viss fråga, exempelvis klimatanpassning.

I översiktsplanen ska kommunen redovisa de allmänna intressena enligt 2 kap. PBL som ska beaktas vid beslut om användningen av mark- och vattenområden. Risk för olyckor, översvämning och erosion är starka allmänna intressen och dessa frågor anges i flera bestämmelser i PBL.

Genom **detaljplaner** kan kommunen reglera mark- och vattenanvändningen och hänsyn ska då tas till markens lämplighet för bebyggelse. Detaljplaner är liksom områdesbestämmelser och fastighetsplaner bindande för myndigheter och enskilda och är obligatoriska för ny sammanhållen bebyggelse samt i vissa fall för ny enstaka byggnad och bebyggelse som ska förändras eller bevaras. Det är en kommunal angelägenhet att planlägga användningen av mark och vatten (det kommunala planmonopolet).

Den fysiska planeringen har normalt ett långt tidsperspektiv; byggnader och infrastruktur har en livslängd på minst 100 år och genom underhållsåtgärder ofta längre. Klimat-scenarierna sträcker sig idag fram till ca år 2100, vilket bör vara utgångspunkt för identifiering av behov av anpassningsåtgärder.

Miljöbalken är en skyddslagstiftning som syftar till att värna hälsa och miljö, vårda natur- och kulturområden, bevara biologisk mångfald, trygga god hushållning med mark och vatten samt skapa förutsättningar för en hållbar utveckling. Miljöbalken och PBL är

två parallellt gällande lagstiftningar som förutom i ett fåtal särskilt angivna frågor (3, 4, 5 och 6 kap. miljöbalken) inte är styrande för varandras tillämpning.

Lagen om skydd mot olyckor (LSO) reglerar bl.a. de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska ansvara för vid olyckor eller överhängande fara för olyckor. Avsikten är att hindra och begränsa skador på människor, egendom eller miljön. Staten eller en kommun ska ansvara för en räddningsinsats endast om detta är motiverat med hänsyn till behovet av ett snabbt ingripande, det hotade intressets vikt, kostnaderna för insatsen och omständigheterna i övrigt.

Lagen om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap (LXO) kan ha betydelse för att förebygga och förbereda sig inför en händelse som en naturolycka. Enligt lagen ska kommuner analysera vilka extraordinära händelser i fredstid som kan inträffa i kommunen och hur dessa händelser kan påverka verksamheten.

3.5 Roller och ansvar för olika aktörer i samhället

Samhällets planering och hantering av risker för naturolyckor berör många myndigheter och organisationer. I Sverige verkar både nationella, regionala och lokala aktörer. Nedan ges en översiktlig sammanställning av berörda aktörer som har ansvar och verksamhet som har kopplingar till naturolyckor. Sammanställningen gör inte anspråk på att vara fullständig utan ytterligare aktörer finns

Förvaltning och utveckling av strandnära områden berör flera aktörer på nationell, regional och lokal nivå med olika ansvarsområden som har olika utgångspunkter. **Kommunerna** har ansvar för planering av mark och vattenanvändning inom sitt område enligt Plan- och bygglagen (PBL). Kommunen svarar för den fysiska planeringen och med stöd av PBL upprättar kommunen översiktsplaner för den övergripande planeringen av mark- och vattenanvändningen. Den detaljerade planeringen för ny, förändrad eller befintlig bebyggelse görs genom detaljplaner som också ligger till grund för bygglovgivning. När det gäller ras, skred, erosion och översvämning ska dessa beaktas vid bedömning av markens lämplighet för bebyggelse.

Länsstyrelserna ska samordna flera sektors verksamheter i länet och deltar därför i det mesta av samhällsplanering och regional utveckling. Länsstyrelsen har bl.a. ett ansvar att bevaka att risk- och beredskapshänsyn tas i samhällsplaneringen. Länsstyrelsen har dessutom enligt plan- och bygglagen skyldighet att bevaka att hälsa och säkerhetsfrågor tillgodoses i kommunal bebyggelseplanering och att överpröva detaljplaner där detta inte tillgodoses.

Centrala myndigheter har olika roller bland annat som tillsynsmyndighet, ansvarig för förordningar eller för att ta fram planeringsunderlag till länsstyrelser.

Fastighetsägare har en viktig roll vid framförallt anpassning av befintlig bebyggd miljö. Det åligger den enskilda att vid behov skydda sin egendom mot skador vid bland annat naturolyckor. Oftast är det inte möjligt att genomföra skyddsåtgärder för en enskilda fastighet utan åtgärder behöver också göras på närliggande fastigheter för att få erforderlig effekt och säkerställa att pågående förändringar inte skapar nya risker.

Frågor kring naturolyckor är starkt kopplade till samhällsbyggandet. Erosion, ras, skred, och översvämningar är naturliga geologiska och hydrologiska processer som måste accepteras där det inte innebär risker för liv och egendom. Det är också viktigt att den bebyggda miljön skyddas. I den fysiska planeringen lägger kommunen och ansvariga för infrastrukturen fast den långsiktiga utvecklingen och markanvändningen och här måste hänsyn tas till långsiktiga klimatförändringar. För att undvika att ny bebyggelse placeras på mark som är hotad eller med tiden kan komma att bli hotad av naturolyckor är det viktigaste instrumentet den kommunala fysiska planeringen. Ett förändrat klimat skapar förändrade geotekniska förutsättningar. Naturolyckor är centrala för säkerhet och hälsa och det är också ofta mycket stora samhällsinvesteringar som kan beröras. Det är därför viktigt att tidigt i planeringen beakta de risker för naturolyckor som ett förändrat klimat kan medföra.

4 MODELL FÖR HÅLLBAR UTVECKLING AV STRANDNÄRA OMRÅDEN

Den modell som utarbetats i detta projekt har till syfte att användas för att åstadkomma långsiktigt hållbara strandnära områden där det finns risk för erosion, översvämning eller skred/ras för dagens förhållanden och med hänsyn tagen till nya förutsättningar vid klimatförändringar. Med strandnära områden avses områden vid hav, sjöar och vattendrag. Med modellen kan ett planerings- och beslutsunderlag tas fram som bygger på en integrerad värdering av teknik, miljö och samhällsekonomiska analyser. Modellen ska kunna användas som underlag både för fysisk planering, vid anpassningsåtgärder eller för investeringar i kustområden. Den kan dessutom ta hänsyn till nationella, regionala och lokala förhållanden och förutsättningar.

Modellen är avsedd för kommuner, länsstyrelser och tillståndsmyndigheter samt de som medverkar i planering och byggande i kustområden, t.ex. byggherrar, konsulter och entreprenörer. I beslutsprocessen kan allmänheten med fördel delta. Modellen kan användas och tillämpas på olika nivåer och för olika slutanvändare eller aktörer:

Nationell nivå

- prioritering mellan områden där förebyggande insatser eller åtgärder behöver vidtas, även inkluderande klimatförändringar

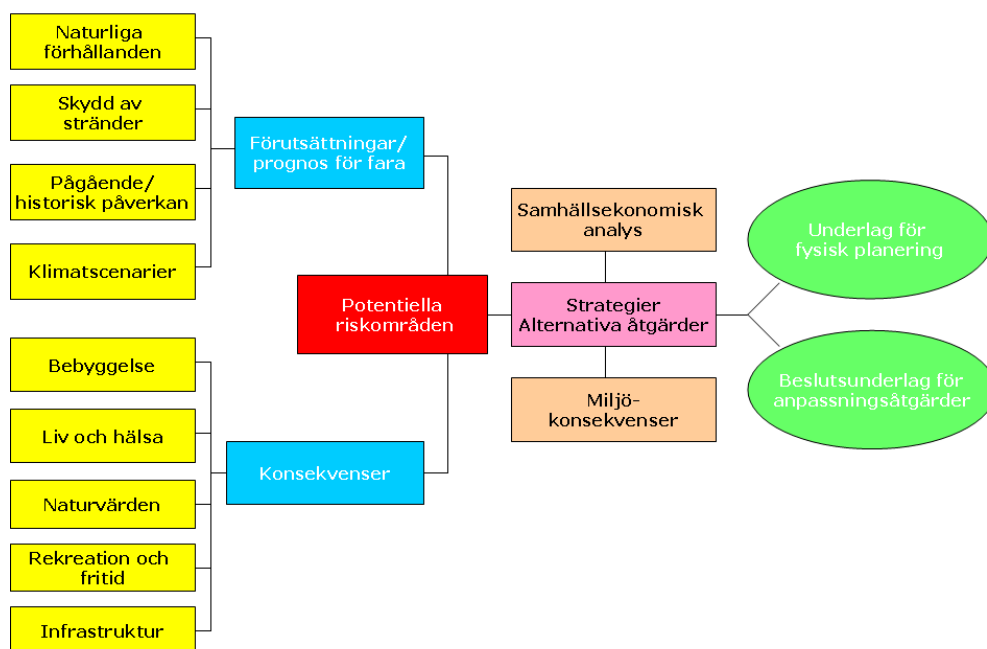
Regional nivå

- för regional utveckling
- problem och åtgärder som påverkar flera kommuner

Lokal nivå

- som planeringsunderlag för den fysiska samhällsplaneringen
- val av alternativa platser där åtgärder behöver göras inom en kommun
- val av åtgärder inom en specifik plats
- som beslutsunderlag för investeringar i kustområden (offentliga eller privata)

Modellens uppbyggnad framgår av *Figur 4-1*.



Figur 4-1. Modell för sammanställning av planerings- och beslutsunderlag i strandnära områden.

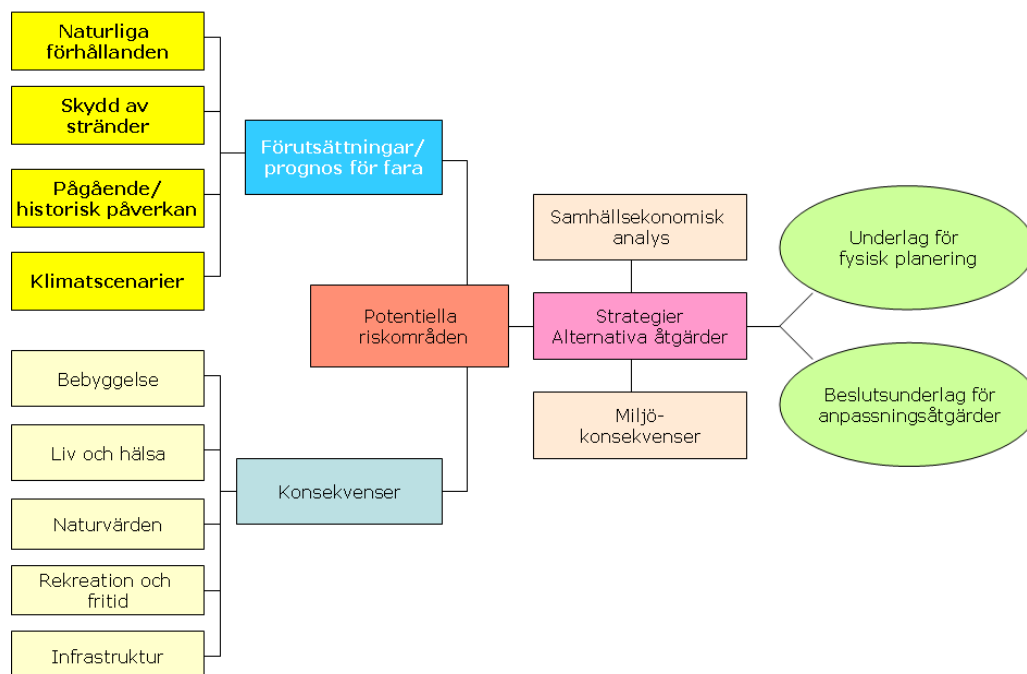
Modellen bygger på att identifiera **förutsättningar** (P) eller sannolikhet för fara för en naturolycka som kombinerat med de **konsekvenser** (C) som olyckan kan leda till definitionsmässigt utgör en **risk** ($R = P \times C$).

Detaljeringsgraden beror på syftet med analysen, detaljeringsnivå och tillgång till underlag. Modellen kan användas i sin helhet eller i begränsad omfattning beroende på sammanhanget. Avsikten är att arbetssättet ska användas vid arbete med naturolyckor vid kuster, sjöar och vattendrag.

Modellen är en vidareutveckling av Interreg-projektet ”Messina” (Messina, 2007) med tillämpning på svenska förhållanden. Även den modell som redovisats i Response-projektet (McInnes, 2006) har använts om underlag. När det gäller ras och skred finns anvisningar för utredning av stabilitetsförhållanden utarbetade av Skredkommissionen (1995:1-2).

De olika stegen i modellen beskrivs närmare i följande kapitel 5-12. Modellen har prövats i praktiska tillämpningar på regional och lokal nivå. För att illustrera vad de olika stegen kan innehålla ges exempel från de praktiska fall där modellen tillämpats. När det gäller genomförande av de olika delarna i modellen och tillhörande utredningar ges endast exempel på hur detta kan göras och med hänvisning till var mer information om detta finns.

5 FÖRUTSÄTTNINGAR/PROGNOS FÖR FARA



Här redovisas de olika underlag och värderingar som ligger till grund för att identifiera *förutsättningar* (P) eller sannolikhet/prognos för fara för en naturolycka. Olika metoder för att undersöka och bestämma olika förhållanden finns i en rapport om undersökningar i strandnära områden (Rydell et al., 2007).

5.1 Naturliga förhållanden

De förhållanden som är bestämmande för naturhändelser som kan leda till naturolyckor i strandnära områden är terrängens nivåförhållanden, geologi, vattenstånd, vågor, vind och vattenströmmar. I kustområden genererar vinden vågor och orsakar vattenståndshöjningar. Vågor som når stranden kan orsaka erosion på botten och stränder, ras och skred eller översvämning av strandnära områden.

Längs vattendrag innebär det strömmande vattnet en påverkan på botten och stränder som leder till erosion, att stränder undermineras och att ras och skred uppkommer. Vid stor nederbörd kan exempelvis vattenmängder och vattennivåer öka och då orsaka översvämning av låglänta områden. Stor nederbörd kan även orsaka erosion av markytor.

Nedan ges en översikt av vilka naturliga förhållanden som behöver beskrivas för kuster och vattendrag samt kortfattat hur dessa kan sammanställas. För mer information om olika typer av undersökningar hänvisas till litteratur inom de olika områdena.

Kustmorfologi

För kustområden uppkommer pådrivande krafter från vattenstånd, vågor, vind och strömmar. I djupvattenzonen genererar vinden vågor och orsakar vattenståndshöjningar. Vågor som kommer in i den kustnära zonen påverkas av botten, vilket kan leda till refraktion, diffraktion och vågbrytning. Vågor som träffar kuststräckan i en sned vinkel

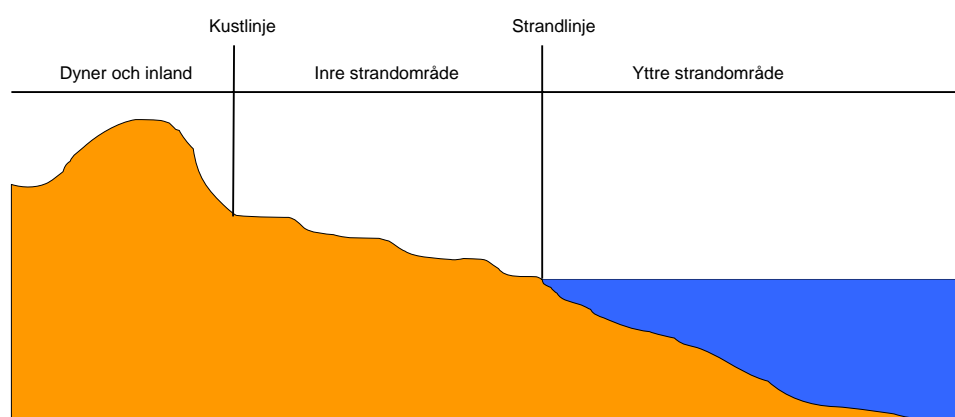
leder till kustparallella strömmar som kan transportera sediment bort från kuststräckan. Erosion sker av strandplan och dyner men även av botten under vattenytan. En brant botten orsakad av erosion medför ett sämre skydd av kusten eftersom mer av vågornas energi kommer att nå strandzonen i framtiden. En beskrivning av mekanismer vid stranderosion ges av Rankka & Rankka (2003).

Kuststräckan bör delas in i delområden med likartade förhållanden med utgångspunkt från analys när det gäller erosion, stabilitet och översvämning. För varje del etableras en modell över de naturgivna förutsättningarna och hur de kan påverkas av olika belastningar. Delsträckor och kustmodellen kan ha olika storlekar beroende på typen av analys. Ett sätt att beskriva olika typer av stränder har redovisats i Response-projektet (McInnes, 2006):

- Hårda klippor
- Mjuka klippor
- Låglänt terräng, skyddande stränder och dyner
- Sporrar, vikar och tidvattendelta
- Estuarier och tidvattenfloder
- Landhöjningsområden

Förhållandena längs en kuststräcka kan vid en sandkust med fördel beskrivas genom dess geomorfologiska utbredning, exempelvis enligt följande, jfr även *Figur 5-1*:

- Yttre strandområde – strandnära vattenområde som påverkar vågbrytning och sedimentutbyte/transport;
- inre strandområde – området mellan medellågvattenytan och gränsen dit vågor normalt når. Sediment som avsätts på stränder, tidvattenbankar, våtmarker etc. är viktiga för att skydda mot erosion och översvämning;
- dyner och inland/bakomliggande område – fungerar som buffert mot erosion och bidrar med sediment till stranden.



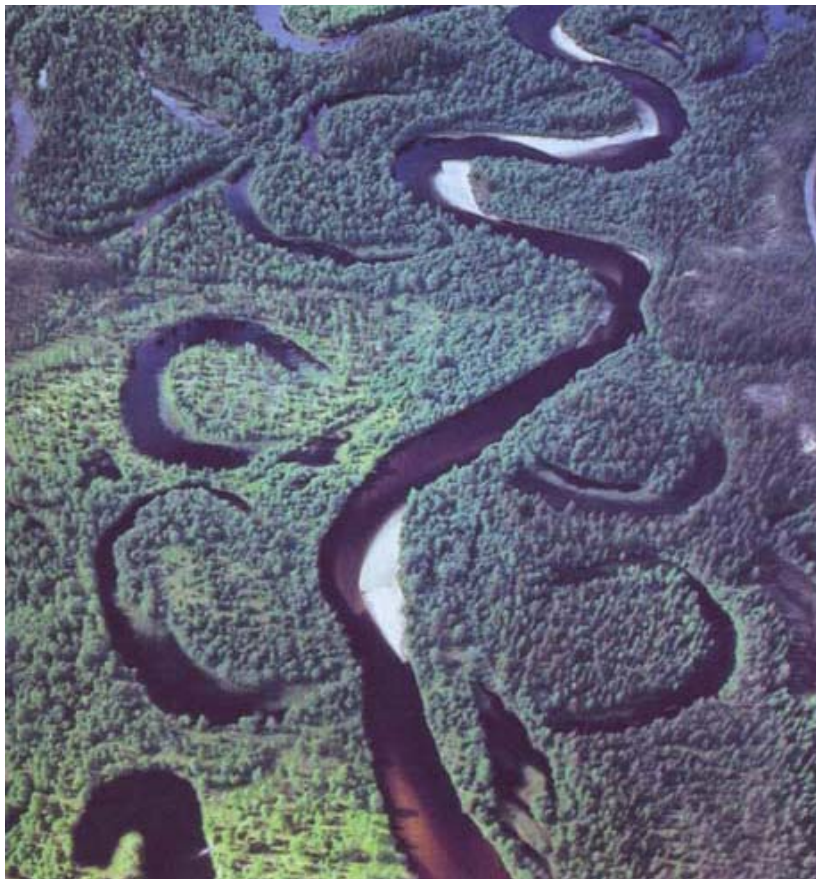
Figur 5-1. Illustration av indelning av en kuststräcka med dynlandskap.

Geomorfologi för vattendrag

För stränder längs vattendrag är det nödvändigt att så väl som möjligt beskriva de förhållanden som påverkar förutsättningar för naturolyckor. De viktigaste faktorerna är geometri, geologi och vattenförhållanden. En beskrivning av dessa förhållanden finns i en rapport om erosion och sedimenttransport i vattendrag (Andersson et al., 2008).

Strömmande vattens förmåga att bilda och omforma ett landskap är stor, antagligen det förlopp som mest påverkar det geografiska utseendet. Vågor och vind har också en viss påverkan men inte i samma utsträckning och oftast bara lokalt. Älvar, åar och bäckars utseende och utformning beror till stor del på vattenföringen och de jord- eller bergförhållanden som det passerar. Det som i Sverige har haft störst påverkan på landskapet är då inlandsisen drog sig tillbaka för ca 10 000 år sedan och allt smältvatten bildade sjöar och vattendrag som både skapade erosion och avlagringar (deposition).

Det finns olika typer av vattendrag beroende av vilka geologiska förutsättningar som det rinner genom. Exempelvis i branta områden med stora höjdskillnader och lättroderad jord skapas lätt raviner, orsakat av stora flödes hastigheter och hög transportkapacitet. Ett annat exempel är då omgivande terräng är flackare och det förekommer både erosion och deposition, vilket då kan ge ett så kallat meandrande utseende som visas i *Figur 5-2*.



