

## Kustskyddsstrategier för Kristianstads kommun

Med fokus på Äspet, Gropahålet och Evenemangsstranden



Kristianstads kommun

Rapport

November 2018

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem  
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

ISO 9001  
Management System Certification

BUREAU VERITAS  
Certification Denmark A/S



# Kustskyddsstrategier för Kristianstads kommun

## Kustskyddsstrategier

Framtagen för Kristianstads kommun  
Kontaktperson Ann-Mari Lindberg



Projektledare	Christin Eriksson
Kvalitetsansvarig	Rolf Deigaard
Handläggare	Cecilia Gustafsson, Martin Johnsson, Sten Kristensen

Uppdragsnummer	12803640
Godkänd datum	2018-11-01
Version	2.0
Klassificering	Öppen



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Dataunderlag .....</b>	<b>4</b>
2.1	Framtida havsnivåer .....	4
2.2	Topografi .....	4
2.3	Skyddade områden .....	5
2.4	Sandresurser för strandfodring .....	6
2.5	Vatten och Klimat .....	7
<b>3</b>	<b>Anpassningsstrategier.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Anpassningslösningar (kort och medellång sikt) .....</b>	<b>15</b>
4.1	Anpassningsåtgärder på kort sikt.....	15
4.1.1	Evenemangsstranden .....	15
4.1.2	Söder om Snickarhaken.....	17
4.1.3	Söder om Revhaken .....	19
4.1.4	Gropahålet (norr om Helge å) .....	20
4.2	Anpassningsåtgärder på medellång sikt .....	21
4.2.1	Evenemangsstranden .....	21
4.2.2	Söder om Snickarhaken.....	22
4.2.3	Söder om Revhaken .....	28
4.2.4	Gropahålet (norr om Helge å) .....	32
<b>5</b>	<b>Kusten i ett framtida klimat .....</b>	<b>35</b>
5.1	Kustlinjereträtt till följd av stigande havsnivåer .....	35
5.1.1	Planerad reträtt .....	37
5.1.2	Strandfodring.....	38
5.1.3	Skydd med hårda strukturer.....	38
5.2	Reträtt till följd av översvämningsrisk.....	39
5.3	Klassificering av framtidens kustlinje .....	41
<b>6</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>43</b>

## FIGURER

Figur 2.1	Höjd på terrängen över 0 m RH2000 (dagens medelvattenyta (MVY)). Från NNH 2010. ....	4
Figur 2.2	Skyddade områden, norra delen av Kristianstads kommuns kust. Källa: <a href="http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/">http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/</a> .....	5
Figur 2.3	Skyddade områden, södra delen av Kristianstads kommuns kust. Källa: <a href="http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/">http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/</a> .....	6
Figur 2.4	Kända sand och grustäkter inom den svenska kontinentalsockeln. Figur från: [6] .....	7
Figur 2.5	Skärmdumpar av klassificeringen av kustlinjen beskriven i [7]. Flera av de kustområden som beskrivs i föreliggande studie bör inte anses vara tillämpliga för planerad reträtt. ....	9
Figur 3.1	Anpassningsstrategier mot kusterosion till följd av stigande havsnivåer. Baserade på koncept i [8]. .....	11
Figur 3.2	Tre olika anpassningsstrategier vid erosion (i detta fall erosion orsakad av stigande havsnivåer). Den "nuvarande" kustprofilen visas av den streckade linjen. Den heldragna linjen visar den framtida kustprofilen efter respektive åtgärd. ....	13

Figur 4.1. Illustration av stranderosion i den norra änden av Evenemangsstranden. Röda linjer: Strandlinjen har dragit sig tillbaka på grund av nordgående transport. Blå linje: Naturlig strandlinje. Figur hämtad från [1].	16
Figur 4.2. Förlängning av existerande konstruktion visas av den röda linjen. Den illustrerade förlängningen är 80 m.	16
Figur 4.3. Kusten söder om Snickarhaken till Revhaken. Sträckan markerad med den röda linjen är känslig för akut erosion. De gula linjerna anger jämviktsriktningen för kustnormalen. Figur: hämtad från [1].	18
Figur 4.4. Kusten söder om Revhaken till Gropahålet. De röda och gula kustparallella linjerna visar områden med erosionsproblematik. De tvärgående linjerna anger jämviktsriktningen för kustnormalen. Figur: hämtad från [1].	19
Figur 4.5. Visualisering av en stödjande struktur kombinerad med sandutfyllnad.	22
Figur 4.6. Skiss av stödkonstruktion som delar upp stranden söder om Snickarhaken i två sektioner. Normalriktningen hos bägge sektioner vänds mot vågorna. Strandfodringen innehåller en volym på ca 45 000 m <sup>3</sup> .	24
Figur 4.7. Ett exempel på utjämning av en strandfodring på 15 000 m <sup>3</sup> som läggs ut över en sträcka på 500 m. Den ursprungliga strandfodringen visas i svart. De röda kustlinjerna anger strandens utformning med 1 års intervall.	26
Figur 4.8. Exempel på utjämning av en kort strandfodring där en volym på 15 000 m <sup>3</sup> sprids över 200 m.	26
Figur 4.9 Skiss av jämviktsläget för vegetationslinjen (dynfoten) i svart. Den norra delen är modifierad till följd av närvaron av stenrev. Ytterligare tillbakadragning krävs för att ha ett dynamiskt kustlandskap (indikerat som blått skuggat område).	27
Figur 4.10 Skiss av jämviktsläget för vegetationslinjen (dynfoten) i svart. Den norra delen är modifierad till följd av närvaron av stenrev. Ytterligare tillbakadragning krävs för att ha ett dynamiskt kustlandskap (indikerat som blått skuggat område).	29
Figur 4.11. Exempel på utjämning av en strandfodring där en volym på 15 000 m <sup>3</sup> sprids ut över en sträcka på 200 m. Den ursprungliga strandfodringen visas i svart. De röda kurvorna anger kustlinjens utformning med 1 års intervall.	30
Figur 4.12 Skiss av en kombinerad typ av kustskydd, som inkluderar två pirlänkande typ av stödjande strukturer, två strandfodringar och möjligen en stenskonung längs delen längst mot norr.	31
Figur 4.13 Exempel på utjämning av en strandfodring där en volym på 15 000 m <sup>3</sup> sprids ut över en sträcka på 200 m. Den ursprungliga strandfodringen visas i svart. De röda kurvorna anger kustlinjens utformning med 1 års intervall. Erosion till följd av brist i sandtillgång från syd är ej inkluderat i skissen.	33
Figur 5.1 Illustration av Bruun's lag. Den framtida kustprofilen höjs till följd av havsnivåhöjningen. Sanden som deponeras i den yttre delen av profilen (grönmarkerat område) tas från stranden och dynerna (rödmarkerat område).	36
Figur 5.2 Exempel på tillbakadragningslinjer för en framtida havsnivåhöjning på 1.02 m (motsvarande en strandlinjereträtt på 30 m).	37
Figur 5.3 Exempel på en storskalig fodring längs med kustlinjen som anpassning till havsnivåhöjning. Fotavtrycket av fodringen är 150 m i detta området och den fodrade volymen är ungefär 150 m <sup>3</sup> /m.	38
Figur 5.4 Marknivåer nära Åhus. Färger visas i förhållande till befintliga och framtida vattennivåer. Baseras på DEM från NNH 2010.	39
Figur 5.5 Marknivåer nära Äspet (topp) och runt Helge å (botten). Färger visas i förhållande till befintliga och framtida vattennivåer. Baserad på DEM från NNH 2010.	40
Figur 5.6 Klassificering av kusten i enlighet med hot mot befintlig infrastruktur	42

# 1 Sammanfattning

DHI har tidigare gjort en erosionsutredning av Kristianstads kommuns kust [1]. Utredningen visade att de nuvarande erosionsproblemen är relativt små, samt att problemen i de flesta fall orsakas av att byggnader och infrastruktur tillåtit för nära kustlinjen och i några fall orsakas av en långsam vridning av kustlinjen mot dess jämviktsriktning (vilket är en process som sker över lång tid).

Dessa resultat baseras på analyser av den naturliga sandtransporten längs med kustlinjen, som skapas av vind, vågor och strömmar, genom numeriska modeller och jämförelse mot satellitbilder. Erosionsutredningen identifierade ett antal områden där den nuvarande kustlinjen har en begränsad strandbredd. I dessa områden har den nuvarande stranden inte kapacitet för den naturliga variabiliteten hos strandbredd och stranddynernas sandvolym som existerar längs Kristianstads kommuns kustlinje.

Denna studie fortsätter där erosionsutredningen slutade, genom att diskutera och skissera möjliga anpassningsåtgärder. Anpassningsåtgärderna är formulerade för olika tidsskalor, där följande definition har använts:

- Kort sikt: Anpassningsåtgärder som riktas mot existerande erosionsproblem och som kan utföras omedelbart, utan behov av tillstånd (från länsstyrelsen)
- Medellång sikt: Anpassningsåtgärder som riktas mot existerande erosionsproblem och som kräver ytterligare planering, analys och tillstånd från Länsstyrelsen Skåne.
- Lång sikt: Anpassningsåtgärder som riktas mot erosionsproblem som relateras till havsnivåhöjningen.