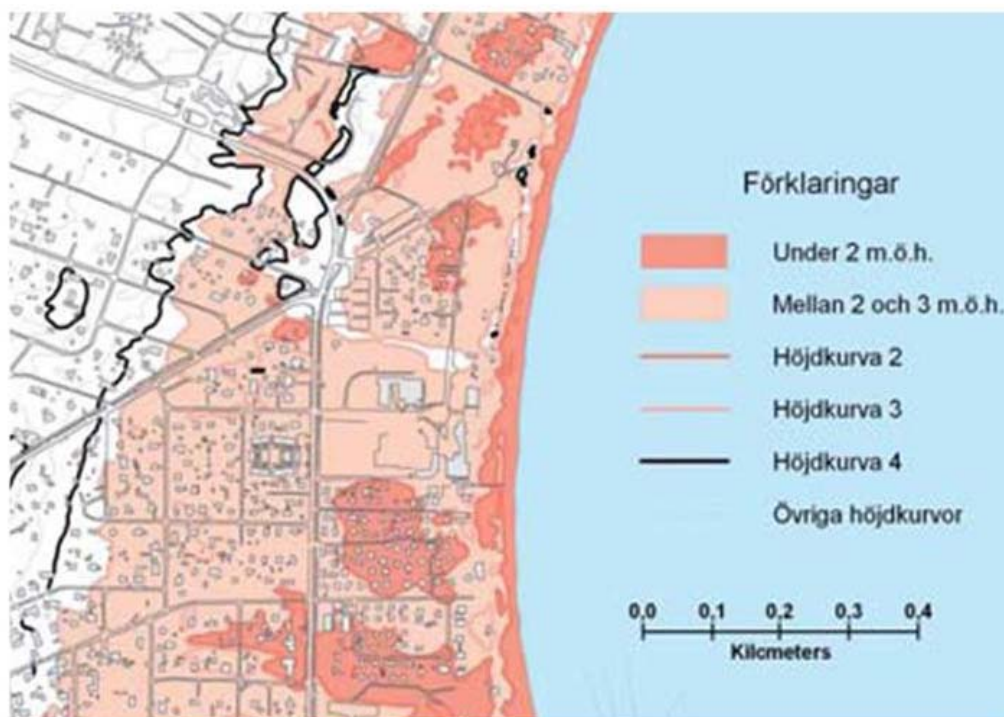
Figur 5-2. Meandring och korvsjöar längs Öreälven. (Sveriges nationalatlas, 1995)

Geologiska och geohydrologiska förhållanden

Jordart eller bergart och dess materialegenskaper bör beskrivas liksom grundvattennivåer och portryck. För översiktliga utredningar är det tillräckligt med geologiska kartor medan det vid detaljerade utredningar erfordras geotekniska och geohydrologiska undersökningar.

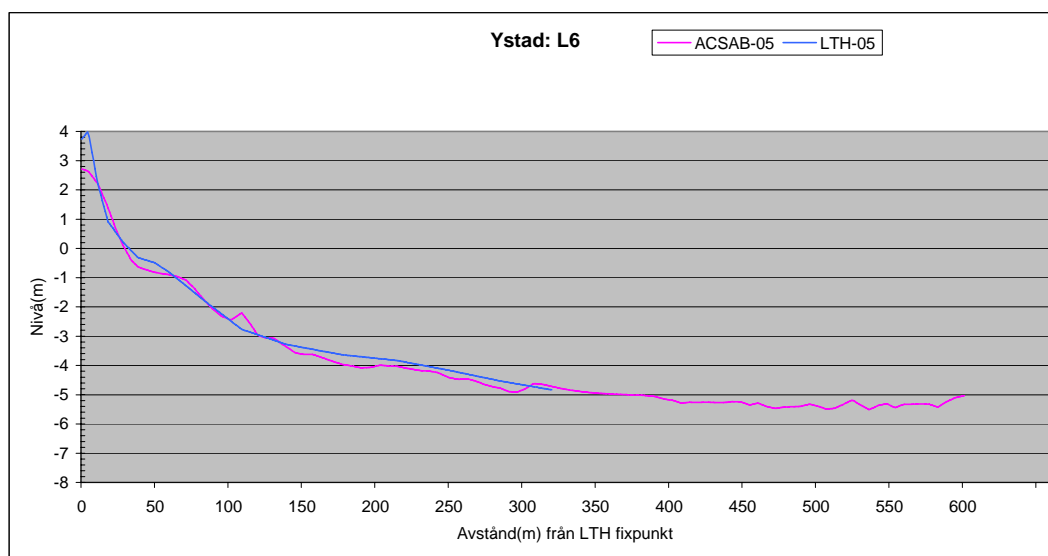
Topografi och batymetri (nivåförhållanden på land och under vatten) kan vid översiktliga utredningar beskrivas utifrån topografiska kartor och sjökort. I de flesta fall bör

emellertid mätningar utförs genom t.ex. laserskanning, ekolodning (multibeam) eller avvägning och lodning. Topografiska förhållanden för ett kustområde i Åhus bestämd utifrån flygbilder visas i *Figur 5-3*.



Figur 5-3. Topografiska förhållanden vid kusten i Åhus. (Kristianstads kommun)

Ett kostnadseffektivt sätt att bestämma topografi och batymetri är att använda flygburen laserskanning. Detta ger en detaljerad bild av nivåer och exempel visas i *Figur 5-4*.



Figur 5-4. Exempel från lasermätningar av batymetriska förhållanden vid Ystad Sandskog i en mätsektion vinkelrätt mot stranden. I diagrammet visar den violetta linjen (ACSAB-05) mätning med laserbatymetri och den blå linjen (LTH-05) avvägning i samma sektion. (Rydell & Nyberg, 2006)

Vattennivåer

Vattenstånd i hav sammanställs av SMHI för olika delar av landet och kan användas för mer översiktliga utredningar. Dessa behöver normalt kompletteras med uppgifter från lokala mätningar, t.ex. i hamnar, eller genom kompletterande mätningar. Det är önskvärt med långa mätserier för att kunna bestämma normala och extrema förhållanden.

För vattendrag finns ofta uppgifter om vattenflöden och vattennivåer från mätningar vid t.ex. dammar, hamnar eller andra tekniska system. När det gäller vattendrag bör man klargöra hög-, medel- och lågvattenflöden samt tillhörande vattennivåer.

Vind och vågförhållanden

Mätningar av vågor till havs utförs endast på några fåtal platser runt Sveriges kust och oftast behövs kompletterande mätningar utföras. Ett annat sätt är att simulera vågklimatet med utgångspunkt från vindklimatet (styrka, riktning, varaktighet) samt den stryklängd och det vattendjup som vågorna fortplantas över. Förhärskande vindriktningar och vindhastigheter kan erhållas från meteorologiska mätningar. Våghöjd, våglängd och höjder för brytande vågor bör beräknas.

För vattendrag är detta oftast inte aktuellt, förutom då t.ex. fartygstrafik kan skapa vågförhållanden som kan komma att påverka vattendragets profil genom erosion.

5.2 Befintliga skydd av stränder

Åtgärder som utförts för att minska skador och risker från naturolyckor vid kuster och vattendrag påverkar bedömningarna av framtida naturolyckor. Olika typer av åtgärder finns för att skydda kuster och stränder längs vattendrag och uppgifter om hur de utförts och vilken omfattning de har över och under vattenytan kan finnas på relationsritningar.



Figur 5-5. Hövder som skydd mot stranderosion vid Ystad Saltsjöbad. Foto: SGI.

I de flesta fall behöver emellertid befintliga skydd inventeras och dess status bedömas eftersom skyddens effekt efterhand förändras genom påverkan från strömmande vatten och vågor.



*Figur 5-6. Erosionsskydd med strandskoning med sprängsten utmed Österdalälven i Mora.
Foto: SGI*

5.3 Pågående och historisk påverkan

Inventering och beskrivning av pågående eller tidigare inträffade händelser i form av ras, skred, erosion och översvämningar är väsentligt för att kunna bedöma förhållanden på platsen. Uppgifter kan innehålla bland annat typ av naturolycka, orsak, datum för händelsen, storlek och omfattning, kostnader för skador på liv och egendom och för åtgärder.

Det finns ofta endast begränsade mätningar och dokumentation av inträffade händelser och inventering behöver då göras via indirekta uppgifter, intervjuer etc. Olika metoder kan användas beroende på detaljeringsgrad för att sammanställa uppgifter om tidigare och pågående naturhändelser. Genom att inventera historiska dokument och äldre kartor kan man bedöma förändringar av erosionsförlopp. För mer detaljerade utredningar behöver mätningar utföras, t.ex. genom laserskanning, ekolodning eller fältmätningar.

Erosion

Förändrad markanvändning och annan mänsklig verksamhet påverkar var naturolyckor sker samt vilka konsekvenser de får. Längs kuster kan byggnation av hamnar och anläggning av erosionsskydd reducera den sandtillgång som en gång fanns i sedimenttransportcellen, dvs. det kustavsnitt där det finns ett samspel mellan erosion och ackumulering av sediment. Erosion kan förekomma i dyner och strandplan men även under vattenlinjen kan erosionen vara betydande.



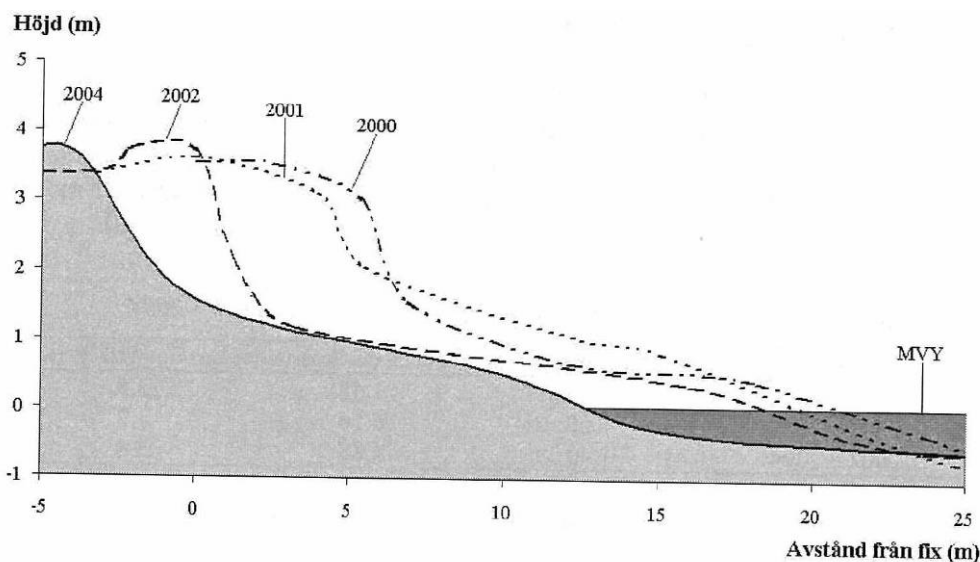
Figur 5-7. Stranderosion vid Ystad Sandskog, januari 2007. Foto: Ystads kommun.

Förändringar av strandlinjer för kuster och längs vattendrag kan bland annat göras med hjälp av flygbilder från olika tillfällen. Genom att jämföra strandlinjen över tiden kan förändringar genom erosion och ackumulation bedömas. Ett exempel från en sådan analys för kusten i Ystads kommun redovisas i *Figur 5-8*.



Figur 5-8. Strandlinjer vid olika tidpunkter för kusten i Ystads kommun. (Hågeryd et al., 2005).

I Ystad Sandskog har utförts laserbatymetriska mätningar (Rydell & Nyberg, 2006) men även inmätning av ett antal mätprofiler från vattenytan upp på land (Dahlerus & Egermayer, 2005). Härigenom kan konstateras att det successivt har skett en betydande förändring av strandzonen, varvid foten av sanddynen och strandlinjen båda har förflyttats cirka 8 meter inåt landet. Dessutom har det vertikala avståndet från vattenytan till sanddynens fot minskat, se *Figur 5-9*.



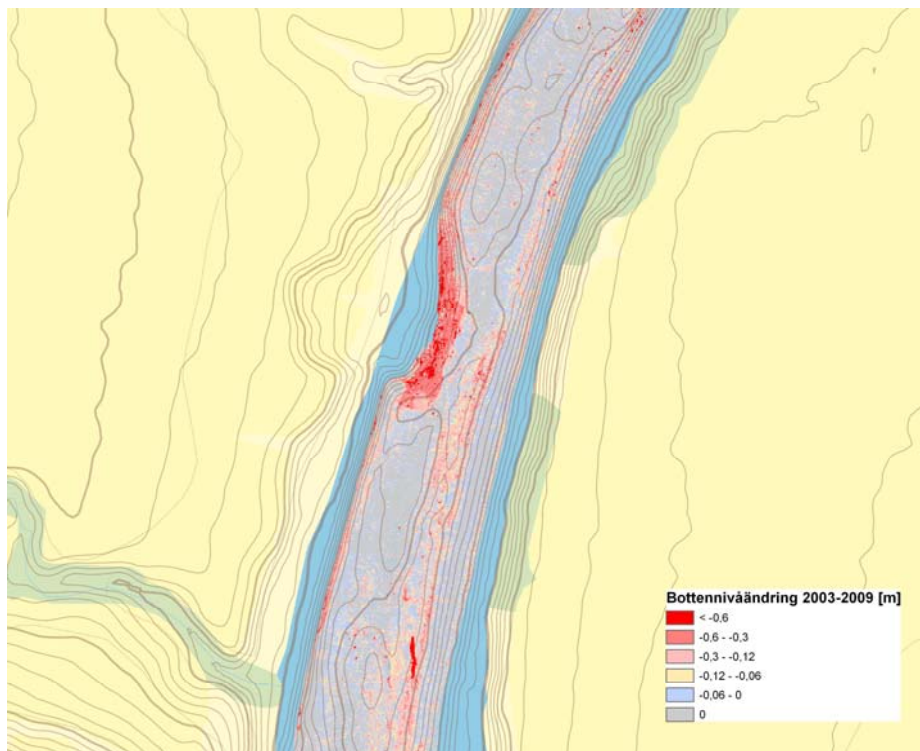
Figur 5-9. Förändringar i strandplanet mellan åren 2000 och 2004 i Ystad Sandskog. (Dahlerus & Egermayer, 2005)

Utmed vattendrag påverkas erosionen av vattenföringen och det material som finns i slänter och på botten. För att bestämma erosionsförändringar kan man göra på liknande sätt som beskrivs för kuster ovan, dvs. jämföra olika topografiska kartor och inmätta profiler under en viss tidsperiod. Dessa mätningar måste kompletteras med mätningar av sedimenttransport och suspenderat material i vattnet uppströms mätningen.



Figur 5-10. Erosion utmed Ljungans vattendrag. Foto: SGI

Ett annat sätt är att jämföra batymetriska mätningar över bottenivåer från olika tidpunkter och ställa dessa i relation till sedimenttransport och geologiska förhållanden. Ett exempel från en utredning för Göta älv visas i *Figur 5-11*.



Figur 5-11. Förändring av bottenprofiler genom erosion och sedimenttransport i Göta älv. SGI, 2011)

Översvämning

Översvämning kan drabba låglänta områden vid tillfällena med högt vattenstånd och/eller om höga vågor spolar över dynerna. Erfarenheter från tidigare översvämningar vid vattendrag eller vid kustområden tillsammans med de flöden och vattennivåer som då uppmätts kan ge underlag för bedömning av hur ofta översvämningar uppträder.

Tidigare överspolning av dyner vid kustområden bör också inventeras och ställas i relation till vattenstånd och vågklimat.



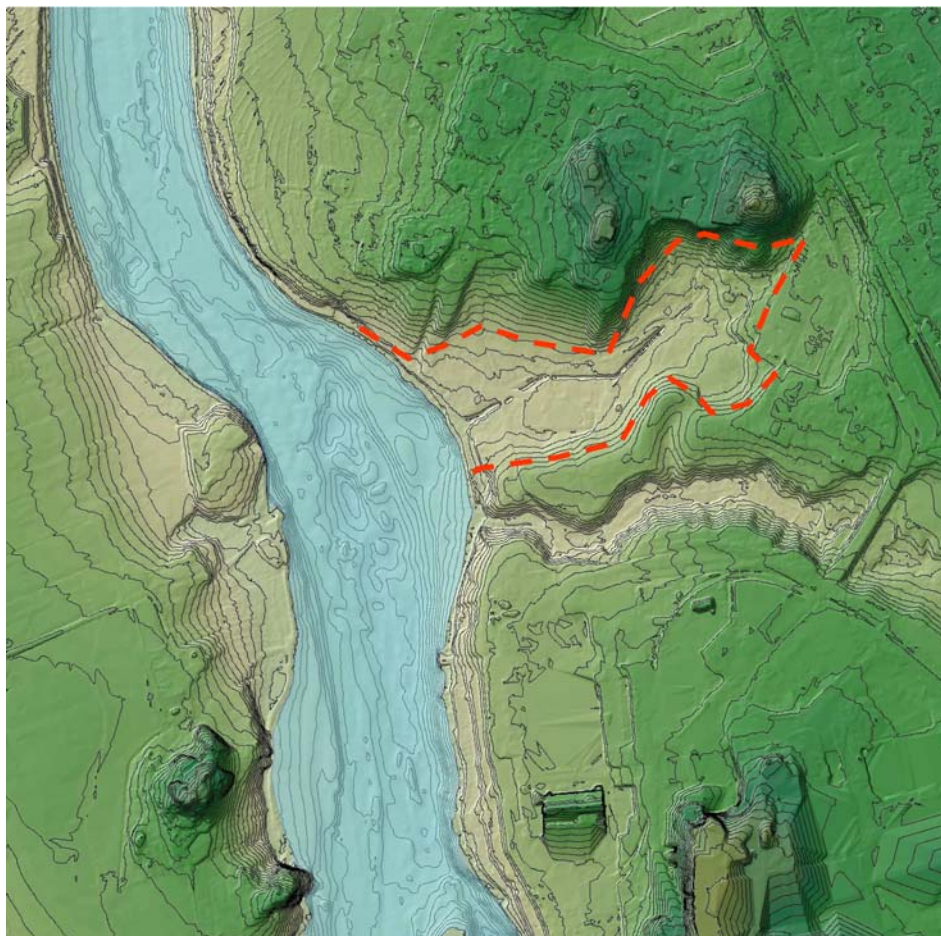
Figur 5-12. Hus på släntrön med erosionskyddad bäck i släntfoten. Foto SGI

Ras och skred

Tidigare inträffade ras och skred behöver inventeras och beskrivas. Översiktliga uppgifter om stabilitetsförhållanden kan erhållas från MSB:s stabilitetskarteringar som har utförts på många platser runt om i Sverige. På många platser med särskilt svåra förhållanden finns även mera detaljerade studier av stabilitetsförhållandena utförda. Kommunerna har oftast dokumenterat detta och har kunskap om var det har utförts undersökningar.

Byggnader, markanläggningar eller uppfyllnader i anslutning till slänter vid vattendrag och kuster innebär en ökad belastning som kan ha betydelse för framförallt ras och skred. Omfattning av sådana belastningar bör beskrivas och tas med vid bedömningar av stabilitetsförhållandena.

Ett sätt att kontrollera tidigare inträffade skred är att studera geologiska och topografiska kartor samt flygbilder. Kartor bör ha hög upplösning på nivåkurvorna vilket med fördel erhålls genom laserskanning av området, se exempel i *Figur 5-13*.



Figur 5-13. Exempel på topografisk karta för identifiering av skred i Göta älvdalen. (Fallsvik et al, 2007)

5.4 Klimatscenarioer

De scenarier som presenterats för det svenska klimatet (globalt av IPCC samt regionalt av Rossby Centre vid SMHI) indikerar en ökning av medeltemperaturen i Sverige med mellan ca 2,5 och 4,5 grader för perioden 2071 till 2100 jämfört med 1961 till 1990. På motsvarande sätt väntas nederbörden öka med mellan 10 och 40 procent i stora delar av landet. Störst nederbördsökning väntas i västra Götaland, västra Svealand och norra Sverige. Även antalet dagar med extrem nederbörd förväntas öka. Mer information om framtida klimatförändringar finns hos SMHI för olika regioner (SMHI, 2011).

Klimatscenerierna visar också att havets nivå kommer att stiga. Nuvarande kunskapsläge (februari 2011) indikerar att ett rimligt värde för den globala havsnivån är en ökning med 30 cm till 2050 och 100 cm till 2100. Landhöjningen motverkar denna ökning för stora delar av Sverige. Mot slutet av seklet bedöms havets nivå ha höjts så att den är lika stor som landhöjningen ungefär i höjd med Uppland. Det bör observeras att havets nivå kommer att fortsätta stiga även efter år 2100.

Det kommer successivt nya och mer detaljerade uppgifter om flöden i framtida klimat liksom nya regionala klimatscenarier, vilket gör det möjligt att studera klimatutvecklingen kontinuerligt och med större detaljeringsgrad än vad som varit möjligt med tidigare beräkningar.

Utöver de naturliga variationerna i klimatet finns de antropogena effekterna, där mänskliga aktiviteter leder till utsläpp av växthusgaser till följd av transporter, uppvärmning, industriell verksamhet etc.

När det gäller **havskuster** kommer ett förändrat klimat att på sikt medföra en generell höjning av havsytans nivå. Utredning om lokala förändringar av framtida havsvattennivåer behöver göras för den aktuella kuststräckan.

Ett exempel på resultat från en sådan utredning för Skåne visas i *Tabell 5-1*. Nivåerna bygger på en global havsnivåökning med 59 cm och ett lokalt tillägg för Östersjön med 20 cm och kompenserat för landhöjningen. Statistiskt sett kan det inom de närmaste hundra åren tillfälligt förekomma havsnivåer på mer än 2 m över dagens medelvattentyta. Till detta kommer effekter av vågor som i kombination med höga vattennivåer ytterligare kan medföra risk för översvämning.

Tabell 5-1. Beräknade återkomstnivåer för årshögsta vattenstånd längs kusterna i Skåne för framtidens klimat (2070-2100) och olika återkomsttider. 95 % konfidensintervallet återfinns som kursiverad text. (Nerheim, 2007)

	2 år	10 år	50 år	100 år
Viken	168 <i>161-176</i>	198 <i>187-217</i>	220 <i>204-259</i>	229 <i>210-280</i>
Barsebäck	143 <i>137-150</i>	170 <i>164-180</i>	185 <i>177-200</i>	189 <i>181-207</i>
Klagshamn	157 <i>151-163</i>	187 <i>180-196</i>	203 <i>194-223</i>	208 <i>198-233</i>
Skånör	180 <i>163-180</i>	203 <i>193-214</i>	209 <i>204-220</i>	
Ystad	165 <i>162-169</i>	194 <i>187-202</i>	217 <i>207-238</i>	227 <i>214-255</i>
Simrishamn	160 <i>152-168</i>	180 <i>174-189</i>	187 <i>182-199</i>	189 <i>184-204</i>
Kungsholmsfort	136 <i>133-139</i>	161 <i>157-168</i>	180 <i>172-195</i>	186 <i>177-206</i>

För **stränder längs vattendrag** och sjöar behöver framtida vattenföring och vattennivåer klargöras med utgångspunkt från klimatförändringar. Här erfordras hydrauliska beräkningar där hänsyn tas till förändrad nederbörd och temperatur inom aktuella avrinningsområden.

En annan avvägning är vilket **tidsperspektiv** utredningen görs för. Tillgängliga klimatscenarier finns för Sverige fram till ca 2100 men det finns även möjlighet att få uppgif-

ter för kortare tidsperioder. Här behöver ett val göras utifrån den tidsperiod som är aktuella för det lokala området.

5.5 Förutsättningar/prognos för faror

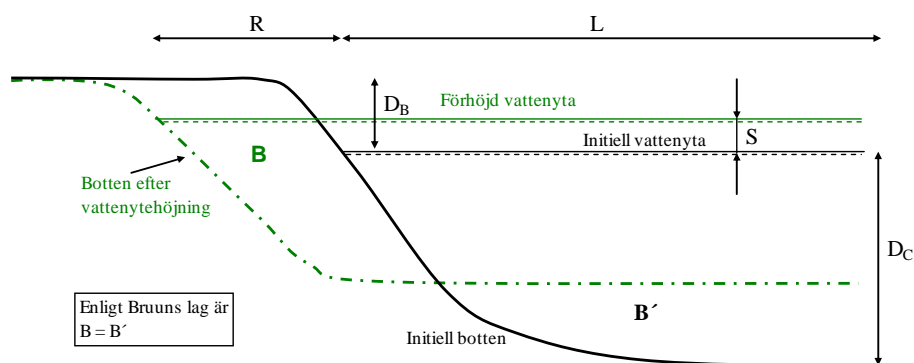
Med utgångspunkt från de naturliga förhållandena, befintliga skydd av stränder, förändringar av strandområdet samt scenarier för klimatförändringar görs en sammanvägning av vilka potentiella förutsättningar som finns för naturolyckor.

Syftet är att identifiera förutsättningar vid dagens förhållanden samt för förändringar/påverkan under en vald tidsperiod. Klimatförändringar för vald tidsperiod ingår i analysen och tidsperioden beror på det syfte för vilket analysen utförs och måste bedömas från fall till fall.

Erosion

Beroende på utredningens syfte och detaljeringsgrad görs en beräkning eller bedömning av vilken erosion som kan förväntas.

För översiktliga bedömningar av erosion vid *kuster* kan ofta användas generella modeller, exempelvis sådana som bygger på ett samband mellan havsnivåhöjning och påverkan på stränder (Bruun, 1962). Modellen utgår från att en höjd vattennivå i havet påverkar strandens övre del och dynerna, varvid material förflyttas från stranden ut i havet så att ett nytt jämviktsläge uppkommer, se *Figur 5-14*. Modellen är mycket förenklad och tar inte hänsyn till bland annat längsgående sedimenttransport, effekter av kraftiga stormar etc.



Figur 5-14. Förenklad figur som exemplifierar beräkning av erosion vid vattenståndshöjning för kustområden (efter Bruun, 1962).

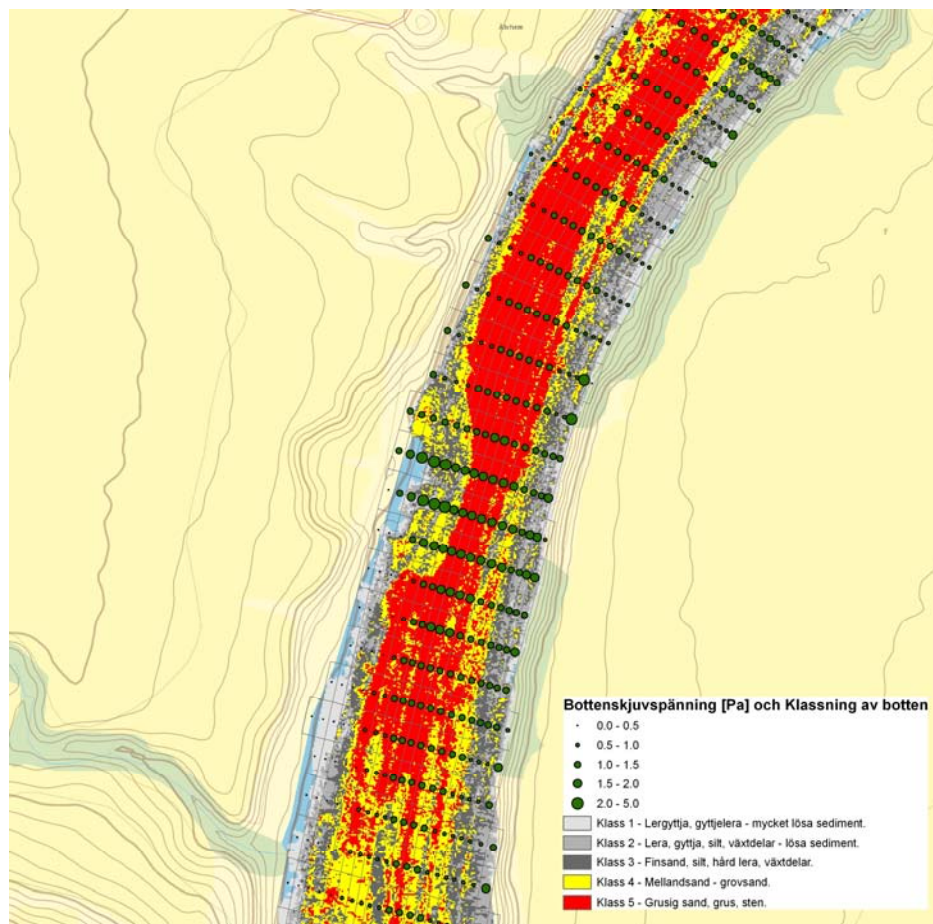
Vid mer detaljerade utredningar behöver beräkningar göras som tar hänsyn till flera parametrar. Hänsyn behöver då också tas till lokala effekter på erosionen till följd av stormar, översvämning och tillfälliga högvatten eller andra säsongsbetonade effekter. Även erosion under vattenytan behöver beräknas.



Figur 5-15. Erosion vid Ystad Saltsjöbad, 2009. Foto: SGI

För **vattendrag** bestäms erosionen genom beräkningar och mätningar. Den påverkan som strömmande vatten har på slänter och bottenar kan beräknas genom att jämföra de skjuvspänningar som uppkommer vid olika flöden med de kritiska skjuvspänningar som gäller för jordmaterialet i vattendraget, se *Figur 5-16*. Det finns etablerade och generella samband för beräkning av erosion i friktionsjord (grus och sand) utifrån bestämning av förekommande jordmaterials egenskaper. För bestämning av erosion i kohesionsjord (silt och lera) är de lokala förhållandena avgörande och förutsätter geotekniska och speciella mätningar av egenskaperna hos bottenmaterialet.

Man kan även värdera erosionsförhållandena genom att jämföra förändringar av botten-nivåer mellan olika tidsperioder eller genom mätning av sedimenttransporten längs vattendraget, se *Figur 5-11*.



Figur 5-16. Illustration av bottenskjuvspänningar och klassning av bottenmaterial i Göta älv. (SGI, 2011)

Dynbrott

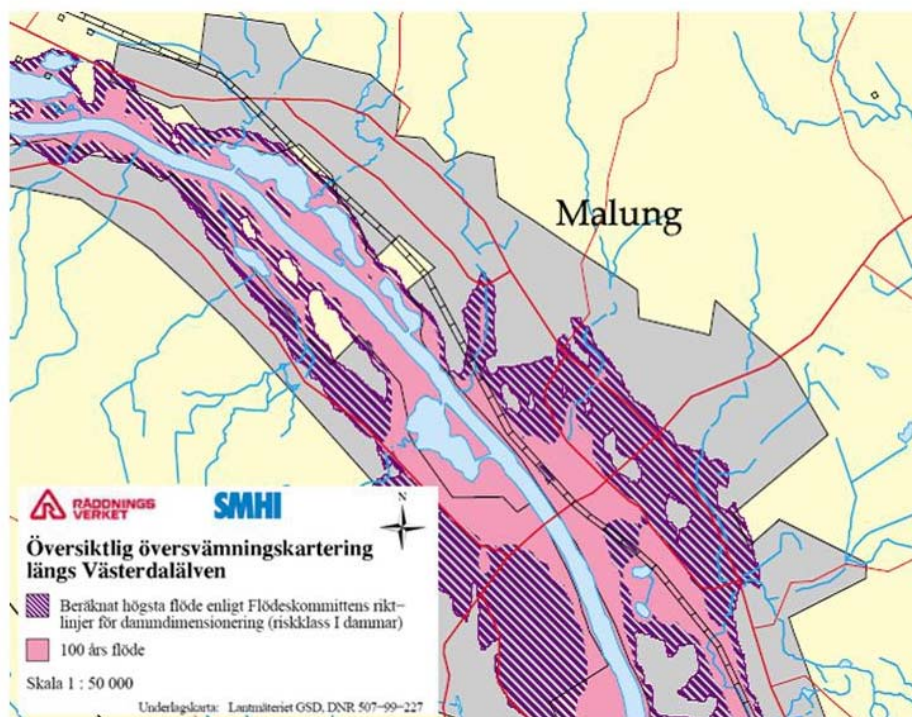
Förändring av dyners volym påverkas av naturliga förhållanden som jordart, topografi, vattenstånd samt vind- och vågklimat. En beräkning av det antal tillfällen med kraftig erosion som krävs för att ett dynbrott ska inträffa bör göras för att identifiera avsnitt där det finns risk för genombrott i dynen.

Volymminskningen på grund av vattenståndshöjningen leder till att antalet tillfällen med höga vågor som krävs för att erodera ner dynerna minskar.

Översvämning

Om det finns dynen längs stranden med tillräcklig höjd förhindrar dessa att det låglänta området bakom strandplanet översvämmas vid högvatten. Faran för översvämning av området bakom dynerna ökar vid ett framtida klimat dels eftersom dynerna riskerar att eroderas och överspolas, dels på grund av en stigande havsnivå.

För vattendrag kan exempelvis MSB:s översiktliga översvämningsskarteringar nyttjas. På flera platser finns också dokumenterat tidigare höga vattennivåer på ett eller annat sätt. I *Figur 5-17* visas ett exempel på en översiktlig översvämningsskartering.



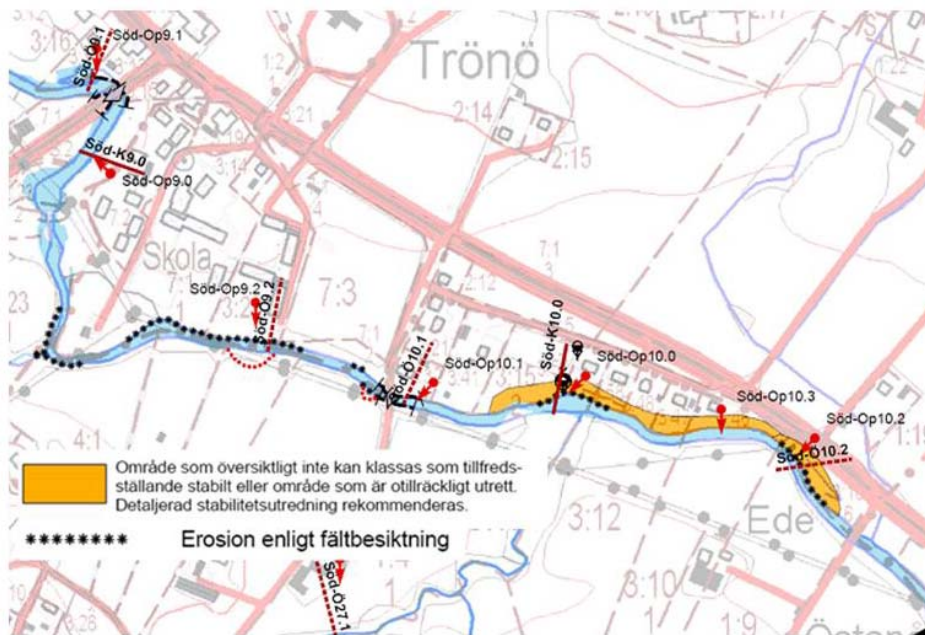
Figur 5-17. Utdrag ur MSB:s översiktliga översvämningskartering på en sträcka utmed Västerdalälven. Rosafärgade områden är sådana som riskerar att översvämmas vid ett högvattensstånd med 100 års återkomsttid vid och i närheten av Malungs centrum. (Räddningsverket, 1998)

De översiktliga översvämningskarteringarna baserar på en grov höjdmmodell, vilket innebär att det lokalt kan finnas avvikelser från redovisade översvämningsområden. För bestämning av de lokala förhållandena erfordras därför mer noggranna bestämningar av topografien. Lantmäteriet kommer att kunna leverera höjddata med bättre noggrannhet genom en ny nationell höjdmmodell.

Ras och skred

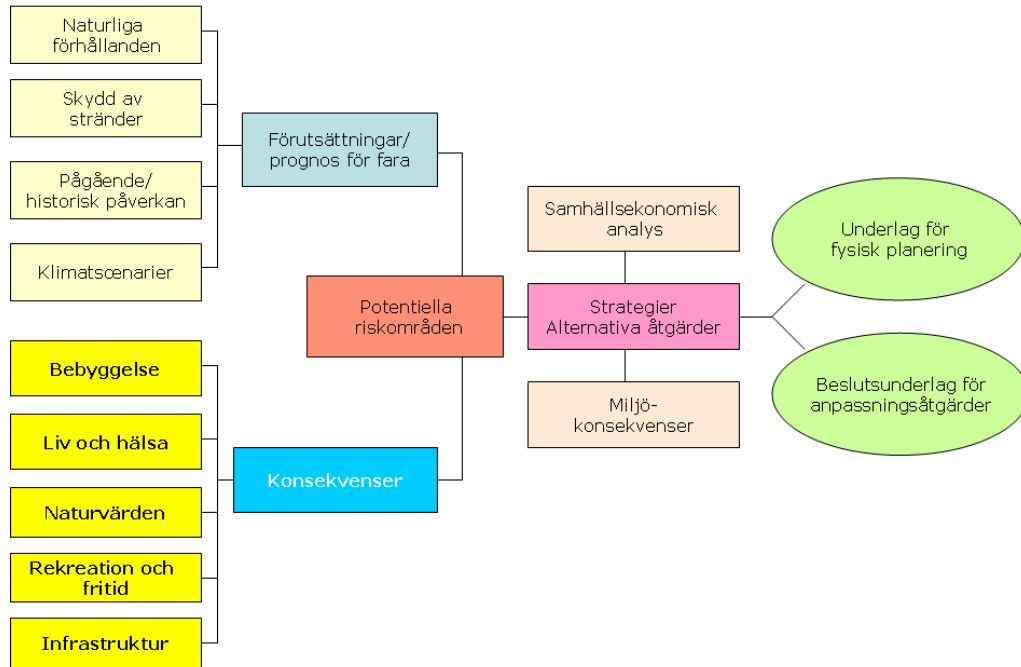
Beräkningar av förutsättningar för ras och skred utförs lämpligen enligt Skredkommissionens anvisningar för stabilitetsutredningar (Skredkommissionen, 1995). I dessa anvisningar finns redovisat omfattning och inriktning av undersökningar som utförs stegvis med successivt ökad detaljeringsgrad.

För att få en översiktlig bild av stabilitetsförhållandena kan MSB:s översiktliga stabilitetskarteringar nyttjas. Det bör observeras att dessa karteringar endast omfattar befintlig bebyggelse. Ett exempel på resultat från en sådan utredning visas i *Figur 5-18*.



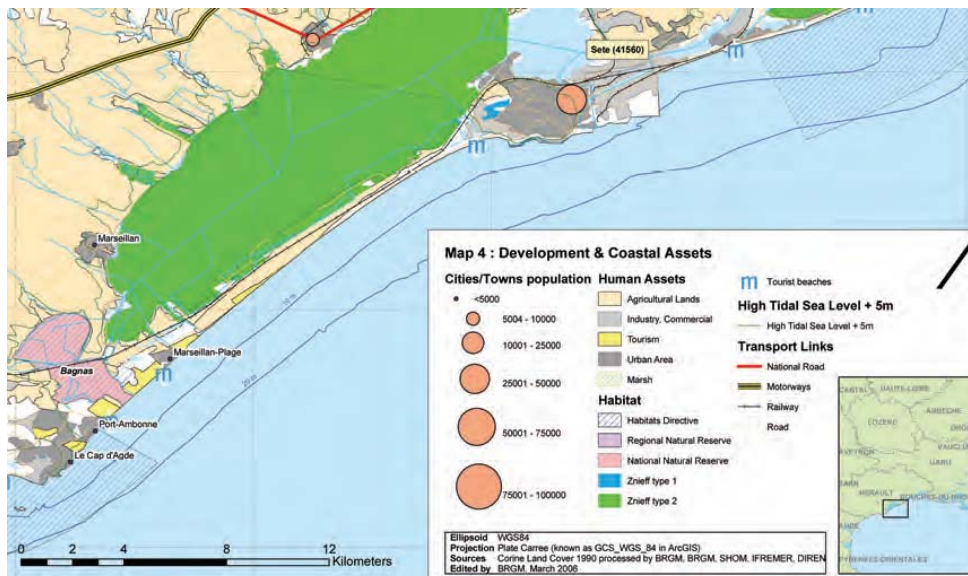
Figur 5-18. Utdrag ur MSB:s översiktliga stabilitetskartering från Söderhamns kommun i Trönö. Inom orangefärgade områden är stabiliteten otillfredsställande eller inte tillräckligt utredd, även uppgifter om erosion och skredärr i strandkanten går att finna på dessa kartor. (Räddningsverket, 2008)

6 KONSEKVENSER



Inom områden nära kuster, längs vattendrag och sjöar där det finns förutsättningar eller potentiella faror för naturhändelser som kan leda till olyckor behöver de olika värden eller tillgångar som finns där beskrivas och studeras ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Sådana värden kan utgöras av bland annat byggnader, infrastruktur, rekreationsområden eller naturvärden.

De olika värdena redovisas lämpligen i kartform med uppgift om kvantitet (mängd) och kvalitet (beskrivning av värden). Ett exempel finns i *Figur 6-1*.



Figur 6-1. Illustration över tillgångar i ett strandnära område. (McInnes, 2006)

Redovisning av värden eller tillgångar kan exempelvis innehålla:

- Basinformation – bebyggelsemönster, topografi, transportleder, sjöar etc.
- Tätorter – namn, storlek
- Infrastruktur – större vägar och järnvägar, hamnar
- Naturvärden – riksintressen, Natura 2000 etc.
- Kulturvärden – historiska och arkeologiska värden
- Turism och rekreation – stränder, friluftsområden
- Industrier – fisk, jordbruk, hamnar etc.

Nedan beskrivs hur de olika tillgångarna kan värderas eller bedömas. Det som beskrivs är de värden som främst påverkas av naturhändelser som kan leda till erosion, översvämning och ras/skred.

6.1 Bebyggelse

Byggnader och annan fast egendom

Omfattningen av skador på fastigheter beror på vilken naturolycka den utsätts för. Den kan beskrivas med teknisk sårbarhet (värde mellan 0 och 1) som anger hur stor andel av värdet som går förlorat vid erosion, översvämning, skred eller annan naturolycka. För översvämning kan sårbarheten beskrivas med en skadefunktion som beror av byggnadens utformning och material och där sårbarheten ökar med vattenytans höjd. I de flesta fall är det snarare aktuellt med renovering än rivning av översvämningsdrabbade byggnader och sårbarheten kan tänkas ligga i spannet 0-0,5.

I Klimat- och Sårbarhetsutredningens delbetänkande om de stora sjöarna (SOU 2006:94) användes schablonen 3500 kr/m² översvämmad byggnadsyta som härrör från Länsförsäkringars skadestatistik för översvämningarna 2001. För ras/skred och erosion är det rimligt att anta total förlust även om inte hela byggnaden ligger inom det aktuella skadeområdet eftersom berörda byggnader sannolikt blir förstörda och de i skadeområdets kanter sannolikt måste rivs.