Områdena som beskrivs med avseende på anpassningsåtgärder på kort och medellång sikt är de utsatta områden som identifierats i erosionsutredningen [1], det vill säga:

- Evenemangsstranden
- Söder om Snickarhaken
- Söder om Revhaken
- Gropahålet (norr om Helge å)

En kortfattad beskrivning av den nuvarande erosionsproblematiken i varje område ges baserat på resultaten från [1]. Det betonas att erosionsproblematiken endast relateras till sandförlust från längsgående transport (vid normala tillstånd och vid storm) och från tvärgående transport (vid storm). Det vill säga att anpassningsåtgärderna på kort och medellång sikt inte relaterar till problematiken som orsakas av havsnivåhöjningen.

På lång sikt ökar betydelsen av havsnivåhöjningen orsakad av klimatförändringarna. Nuvarande prognoser för klimatförändringar i Skåne indikerar att havsnivån kan stiga ungefär 1 m till år 2100 och att extrema vattenstånd i området kan nå ungefär 2,6 m över dagens medelvattenstånd. De stigande vattenstånden resulterar i en tillbakadragning av kustlinjen samt i en ökad översvämningsrisk i lågt liggande områden. Att beakta klimatförändringarna i dagens förvaltning av kommunens kustlinje är ett ansvarsfullt agerande, vilket kan minska problematiska effekter av den framtida havsnivåhöjningen.

Formuleringen av strategierna på lång sikt ges på en övergripande nivå där anpassningsåtgärderna täcker större delen av kommunens kustlinje.

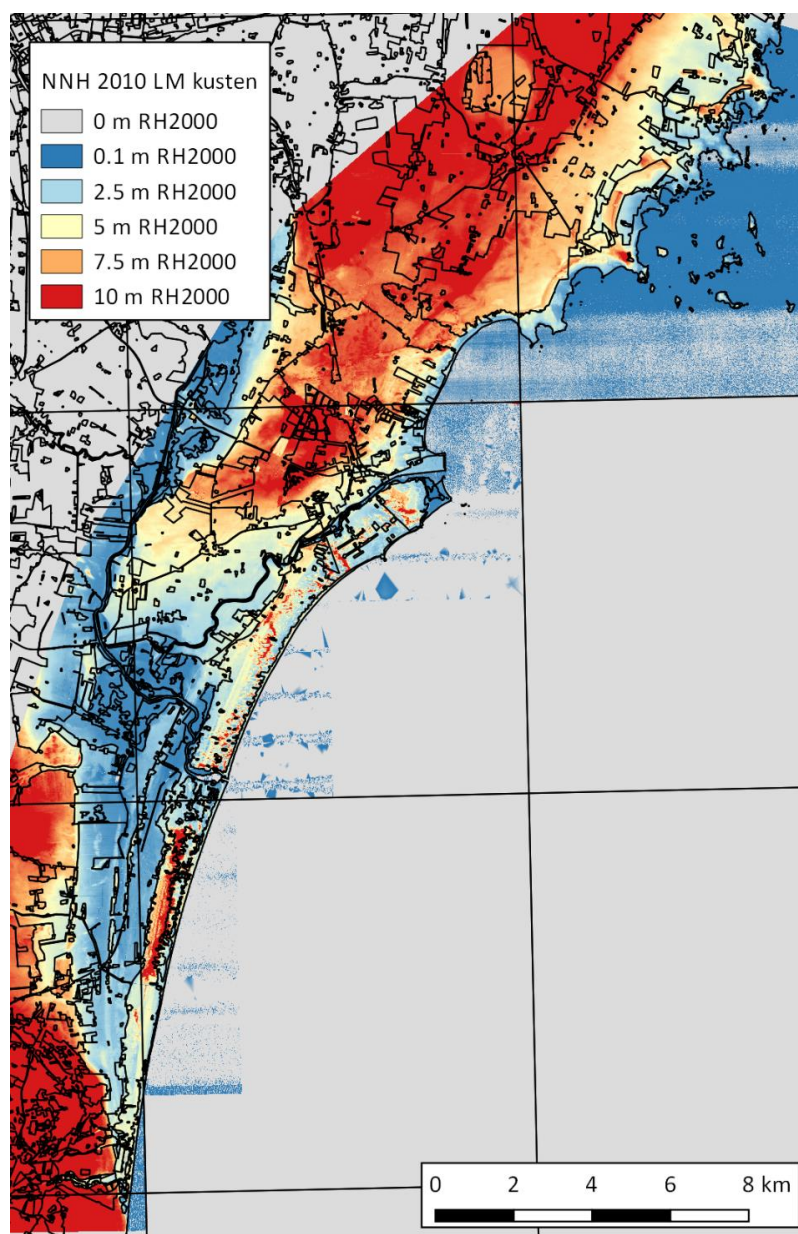
## 2 Dataunderlag

### 2.1 Framtida havsnivåer

Information om framtida havsnivåer har tagits från SMHI:s rapporter där framtida medelvattenstånd och högsta vattenstånd beräknats [2], [3]. Även kartverket utvecklat av SGI och SGU har använts i analysen av framtida vattennivåer [4], [5].

### 2.2 Topografi

Landnivån som används är extraherad från NNH 2010 Nya Nationella Höjddatabasen, Lantmäteriet (upplösning 2x2m).



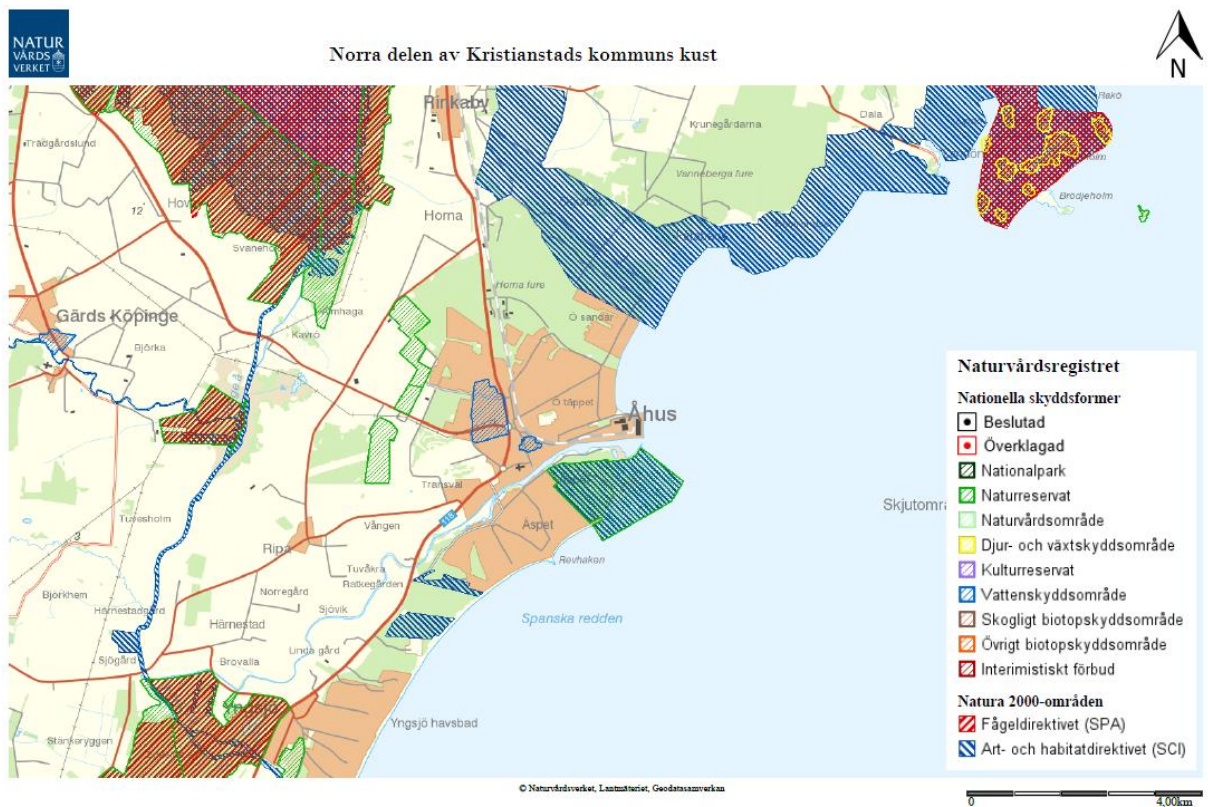
Figur 2.1 Höjd på terrängen över 0 m RH2000 (dagens medelvattenyta (MVY)). Från NNH 2010.



## 2.3 Skyddade områden

Hela svenska kusten är skyddad av en strandskyddslag som kräver att allt arbete i strandzonen kräver tillstånd.

Figur 2.2 och Figur 2.3 visar ytterligare skyddade områden i kommunen (primärt: Natura 2000 områden och naturreservat).