Marknadsvärdet anses vara ett bra mått på fastighetens hela värde. För att beräkna ett verklighetsbaserat marknadsvärde rekommenderas att utgå från taxeringsvärdet som räknas om till marknadsvärde med en köpeskillingskoefficient. Köpeskillingskoefficienter beräknas av SCB som köpeskillning/taxeringsvärde för genomförda köp för olika fastighetstyper.

Användning av GIS gör det möjligt att koppla GSD-Fastighetskartan till en tabell med taxeringsvärden och på så sätt värdesätta alla områden på kartan. Det är därmed betydligt mindre arbetskrävande att utgå från taxeringsvärdet än att mäta upp areor för hus, förråd och tomtmark. För mindre projekt kan en karta i GIS-format med fastighetsbeteckningar tillhandahållas av kommunen. För stora projekt kan informationen köpas in i form av en GSD-fastighetskarta av Metria/Lantmäteriet.

Vad gäller beräkning av värdet av övrig hotad egendom används ett system med värdering i antal prisbasbelopp. Detta regleras årligen efter penningvärdet och är således in-

flationsskyddat, vilket gör att värderingar i metoden inte måste uppdateras kontinuerligt. Istället skrivs värdet av egendomen upp genom att årets prisbasbelopp används i beräkningen. För översiktlig riskanalys är det sannolikt inte aktuellt att ta med lös egendom då den utgör en liten andel av de totala kostnaderna.



Figur 6-2. Strandnära bebyggelse i anslutning till Göta älv. Foto: SGI

Kulturhistoriska byggnader

Kommuner och/eller länsstyrelserna har uppgifter om kulturhistoriska byggnader. Exempel på byggnader är kyrkor som omfattas av kulturminneslagen, områden som klassas som riksintresse för kulturmiljövård och byggnader och miljöer som av respektive kommun anses vara viktiga kulturmiljöer. Hotbilden och konsekvenser av respektive naturolycka ser ut som för byggnader generellt, men värderingen kan göras annorlunda. Idealt värderas byggnaden med försäkringsmässigt fullvärde, men det förutsätter att byggnaden är försäkrad. För stora områden är det en tidskrävande process att genomföra en värdering av kulturhistorisk bebyggelse.

6.2 Liv och hälsa

En väsentlig uppgift är att värdera omfattning av människor som kan komma att påverkas av en naturolycka. Uppgifter om antalet boende i olika områden finns hos kommunerna. Andra viktiga faktorer är antal arbetsplatser, elever/förskolebarn och tillfälliga besökare. Vid inventering av antal människor som vistas i riskområdet tas hänsyn till en närvarofaktor. Vistelsetiden ska ses som ”tid under risk”, och uttrycks som en närvarofaktor mellan 0 och 1 (andel av dygnet som personen spenderar på platsen).

Kommuner har uppgifter om antal boende, elever och i viss mån arbetsplatser, men formatet i vilket informationen finns varierar. Detaljerade uppgifter om antal boende och arbetande tillhandahålls som rasterdata (GIS-format) från SCB med noggrannhet upp till 100x100 m.

Utgångspunkten för att beräkna konsekvenserna avseende antal omkomna vid en naturolycka är dels betingad sårbarhet (sannolikheten för att dö eller skadas givet att man utsätts för faran), dels det ekonomiska värdet av att rädda liv. Värdet av ett statistiskt liv (VSL) kan beskrivas som den summa som en population tillsammans är beredda att betala för att eliminera en risk som dödar en slumpmässigt vald individ ett år (Hammit, 2000).

6.3 Naturvärden

Under detta avsnitt beskrivs exempel på några tillgångar i form av naturliga resurser och värden som kan påverkas av naturolyckor.

Jord- och skogsbruk

Värdering av jord- och skogsbruksmark uppdelas lämpligen i två komponenter: kostnaden för att flytta/ersätta verksamheten samt ersättning av själva markområdet.

Jordbruksmark

Inventering kan göras med översiktskarta där jordbruksmark redovisas. Jordbruksverkets statistikdatabas har uppgifter om procentuell fördelning av grödor, betesmark m.m. på länsnivå.

Som en uppskattning av värdet av förlorad skörd kan en beräkning göras med utgångspunkt från skördebortfallet. Kostnaderna för detta omfattar intäkter minus rörliga produktionskostnader och baseras på värdet per hektar för olika grödor. I Klimat- och sårbarhetsutredningen uppskattades skördebortfallet vid översvämning till 100 % första året, 60 % andra året och 10 % tredje året (SOU 2007:60).

För skred är den stora kostnaden återställande av mark till odlingsbart skick. Denna kostnad är svår att uppskatta och därför värderas konsekvensen istället med marknadsvärdet av den skreddrabbade marken, som anses gå helt förlorad.

Skogsbruk

Värdering av skogsmark som skadas av naturolyckor bör grunda sig på värdet vid värderingstillfället och motsvara virkesvärdet och eventuell uppräknings för motsvarande areals försäljning på den öppna marknaden. En genomsnittlig uppgift per ytenhet är svår att ange, då markens bördighet och trädens ålder, trädslag och volym varierar kraftigt. Exempelvis ligger i Södermanlands län priserna vanligtvis mellan 20 000 kr/ha och 70 000 kr/ha (Länsstyrelsen Södermanlands län, 2003).

Naturlig miljö

Inför kartläggningen av konsekvenser för naturvärden behövs kartbaserat, helst digitalt, underlag för var naturvärden finns. Länsstyrelsen kan ha information om bland annat riksintressen, Natura 2000, naturreservat, inventerade våtmarker, naturvärdesobjekt och nyckelbiotoper, sumpskogar, lövskogsinventering, ängs- och hagmark, regionalt värdefulla odlingslandskap, nationellt utpekade ängar och hagar, nationellt utpekade odlings-

landskap, djur- och växtskyddsområden samt naturminnen. I skriften "Skogens pärlor" (Skogsstyrelsen, 2010) ger exempelvis information om naturvärden i skogsområden.

Det finns inte något etablerat sätt att ekonomiskt värdera naturvärden, varför konsekvensbedömningen måste göras kvalitativt. Betalningsvillighetsstudier kan vara ett sätt att värdera konsekvenserna ekonomiskt, men ytterst få studier har genomförts hittills. Konsekvenser för naturvärden av översvämningar, erosion, ras och skred kan vara både negativa och positiva. Exempelvis kan skred skapa landskap med stor biologisk mångfald men kan å andra sidan skada etablerade naturvärden som t.ex. ädellövskog och lekbottnar för fisk.

6.4 Rekreation och fritid

Erosion av attraktiva strandområden kan medföra att stränder vid kustområden kan försvinna eller minska i bredd, vilket innebär att förutsättningarna för turism och friluftsliv avsevärt försämras. Värdefulla rekreations- och strövområden kan försvinna och därmed även turismen. Platsens varumärke kan skadas då det ofta förknippas med möjlighet till fritids- och rekreationsmöjligheter på stränderna. Detta leder till ekonomiska förluster hos näringsidkare inom turism på platsen. Det är stora värden som berörs, exempelvis har uppskattats att verksamheter relaterade till turismen i Tylösand vid Hallandskusten årligen omsätter 1 165 miljoner kronor, och genererar 1060 årsarbeten (SOU 2007:60 Bilaga B14).



Figur 6-3. Fritidsaktiviteter vid Åhusstranden.

Konsekvenserna kommer successivt och anpassning görs gradvis genom skyddsåtgärder eller flyttning av verksamheter. Konsekvenserna värderas inte som sådana, istället kartläggs de värden som hotas. Ett sätt att uppskatta värdet av området för besökarna är att summera de utlägg som turister gör för att vistas i området. För boende kan värdet beräknas genom att jämföra fastighetspriset i området med priser på andra platser; det man är villig att betala extra kan vara ett mått på värdet av strandområdet.

6.5 Infrastruktur

Vägar och järnvägar

Förutom kostnader för att reparera en skadad väg eller järnväg bör hänsyn tas till samhällets kostnader för störningar i transportförsörjningen. Långvariga störningar/avbrott leder till att stora samhällsekonomiska konsekvenser uppstår. Till konsekvenser inom vägtransportsystemet räknas direkta kostnadsökningar för restid, fordon, trafikolyckor, emissioner, drift och underhåll på grund av störningar/trafikavbrott. Med hjälp av Trafikverkets schablonmetod för bestämning av konsekvensklass vid vägavstängning (Vägverket, 2005) kan de direkta kostnadsökningarna beräknas genom att bland annat uppskatta hur lång tid vägen kommer att vara stängd för trafik. Samhällsekonomiska effekter vid stora omdirigeringar av trafiken är mycket svåra att uppskatta och kräver särskild kompetens. Motsvarande värdering av konsekvenser kan göras för järnvägar.



Figur 6-4. Underminering av järnväg vid Väja, Kramfors. Foto: SGI.

Vatten- och avloppsförsörjning

Anläggningar för vatten- och avloppsförsörjning är en samhällsviktig verksamhet och naturolyckor kan orsaka allvarliga störningar för enskilda och samhället. Nedan ges en översikt av systemens sårbarhet (utdrag ur Rihm & Haglund, 2009).

Anläggningar för produktion och distribution av vatten består bland annat av vattenintag, brunnar, vattenverk, reservoarer samt ledningssystem inom bebyggda områden. För

bortledning och behandling av spillvatten erfordras pumpstationer, avloppsreningsverk och ledningssystem. Anläggningar för bortledning av dagvatten utgörs i regel av ledningar med självfall direkt till recipienten utan rening.

Vilka konsekvenser som uppstår beror på vilken naturolycka som drabbar VA-systemet. Tillfälliga översvämningar innebär övergående problem, medan ras, skred och permanent vattennivåhöjning i hav, sjöar eller vattendrag innebär att anläggningar måste återuppbyggas för att den tekniska VA-försörjningen ska kunna vidmakthållas. Erosion kan vara ett hot mot VA-anläggningar där anläggningar är belägna nära hav eller vattendrag. Översvämning kan medföra att självfallsledningar inte fungerar, vilket påverkar transporten av spillvatten. Det kan också orsaka översvämning i byggnader via ledningsnätet. Översvämning av avloppsreningsverk kan slå ut vissa reningsprocesser och medföra att orenat avloppsvatten når recipienten.

Då en VA-ledning drabbas måste denna ersättas. Bygandet av en ny permanent ledning kan ta tid, men trycksatta ledningar kan ofta relativt enkelt ersättas med provisoriska ledningar ovan mark till dess den permanenta ledningen färdigställts. Om den nya VA-anläggningen inte kan anläggas på samma plats som den gamla kan nya ledningar behövas för att anpassa ledningsnätet till den nya lokaliseringen, vilket kan innebära stora investeringskostnader. I det fall ett vattenverk drabbas kan det finnas en reservvattentäkt och kostnaderna för en reservvattentäkt kan vara relativt måttliga. Om en reservvattentäkt däremot saknas kan kostnaderna bli mycket stora.

Kostnader för vattenverk och avloppsreningsverk kan uppskattas med ledning av plats-specifika förhållanden. Beträffande kostnaderna för tryckstegrings- och pumpstationer samt ledningar bedöms schablonvärden per enhet eller per meter kunna användas.

6.6 Förorenad mark och miljöfarlig verksamhet

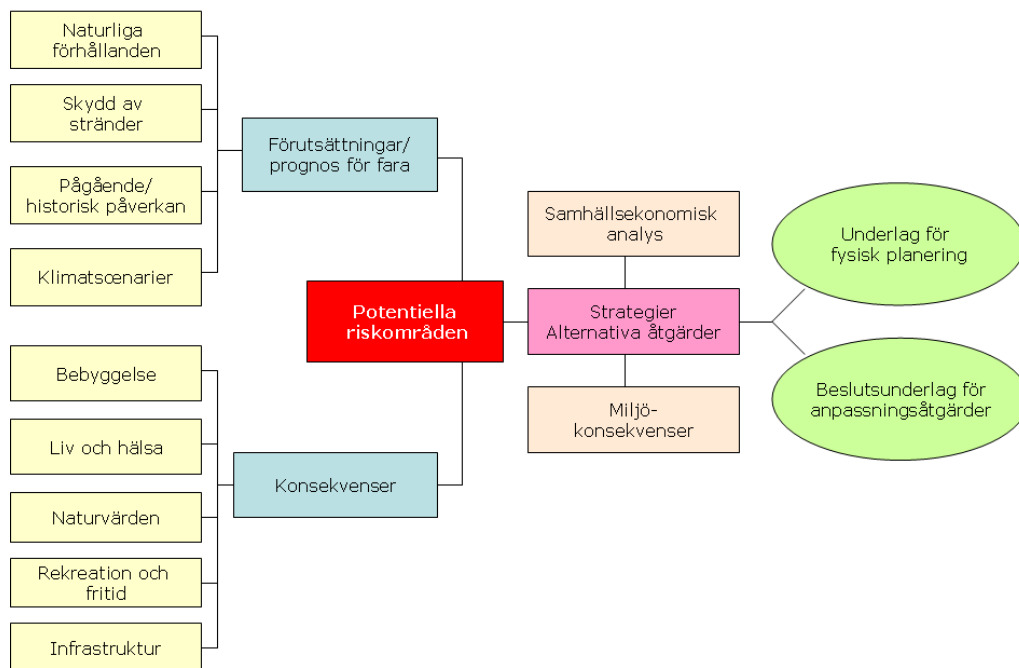
En särskild grupp av risker vid naturolyckor finns inom områden med förorenad mark eller där det bedrivs miljöfarlig verksamhet. Sådana områden och verksamheter är i sig en riskfaktor och i kombination med erosion, översvämning eller ras/skred kan konsekvenser för människa och natur bli mycket stora. Utlakning och spridning av giftiga ämnen till vattendrag och andra områden kan bli följden av en sådan naturolycka.

Potentiellt förorenade områden kartläggs och klassificeras enligt MIFO-metodiken (Metodik för inventering av förorenade områden). Metoden bygger på en sammanvägd bedömning av föroreningarnas farlighet (hälsa och miljö), föroreningsnivå (hur förorenat ett objekt är baserat på en sammanvägning av halt, mängd och volym), spridningsförutsättningar, områdets känslighet och skyddsvärde. I förorenade områden ingår även nedlagda deponier. MIFO-metodiken och dess bedömningsgrunder är beskrivna i rapporter från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 1999:1 och 1999:2).

Med miljöfarlig verksamhet avses här verksamhet som enligt Miljöbalken är tillståndspliktig (förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, SFS 1998:899). Riskobjekt kallas sådana verksamheter som omfattas av SEVESO-lagstiftningen. Miljöfarlig verksamhet indelas i A, B eller C. A-verksamheter är de som anses farligast, t.ex. gruvor, pappersmassafabriker och stora vindkraftverk. A-verksamheter är tillståndspliktiga och prövas av miljödomstol eller av regeringen. B-verksamheter är tillståndspliktiga och prövas av länsstyrelsen. Exempel på sådan verksamhet är energianläggningar, olika slags industrier, skjutfält och flottflygplatser. C-verksamheter är endast anmälnings-

pliktiga, exempelvis skjutbanor, Försvarmaktens hamnar, små industrier, stora växthus och små vindkraftverk.

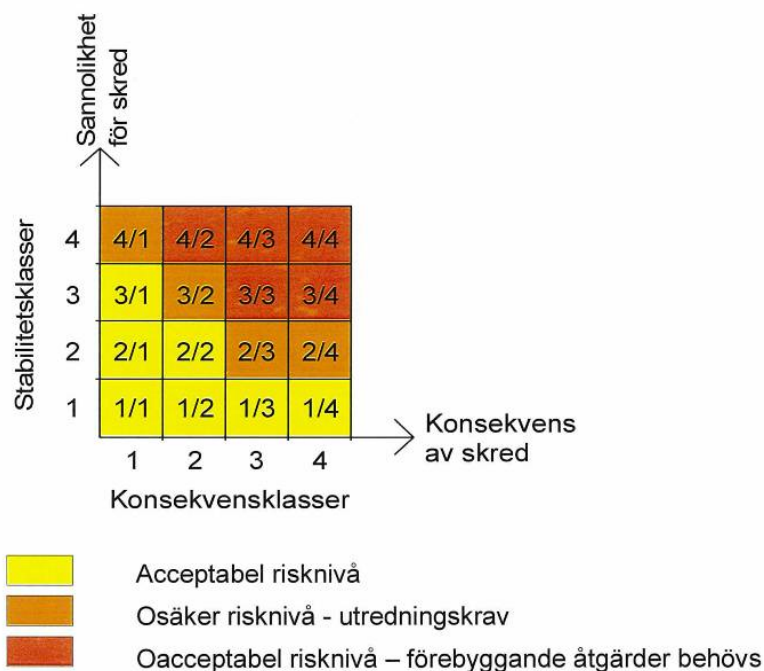
7 POTENTIELLA RISKOMRÅDEN



7.1 Risker för naturolyckor

Genom att kombinera **förutsättningar/faror** (enligt kapitel 5) med de **konsekvenser** en naturolycka kan medföra (enligt kapitel 6) kan potentiella **riskområden** identifieras. Risk kan uttryckas på olika sätt, i relativa termer eller i monetära begrepp. Risker för erosion, översvämning och skred/ras kan uppträda samtidigt eller var för sig beroende på strandområdets speciella förhållanden. När förutsättningarna ändras t.ex. till följd av klimatförändringar kan förutsättningar/faror öka liksom risken för skador på tillgångar.

Figur 7-1 visar ett sätt att värdera risken för en naturolycka, här exemplifierad för skred. *Sannolikheten* eller förutsättningar för en naturolycka beror av naturliga geotekniska och topografiska förhållanden som redovisats i tidigare kapitel, tillsammans med naturliga variationer i t.ex. havsvattenstånd eller nederbörd. *Konsekvenser* är de värden som drabbas av en olycka, t.ex. skador på människor och egendom eller värdefull natur. *Riskerna* uttrycks som en sammanvägning av sannolikhet/förutsättningar för naturolyckor och konsekvenser redovisat på en översiktlig nivå.



Figur 7-1. Illustration av risker för skred som en kombination av sannolikhet och konsekvens. (Ahlberg, 1995)

Där sannolikheten för skred är stor och samtidigt konsekvenserna är omfattande är risken oacceptabel och åtgärder behöver vidtas (de röda fälten i figuren). Om risknivån är osäker (orange fält) behöver utredningar utföras för att klargöra risknivån. Om risknivån är acceptabel för dagens förhållanden (de gula fälten) kan en ökad sannolikhet för skred till följd av klimatförändringar innebära att en osäker eller oacceptabel risknivå uppkommer. Detsamma gäller om konsekvenserna ökar, t.ex. om ett områdes värde ökar till följd av exploatering i ett område med risk för naturolyckor.

Om å andra sidan åtgärder vidtas för att minska sannolikheten för en naturolycka genom att förstärkningsåtgärder utförs kan riskerna minskas eller elimineras.

Hantering av risker berör flera samhällssektorer och kan hanteras på olika nivåer i samhället. När det gäller risker som tar hänsyn till klimatförändringar är det viktigt att beakta i vilket tidsperspektiv som riskanalysen utförs. Det finns omfattande litteratur som beskriver hur riskanalyser och riskvärdering kan utföras och för fördjupning hänvisas till en handbok för riskanalyser (2003).

I anslutning till utvecklingen av den modell som redovisas i denna rapport har modellen tillämpats i två praktiska fall, i Ystad Sandskog respektive kusten i Åhus i Kristianstads kommun. Dessutom har modellen tillämpats för regionala klimat- och sårbarhetsanalyser och i samband med översikts- och detaljplanering. Exempel från dessa studier redovisas i detta och följande kapitel.

7.2 Praktikfall: Risker för naturolyckor vid Ystad Sandskog

Ystad Sandskog är beläget i Ystads kommun och består av välbesökta sandstränder, fritidshus och en konferensanläggning. Med utgångspunkt från identifierade förutsättningar/faror och konsekvenser finns ett antal potentiella riskområden vid Ystad Sandskog för dagens förhållanden och i ökad omfattning vid klimatförändringar.

För kuststräckan finns förutsättningar för dels erosion på stränder och i dyner, dels överspolning av dyner med efterföljande översvämning av bakomliggande markområden, se *Figur 7-2*. Erosion av dynerna kommer att leda till att branta slänter uppkommer, där materialet efterhand kommer att rasa ner mot släntfoten. Vid högt vattenstånd och speciellt i samband med kraftiga vindar och höga vågor kan större delar av dynerna komma att försvinna ut i havet.

Strandplanet och dynerna är längs hela området utsatta för erosion för dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar. Med utgångspunkt från överslagsberäkningar bedöms att området från strandlinjen samt delar eller i vissa fall hela dynernas bredd kan komma att påverkas av erosion. Detta gäller för hela den studerade kuststräckan förutsatt att inga åtgärder vidtas för antagna klimatförändringar.