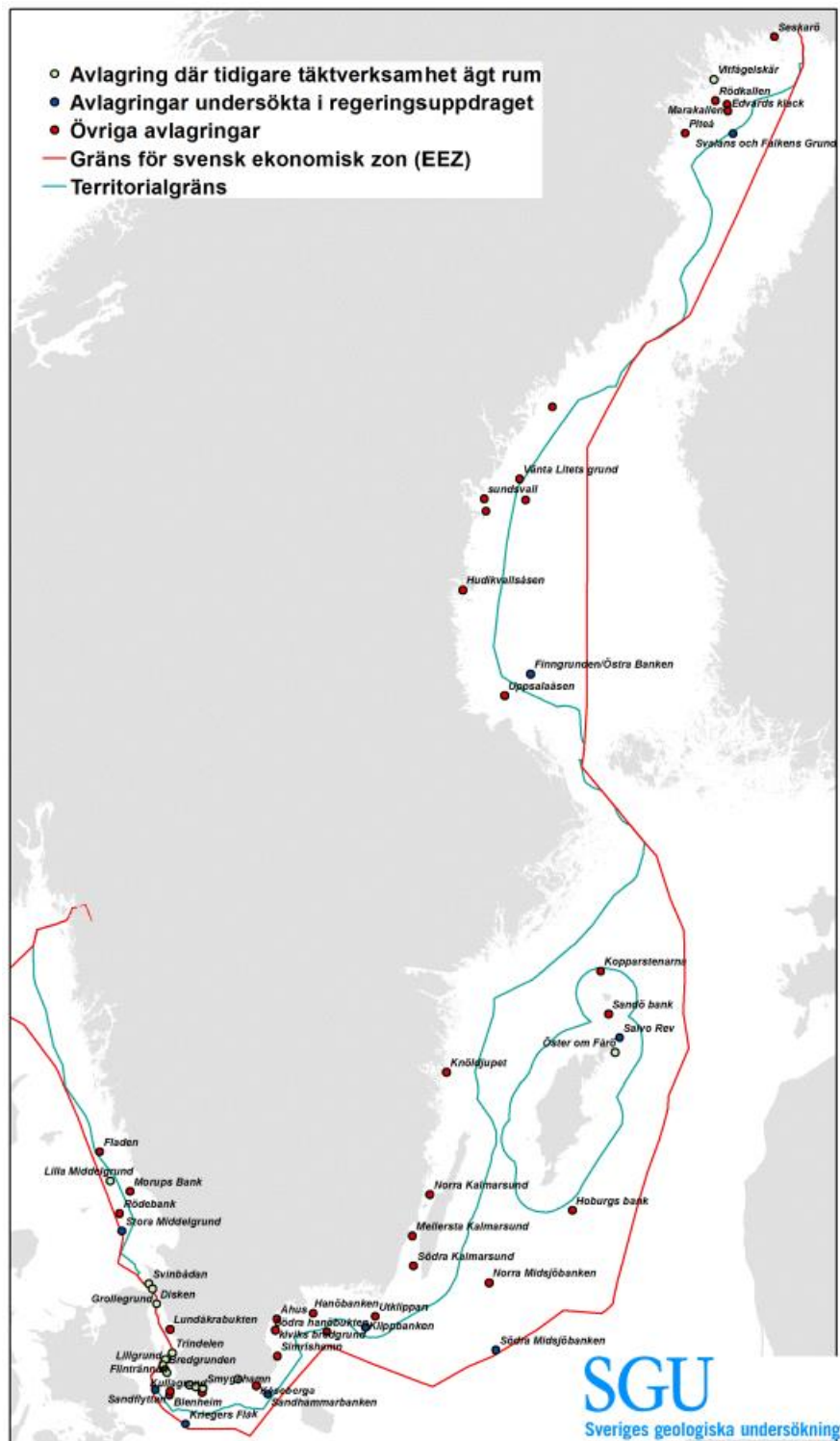
Figur 2.2 Skyddade områden, norra delen av Kristianstads kommuns kust.  
Källa: <http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>



Figur 2.3 Skyddade områden, södra delen av Kristianstads kommuns kust.  
Källa: <http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>

## 2.4 Sandresurser för strandfodring

Det finns kända sandresurser i svenskt vatten (se Figur 2.4), men de är för nuvarande inte tillåtna att använda till strandfodring eftersom de uppfattas som en knapp resurs. Trots restriktionen finns det exempel på strandfodringar som genomförts vid Ystad med sand upphämtad nära kusten vid Sandhammaren. Det är dock möjligt att importera sand från andra länder. Danmark har exempelvis flera depåer nära Bornholm, där en möjlig leverantör är Rohde Nielsen (för fodringar större än ca 80 000 m<sup>3</sup>).



Figur 2.4 Kända sand och grustäkter inom den svenska kontinentalsockeln. Figur från: [6]

## 2.5 Vatten och Klimat

Länsstyrelsen Skåne har 2018 gjort en studie av den skånska kustlinjen för att klassificera kustlinjen baserad på hur känslig den är för erosion, [7]. Resultatet är tänkt att fungera både

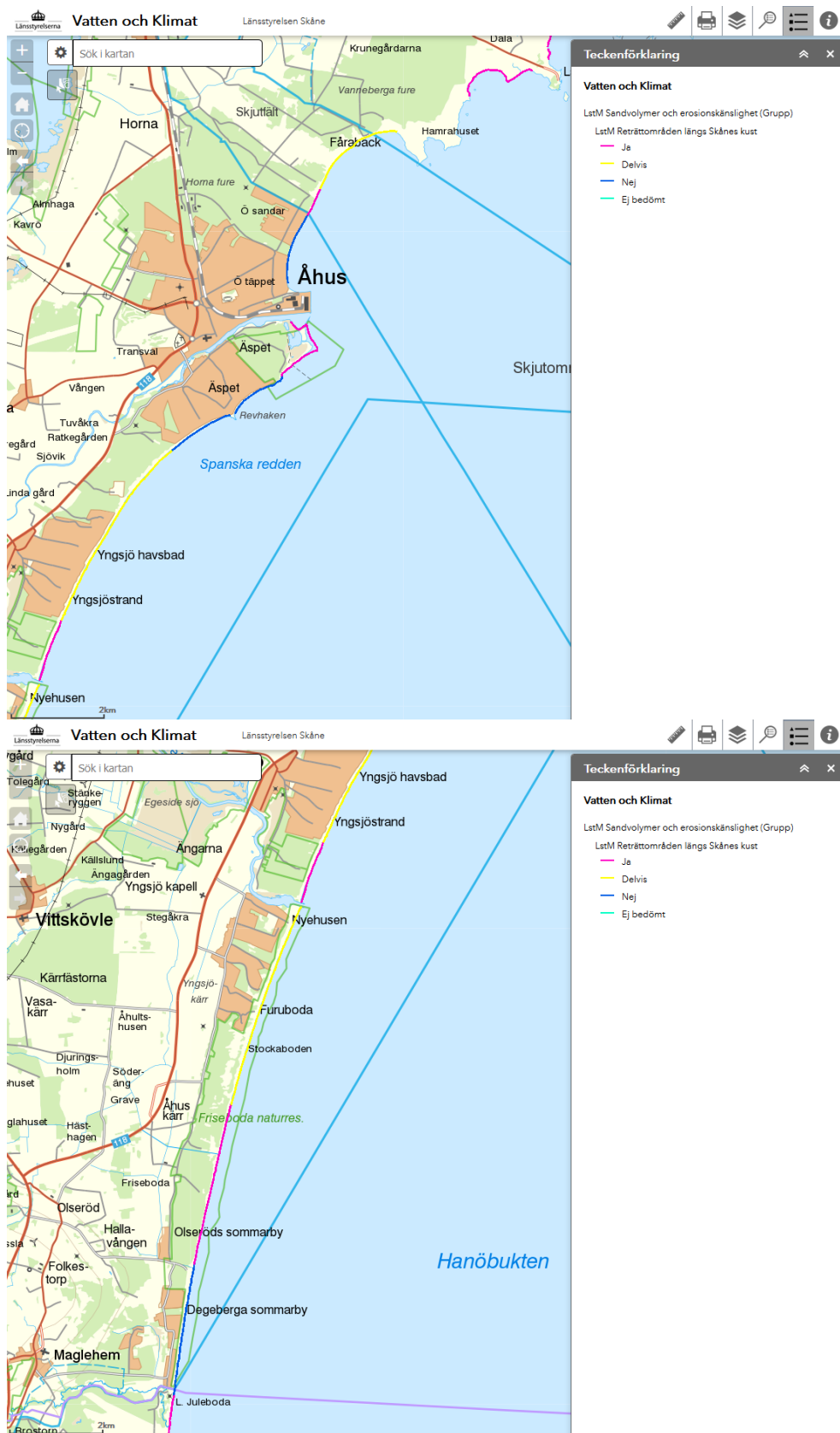
som ett planeringsunderlag för fysisk planering och att vara ett underlag för åtgärder som syftar till att begränsa effekterna av erosion i anslutning till kusten. Resultaten från studien är publicerade i [7] och är tillgängliga som GIS verktyg på Länsstyrelsens hemsida under namnet: Vatten och Klimat.

Studien inkluderar en analys av flera sträckor längs kustlinjen, som beskrivs ytterligare i dokumentet. Dessutom identifierar studien vilka sträckor längs kusten som kan rymma erosion och vilka sträckor längs kustlinjen som inte kan det (primärt p.g.a. närheten till hus/infrastruktur). Resultaten av studien presenteras i Figur 2.5 och visar att flera av kuststräckorna som är beskrivna i detta dokument är de facto identifierade av Länsstyrelsen Skåne som kuststräckor vilka inte kan anses lämpliga för planerad reträtt. Dessa är:

- Söder om Snickarhaken (Norra Äspet i [7])
- Söder om Revhaken (Södra Äspet i [7])
- Evenemangstranden (Östra Tället i [7])

En av sträckorna som beskrivs i detta dokument är klassificerad som en sträcka längs vilken erosion kan och borde tillåtas att erodera naturligt, nämligen kustlinjen vid Gropahålet (norr om Helge å).

Resultaten som nämns här är i direkt överensstämmelse med rekommendationerna i detta dokument.



Figur 2.5 Skärmdumpar av klassificeringen av kustlinjen beskriven i [7]. Flera av de kustområden som beskrivs i föreliggande studie bör inte anses vara tillämpliga för planerad reträtt.



### 3 Anpassningsstrategier

Erosion av kustlinjen orsakad av brister i sandtransporten längs kustlinjen eller strandreträtt orsakad av stigande vattennivåer är en viktig fråga som fått ökat inflytande i världen. Tillbakadragning av strandlinjen resulterar i en avsmalning av stränderna och en reducering av sandvolymen hos stranddynerna som annars skyddar våra byggnader från havets krafter. Detta problem har fått en ökad betydelse eftersom människan av naturen känner en dragningskraft till havet och tenderar att utveckla infrastruktur nära havet, vilket därigenom gör oss mer känsliga för de naturliga förändringar som hör till kustlinjen. Det ökande hotet från kusterosion och tillbakadragning av strandlinjen kräver att anpassningsstrategier formuleras för att kunna planera långsiktigt. En sådan anpassningsstrategi skall först och främst involvera ett val mellan olika strategier beroende på hur kustområdet skall utvecklas för att möta stranderosion eller reträtt vilket illustreras i Figur 3.1.



Figur 3.1 Anpassningsstrategier mot kusterosion till följd av stigande havsnivåer. Baserade på koncept i [8].

Den översta illustrationen i Figur 3.1 (Naturlig utveckling) illustrerar en kustlinje där en förändring av vattennivån (från mörkblå till ljusblå färg) orsakar strandlinjen att röra sig inåt land. I de fall där infrastruktur hotas kan det beslutas att fixera strandlinjen (säkerställa strandlinjen) för att undvika att den existerande infrastrukturen blir exponerad. I andra fall kan det bedömas att strandlinjen behöver flyttas fram mot havet (utvidgning av strandområdet). Detta skulle kunna vara en lämplig strategi i områden där existerande infrastruktur redan är exponerad för havets krafter och ytterligare säkerhet behövs, eller så kan det vara ett fall där rehabilitering av kustlinjen eller kustlandskapet önskas. Antingen som en del av att öka det rekreativa värdet i området eller som en del av att återetablera naturliga habitat. Slutligen, stranderosion eller reträtt kan accepteras och det tillåts att utvecklingen av strandområdet sker naturligt (planerad

reträtt). I de fall där infrastruktur blir hotad av en planerad reträtt, skall planer för avveckling eller omlokalisering av boende samt infrastruktur tas fram.

Genomförande av de olika anpassningsstrategierna kräver utveckling av kustskydd som kan implementeras genom att använda olika skyddande strukturer eller genom att ersätta den förlorade sanden eller en kombination av dessa. Innan en särskild lösning väljs är det rekommenderat att överväga följande (från [9]):

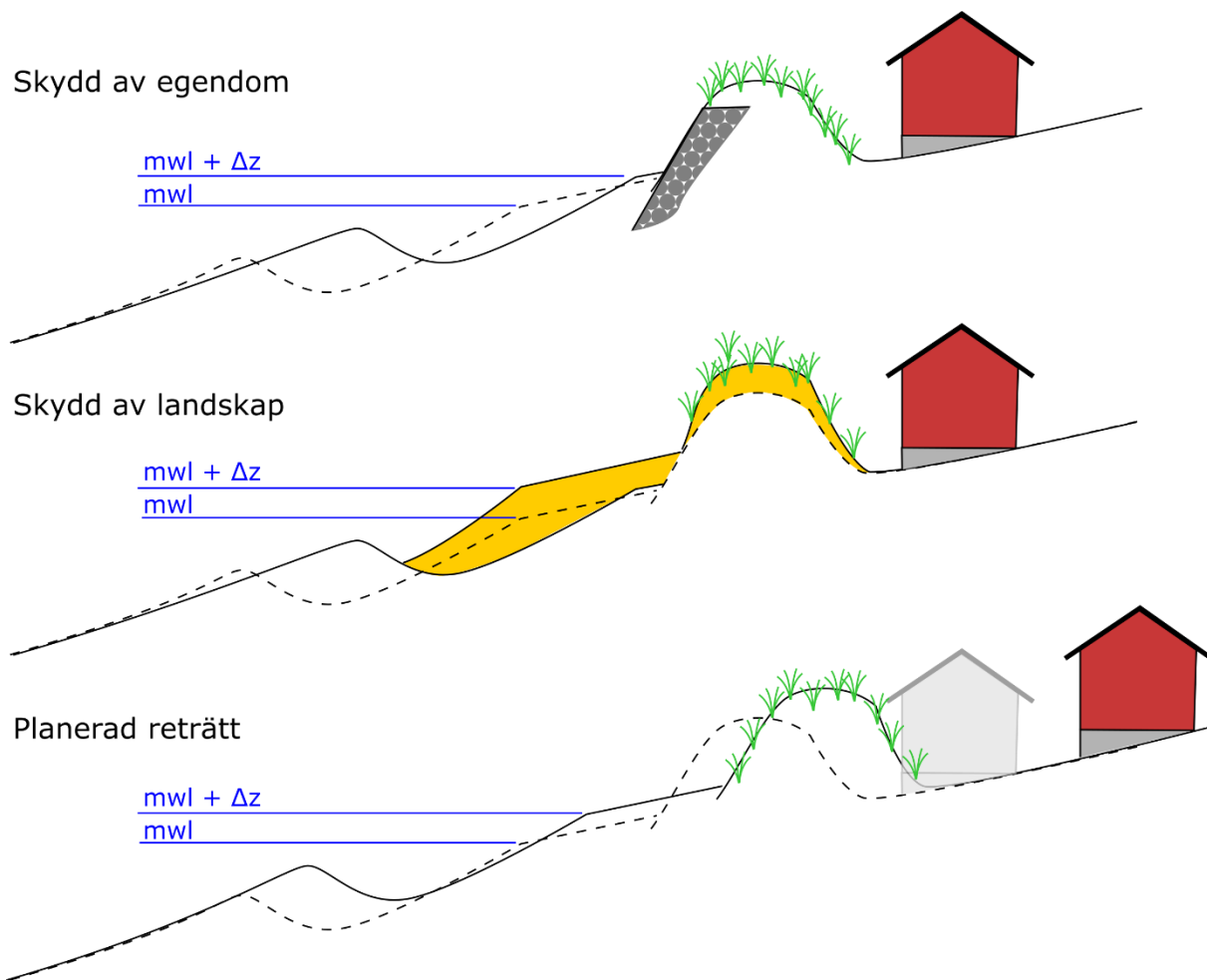
- Kustområdet är ett dynamiskt landskap. Ingripanden i kustprocesserna och i kustlandskapet bör endast utföras om samhällets intressen är viktigare än att behålla den naturliga kustresursen
- Utse speciella delar av kusten där endast naturlig utveckling skall ske
- Demontera olämpliga gamla skyddssystem och återuppbygg det naturliga kustlandskapet där det är möjligt
- Minimera användningen av kustskyddssystem och bevara den naturliga variationen i kustlandskapet
- Begränsa ny utveckling/bostäder nära kusten där det är möjligt
- Underhåll och förbättra allmänhetens tillgång till stranden

Erosionsskydd genom hårda strukturer kallas ofta en "hård lösning" medan erosionsskydd med ersättning/påfyllning av sand kallas en "mjuk lösning". Hårda lösningar fungerar genom att skydda kusten och inlandet från erosion, ofta på bekostnad av stranden och det dynamiska kustlandskapet. De mjuka lösningarna kommer att fylla på sanden som förloras från kustområdet, men kommer inte att hindra framtida sandförlust eller tillbakadragande av kustlinjen. Således är de mjuka lösningarna typiskt tillfälliga lösningar eller lösningar som kräver återkommande påfyllningsoperationer. Det finns också mjuka lösningar som baseras på en mer biologisk strategi, exempelvis plantering av sandrör i dynerna eller utplacering av små vindstaket för att öka tillväxten i dynsystemet. Effekten av denna typ av strategier är dock svag och bör endast betraktas som ett komplement till andra typer av skydd. En annan biologisk skyddsstrategi skulle kunna vara plantering av ålgräs i vattnet nära stranden. Det finns dock inga studier som dokumenterat ålgräsets effekt på kusterosion. De studier som har gjorts fokuserar på användningen av ålgräs som indikator för vattenkvaliteten samt ålgräsets förmåga att hålla fast sand på botten. DHIs åsikt är att ålgräs inte kan användas som en skyddsåtgärd mot erosion.

I många erosionsskyddssystem används en blandning av mjuka lösningar (påfyllning) och hårda lösningar (strukturer). I denna typ av kombinerade skydd används strukturerna för att stödja de påfyllda områdena. Fördelen med kombinerade skydd är att de kan utformas för att skydda både egendom och kustlandskapet.

En tredje lösning kan vara att acceptera erosionen och ta bort existerande infrastruktur allteftersom det behövs. Denna typ av hantering av erosion betecknas också som Planerad Reträtt. Planerad reträtt genomförs typiskt när andra skyddsåtgärder blir för kostsamma. Som ett första steg implementeras så kallade tillbakadragningslinjer, linjer som definierar kustnära områden, där nybebyggelse stoppas och detaljplaner kan upphävas. Nästa steg blir att planera avveckling av befintliga byggnader, anläggningar och infrastruktur i riskområden. Havet tillåts breda ut sig och erosionen ha sin gång. Genom naturliga kustprocesser kommer stranden retirera och återbildas längre inåt land. Denna typ av hantering av erosion tillåter en naturlig utveckling av det naturliga landskapet, men medför en förlust av land.