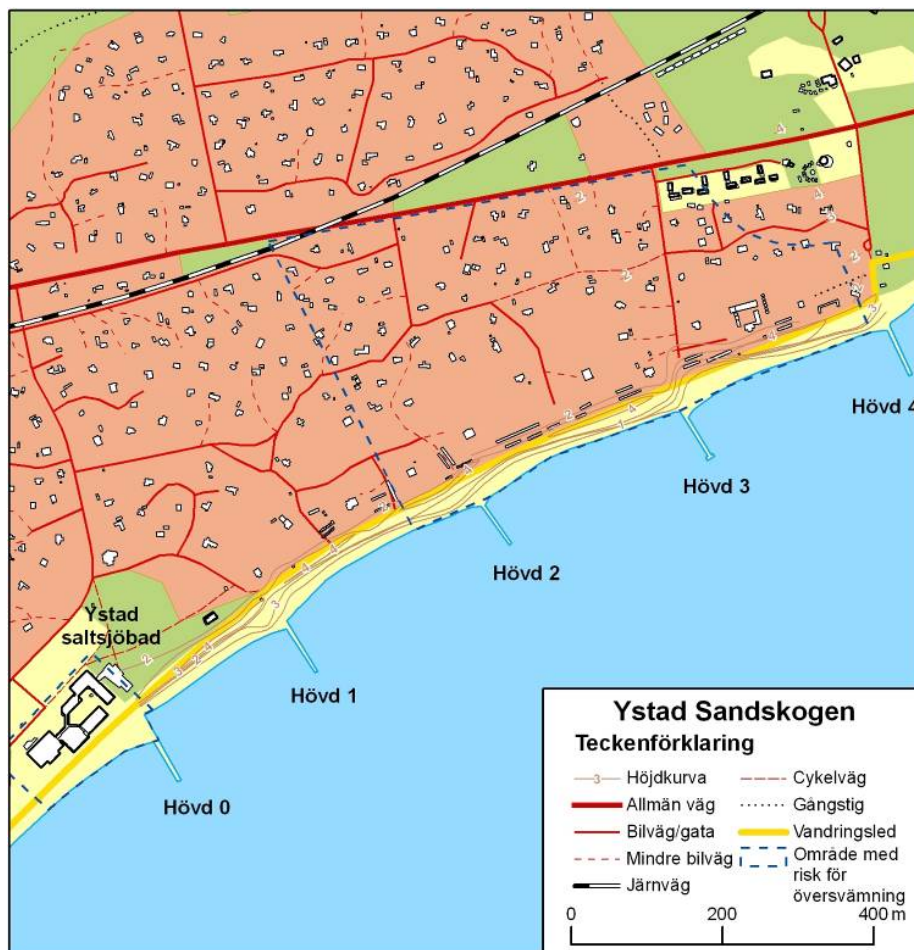


Figur 7-2. Område bakom dyner vid Ystad Saltsjöbad. Foto: SGI

I vilken mån överspolning och översvämning kan förekomma beror på dynernas höjd och om dynerna kan bibehållas och skyddas mot erosion. För dagens förhållanden kan dynerna kortvarigt överspolas men nuvarande dynhöjd är i huvudsak tillräcklig för att förhindra översvämning. Det finns dock lokalt avsnitt där vägar eller stigar utförts i dynerna som innebär öppningar i dynerna med lägre nivåer. Om man beaktar effekter av klimatförändringar till år 2100 behöver dynerna nå upp minst till nivån + 3,0 (för situationen med ett högvatten av +2,4 och en våghöjd av 0,6 meter) för att undvika översvämning. Detta innebär att dagens nivåer på dynerna är tillräckliga på de flesta avsnitt

förutsatt att de inte eroderas. Dock ökar risken för överspolning dramatiskt vid situationer med extrema vågor i ett framtida förändrat klimat jämfört med dagens situation.

Områden som kan påverkas av översvämningar framgår av *Figur 7-3*. Närmare beskrivning finns i en rapport över förhållandena vid Ystad Sandskog (SGI, 2009:1).

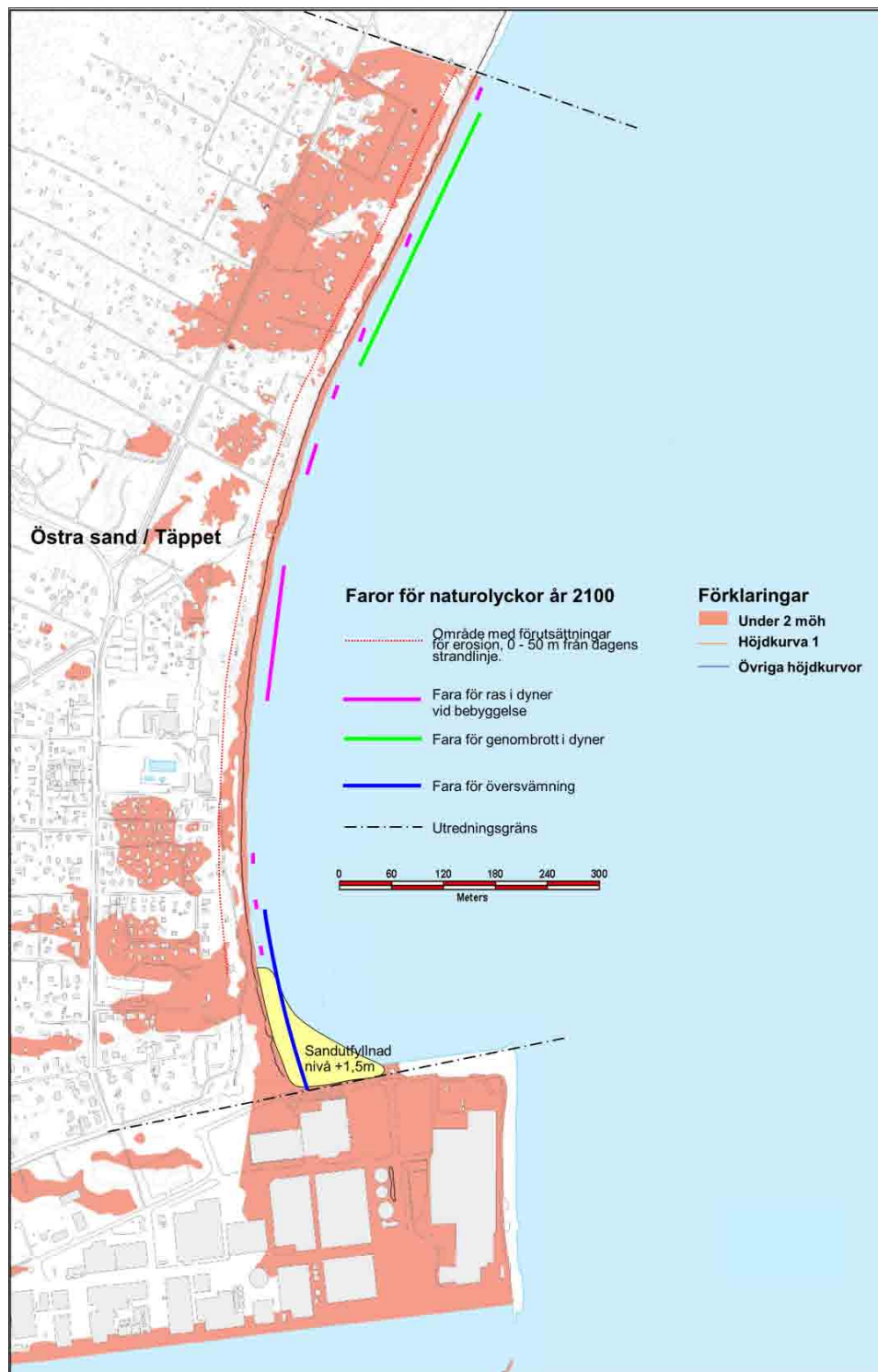


Figur 7-3. Områden som riskerar att översvämmas vid ett högvattenstånd med 100 års återkomsttid i ett framtida förändrat klimat vid Ystad Sandskog. (SGI, 2009:1)

7.3 Praktikfall: Risker för naturolyckor vid kusten i Åhus

Åhus är beläget vid Östersjön och inom området finns såväl permanent som fritidsbebyggelse i närheten av kusten. Det finns också flera turistanläggningar och sandstränderna används av ett stort antal besökare för sol och bad. Stränderna är relativt smala med dyner som framförallt i den norra delen är låga och känsliga för erosion.

Längs hela kuststräckan i Åhus finns förutsättningar för erosion på stränder och av dynbildningar. Dynerna har oftast låg höjd vilket innebär risker för överspolning av dyner med efterföljande översvämning av bakomliggande markområden. Hotbilden vid dagens förhållanden kommer att öka vid klimatförändringar. Med utgångspunkt från överslagsberäkningar i syfte att ange en lämplig skyddszon som kan användas i den fysiska planeringen bedöms att ett område med ca 50 m bredd från strandlinjen kan komma att påverkas av erosion. Detta gäller om inga åtgärder vidtas för antagna klimatförändringar år 2100. De sträckor som kan komma att hotas framgår av *Figur 7-4*.



Figur 7-4. Områden vid Östra Sand/Täppet med förutsättningar/faror för naturolyckor. (SGI, 2008)

Där erosion av dynerna förekommer leder detta till att branta slänter uppkommer och jordmaterialet efterhand rasar ner mot släntfoten. Detta innebär en risk för att byggnader som ligger i anslutning till sådan slänter kan komma att skadas. Vid högt vattenstånd och speciellt i samband med kraftiga vindar och höga vågor kan större delar av dynerna

komma att försvinna ut i havet. Var sådana angrepp kommer att ske är inte möjligt att i detalj ange utan mer detaljerade utredningar.

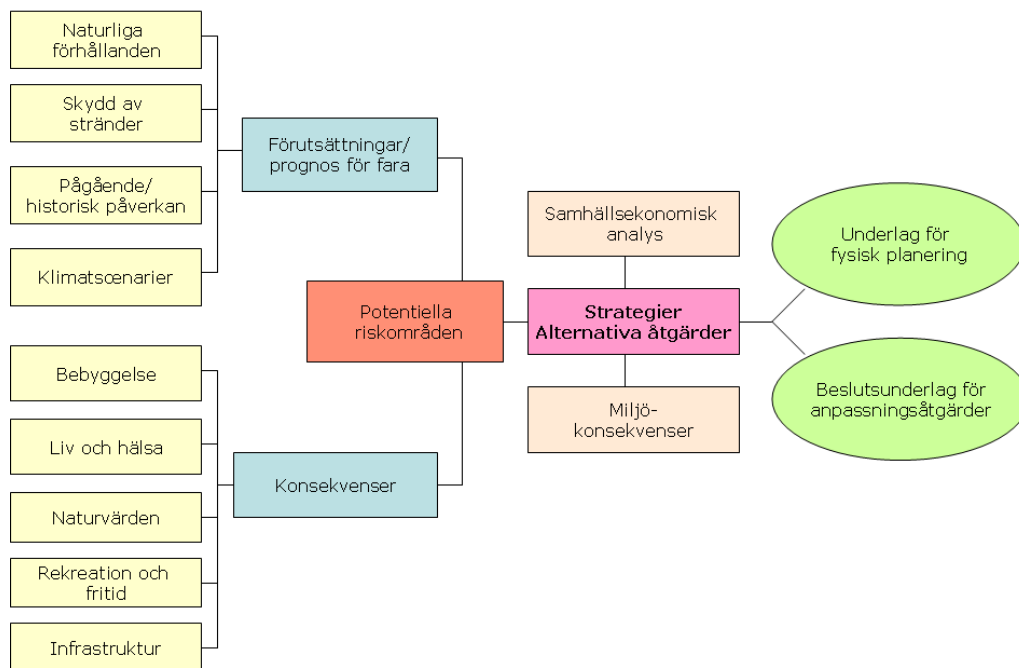
Överspolning och översvämning kan förekomma där dynernas höjd är låg. Det är då viktigt att dynerna kan bibehållas och skyddas mot erosion. För dagens förhållanden är nuvarande dynhöjd i huvudsak tillräcklig för att förhindra översvämning. Om man beaktar effekter av klimatförändringar till år 2100 behöver dynerna ha en höjd av + 2,5 m för att undvika översvämning. Detta innebär att dagens nivåer på dynerna inte är tillräckliga på vissa avsnitt där vägar eller stigar utförts i dynerna som innebär öppningar i dynerna med lägre nivåer.



Figur 7-5. Byggnader vid krönet av dynbildningar i Åhus. Foto: SGI.

Eftersom huvuddelen av kuststräckan är bebyggd kan hela denna del av kusten bedömas vara ett riskområde. Detta innebär vidare att det finns behov av att vidta åtgärder för att skydda kuststräckan mot erosion både för dagens förhållanden och vid ett förändrat klimat. Dessutom behöver dynerna förstärkas för att motstå framtida vattenståndshöjningar och förhindra översvämning i samband med höga vattennivåer och vågor.

8 STRATEGIER OCH ALTERNATIVA SKYDDSÅTGÄRDER

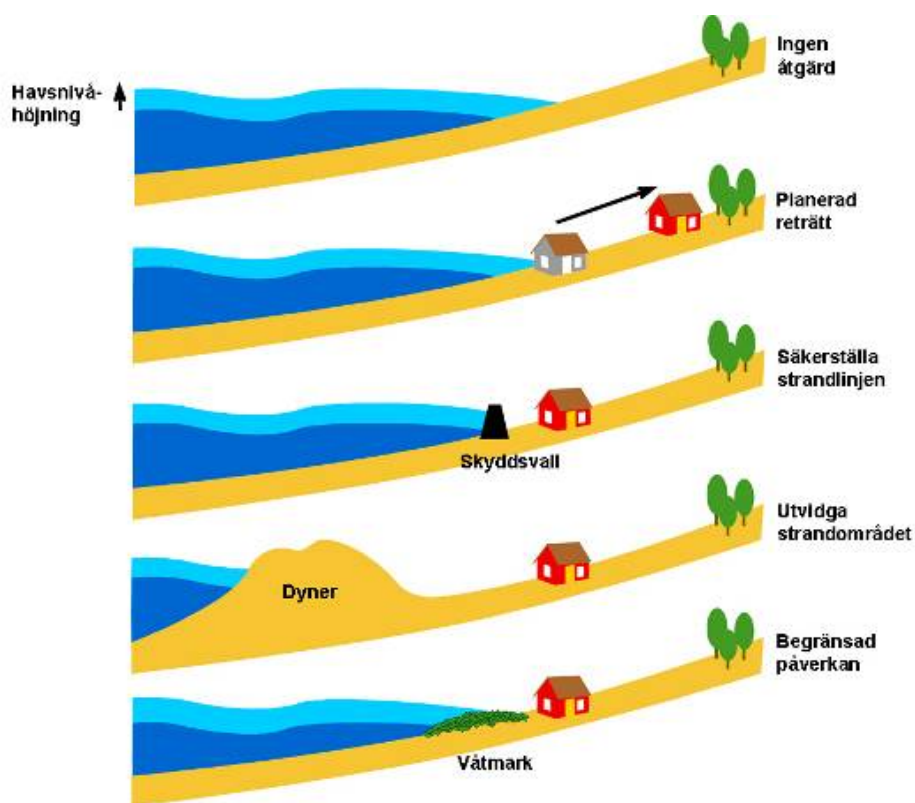


8.1 Strategier för skydd av strandnära områden

Det finns ett antal alternativa strategier som kan väljas vid beslut om fortsatta utveckling och förvaltning av strandnära områden, se *Figur 8-1*. Strategierna kan tillämpas för stränder vid hav, sjöar och vattendrag.

De olika strategierna innebär följande:

- *Ingen åtgärd*
Inga investeringar görs i kustskyddsanläggningar eller åtgärder för att skydda mot erosion.
- *Planerad tillbakaflyttning/reträtt*
Byggnader och anläggningar flyttas in mot land och nya kustskydd anordnas längre från strandlinjen.
- *Säkerställa strandlinjen*
Behålla och vid behov förstärka nuvarande strandlinje. Denna strategi täcker de situationer där åtgärder kan göras framför eller bakom de befintliga skydden för att förbättra eller bevara den skyddsnivå som ges av den existerande skyddslinjen.
- *Utvidga strandområdet*
Nya kustskydd etableras längre ut mot havet. Den befintliga skyddslinjen flyttas fram genom att nya skydd byggs nedanför de befintliga.
- *Begränsad påverkan*
Samverkan med naturliga processer genom att tillåta viss erosion under kontrollerade förhållanden och genom underhållsåtgärder säkerställa viktiga områden och intressen.



Figur 8-1. Alternativa strategier för kustutveckling och kustskydd. (EuroSION, 2004)

Den strategi som väljs innebär olika konsekvenser för människa och miljö samt leder till olika kostnader för såväl kommunen som för enskilda. Val av strategi är därför ytterst en politisk fråga, där tekniska, ekonomiska och miljömässiga aspekter måste vägas samman.

8.2 Exempel: Strategi för kuster i Ystads kommun

Ett exempel på hur en sådan strategi kan utformas är den policy för förvaltning och skydd av kusten som Ystads kommun har antagit (Ystads kommun, 2008). I policyn finns några övergripande principer:

- Ystads kommun ska arbeta för att övergå från ett reaktivt förhållningssätt till ett proaktivt förhållningssätt när det gäller skydd och förstärkning av naturliga landformer. En integrerad förvaltning av kustzonen bör genomsyra arbetet med den fysiska planeringen och åtgärderna för att skydda kusten mot erosion och översvämning.
- Skydd av kustlinjen och återuppbyggnad av stranden ska ske i områden där ytterligare erosion skulle innebära fara för allmänheten eller oacceptabel förlust av områden med byggnader och infrastruktur samt områden för naturskydd, rekreation och turism.
- Ystads kommun ska så långt det är möjligt arbeta i samklang med de naturliga processerna i kustzonen för att motverka negativa effekter av mänskliga aktiviteter.
- Kommunens berörda tjänstemän ska gemensamt formulera mål för erosionsarbetet vilka ska vara föremål för kontinuerlig prövning.

- I det fall då erosionsförhållandena ändras så att akuta åtgärder behöver sättas in, kan erosionspolicyns bestämmelser rörande kustskyddsåtgärder frångås initialt.

När det gäller åtgärder för att skydda kusten gäller följande:

- Vid planerade kustskyddsåtgärder eller andra projekt som kan påverka kustzonen ska kostnadsanalyser, riskanalyser och MKB genomföras. Dessa ska användas som underlag vid beslut om vilken typ av förvaltning som passar bäst för det specifika området.
- Ystads kommun ska så långt det är möjligt planera så att nya konstruktioner eller liknande som anläggs i eller nära strandlinjen inte på avgörande sätt hindrar den naturliga transporten av sand längs kustlinjen. I de fall då det har byggts eller planeras för konstruktioner i strandlinjen som kan påverka sandtransporten ska Ystads kommun se till att inkludera åtgärder för att säkerställa en mer eller mindre obehindrad sandtillgång.
- I områden där existerande bebyggelse, anläggningar eller infrastruktur hotas av kusterosion bör, utifrån en samhällsekonomisk bedömning, möjligheterna till omlokalisering av dessa utvärderas. I andra hand bör mjuka metoder så som strandfodring utvärderas för att reducera hot eller risk för erosion och översvämning.
- Etablering av nya hårda kustskydd bör endast övervägas efter det att andra alternativ som har mindre miljöpåverkan har utvärderats och eliminerats. I de fall då hårda kustskydd är det enda alternativet bör åtgärder vidtas för att minimera risken för negativ miljöpåverkan.
- Mätningar av kustlinjen och kustzonens profil är mycket viktigt och ska genomföras regelbundet.
- Ystads kommun ska arbeta för att de muddringsmassor som uppkommer i samband med underhåll av hamnarna i Ystads kommun, och som inte kan nyttjas på annat sätt, ska omhändertas, renas och användas som utfyllnadsmaterial i erosionsdrabbade områden. De muddringsmassor som nyttjas på annat sätt i hamnområdena ska ersättas med sand från täkt på land eller till sjöss så att sedimentbalansen upprätthålls.

8.3 Alternativa åtgärder för att skydda strandnära områden

Valet av åtgärd för att skydda strandnära områden är en avvägning mellan risk och kostnader för de skador som kan uppstå vid en översvämning samt kostnaden för förebyggande åtgärder. I en samhällsekonomisk analys måste även kostnader som inte direkt hänför sig till själva naturolyckan vägas in, exempelvis samhällets kostnader för att hålla beredskap. Många intressenter är inblandade och ansvarsfördelningen samt kostnadsfördelning är inte tydlig. Eftersom skadorna inträffar relativt sällan har berörda parter ofta en begränsad kunskap både om risker och om ansvarsfördelning. Detta oavsett om ansvarsfördelningen verkligen är oklar, om den är tydligt reglerad i lagstiftning eller genom avtal. Åtgärder kan behöva utföras på en enskild fastighet eller för flera fastigheter och då kräva samordnade åtgärder.

Det finns ett stort antal olika metoder som kan tillämpas för att säkerställa skydd av områden med risk för naturolyckor i form av erosion, översvämning eller ras/skred. I flera fall kan finnas ett naturligt skydd i form av t.ex. dyner/klitter, som ibland kan behöva förstärkas.

Syftet med ett skydd av strandnära områden är att:

- utgöra en barriär mellan vattnet och det erosionskänsliga/erosionsbenägna strandmaterialet;
- dämpa energin i vågor och strömmar innan de når stränderna, varvid möjligheten minskar för vatten och vågor att erodera strandmaterialet;
- styra vattenströmmar och sedimentströmmar så att en önskvärd transport och sedimentation sker av material;
- förhindra att vatten översvämmar byggd miljö och andra landområden;
- förebygga ras och skred i slänter.

Några exempel på åtgärder för att skydda strandnära områden mot erosion, översvämning och ras/skred:

- Strandskoning, sponter och stödfyllning
- Strandfodring (artificiell sandtillförsel)
- Vågbrytare
- Förstärkning av naturliga kustskydd (dyner eller bukter mellan uddar)
- Hövder
- Vegetation
- Invallning
- Byggnadstekniska åtgärder

För att uppnå så god effekt som möjligt kombineras ibland olika typer av skydd med varandra. Vilken typ av åtgärd som väljs i varje enskilt fall beror på flera tekniska, ekonomiska och miljömässiga faktorer som måste vägas samman till en helhet.

Nedan beskrivs kortfattat olika typer av skydd mot naturolyckor och deras funktion.