Figur 3.2 Tre olika anpassningsstrategier vid erosion (i detta fall erosion orsakad av stigande havsnivåer). Den "nuvarande" kustprofilen visas av den streckade linjen. Den heldragna linjen visar den framtida kustprofilen efter respektive åtgärd.

#### Skydd av egendom genom tillämpande av hårda strukturer

- Syfte med denna typ av skydd: Skydda egendom
- Hur strategin implementeras: Hårda strukturer: släntskydd, hövder, fristående vågbrytare.
  - Nackdelar: Förhindrar utveckling av det dynamiska kustlandskapet. Reducerar ofta mängden tillgänglig strand där de uppförs. Strukturerna kan innebära risker för badande. Kräver tillstånd.
  - Fördelar: Engångskostnad för konstruktionen.

#### Skydd av landskap genom tillämpande av strandfodring

- Syfte med denna typ av skydd: Skydda stranden
- Hur strategin implementeras: Utfyllnad av stranden, utfyllnad av strandens främre del ("shoreface"), utfyllnad av sanddynen
  - Nackdelar: Kräver underhåll. Känsligt för stormar (sand kan spolas bort under nästkommande storm). Kräver tillstånd.
  - Fördelar: Naturlig del av landskapet. Bra för rekreativsvärden.

#### Planerad reträtt: Acceptera erosionen och ta bort existerande infrastruktur allteftersom det behövs

- Syfte med denna typ av skydd: Tillåta den naturliga utvecklingen.

- Hur strategin implementeras: Kompensation till lokala markägare. Borttagande av infrastruktur. Återetablera ett naturligt landskap.
  - Nackdelar: Förlust av land.
  - Fördelar: Naturliga landskap. Reducerade kostnader för erosionsskydd. Förhindrar risken för att hamna i ett tillstånd där majoriteten av land ligger under havets medelvattenstånd (exempel Nederländerna).

## 4 Anpassningslösningar (kort och medellång sikt)

Arbeten i vatten är anmälningspliktiga och kan dessutom kräva tillstånd från miljödomstolen. Gränsen mellan vilka kustskyddsåtgärder som är anmälningspliktiga och vilka som är mer omfattande och kräver tillstånd är i sig en bedömningsfråga.

På Länsstyrelsens hemsida står det följande:

### **”Kan jag anmäla anläggande eller förstärkning av erosionsskydd eller krävs det tillstånd?**

Länsstyrelsen Skåne hänvisar i de flesta fall ärenden om anläggande eller förstärkning av erosionsskydd till Mark- och miljödomstolen för tillståndsprövning. En tillståndsprövning kan även inkludera strandskyddet. Kontakta därför först länsstyrelsen innan du ansöker om strandskyddsdispens hos kommunen!

Hårda erosionsskydd (t ex stenskonung) har varit det vanliga sättet att skydda sin egendom från erosionsskador. Problemet med dessa är att erosionsproblemen ofta flyttas och inte sällan drabbar andra fastighetsägare. Länsstyrelsen kan kräva att erosionsskydd (och andra vattenanläggningar) som saknar tillstånd måste tas bort om de orsakar skada på allmänna eller enskilda intressen. En anmälan om vattenverksamhet utgör inte ett sådant tillstånd. Om det är troligt att en åtgärd eller anläggning kommer att orsaka skada på allmänna eller enskilda intressen så bör den enligt Länsstyrelsen Skåne därför istället tillståndsprövas.”

[http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenverksamhet/arbeten-i-vatten/Pages/Fragor\\_och\\_svar.aspx](http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenverksamhet/arbeten-i-vatten/Pages/Fragor_och_svar.aspx)

Vid kommunikation med Länsstyrelsen så framgår det att anmälningsplikten innefattar gråzoner och att tillämpandet för dessa inte är fastställt. Därför beskrivs en del anpassningsåtgärder som möjliga att utföra på kort sikt (utan tillståndsansökan) i detta dokument, då de faller inom gråzonen. I de fall där det finns ett områdesskydd som specifikt kräver tillstånd för en viss åtgärd beskrivs dessa under Anpassningsåtgärder på medellång sikt.

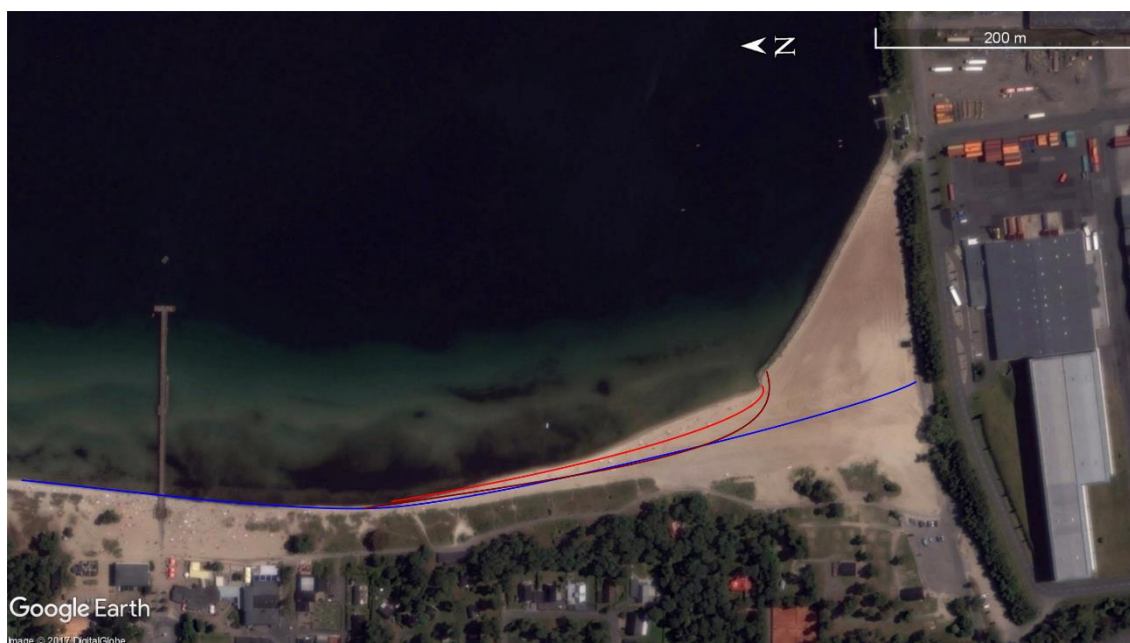
Utöver strandskyddet kan kustområden även vara skyddade av Natura 2000.

### 4.1 Anpassningsåtgärder på kort sikt

#### 4.1.1 Evenemangsstranden

Vid Evenemangsstranden finns en tendens till nordgående sandtransport. Eftersom tillförseln av sand blockeras av de utstickande strukturerna vid Åhus hamn medför detta en gradvis reträtt av stranden (se röda linjer i Figur 4.1). Detta har inneburit årliga strandfodringar sedan stranden anlades 2007 för att kompensera förlusten av sand vid Evenemangsstranden. Sandförlusten beror på att stranden hålls fixerad 5–10 grader vriden mot norr i förhållande till strandens naturliga jämviktsorientering. Härmed ökas den nordgående lokala sandtransporten. Om strandfodringarna upphör kommer kustlinjen dock att närma sig ett tillstånd som visas av den blå kurvan i Figur 4.1. Beräkningar har visat att den nordgående transportkapaciteten är omkring 1000 m<sup>3</sup>/år. En stor del av transporten sker dock ca 100 m från stranden. Transporten nära stranden har bedömts vara omkring några hundra kubikmeter per år. Erosionsproblematiken vid Evenemangsstranden finns beskrivet ytterligare i tidigare studie [1].

Evenemangsstranden ligger inte i direkt anslutning till Natura2000-områden.

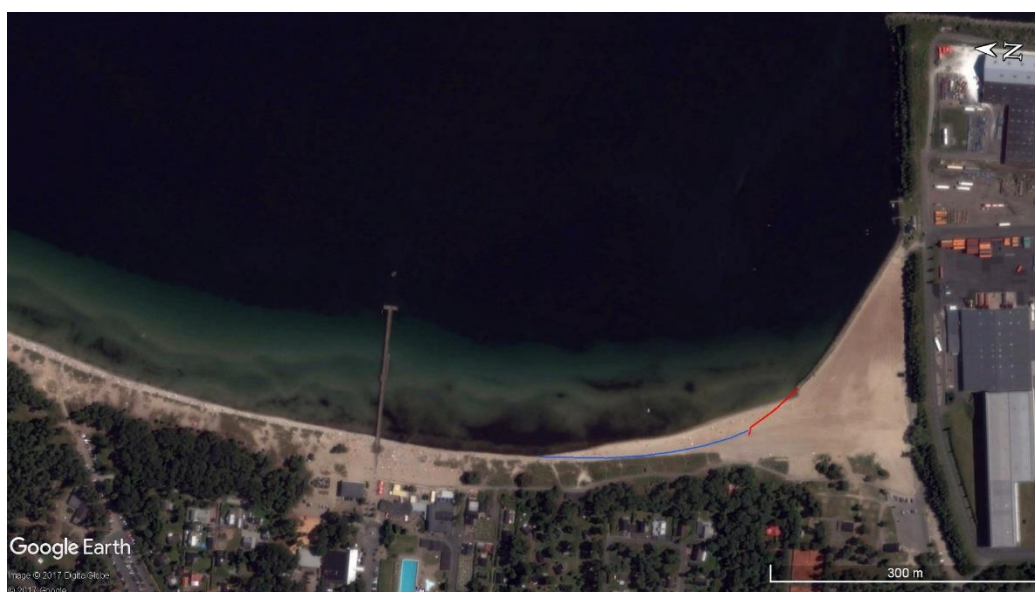


Figur 4.1. Illustration av stranderosion i den norra änden av Evenemangsstranden. Röda linjer: Strandlinjen har dragit sig tillbaka på grund av nordgående transport. Blå linje: Naturlig strandlinje. Figur hämtad från [1].

#### 4.1.1.1 Förlängning av den existerande stenvuren

En förlängning av den existerande stenvuren förväntas kunna vara möjlig att utföra utan extra ansökan om tillstånd. Stenvuren kan förlängas med ungefär 80 m (som illustreras i Figur 4.2) och kustlinjen kommer då efterhand tillåtas att utvecklas mot sitt naturliga tillstånd, vilket följer vegetationslinjen mycket närmare (indikerat med den blå linjen i figuren).

En sådan förlängning skulle reducera behovet för återkommande årliga strandfodringar men då till kostnaden av att stranden blir både kortare och smalare. Storleken på rekreationsområdet kommer också att reduceras något.



Figur 4.2. Förlängning av existerande konstruktion visas av den röda linjen. Den illustrerade förlängningen är 80 m.

#### 4.1.1.2 Strandfodring

Strandfodringen fortsätter som idag. I dagsläget krävs volymer av sand om 1000–1500 m<sup>3</sup>/år. Kristianstad kommun har under de senaste åren märkt av ett ökande behov av sandvolymer och rapporterar att den ditlagda sanden primärt flyttas ut i havet av tvärgående sandtransportprocesser. Det är dock oklart om detta är en faktisk trend.

#### 4.1.1.3 Naturlig utveckling

Den årliga tillbakadragningen av strandlinjen hotar inte infrastruktur och kan accepteras. Konsekvenserna av fortsatt erosion kommer bli en något mindre yta för rekreation jämfört med idag.

#### 4.1.1.4 Rekommendationer

Det finns i dagsläget inget konkret hot mot infrastruktur från erosionen. Den årliga strandfodringen skall fortsätta om området avsatt för rekreation skall behålla sin nuvarande omfattning.

Strandfodringen utförs idag med sand som tas från en land-baserad sandtäkt. Kapaciteten hos denna sandtäkt är minskande men det antas att det finns tillräckligt med sand för att kunna använda under de närmsta åren. Men, möjligheter att ta sand från andra platser bör påbörjas för att säkerställa att den nuvarande strandfodringen kan fortgå i framtiden.

För att undvika erosionsproblem i den närliggande framtiden i områden där bebyggelse/infrastruktur har anlagts för nära stranden, rekommenderas att ett planerat byggstopp formuleras i området nära kusten. Detta område bör sträcka sig omkring 20 m inåt land från den nuvarande vegetationslinjen. Området som berörs av det planerade byggstoppet bör helst tillåtas att utvecklas fritt, så att kustlinjens naturliga utformning och utseende främjas.

### 4.1.2 Söder om Snickarhaken

Stranden längs Äspet har delvis en erosionsproblematik som härrör till avsaknaden av äkta sanddyner som kan samspela med erosionen. Stranden söder om Snickarhaken skyddas av stenrevet med samma namn. Avsnittet norr om Revhaken har en relativt bred strand som skyddar sanddynslandskapet mot stormvågor. Erosionsproblematiken vid stranden mellan Snickarhaken och Revhaken finns beskrivet ytterligare i tidigare studie [1]. Den erosionsutsatta delsträckan, se den rödmarkerade sträckan i Figur 4.3, kommer sig av att den har en mycket smal strandremsa. Detta medför en känslighet för säsongsvariationer i vågklimatet längs denna sträcka, eftersom relativt lite sand finns tillgänglig i stranden/dynsystemet för att täcka förluster vid erosion. Vid denna del av stranden finns det idag existerande skydd vid släntfoten, som ser ut att underhållas till viss del av markägarna för att de inte ska förlora mark. Då dessa åtgärder saknar tillstånd och ej är baserade på vetenskaplig grund har nu Kristianstads kommun efterfrågat ett förslag utifrån en helhetssyn på erosionsproblematiken längs sträckan. Baserat på vilka åtgärder som kan göras med stöd från lagen samtidigt som de kan skydda och bevara hela sträckan på ett hållbart sätt.

Stranden och havet vid Äspet är skyddade av NATURA2000 längs den norra delen (se Figur 2.2).



Figur 4.3. Kusten söder om Snickarhaken till Revhaken. Sträckan markerad med den röda linjen är känslig för akut erosion. De gula linjerna anger jämviktsriktningen för kustnormalen. Figur: hämtad från [1].

#### 4.1.2.1 Skydd med hårda strukturer

Den nuvarande strandskyddslagen innebär att ingen nybyggnation är tillåten på stranden eller vid dynfoten utan tillstånd från länsstyrelsen. Det finns därför inga anpassningsåtgärder som innehåller hårda strukturer och som kan utföras på kort sikt.

#### 4.1.2.2 Strandfodring

Strandfodring är sannolikt inte möjligt längs denna sträcka p.g.a. NATURA 2000 restriktionen nära Snickarhaken och skulle kräva en omfattande prövning för att få tillstånd.

#### 4.1.2.3 Naturlig utveckling

Erosionen tillåts pågå fritt, vilket gradvis kommer att minska landområdet längs med de erosionsutsatta delarna av kustlinjen. Erosionen kommer primärt ske under storm då vågorna når släntfoten och därmed eroderar material från sandslänten.

Denna anpassningsåtgärd liknar strategin om planerad reträtt, bortsett från att åtgärden inte inkluderar planer för att hantera erosionen på medellång eller lång sikt. Det är troligt att lokala markägare kommer ta saken i egna händer för att skydda deras egendom och på så sätt införa en mängd olika typer av skyddsåtgärder i området.

#### 4.1.2.4 Rekommendationer

Det finns inte många rekommenderade lösningar på kort sikt som går att använda längs stranden söder om Snickarhaken till följd av de nuvarande restriktionerna mot att bygga kustskydd på stranden och till följd av restriktioner mot att använda strandfodring för att skydda stranden. Den föredragna åtgärden längs sträckan bör inkludera en kombination av hårda strukturer och strandfodring och är därmed beskriven i 4.2.2.

För att undvika erosionsproblem i den närliggande framtiden i områden där bebyggelse/infrastruktur har anlagts för nära dynsystemet, rekommenderas att ett planerat

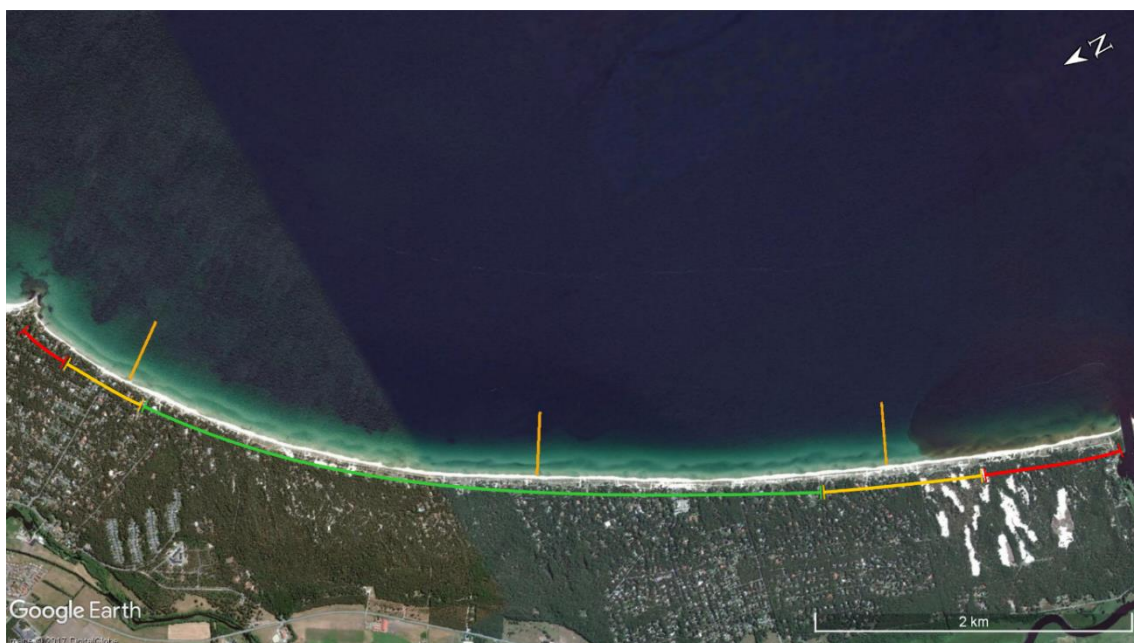
byggstopp formuleras i området nära kusten. Detta område bör sträcka sig åtminstone 35 m inåt land från den nuvarande dynfoten. Området som berörs av det planerade byggstoppet bör helst tillåtas att utvecklas fritt, så att kustlinjens naturliga utformning och utseende främjas.