De olika metoderna finns bland annat beskrivna av Johansson (1995 och 2003), Odén & Johansson (2005), Hanson et al. (2006) och Bergman et al. (2011).

Strandskoning

Strandskoning är ett samlingsbegrepp för olika typer av konstruktioner som uppförs på stränder som är utsatta för erosion av vågor eller strömmande vatten. Strandskonings primära funktion är att skilja land och vatten och därigenom begränsa vågors och strömmars möjligheter att erodera stränder och dynbildningar. Dessutom kan strandskoningar skydda mot jordskred och ras. Strandskoningen kan antingen placeras direkt på slänten ned mot och i vattnet eller utföras vertikalt i form av stödmurar eller kajer.

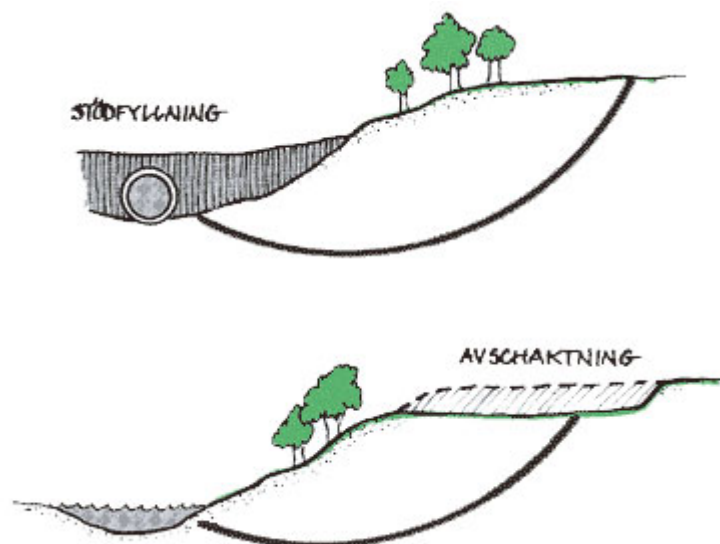


Figur 8-2. Skydd mot erosion i slänt vid vattendrag. (Skredkommissionen Rapport 5:95)

Den vanligaste typen av strandskoning utgörs av block eller sprängsten som placeras ut längs stranden. Konstruktionen utförs oftast som ett så kallat filter. I vissa fall används betongplattor, betongmattor, gabioner, betongmurselement eller i en enklare form sandfyllda säckar. Användningen är dock begränsad ur den aspekten att det är önskvärt att bevara stora delar av den strandlinje som är utsatt för erosion, antingen från turistsynpunkt (badstränder), ur miljösynpunkt (växt- och djurliv) eller från estetisk synpunkt.

Stödfyllning och avschaktning

För en brant slänt med otillfredsställande stabilitet mot ras och skred kan en stödfyllning läggas ut för att stödja och jämna ut branten. Ett annat sätt är att schakta av den övre delen av slänten och på det sättet ta bort en del av belastningen. Kostnaden för avschaktning eller stödfyllning/tryckbank varierar avsevärt beroende på om arbetena görs på land eller i vatten.



Figur 8-3. Stödfyllning för slänt respektive avschaktning av släntkrön. (Skredkommissionen Rapport 5:95)

Strandfodring

Det mest naturliga sättet att skydda stränder mot erosion och därav risk för översvämning är att återställa en eroderande strand till sitt ursprungliga utseende, alternativt till ett annat önskvärt utseende, genom att tillföra sand, strandfodring. Sanden kan utvinnas ur tåker i havet eller på land. Strandfodring är en metod som följer de naturliga processerna och är den helt dominerande kustskyddsmetoden internationellt. Metoden kan utföras som fristående åtgärd eller i kombination med andra åtgärder, t.ex. hövder eller friliggande vågbrytare.



Figur 8-4. Strandfodring med sand från täkt i havet. Foto: Peter Butijin

Vågbrytare

Vågbrytare används för att minska kraften från vågor och därmed riskerna för erosion och översvämning. Friliggande vågbrytare är konstruktioner som placeras en bit ut från och i huvudsak parallellt med kustlinjen. Genom att vågbrytarna anläggs utanför stranden skyddar de en längre kuststräcka än vad motsvarande konstruktion placerad i strandlinjen skulle ha gjort. Vågbrytare byggs oftast upp av sprängsten och kan med fördel kombineras med andra typer av kustskydd, som t.ex. strandskoning eller strandfodring.



Figur 8-5. Vågbrytare. Foto: Kystdirektoratet, Danmark

Hövder

En hövd är en konstruktion som utbyggs från stranden och vinkelrätt ut i vattnet. På uppströmssidan av hövden kommer material att ansamlas, medan material kommer att eroderas på nedströmssidan. Stranden kommer att byggas upp successivt och strandlinjen flyttas ut mot hövdens ytterände. En mindre mängd material än tidigare kommer att passera förbi hövdens ytterände, vilket medför att det uppkommer erosion på nedströmssidan.



Figur 8-6. Hövder för stabilisering av en kuststräcka. Foto: Kystdirektoratet, Danmark

Vegetation

Ett vegetationstäckes på naturliga eller konstgjorda sanddyner ger en avsevärt ökad motståndskraft mot erosion ovan vattenlinjen. Till skillnad från många av de andra erosions-/kustskydden behövs en viss tid för vegetationen att få full effekt eftersom växterna måste etableras på platsen. Under etableringstiden är skyddet relativt känsligt för påverkan och skador. Det är lämpligt att välja olika typer av växter med olika känslighet och krav under etableringsfasen så att de kompletterar varandra och kan utgöra ett komplett skydd.

Invallning

För att undvika översvämning kan en invallning utföras kring ett område. Invallningen kan bestå av en tät vall som håller vattnet ute och vid behov kompletteras med pumpar för att transportera bort vatten som samlas innanför vällen. Invallningar kan vara permanenta eller sättas upp tillfälligt i ett akut skede. Permanenta vallar kan kompletteras med tillfälliga vallar i kortare passager, t.ex. där en väg korsar invallningen.

Invallning kan leda till att områden innanför vällen nyexploateras eller att bebyggelsen förtätas. Stora skadekonsekvenser kan uppstå om vällen brister. Detta kan bero på felkonstruktion, bristande underhåll eller att marken översvämmas på grund av att vattnet stiger högre än vällen medger. Vallar kan således medföra ”falsk säkerhet”.



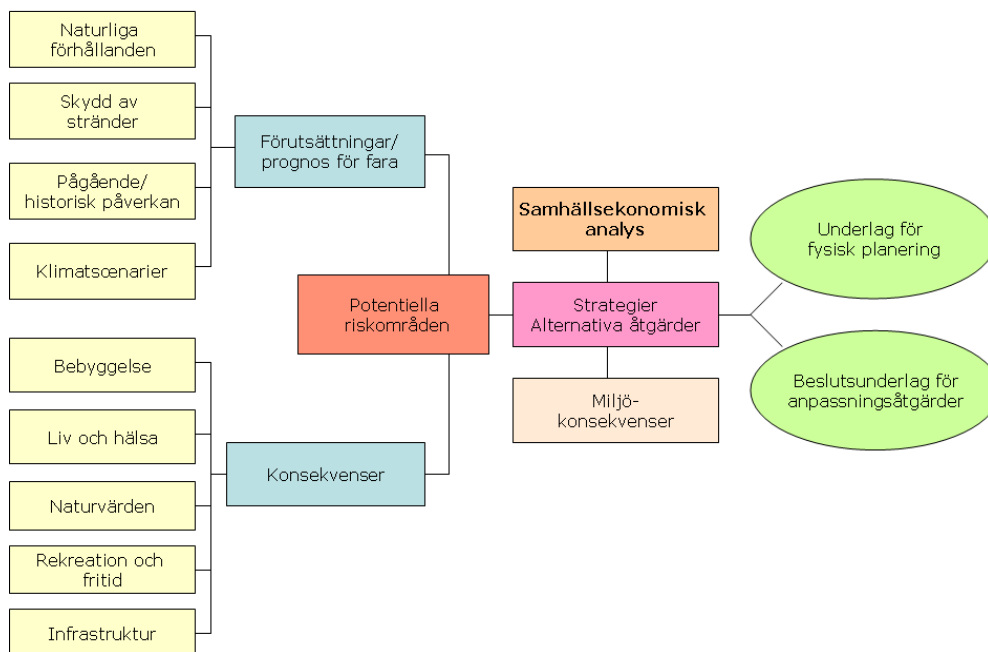
Figur 8-7. Invallning av Helge å vid bostadsbebyggelse i Kristianstad. Foto: Kristianstads kommun

Anpassning av byggnader och konstruktioner

Enskilda byggnader kan anpassas för att eliminera eller minska skador till följd av översvämningar. Källarvåningar kan konstrueras för att tåla tillfälligt eller långvarigt vattentryck och skador kan minskas genom att installationer för el, VVS placeras på tillräckligt hög nivå.

Fastigheternas användning har stor betydelse för vilka skador som kan uppstå vid en översvämning. Källare och våningar som kan drabbas av översvämning bör inte användas som bostäder utan kan exempelvis nyttjas för ändamål som är mindre känsliga för inträngande vatten.

9 SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS



Den samhällsekonomiska analys som redovisas i detta avsnitt baseras på de modeller som tagits fram av SGI och Lunds universitet (SGI, 2006 och Persson, 2008:1).

Samhällsekonomiska utvärderingar kan utföras med olika metoder. Valet av utvärderingsmetod är beroende av ett antal faktorer:

- Omfattningen av projektet och syftet med utvärderingen – vilken *fas* är relevant för projektet och vad är *syftet* och *målet* i projektet.
- Tillgängliga resurser för att utföra analysen – *tidsrymden* för projektutvärderingen, *kompetens/expertis*, *finansiella resurser*, tillgänglighet av *indata och information*.
- Regler och krav från beställaren – krav på *utdata och dokumentation för beslutsfattande och kommunikation* med intressenter och allmänheten.

Arbetsprocesserna blir olika beroende på vilken utvärderingsmetod som väljs och kraven på indata och utdata kan också variera.

9.1 Samhällsekonomiska utvärderingsmetoder

De mest använda utvärderingsmetoderna är nyttokostnadsanalys, analys av kostnadseffektivitet, och multikriterieanalys (Persson, 2008). Metoderna beskrivs kortfattat här nedan och används i den fortsatta texten tillsammans med sina gängse engelskspråkiga förkortningar.

- *Nyttokostnadsanalys (CBA Cost-Benefit Analysis)* är en utvärderingsmetod som ger en överblick av för- och nackdelar för alternativa åtgärder uttryckt som samhällsnytta. För- och nackdelarna presenteras i form av kostnadsposter och nytto-

poster i en "balansräkning" för nyttokostnad. Posterna anges i monetära termer så långt som möjligt. För att ett projekialternativ ska anses som lönsamt i en CBA så ska nyttorna vara större än kostnaderna. Samhällsnyttan uttrycks som skillnaden mellan kostnader och nytta/vinst. Skillnaden mellan nyttorna och kostnaderna för ett genomfört projekt och den situationen som uppstår om projektet inte utförs, visar om projektet är önskvärt. Nyttor och kostnader för olika alternativ kan också jämföras för att fastställa vilket alternativ som är att föredra.

- Syftet med analys av *Kostnadseffektivitet (CEA Cost-Effectiveness Analysis)* är att bestämma med vilka åtgärder eller projekialternativ ett önskat resultat kan nås till lägsta möjliga kostnad. Analysen kan även användas för att bestämma vilken åtgärd eller vilket projekialternativ, med fastställd budget, som bäst bidrar till att målsättningen uppnås (maximering av effekt). För en CEA är antingen en viss åtgärd eller tillgängliga finansiella resurser bestämda.
- I en *Multikriterieanalys (MCA Multi Criteria Analysis)* värderas en mängd olika effekter mot varandra. MCA-metoder kan användas för att hantera stora mängder av vitt skild information och ger en sammantagen bild av projektets effekter. För varje projekialternativ används ett antal kriterier för att värdera (vikta) de identifierade effekterna. Viktningen anger betydelse som läggs på de olika effekterna vid en samlad bedömning av projektet. De olika alternativen rangordnas med utgångspunkt från den samlade bedömningen.

Valet av analysmetod beror också på vem som finansierar de planerade åtgärderna. När allmänna eller offentliga medel ska finansiera projekt används ett samhällsperspektiv, som ofta inkluderar miljö-, hälso- och säkerhetsaspekter. Ett mer finansiellt inriktat perspektiv och omfattning av utvärdering används av privata intressenter.

I en samhällsekonomisk CBA är förhållandet mellan nytta och kostnader för studerade alternativ det nyckeltal som utgör beslutskriterium. Om nyttorna överstiger kostnaderna (=ökad välfärd) är projektet värt att genomföra sett ur ett samhällsperspektiv. För CEA beräknas det minst kostsamma alternativet, som till exempel kostnad per skyddad meter av en strand medan samhällsekonomiska nyttor inte värderas. I en MCA ges alla effekter poäng och olika vikt, varefter förslaget med högst (eller lägst) poäng väljs. CBA och MCA tar hänsyn till värdering av investeringskostnader, ekonomiska, ekologiska och sociokulturella effekter, medan CEA inte beaktar alla effekter.

Den stora skillnaden mellan de olika metoderna är att MCA kan beakta mer subjektiva data eftersom man använder sig av värdering genom poängsättning och bedömning av vikt för effekter/faktorer. Rangordningen i MCA innebär att varje alternativ ges poäng, exempelvis mellan 1 och 10 för varje effekt. I en CBA eller CEA å andra sidan görs värderingen med hjälp av monetär värdering av de olika effekterna.

En CBA strävar i teorin efter full beskrivning av monetära värden, men detta kan inte alltid göras, bland annat på grund av otillräckliga data och begränsad budget men även metodiska problem. I en CBA är det svårt att sätta monetära värden på ekologiska och sociokulturella effekter. Arbetsmarknadseffekter blir oftast omfördelade och påverkar inte den nationella välfärden, men de påverkar individen och kommunen/regionen. Av denna anledning tar enbart MCA upp arbetsmarknadseffekter, inte CBA och CEA. När

effekten varken ges monetärt värde eller poängsätts används en beskrivande text eller klassificering.

Investering och förvaltning av skydd mot naturolyckor måste ses på lång sikt och beakta alla relevanta faktorer och effekter (till exempel intäkter från turism, möjlighet till industri användning, fiske och transport liksom miljövärden).

9.2 Praktikfall: Samhällsekonomisk analys för skydd av kusten vid Ystad Sandskog

I denna utredning har främst beaktats effekter på fast egendom och anläggningar. Den metod som används är Nyttokostnadsanalys (CBA). Det är viktigt att notera att metoden värderar bara det alternativ som undersöks och det kan därför finnas andra alternativ som ger större nytta i förhållande till nedlagd kostnad. Resultatet kan ses som vägledande och implementeringen av ett förslag måste göras mot bakgrund av tekniska möjligheter och förutsättningar.

Ett bra sätt att presentera effekterna av erosion och översvämning är att använda en *effekttabell*, där konsekvenser av åtgärder sorteras under olika kategorier, exempelvis effekt på lokal ekonomi och effekt på naturen. Effekterna kan även preliminärt listas i ordning av betydelse för att visa vilka effekter som bör studeras inledningsvis. De identifierade effekterna kan sedan åsättas värden. Värdena kan vara monetära såväl som icke-monetära. Monetära värden är investeringskostnader, produktionsförluster och renoweringskostnader. Icke-monetära värden inkluderar klassificering och rangordningsskalor som beskriver effekterna av alternativ som förlust, exempelvis biologisk mångfald, viltreservat och kulturella värden. Det finns metoder som kan användas för att beräkna monetära värden för dessa icke direkt monetärt värderbara effekter.

I *Tabell 9-1* redovisas beaktade effekter för Ystad Sandskog.

Tabell 9-1. Effekttabell för åtgärder vid Ystad Sandskog. (Persson 2008:1)

Effekter att beakta i utvärdering	Enhet	Alternativ			
		Ingen åtgärd	Förslag 1	2	3
Direkta effekter					
Investeringskostnader	MSEK	0	5		
Underhållskostnader (vart 10 år)	MSEK	0	25		
Direkta/indirekta effekter					
Underhåll av fastställd säkerhetsnivå	Ja/nej	Nej	Ja		
Skada på egendom och infrastruktur	MSEK	211	0		
Rekreation	+/-	-	+/-		
Turism	+/-	-	+/-		
Effekter på nuvarande användning					
Skadade fastigheter	antal	80-100	0		
Sandtåkt	Tusen m ³	0	1300		
Effekter på framtida användning					
Extra naturområden	ha	-	0		
Möjlig förtätning av bebyggelse	+/-	-	+		

Två alternativ har studerats, dels ett nollalternativ där naturliga förändringar accepteras, dvs. ”Ingen åtgärd” enligt *Figur 8-1* (i tabellen under rubriken *Ingen åtgärd*), dels ”Säkerställa strandlinjen”, där befintliga dyner förstärks och stränder skyddas genom strandfodring (*Förslag 1*). Angivna kostnader för åtgärder och skador avser summerade nuvärden under planeringsperioden (100 år).

I tabellen används följande skalor:

- MSEK (belopp i miljoner svenska kronor)
- Ja/nej (påverkan som kan bekräftas eller ej)
- +/- (positiv (+) eller negativ(-) påverkan, där storlek inte bedöms (+/-) innebär både positiv och negativ påverkan)

En sammanställning av resultaten av den genomförda nyttokostnadsanalysen (CBA) redovisas i *Tabell 9-2*. Analysen visar att de föreslagna åtgärderna har en nytta/ kostnadsfaktor på 1,46. Detta innebär att nyttan är 46 % större än kostnaden, det vill säga att de föreslagna åtgärderna återbetalar sig. Det bör noteras här är att siffror redovisade med många decimaler ger intryck av stor noggrannhet. Nytt/kostnadsfaktorn 1,46 ska användas med två siffrors noggrannhet, dvs. 1,5 och bör förses med känslighetsanalys beroende på hur säkra indata till beräkningen har varit. Beräkningen är ett underlag till beslut om åtgärden för att skydda stranden ska göras eller inte.

Tabell 9-2. Sammanställning av samhällsekonomisk analys enligt nyttokostnads-metoden (CBA) för Ystad Sandskog.

SAMMANSTÄLLNING av projektbedömning		Blad nr	1
Beställare/myndighet	SGI	Upprättad	2009-08-04
Projektbeteckning	Ystad Sandskog	Utskriven	2009-09-13
Projektnummer	Ystad-SGI	Upprättad av	MP
Basdatum för kalkyl	jan-2009	Kontrollerad av	
Belopp anges i (kk, Mkr, k€, M€)	Mkr	Kontrolldatum	
Initial kalkylränta	2,0%		
Optimistfaktor	30,0%		
Kostnader och nyttor av alternativen			
	Nyttokostnad Mkr		
	Nollalternativ	Förslag 1	
Nuvärde enligt beräkningar (NV kostn)	0,00	111,26	0,00
Justering för systematisk underskattning		33,38	0,00
Totalt nuvärde av uppskattade kostnader		144,63	0,00
Nuvärde av skador NVs	211,07	0,00	0,00
Nuvärde undviken skada		211,07	
Nettonuvärde NNV		66,44	
Nyttofaktor (Nyttor/kostnader)		1,46	
Inkrementell nyttokostnadskvot			
Högst nyttofakto			
Kort beskrivning av alternativen			
Nollalternativ	Ingen åtgärd - naturen får ha sin gång		
Förslag 1	Påbyggnad av skyddsvallar + strandfodring		
© Mats Persson			

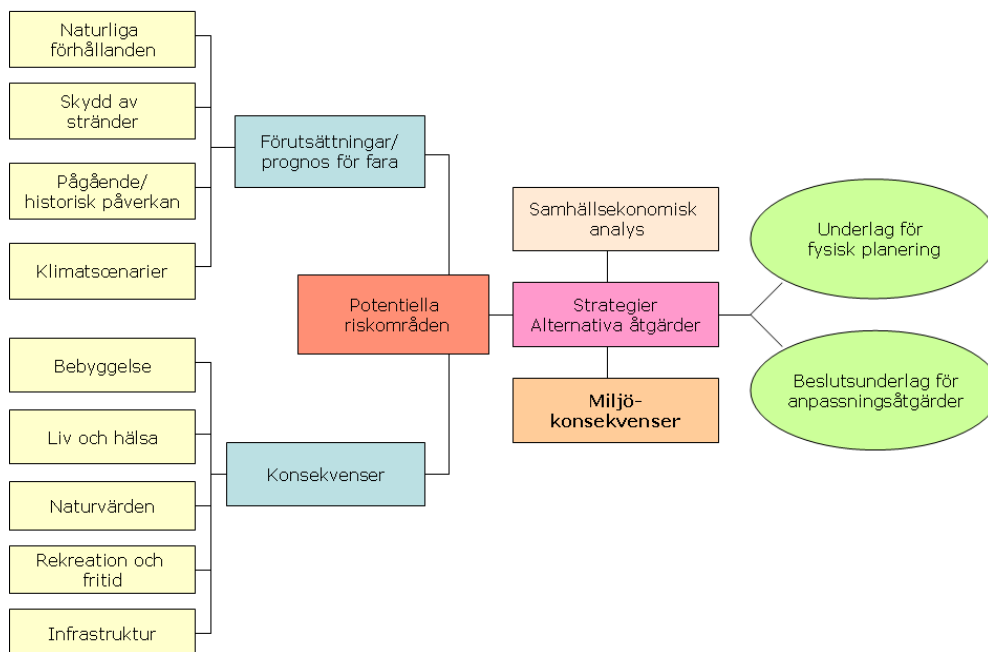
Den i tabellen angivna ”optimistfaktorn” är en del i bedömningen som behandlar osäkerheten i indata.