#### 4.1.3 Söder om Revhaken

Kustlinjen precis söder om Revhaken drar sig gradvis tillbaka på grund av den sydgående sandtransporten. Tillförseln av sand runt det naturliga kustutsprånget är mycket liten. Markägarna har uppfört kustskydd i form av en stenmur som skyddar mot erosion av slänkfoten (vid den norra röda kurvan i Figur 4.4.). Stranden vid denna sträcka är för närvarande mycket smal. Stenmuren reducerar mängden sand som kan frigges från den norra änden av kuststräckan, vilket medför att erosionsproblematiken över tid kommer att spridas längre söderut till den del av kusten där bebyggelsen i dag ligger nära sanddynens fot närmast vattnet (vid den nordligaste gula kurvan i Figur 4.4.). I takt med att stranden eroderas kommer kusten bakom bli mer känslig för akut erosion under stormhändelser.

Årsvisa och säsongsbetonade variationer i den längsgående sandtransporten innebär att kusten i den nordliga änden kommer röra sig fram och tillbaka. Denna variabilitet kan ge problem eftersom det finns byggnader för nära den norra delen av kustlinjen. Erosionsproblematiken vid stranden söder om Revhaken finns beskrivet ytterligare i tidigare studie [1].

Det finns Natura2000-områden nära stranden söder om Revhaken.



Figur 4.4. Kusten söder om Revhaken till Gropahålet. De röda och gula kustparallella linjerna visar områden med erosionsproblematik. De tvärgående linjerna anger jämviktsriktningen för kustnormalen. Figur: hämtad från [1].

##### 4.1.3.1 Skydd med hårda strukturer

Den nuvarande strandskyddslagen innebär att ingen nybyggnation är tillåten på stranden eller vid dynfoten utan tillstånd från länsstyrelsen. Det finns därför inga anpassningsåtgärder som innehåller hårda strukturer och som kan utföras på kort sikt.

#### 4.1.3.2 Strandfodring

Det kan vara tillåtet att dumpa mindre volymer sand i strandzonen (mindre än 3000 m<sup>3</sup>). Oavsett skulle strandfodring i en sådan omfattning knappast påverka skyddsfunktionen. Den sand som dumpas kommer att spridas ut av naturen och redistribueras längs hela kustlinjen under ett par år och kommer knappast att synas efter 1–2 år.

#### 4.1.3.3 Naturlig utveckling

Erosionen tillåts pågå fritt, vilket gradvis kommer att minska landområdet längs med den norra änden av kustsektionen. Erosionen kommer ske under storm då vågorna når släntfoten (och därmed eroderar material från slänten) samt under perioder med inkommande vågor från östlig och nordöstlig riktning. Strandbredden kommer gradvis minska till följd av erosionen och andelen kustlinje utan synlig strand kommer öka i utsträckning i takt med att erosionen sprids vidare söderut.

Denna anpassningsåtgärd liknar strategin om planerad reträtt, bortsett från att åtgärden inte inkluderar planer för att hantera erosionen på medellång eller lång sikt. Det är troligt att lokala markägare kommer ta saken i egna händer för att skydda deras egendom och på så sätt införa en mängd olika typer av skyddsåtgärder i området.

#### 4.1.3.4 Rekommendationer

Det finns inte många rekommenderade kortsiktiga lösningar att använda söder om Revhaken till följd av den nuvarande restriktionen att bygga på stranden samt restriktionerna mot att använda strandfodring som ett sätt att skydda stranden. Den önskade anpassningsåtgärden söder om Revhaken skulle inkludera en kombination av hårda skydd och strandfodring och är därför beskriven i 4.2.3 .

För att undvika erosionsproblem i den närliggande framtiden i områden där bebyggelse/infrastruktur har anlagts för nära dynsystemet, rekommenderas att ett planerat byggstopp formuleras i området nära kusten. Detta område bör sträcka sig åtminstone 35 m inåt land från den nuvarande dynfoten. Området som berörs av det planerade byggstoppet bör helst tillåtas att utvecklas fritt, så att kustlinjens naturliga utformning och utseende främjas.

Den norra delen av denna kuststräcka är idag känslig för erosion. De redan existerande stenmurarna kommer fortsätta begränsa den dynamiska utvecklingen av stranden och erosionsproblemen kommer spridas längre söderut med tiden. Att tillåta de redan existerande stenmurarna att förlängas söderut och utöka dimensionen av stenmurarna som finns där idag skulle kunna tillåtas som en tillfällig och omedelbar åtgärd för att skydda de lokala markägarna. Stenmurarna kommer temporärt att reducera tillgången till stranden under perioder när stranden är helt eroderad. Det är trots allt försvarbart att använda denna tillfälliga åtgärd i kombination med en mer långsiktig lösning som involverar strandfodring och andra stödstrukturer. Den säsongsmässiga strandlinjevariationen har ej blivit kvantifierad genom modellering i [1]. Det är därför rekommenderat att övervakning påbörjas för att kunna följa säsongsvariationer och mellanårsvariationer av strandlinjen för att bygga ett dataunderlag för framtida strandlinjeanalys, vilket även kommer behövas som en del av en detaljerad design av hur nya kustskydd skall utformas. Ett sådant övervakningsprogram kan bestå av topografiska och batymetriska undersökningar. Vid en detaljerad design kan den insamlade datan användas som stöd vid volymeräkningar och analys av strandlinjens variabilitet extraherad från satellitbilder.

#### 4.1.4 Gropahålet (norr om Helge å)

Tillbakadragandet av stranden vid Gropahålet (norr om Helge å) beror på att den nordgående sandtransporten blockeras av styrvallarna vid Helgeåns mynning. Kusten norr om utloppet saknar därför tillförsel av sand på upp till 3000 m<sup>3</sup>/år. Den drabbade kuststräckan visas av den sydligaste röda kurvan i Figur 4.4.. Det finns en risk för att erosionen kan spridas längre mot



norr (se den gula kurvan närmast Gropahålet i Figur 4.4.). Årsvisa variationer och säsongsvariationer i den långsgående sandtransporten innebär att kusten kommer röra sig fram och tillbaka. Denna variabilitet nära ändarna av en lång kustlinje kan ge problem för närliggande infrastruktur, men avståndet är i detta fall såpass stort att en signifikant erosion kan pågå innan infrastrukturen hotas. Det har bedömts att kusten kan eroderas över en tidsperiod på 10 år eller mer utan att delsträckan blir känslig för akut erosion. Erosionsproblematiken vid Gropahålet finns beskrivet ytterligare i tidigare studie [1].

Det finns Natura2000-områden nära stranden vid Gropahålet (norr om Helge å). Dessutom skyddas havsområdet vid utloppet av Helge å av Natura 2000. Kustlandskapet söder om Helge å är ett naturreservat (se Figur 2.3 för info).

#### 4.1.4.1 Rekommendationer

Den pågående erosionen hotar inte den existerande infrastrukturen inom de närmsta 10 åren. Det finns därmed inget påkallat behov för omedelbara anpassningsstrategier

Det rekommenderas att övervakning av kustlinjen påbörjas för att mäta förändringarna genom topografiska och batymetriska undersökningar. Undersökningarna skall användas som en grund för att i framtiden kunna designa kustskydd.

## 4.2 Anpassningsåtgärder på medellång sikt

### 4.2.1 Evenemangsstranden

Erosionsproblematiken vid Evenemangsstranden beskrivs kortfattat i 4.1.1.

#### 4.2.1.1 Stödkonstruktion kombinerad med liten strandfodring

Den del av stranden som idag eroderas kan stabiliseras med en kort stödjande struktur, som ligger cirka 300 m från befintlig stenmur (se skiss i Figur 4.5). Stödstrukturen är avsedd att stödja en strandfodring, som vänder kusten mot jämviktsorienteringen. Fodringsvolymen i skissen är cirka 20 000 m<sup>3</sup>.

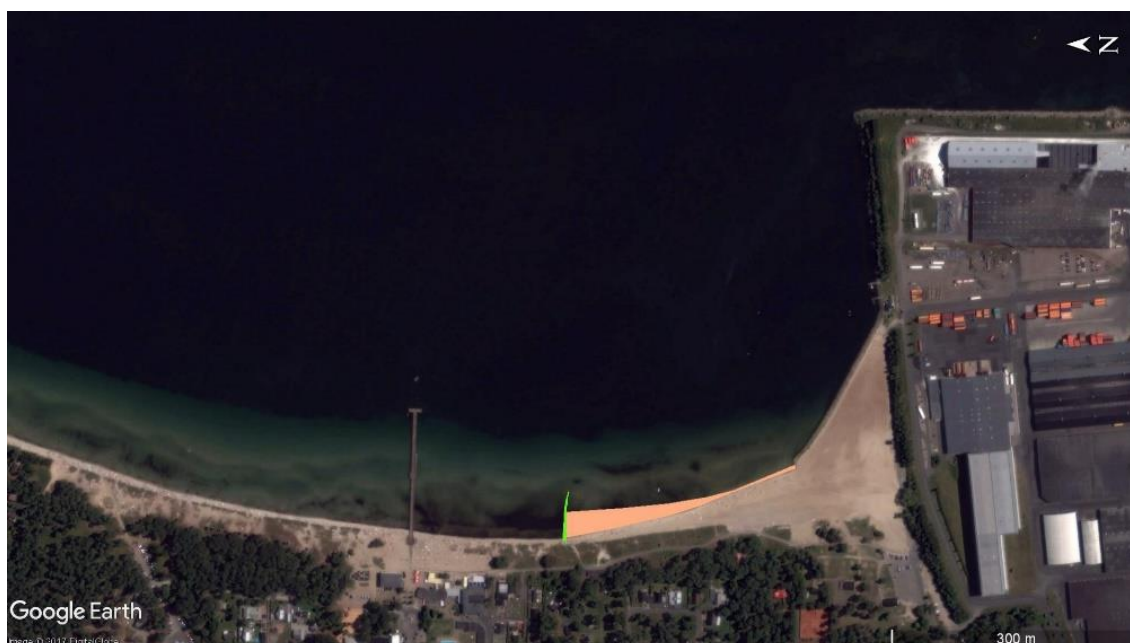
Norr om den stödjande strukturen ligger kusten nära jämviktsorienteringen och erosionen bör därför vara begränsad, men viss erosion kan uppstå och bör analyseras i en mer detaljerad studie.