De tillgängliga resurserna har inte tillåtit utredning av alla frågeställningar och alternativ. Avsikten har främst varit att illustrera ett arbetssätt och att göra en första preliminär kartläggning av förhållandena.

Beräkningen visar att föreslagna åtgärder är samhällsekonomiskt lönsamma. De värden som bevaras med de föreslagna åtgärderna finns hos flera olika privata fastighetsägare. En viktig fråga är därför vem som ska finansiera investering och underhåll samt på vilket sätt. För de åtgärder som är värdefulla för ortens dragningskraft på arbetsliv och turism är av allmänt intresse. I analysen blandas ekonomiska värden hos kommunala, privata och nationella intressenter. Hotell och sommarstugor ägs till största delen av privata/enskilda personer. Det är dessa ägares egendom som primärt bevaras av kustskydd. Hittills har kommunen inom detta område svarat för de investeringar som gjorts för att skydda kusten.

Med en säkrad strandlinje finns goda förutsättningar för kommunen att utveckla kustområdet och bygga tätare. Möjlighet till turism i olika former bibehålls. Privata fastighetsägare kan behålla sina strandtomter, vilket samverkar med kommunens strävan att bibehålla en attraktiv strand. Om området attraherar turism från utlandet och inom Sverige så är detta positivt även ur ett nationellt perspektiv.

10 MILJÖKONSEKVENSER



10.1 Naturvärden i strandnära områden

Strandnära områden är attraktiva för både bebyggelse och friluftsliv liksom för olika näringsgrenar, vilket innebär att stora ekonomiska värden och naturvärden finns i många strandnära områden. Kustområden är också övergångszoner där processer bestäms i samspel mellan land, hav och atmosfären. Detta innebär att dessa områden är bland de mest dynamiska, snabbt föränderliga och sårbara miljöerna på jorden. De förväntade klimatförändringarna kommer att öka hoten mot kusterna till följd av förhöjd havsnivå, ökad nederbörd och ytvattenavrinning. Detta innebär översvämning av låglänta områden, påverkan på vegetation och grundvatten, ökad erosion på stränder och strandnära områden samt förändrade förutsättningar för flora och fauna.

Det är därför väsentligt att ta hänsyn till samspelet mellan hav och land. Processer i havet påverkar strandnära områden i stor utsträckning liksom de aktiviteter och förhållanden som förekommer i kustområden har stor inverkan på havsmiljön.

Motsvarande gäller strandnära områden vid sjöar och vattendrag. Att bygga nära vatten är en tydlig tendens i dagens samhällsplanering vilket måste genomföras med hänsyn till de naturvärden som finns i sådana områden.

God kunskap om de förändringar som sker i strandnära områden behövs för att kunna ha ett tillförlitligt planerings- och beslutsunderlag för ny bebyggelse och för att kunna anpassa befintlig byggd miljö till risker för naturolyckor. Här är det också viktigt att beakta konsekvenser för människa, miljö och egendom. Detta ställer krav på åtgärder som behöver vidtas för att skydda befintlig byggd miljö liksom underlag för den fysiska planeringen vid bedömning av lämplig markanvändning. Eftersom sådana åtgärder ofta behöver utföras i vattenområden eller värdefulla naturmiljöer uppkommer ofta målkonflikter mellan myndigheter, kommuner och enskilda.

En ökad förståelse mellan de som berörs av förändringar i strandnära områden, naturliga förändringar eller av människan orsakade, kan innebära att frågor i strandnära områden behandlas i ett brett perspektiv där lämpliga avvägningar kan göras som i större utsträckning är till nytta för miljö och bebyggelse. En hållbar utveckling innebär att sociala, miljömässiga och ekonomiska förhållanden blir väl beaktade.

10.2 Miljökonsekvenser och myndighetsprövning

Vid exploatering i strandnära områden eller anläggning av fysiska skydd mot erosion, översvämning och ras/skred finns risk för att känsliga naturområden skadas vid byggandet eller genom förändringar i vattenområden och på stränder, t.ex. genom grumling och sedimentspridning, ändrade strömningsförhållanden eller påverkan på känsliga biotoper. En förändring av naturliga förhållanden längs en strandremsa kan påverka turism och friluftsliv negativt genom att området blir mindre attraktivt och minska tillgängligheten till stranden.

Djur- och växtlivets förutsättningar kan påverkas av ett flertal aktiviteter i stor och liten skala (ex. av klimatförändring, oljeutsläpp, bygge av vindkraftverk, förändring i populationsstorlekar osv.) och i sin tur ändra livsbetingelser i områden längs kusten. Därför är det viktigt att ha kunskap om växt- och djurlivet i strandområdet och även faktorer som kan förändra förutsättningarna i habitatet. Inventering och sammanställning av känsliga habitat är viktig kunskap att nyttja inför planering av åtgärder och utbyggnad av kustområden.

Miljökonsekvenser av exploatering eller skydd av strandnära områden innebär att identifiera och beskriva vad olika typer av åtgärder innebär jämfört med dagens situation. Det gäller både för marina och terrestra miljöer. Miljöbalken ger ramarna för miljökonsekvensbeskrivningar och det finns flera vägledningar för hur sådana beskrivningar kan utföras. Syftet är att klarlägga förutsättningarna för de planerade åtgärderna med tanke på värdena på olika tänkbara platser och vilka konsekvenser det kan bli för människors hälsa samt säkerhet, miljö och hushållning. Det är verksamhetsutövaren, normalt fastighetsägaren, som ska svara för miljökonsekvensbeskrivningen liksom resten av ansökan. Innehållet i en miljökonsekvensbeskrivning ska uppfylla kraven i miljöbalken.

En Internet-baserad vägledning om vilka frågor som behöver beaktas vid planering och byggande finns i "Guide till Miljöregler - mark och vatten", tillgänglig på www.swedgeo.se/miljobalken/

Myndighetsprövning

Åtgärder för att skydda mot naturolyckor i strandnära områden kan behöva prövning hos flera olika myndigheter. Flera lagar behöver då beaktas, exempelvis Plan och bygglagen, Miljöbalken och Kontinentalsockellagen. Schaktnings- och fyllningsarbeten vid stranden kan t.ex. behöva dispens av länsstyrelsen, som bedömer inverkan på djurliv och allmänhetens tillgänglighet till stranden. Flertalet åtgärder i vatten definieras som vattenverksamhet och denna är som huvudregel prövningspliktig hos miljödomstol. Upplag av massor kan sprida föroreningar och definieras då som miljöfarlig verksamhet, som kan behöva anmälas till miljömyndighet.

Myndigheter granskar de planerade åtgärderna för att bedöma dels om samhällets krav på funktion och lämplighet uppfylls, dels om rimlig hänsyn visas omgivningen som

exempelvis grannar och miljö. Om enskilda intressen (t.ex. grannfastigheter) skadas, kan myndigheten ange vilken ersättning som ska betalas för skadorna. Skador på allmänna intressen, t.ex. natur och kultur, kan behöva kompenseras och besluten anger då på vilket sätt detta ska göras.

Ansvar och regler som kan vara aktuella vid åtgärder i strandnära områden liksom ansökan om tillstånd och prövning har sammanställts av Lerman & Rydell (2003).

10.3 Miljökvalitetsmål

Det är också lämpligt att beakta de nationella och regionala miljökvalitetsmål som berör strandnära områden. Eftersom i stort sett all verksamhet som handlar om att bygga eller skydda befintlig bebyggelse i sådana områden berör vattenområden bör åtgärder vidtas i samklang med miljökvalitetsmålen.

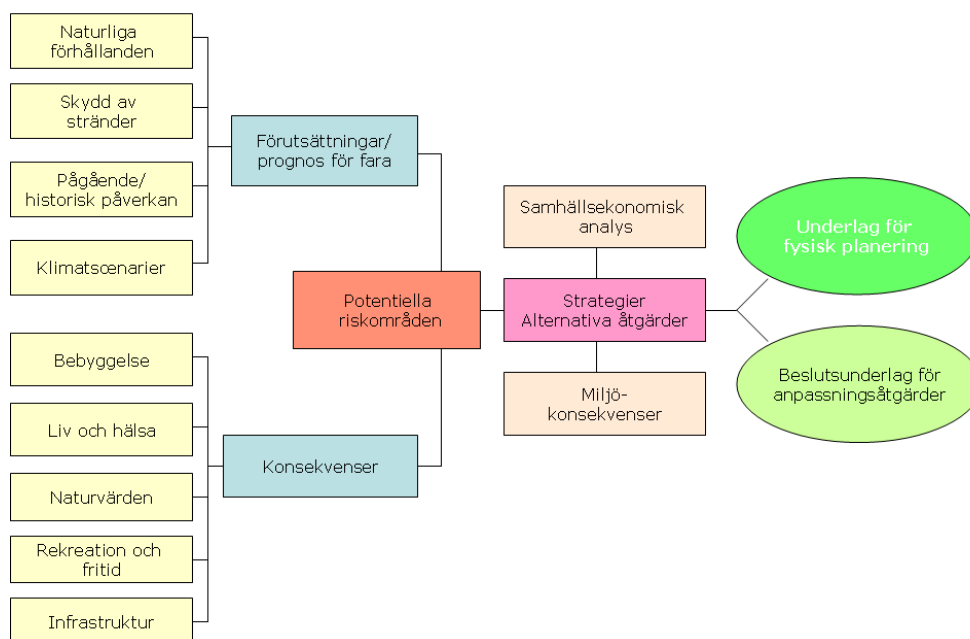
Det finns ett antal miljökvalitetsmål som berörs av frågor kring naturhändelser som kan leda till olyckor. I en utredning för Miljömålsrådet har konstaterats att det är främst miljökvalitetsmålen *Begränsad klimatpåverkan*, *Hav i balans samt levande kust och skärgård* samt *God bebyggd miljö* som är mest relevanta (Rydell & Lind, 2009). För närvarande finns emellertid inget mål som behandlar klimatanpassning.

I utredningen till Miljömålsrådet konstateras att erosion, ras, skred, och översvämningar är naturliga geologiska och hydrologiska processer som måste accepteras där det inte innebär risker för liv och egendom. Det är också viktigt att den bebyggda miljön skyddas. Fokus för klimatanpassningsarbetet bör därför ligga på den byggda miljön och den fysiska planeringen. I utredningen föreslås därför en komplettering till målet om God bebyggd miljö som innebär att *...Befintlig och planerad bebyggd miljö ska vara anpassad till ett förändrat klimat.*

Även ett nytt delmål ”Anpassning till klimatförändringar – naturolyckor” föreslås komplettera nuvarande delmål under *God bebyggd miljö* med följande lydelse:

Senast 2015 har alla kommuner identifierat och analyserat risker för ras, skred, erosion och översvämning till följd av ett förändrat klimat. Kommunerna har beaktat riskerna i sin fysiska planering samt har tagit fram program för åtgärder för anpassning av befintlig bebyggd miljö.

11 UNDERLAG FÖR FYSISK PLANERING



11.1 Naturolyckor i den fysiska planeringen

Risker för naturolyckor är centrala vid bedömning av människors säkerhet och hälsa. Det är också ofta mycket stora samhällsinvesteringar som kan beröras och det är därför viktigt att tidigt i planeringen beakta de risker för naturolyckor som ett förändrat klimat kan medföra.

För att undvika att ny bebyggelse placeras på mark som är hotad eller med tiden kan komma att bli hotad av naturolyckor är det viktigaste instrumentet den kommunala fysiska planeringen. Ett förändrat klimat kan skapa förändrade geotekniska förhållanden som måste beaktas vid planläggning och vid behov tillse att erforderliga säkerhetsmarginaler skapas.

11.2 Planeringsunderlag

Med utgångspunkt från inventering av riskområden och de alternativ till markanvändning som identifierats i tidigare steg i utredningsmodellen kan rekommendationer anges för fysisk planering på översiktlig eller detaljerad nivå.

Generellt bör tillämpas en strategi som präglas av tillräckliga säkerhetsmarginaler i den långsiktiga fysiska planeringen. Det är också viktigt att skapa flexibilitet, dvs. att undvika att bygga fast sig i lösningar som är svåra att korrigera i efterhand.

För att skydda samhället är det nödvändigt att arbeta förebyggande genom att identifiera risker och vidta åtgärder för att skydda utsatta områden men även att vara mer observant vid planering av framtida exploateringar. En generell rekommendation är att utreda de områden som idag har låg säkerhet mot naturolyckor för att värdera om de förväntade ändringarna av klimatet påverkar situationen negativt. För att få underlag för en specifik

plats krävs en undersökning av topografin, aktuella jord- och vattenförhållandena och belastningssituationen. Dessutom krävs en bedömning av konsekvenserna till följd av de förväntade förändringarna av klimatet.

För exploateringsområden är det viktigt att pröva markens lämplighet för avsett planändamål. Hänsyn måste då tas till risker för skred, ras, erosion och översvämning och en utgångspunkt måste då vara livslängden hos bebyggelse, anläggningar, transportinfrastruktur etc., normalt mer än 100 år. De förväntade effekterna av ett förändrat klimat under denna tidsperiod måste då beaktas.

Behov av åtgärder för att säkerställa ett område för bebyggelse kan illustreras på kartor som redovisar vilka delar av ett strandområde, där det finns risker idag respektive till följd av klimatförändringar.

11.3 Naturolyckor och klimatanpassning på regional nivå

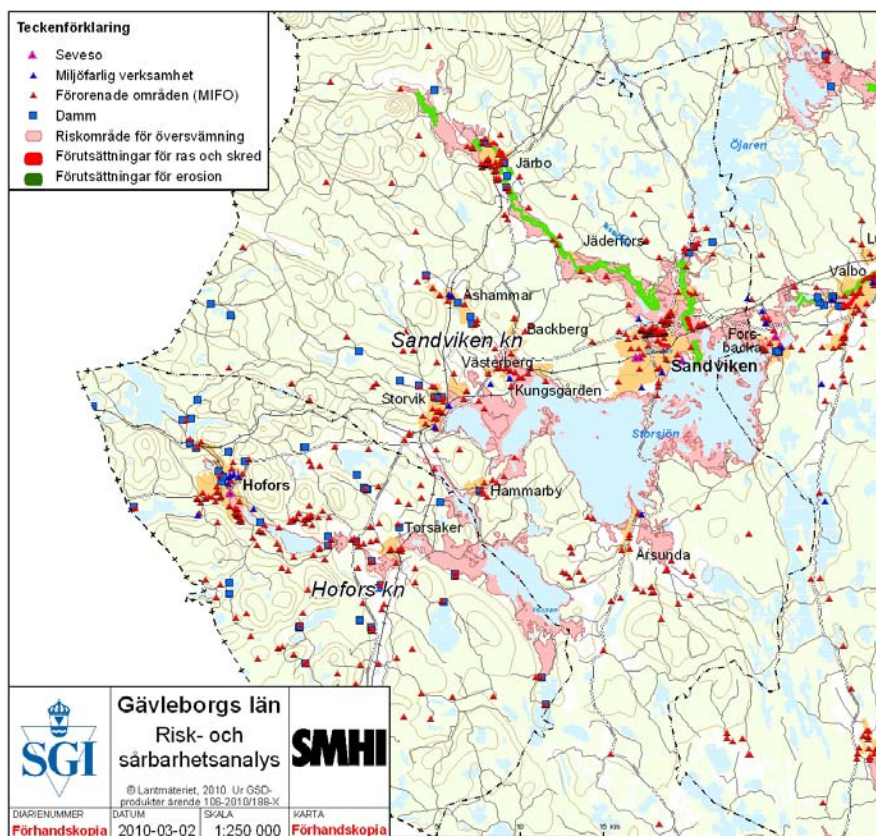
Länsstyrelserna har ett ansvar att bevaka att risk- och beredskapshänsyn tas i samhällsplaneringen. Länsstyrelsen har dessutom enligt plan- och bygglagen skyldighet att bevaka att hälsa och säkerhetsfrågor tillgodoses i kommunal bebyggelseplanering och att överpröva detaljplaner där inte detta tillgodoses.

Sedan 2009 har också länsstyrelserna regeringens uppdrag att samordna det regionala klimatanpassningsarbetet. Detta innebär flera olika uppgifter och bland annat att klargöra risker för naturolyckor och konsekvenserna av klimatförändringar. Flera länsstyrelser har initierat regionala klimat- och sårbarhetsutredningar där t.ex. risker för naturolyckor i form av erosion, översvämning, ras och skred inventerats.

Praktikfall: Klimatanpassning i Gävleborgs län – naturolyckor

I samband med arbetet med den regionala klimatanpassningen i Gävleborgs län har i en utredning för Länsstyrelsen Gävleborg identifierats områden i länet där klimatförändringar kan komma att medföra risker för naturolyckor i form av skred, ras, erosion och översvämning (SGI, 2010) och som kan medföra skador på befintlig bebyggelse, infrastruktur eller samhällsviktig verksamhet. Utredningen är avsedd att användas som ett underlag för länsstyrelsens regionala klimatanpassningsarbete och vid arbete med kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser och fysiska planering.

Bebyggelse och samhällsviktig verksamhet med förutsättningar för naturolyckor har sammanställts på kartor för olika delar av länet samt för hela länet, se *Figur 11-1*. Av dessa framgår att känsliga områden är främst lokaliserade till flera av tätorterna i länet, i huvudsak beroende på förekomst av bebyggelse, infrastruktur och olika typer av verksamhet.



Figur 11-1. Risker för samhällsviktig verksamhet med hänsyn till naturolyckor i Gävleborgs län. (SGI, 2010)

I utredningen ges också rekommendationer för fysisk planering och anpassning av befintlig bebyggd miljö till förändrat klimat. För exploateringsområden är det viktigt att pröva markens lämplighet för avsett planändamål.

Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö som bebyggelse, infrastrukturanläggningar etc. kan innebära att åtgärder måste vidtas för att hindra skador till följd av naturolyckor. I utredningen redovisas översiktligt var sådana områden finns inom länet. För dessa områden behöver risker undersökas närmare genom detaljerade utredningar av geotekniska, topografiska och hydrologiska förhållanden.

11.4 Översiktsplanering

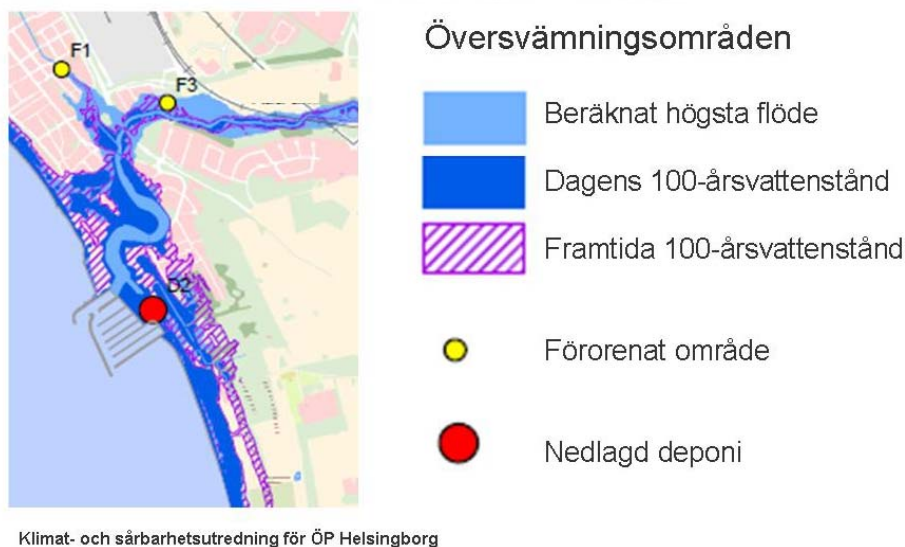
Ur ett riskperspektiv behöver kommunen tidigt identifiera områden med förutsättningar för naturolyckor och det är viktigt att sådana aspekter beaktas tidigt i planeringsprocessen. Detta är också ett krav i plan- och bygglagen. Det är ofta svårt och kostsamt att göra nödvändiga anpassningar sent i processen eller i efterhand när ett område är exploaterat. Kommunen bör därför redan i sitt arbete med översiktsplanen ta fram underlag om de riskfaktorer som bör beaktas vid beslut om användningen av mark- och vattenområden. Detta underlag ska sedan användas i översiktsplanen och i efterföljande detaljplaner, områdesbestämmelser och beslut om lov och förhandsbesked så att bebyggelsen lokaliseras till från risksynpunkt lämpliga platser. Risker för naturolyckor till följd av klimatförändringar bör redovisas i översiktsplaner eller tematiska tillägg till över-

siktsplan genom att ange vilka risker som finns, var de finns och hur dessa påverkar markanvändningen.

Praktikfall: Översiktsplan för Helsingborgs kommun

Som underlag för en kommuntäckande översiktsplan har Helsingborgs kommun genomfört en översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys avseende naturolyckor (SGI, 2009:2). Avsikten har varit att klargöra konsekvenserna av förändrat klimat med stigande havsnivå och ökad nederbörd när det gäller naturolyckor i form av översvämning, erosion samt skred och ras. Konsekvenser redovisas för befintlig bebyggd miljö och planerade utbyggnadsområden på tillhörande kartor och med klimatscenarier gällande för slutet av detta århundrade.

Översvämningens risker bestäms dels av havsvattenståndet, dels av vattenstånd och flöden i de större vattendrag som finns i kommunen. Översvämningens risk ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendragen. Framtidens medel- och extrema havsnivåer har beräknats för olika klimatscenarier. Det är framförallt Helsingborgs hamnområde och området kring Rååns mynning som kommer att påverkas vid det högre scenariot medan mindre områden kommer att översvämmas vid dagens förhållanden.



Figur 11-2. Risker för översvämning i Helsingborg. (SGI, 2009:2).

För kuststräckor finns risk för dels erosion på stränder, dels överspolning av förekommande dyner och översvämning av bakomliggande markområden vid höga havsnivåer. Strandplanet och dynerna är längs hela delområdet utsatta för erosion för dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar. Behov av att klargöra stabilitetsförhållandena finns främst i anslutning till vattendrag och lutande terräng.

I utredningen ges rekommendationer för fysisk planering med hänsyn till de riskfaktorer som identifierats för samhällsviktig verksamhet.

11.5 Detaljplanering och lovgivning

Genom detaljplaner reglerar kommunen mark- och vattenanvändningen och bebyggelsen och prövar markens lämplighet för bebyggelse. Utgångspunkten är att området måste anses lämpligt för den föreslagna användningen för att detaljplanen ska kunna antas, exempelvis med beaktande av risker för naturolyckor. Risker för naturolyckor till följd av klimatförändringar bör beaktas i detaljplaner och vid prövning av mark- och bygglov. Detta redovisas genom bestämmelser för markens disposition, höjdsättning, angivna skyddsavstånd eller genom särskilda åtgärder som krävs för att undvika skador på människa, egendom och miljö.

Praktikfall: Detaljplan för kustområdet i Åhus

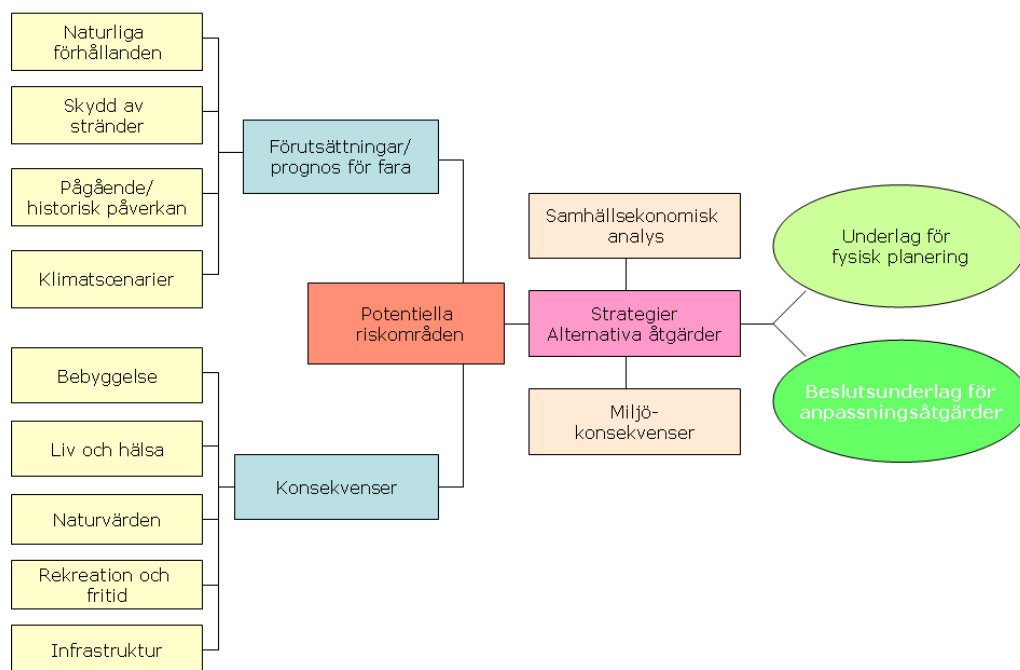
I samband med planering av utveckling av kustområdet i Åhus i Kristianstad kommun har en utredning utförts i syfte att beskriva sårbarhet och utsatta områden för naturolyckor (SGI, 2008). Avsikten var att få ett planerings- och beslutsunderlag som säkerställer att ny bebyggelse lokaliseras till lämpliga områden samt att klargöra behov av skydd av befintlig bebyggd miljö med tanke på erosion, översvämning och stabilitet med hänsyn tagen till klimatförändringar.

Bebyggda områden studerades mer detaljerat medan övriga områden beskrevs översiktligt. Förutsättningar och konsekvenser redovisades för dagens förhållanden och för ett perspektiv fram till år 2100. Med utgångspunkt från den översiktliga riskvärderingen föreslogs inriktning för planering och anpassning till förändrat klimat för de olika delområdena.



Figur 11-3. Plankarta för Åhus kustområde. (Kristianstads kommun)

12 BESLUTSUNDERLAG FÖR ÅTGÄRDER FÖR KLIMATANPASSNING OCH FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER



12.1 Åtgärder vid risker för naturolyckor

Kommuner behöver inventera vilka hot som finns för befintlig bebyggd miljö (byggnader, infrastruktur, VA etc.) för dagens klimat och vilka säkerhetsmarginaler som finns för klimatförändringar. Kan identifierade risker accepteras? Detta bör vara en del av kommunens riskinventering enligt lagen om skydd mot olyckor (LSO) och lagen om extraordinära händelser (LXO). Kommunen äger emellertid inte ensam frågan utan behöver samverka med ägare till fastigheter, anläggningar m.fl. vid behov av åtgärder vid anpassning till förändrat klimat. Kommunen har dock ett ansvar enligt LSO att klargöra de risker som finns exempelvis för en naturolycka.

När det gäller befintlig bebyggd miljö finns svårigheter att genom plan- och bygglagstiftningen genomföra anpassningsåtgärder. I en rapport från Boverket konstateras att PBL ger goda möjligheter till klimatanpassning för ny bebyggelse och i begränsad utsträckning vid komplettering av bebyggelse men inte ger några möjligheter vid anpassning av befintlig bebyggelse (Boverket, 2009).

Behov av underlag för att bedöma risker för naturolyckor och behov av skydd mot skada på liv och egendom behöver klargöras. Det behövs olika typer av inventeringar för att klargöra mark- och vattenförhållandena, t.ex. gränsvärden för nivåer, stabilitets- och erosionsförhållanden etc.

Inom områden där det finns risker för naturolyckor behöver förebyggande åtgärder vidtas. Olika åtgärdsalternativ behöver beskrivas, exempelvis vad som erfordras för att

bygga bort problemen eller förebygga dem, permanenta eller provisoriska skydd, samhällsekonomiska analyser av åtgärderna etc.

12.2 Praktikfall: Skydd av kusten vid Ystad Sandskog

I en utredning för Ystads kommun har beskrivits riskerna för erosion, översvämning och skred/ras för kustområdena vid Ystads Sandskog (SGI, 2009:1). Avsikten har varit att få ett översiktligt planerings- och beslutsunderlag som säkerställer att ny bebyggelse lokaliseras till lämpliga områden enligt Plan- och bygglagen samt att klargöra behov av skydd av befintlig bebyggd miljö med hänsyn tagen till klimatförändringar. Den aktuella kuststräckan har varit utsatt för stranderosion under lång tid och flera olika typer av förstärkningsåtgärder har tidigare testats inom området.

Förutsättningar och konsekvenser har studerats för dagens förhållanden och scenarier för klimatförändringar fram till år 2100. Resultaten från utredningen har redovisats som rekommendationer för planering och klimatanpassning av befintlig bebyggelse. En sammanställning av dessa ges nedan.

Längs hela kusten vid Ystad Sandskog finns risker för skador till följd av erosion och översvämning vid dagens förhållanden och dessa risker kommer att öka till följd av klimatförändringar. Det behövs redan nu göras vissa åtgärder medan andra kan utföras vid ett senare tillfälle, då sannolikt bättre kunskap finns om klimatförändringarna. Det innebär att man kan anpassa förstärknings- och anpassningsåtgärder och successivt öka skyddet mot erosion och översvämning.

För att undvika oönskade skador på kustområdena har skyddsåtgärder studerats, där strandfodring utförs för att säkerställa stränder och dynområden. Strandfodring bör utföras på strandplanet och i grunda vattenområden för att ersätta och kompensera för den erosion och sedimentförlust som har skett de senaste åren och som kan förväntas fortsätta och tillta under perioden fram till 2100. På vissa avsnitt behöver dynernas höjd ökas för att motverka överspolning och översvämning. De kan också behöva kompletteras regelbundet under kommande år för att ersätta borteroaderat material.



Figur 12-1. Strandfodring av kusten vid Ystad Sandskogen. Foto: SGI

En samhällsekonomisk studie av alternativa åtgärder för skydd av kusten visar att nyttan av investeringarna överstiger kostnaderna för dessa åtgärder (Persson, 2008:2).

Föreslagna åtgärder innebär förändringar av nuvarande miljö och naturvärden men i huvudsak kommer effekterna att leda till att ursprungliga förhållanden kommer att åter-skapas.

De riskområden och förslag till åtgärder som redovisats kan ligga till grund för kommunens fortsatta arbete med att skydda strandnära områden vid Ystad Sandskog. För en närmare avgränsning av riskområden och för utformning av erforderliga åtgärder erfordras mer detaljerade uppgifter om de topografiska förhållandena, särskilt höjder på dyner och markområdena bakom dynerna. Det program för att mäta batymetriska förhållanden som kommunen arbetar efter ger bra förutsättningar att bedöma erosion och sedimenttransport. Scenarier för klimatförändringar kommer successivt att få ökad noggrannhet, vilket ger bättre underlag för bedömning av anpassningsbehov för den bebyggda miljön.

12.3 Praktikfall: Strandfodring vid Åhus-kusten

I en utredning för Kristianstads kommun (SGI, 2008) konstaterades att det finns risker för erosion och översvämning vid kustområdet i Östra Sand/Täppet i Åhus. Ett område med ca 50 m bredd från strandlinjen in mot land kan komma att påverkas av erosion då hänsyn tagits till klimatförändringar fram till år 2100 om inga åtgärder vidtas. Med nuvarande förhållanden kommer erosion successivt att minska strandens bredd och i samband med högt vattenstånd och/eller stormar erodera delar av dynområdena.

Det finns också anledning att säkerställa att dyner har tillräcklig höjd för att motstå höga vattennivåer i havet som kan medföra överspolning av dyner och översvämning av bakomliggande områden. Erosion av dynerna kan också leda till att branta slänter upp-kommer, där materialet efterhand kommer att rasa ner mot släntfoten och medföra skador på byggnader i anslutning till slänterna. Det innebär att sand behöver fyllas på vissa delar av dynområdena.

För att säkerställa att områden med befintlig respektive planerad bebyggelse skyddas mot översvämning behöver stränderna och dynerna skyddas mot erosion. Ett alternativ som undersöktes var att förstärka stränderna genom strandfodring. Avsikten var att bredda och höja nivån på strandplanet. En samhällsekonomisk analys visade att nyttoeffekterna var större än kostnaderna. Strandfodring genomfördes därför och med sand hämtad från en täkt på land. Detta innebär att kustområdet nu är skyddat för erosion av stranden och dyner samt att det finns ett skydd mot överspolning av dyner och översvämning av bakomliggande områden.

13 ERFARENHETER OCH SLUTSATSER

I denna rapport redovisas en modell för hållbar utveckling av strandnära områden där det finns risk för erosion, ras/skred och översvämning, och med hänsyn tagen till nya klimatförhållanden. En modell har utvecklats för att sammanställa ett planerings- och beslutsunderlag som bygger på integrerad värdering av samhällsekonomiska analyser, teknik, miljö och inom gällande lagstiftning. Modellen kan användas som underlag för fysisk planering och klimatanpassning i strandnära områden och tillämpas på nationell, regional och lokal nivå.

Modellen är avsedd för användning i kommuner, länsstyrelser och tillståndsmyndigheter samt de som medverkar i planering och byggande i kustområden, t.ex. byggherrar, konsulter och entreprenörer. I beslutsprocessen kan allmänheten med fördel delta. Modellen kan användas och tillämpas på olika nivåer och för olika slutanvändare eller aktörer:

Nationell nivå

- prioritering mellan områden där förebyggande insatser eller åtgärder behöver vidtas, även inkluderande klimatförändringar

Regional nivå

- för regional utveckling
- problem och åtgärder som påverkar flera kommuner

Lokal nivå

- som planeringsunderlag för den fysiska samhällsplaneringen
- val av alternativa platser där åtgärder behöver göras inom en kommun
- val av åtgärder inom en specifik plats
- som beslutsunderlag för investeringar i kustområden (offentliga eller privata)

Tillämpning i olika praktikfall visar att modellen fungerar väl men är beroende av att det finns underlag för olika steg i analyserna. Det är en fördel om det finns mätningar under lång tid för sådana förhållanden som varierar med tiden. Klimatscenarier innehåller osäkerheter när det gäller utvecklingen av det framtida klimatet men det finns sådana tydliga tendenser att det är nödvändigt att påbörja anpassning till ett förändrat klimat.

Samhällsekonomiska utvärderingar ger bättre planerings- och beslutsunderlag även om endast relativt översiktligt underlagsmaterial är tillgängligt och ger underlag för ökad transparens i beslutsfattandet.

14 REFERENSER OCH LITTERATUR / MER ATT LÄSA

Ahlberg, P. (1995). Skredriskanalys i södra Göta älvdalen. Statens geotekniska institut. Varia 439, Linköping.

Andersson, M., Lundström, K., Rankka, W. & Rydell, B. (2008). Erosion och sedimenttransport i vattendrag. SGI Varia 592. Statens geotekniska institut. Linköping.

Bergman, R., Andersson-Sköld, Y., Fallsvik, J., Hultén, C. & Elliot, A. (2011) Åtgärdsförslag för ett förändrat klimat i Sverige. Förändrad nederbörd och vattenståndsnivåer. SGI Varia 618. Statens geotekniska institut. Linköping. Manuskript.

Bruun, P. (1962). Sea level as a cause of shore erosion. Journal of Waterways and Harbour Division. Vol 1. American Society of Civil Engineers, pp 116-130.

Dahlerus, C.-J. & Egermayer, D. (2005). Uppspolning och klittererosion längs Ystads kusten – Situationen idag och framtida scenarier. Examensarbete ISRN LU:2005:11. Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära. Lunds tekniska högskola. Lund.

Fallsvik, J. (2007). LIDAR data for slope stability analyses. SGI Varia 579. Statens geotekniska institut. Linköping.

Rihm, T. & Haglund, K. (2010). Metodik konsekvensbedömning VA-system, Göta älvtredningen. Statens geotekniska institut. Linköping (Manuskript)

Hammit, J. K. (2000). Valuing Mortality Risk: Theory and Practice. Environmental Science and Technology, nr 64, ss. 1396-1400.

Hanson, H., Rydell, B. & Andersson, M. (2006). Strandfodring. Skydd av kuster mot erosion och översvämning. SGI Varia 562. Statens geotekniska institut. Linköping.

Hågeryd, A-C., Rankka, K., Rankka, W. & Rosqvist, H. (2005). Strandmorfologi. Studie av kuststräckan från Ystad till Sandhammaren. SGI Varia 554. Statens geotekniska institut. Linköping.

Johansson, L. (1995).. Erosionsskydd i samband med förstärkningsåtgärder för slänter. Rapport 1:94. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. Skredkommissionen. Linköping.

Johansson, L. (2003). Stranderosionsskydd Typer – Dimensionering – Modeller. SGI Varia 532. Statens geotekniska institut. Linköping.

Lerman, P. & Rydell, B. (2003). Ansvar och regler vid stranderosion. SGI Varia 534. Statens geotekniska institut. Linköping.

McInnes, R. (2006). Responding to the Risks from Climate Change in Coastal Zones: A Good Practice Guide. Isle of Wight Council Centre for the Coastal Environment, Isle of Wight Council.

Nerheim, S. (2007). Framtida medel- och högvattenstånd i Skåne och Blekinge. SMHI Rapport 2007-53. Norrköping.

Odén, K. & Johansson, L. (2005). Dimensionering och modellering av erosionsskydd. SGI Varia 558. Statens geotekniska institut, Linköping.

Persson, M. (2008:1). Utvärderingsmodeller för områden med kusterosion. Lunds universitet. Institutionen för Bygghälsa. Avdelningen för Bygghälsa
ISRN LUTVDG/TVBP—08/3095—SE. Lund.

Persson, M (2008:2). Samhällsekonomisk bedömning av kusterosion och åtgärder i Åhus. Lunds universitet. Institutionen för Bygghälsa. Avdelningen för Bygghälsa
Intern rapport. Lund.

Persson, M., Lundström, K., Rydell, B. & Uytewaal, E. (2006). Värdering av kustområden – vägledning för samhällsekonomiska analyser. SGI Varia 566. Statens geotekniska institut. Linköping.

Rankka, K. & Rankka, W. (2003). Mekanismer vid stranderosion. SGI Varia 533. Statens geotekniska institut. Linköping.

Rydell, B. & Nyberg, H. (2006). Mätning av bottenpografi och kustlinjer med laserbatymetri. Pilotstudie. SGI Varia 563. Statens geotekniska institut. Linköping.

Rydell, B., Arvidslund, O. & Fallsvik, J. (2007). Undersökningar i strandnära områden – Mätning av topografi och batymetri. Tillämpning för erosion och släntstabilitet. SGI Varia 573. Statens geotekniska institut. Linköping.

Rydell, B. & Lind, B. (2009). Mål och indikatorer för anpassning till förändrat klimat med avseende på naturolyckor. SGI Varia 604. Statens geotekniska institut. Linköping.

Boverket (2009). Bygg för morgondagens klimat. Anpassning av planering och byggande.

EU (2000). Meddelande från kommissionen till Rådet och Europaparlamentet. Om integrerad förvaltning av kustområden: en gemenskapsstrategi. KOM(2000) 547 slutlig.

EuroSION (2004). Living with coastal erosion in Europe. Sediment and Space for Sustainability, part 1 to 5.8.. <http://www.euroSION.org> 2009-09-02

Guide till Miljöregler - mark och vatten. Webb-baserad vägledning om lagar och regler vid planering, projektering och byggande i mark och vatten. Statens geotekniska institut. Linköping. www.swedgeo.se/miljobalken/ (2011-02-15)

IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D., Qin, M., Manning, Z., Chen, M., Marquis, K.B., Averyt, M., Tignor & H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Länsstyrelsen Södermanlands län (2003). Natura 2000 vanliga frågor med svar. (<http://www.lansstyrelsen.se/NR/rdonlyres/E033D529-B8B6-490D-8644-27D8ECB7C4D1/0/FragorosvarN2000.pdf>)

Messina (2007). Managing European Shorelines and Sharing Information on Nearshore Areas. www.interreg-messina.org, (2011-02-15)

Naturvårdsverket (1999:1). Metodik för inventering av förorenade områden (MIFO). Bedömningsgrunder och vägledning för insamling av underlagsdata. Rapport 4918. Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket (1999:2). Metodik för inventering av förorenade områden (MIFO). Analys- och testmetoder. Rapport 4947. Naturvårdsverket.

SGI (2008). Hållbar utveckling av Åhuskusten. Översiktlig värdering av risker för erosion, ras och översvämning. Dnr 1-0804-0273. Statens geotekniska institut. Linköping.

SGI (2009:1). Hållbar utveckling av kusten längs Ystad Sandskog. Översiktlig värdering av risker för erosion, ras och översvämning. Dnr 1-0804-0273. Statens geotekniska institut. Linköping.

SGI (2009:2). Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor. Översiktsplan ÖP Helsingborgs kommun. Dnr 2-0811-0825. Statens geotekniska institut. Linköping.

SGI (2010). Översiktlig regional klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor, Gävleborgs län. Dnr 2-0906-0452. Statens geotekniska institut. Linköping.

SGI (2011). Erosionsförhållanden i Göta älv. Statens geotekniska institut. Linköping. Manuskript

Skogsstyrelsen (2010) Skogens pärlor. GIS-tjänst. ([http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-bruka/Skogsbruk/Karttjanster/Skogens-Parlor/-](http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-bruka/Skogsbruk/Karttjanster/Skogens-Parlor/)) (2011-02-15)

Skredkommissionen (1995:1). Anvisningar för släntstabilitetsutredningar. Rapport 3:95. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. Skredkommissionen. Linköping.

Skredkommissionen (1995:2). Anvisningar för släntstabilitetsutredningar. Information. Rapport 5:95. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. Skredkommissionen. Linköping.

SMHI (2011). Klimatanalyser. Sveriges framtida klimat. <http://www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser> (2011-02-15)

Statens räddningsverk (1998). Översiktlig översvämningsskartering längs Västerdalälven. Rapport nr 1. Dnr 9706-0740/18. SMHI. Norrköping.

Statens räddningsverk (2003). Handbok för riskanalys. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad.

Statens räddningsverk (2008). Söderhamns kommun. Översiktlig stabilitetskartering. Sweco VBB, uppdragsnummer 2305 211.

Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter. Slutbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. SOU 2007:60, Stockholm.

Sveriges nationalatlas (1995). Klimat, sjöar och vattendrag. Del av Sveriges nationalatlas. Huvudredaktör Syrén, M. Bra Böcker. Höganäs.

Ystads kommun (2008). Policy för förvaltning och skydd av kusten. Ystads kommun.

Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat. Klimat- och sårbarhetsutredningen. SOU 2007:60, bilaga B 14.

Översvämningshot - Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern. Delbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. SOU 2006:94.



Statens geotekniska institut
Swedish Geotechnical Institute

SE-581 93 Linköping, Sweden

Tel: 013-20 18 00, Int + 46 13 201800

Fax: 013-20 19 14, Int + 46 13 201914

E-mail: sgi@swedgeo.se Internet: www.swedgeo.se