En blandad typ av kustskydd som detta kommer att öka rekreatiomsområdet på Evenemangsstranden och det bör minska behovet av återkommande strandfodring på stranden. Strandkvaliteten kan även den förväntas förbättras eftersom stranden med tiden kommer att bli mer naturlig.

Den nya stödstrukturen kommer att flytta erosionen (antingen från säsongsmässiga och årliga variationer i transporten eller på grund av ett kontinuerligt sedimentunderskott) längre mot norr, och detta bör kvantifieras mer exakt genom en detaljerad studie av området.

En detaljerad studie bör också användas för att optimera storleken på stödstrukturen och på strandfodringsvolymen.

Slutligen noteras det att konceptet kan skalas upp genom att flytta den stödjande strukturen längre mot norr och öka strandfodringsvolymerna för att öka längden på den fodrade stranden.



Figur 4.5. Visualisering av en stödjande struktur kombinerad med sandutfyllnad.

#### 4.2.1.2 Strandskydd - Lagerutläggning

Strandfodringen kan planeras som en enda stor fodring, vilket förbättrar skyddet mot erosion och fortsätter att skydda mot erosion under många år, t.ex. över 10 år. De fodringsvolymerna som är förknippade med en sådan fodring vid Evenemangstranden bör vara i storleksordningen 50 000 - 100 000 m<sup>3</sup> och motsvarar en ökning av strandbredden på 10–25 m över en sträcka på 1200 - 1500 m.

#### 4.2.1.3 Rekommendationer

Det finns inga omedelbara hot mot närliggande infrastruktur. Anpassningsåtgärder inom detta område bör snarare betraktas som alternativ för att förbättra rekreativvärden i området.

Den befintliga förvaltningsplanen med årlig strandfodring på 1000–1500 m<sup>3</sup> kan förmodligen inte fortsätta eftersom lokala sandresurser är knappa. Utifall att en planerad reträttstrategi är oacceptabel bör undersökningar om att hitta nya sandresurser initieras.

Området norr om Åhus är idag tätbefolkat. Med tanke på att hela området ligger lågt, rekommenderas det starkt att överväga linjer för tillbakadragning för att undvika att området utvecklas vidare.

### 4.2.2 Söder om Snickarhaken

Erosionsproblematiken längs denna sträcka beskrivs kortfattat i 4.1.2 .

#### 4.2.2.1 Skydd med hårda strukturer

Ett skydd bestående av stora stenar (rubble mound) längs dynfoten är den rekommenderade typen av hårt skydd som kan implementeras som en åtgärd på medellång sikt längs den erosionskänsliga delen av stranden. Denna typ av struktur liknar de existerande (icke-tillståndsgivna) skydd som finns idag. Ett skydd med stenar av denna typ blockerar inte tillgången till stranden eftersom stranden finns idag och för att konstruktionen är begränsad till

den övre delen av strandzonen och den lägre delen av sanddynen. Stenskydden kan begravas under ett lager med sand för att förbättra det estetiska intrycket.

Ett skydd med stora stenar fixerar positionen av dynfoten och begränsar därmed den naturliga variabiliteten av det dynamiska kustlandskapet. Dock har den täta bebyggelsen av hus redan berövat kusten på sitt dynlandskap söder om Snickarhaken (där erosion är ett problem). Konstruktionen stör inte det marina landskapet eftersom stranden alltid är närvarande. Därför kommer byggandet av stenskydd längs de erosionskänsliga sträckorna endast ha en begränsad inverkan på kustlandskapet. Stenskyddet kommer fungera som ett skydd av de sandiga klippväggarna under perioder med stormar och därmed reducera skadorna på egendomarna som hör till de lokala markägarna.

Första steget i att implementera hårda skydd längs den erosionsutsatta sträckan kan vara att formulera en som drar upp riktlinjerna för de skydd som skall uppföras, t.ex.:

- Vilken typ av skydd som tillåts och längs vilka sträckor som det är tillåtet
- Vilken typ av design som skyddet skall utföras med (stenstorlekar, grundläggningsdjup, höjd på skyddet).

Denna typ av designkriterier utformas vanligtvis av en kustingenjör. En kustskyddsstrategi kan användas för att säkerställa en enhetlig nivå på skydden och kommer förenkla processen av att konstruera skydd för markägarna eftersom nya strukturer som följer riktlinjerna i kustskyddsstrategin inte behöver ett formellt godkännande utan endast en anmälning till myndigheten. Att ha en kustskyddsstrategi kommer å andra sidan definiera ett minimikrav för varje nytt skydd och dessa kriterier kan i vissa markägares ögon uppfattas som överkonservativt. En liknande typ av kustskyddsstrategi är för närvarande under utveckling för tre kommuner längs nordkusten av Själland i Danmark, se <http://www.nordkystensfremtid.dk/> för mer information.

#### 4.2.2.2 Uppförande av ny stödkonstruktion och strandfodring

Lösningar på medellång sikt med hårda skydd kompletteras typiskt med extern tillförsel av sand genom strandfodring. En konceptuell beskrivning av en sådan lösning beskrivs nedan. Lösningen har dubbla syften:

- Större strandbredd som skydd mot erosion
- Större strandbredd kommer ge kusten ett mer naturligt utseende
- Begränsat underhåll eftersom stödkonstruktionen håller stranden fast i jämviktsriktningen

Utmaningar:

- Kuststräckan delas upp i flera sektioner
- Stödkonstruktionen kommer begränsa åtkomsten längs med stranden
- Läsidespåverkan söder om konstruktionen bör undersökas

En naturligt bred strand är ett bra skydd mot akut erosion. Söder om Snickarhaken är stranden för smal längs en sträcka vid den norra delen (se Figur 4.3). Det är möjligt att öka bredden på stranden lokalt här genom att bygga en stödkonstruktion och initialt kombinera denna med en strandfodring. Längden av stödkonstruktionen och storleken av strandfodringen är begränsande för att kusten är nära jämviktsriktningen. Figur 4.6. visar en skiss av detta koncept. En hövdlignande stödkonstruktion placeras vid strandens mitt och sträcker sig ca. 120 m ut från den nuvarande stranden. Norr om stödkonstruktionen har strandens bredd ökat med upp till ca. 45 m med en sandvolym på omkring 45 000 m<sup>3</sup>. Med strandfodringen vrids kusten mot de inkommande vågorna och nettotransporten kommer bli omkring noll. Stödkonstruktionen skall vara så pass lång att den når ut på ett vattendjup på mellan 2 och 3 m i förhållande till medelvattenståndet för att begränsa utbytet av sediment mellan strandens norra och södra del. Den skisserade anpassningsåtgärden borde principiellt vara underhållsfri eftersom det fodrade

strandområdet designas för att vara i dynamisk balans med påverkan från det lokala vågklimatet. Men en del underhåll av strukturerna och av sandvolymen kan behövas över tidsskalor på tiotals år.

Söder om stödstrukturen är stranden nästan i jämvikt och erosionen borde här vara begränsad. Dock kan det förväntas att stranden omkring den nya stödstrukturen kommer att variera mer till följd av säsongs- och år-till-år variationer i vågklimatet. Variabiliteten av kustlinjen bör då undersökas närmare för att fastställa om det är nödvändigt med en strandfodring söder om konstruktionen som kan klara av variabiliteten. Dessutom är strandens variabilitet avgörande att undersöka så att inte konstruktionen blir kringskuren (stranden eroderar in bakom basen av konstruktionen).

Denna lösning kommer att öka bredden på stranden norr om konstruktionen och därmed minska kustens känslighet för akut erosion längs den sträckan där det idag är problem. De existerande stenmurarna längs kustlinjen är mindre sannolika för att exponeras under stormhändelser med en ökad strandbredd. En ökad strandbredd kommer således även öka det estetiska intrycket av stranden.

En uppdelning av stranden i två sektioner kan visuellt uppfattas som en försämring av kusten och för att konstruktionen riskerar att begränsa tillgången till stranden. För att ge konstruktionen ett mera naturligt utseende kan den eventuellt uppföras som ett stenrev som påminner om de naturliga reven som redan finns. Ett sådant stenrev kommer dock inte att vara tät för sand och det kan bli nödvändigt med underhåll i form av strandfodring med något års mellanrum. Fler än ett stenrev/stödbyggnad kan dessutom övervägas för att begränsa storleken av varje enskild stödbyggnad och strandfodring.



Figur 4.6. Skiss av stödbyggnad som delar upp stranden söder om Snickarhaken i två sektioner. Normalriktningen hos bägge sektioner vänds mot vågorna. Strandfodringen innehåller en volym på ca 45 000 m<sup>3</sup>.

Istället för en stödstruktur, kan även två stödstrukturer användas, detta för att reducera behovet av sand och för att reducera längden av stödstrukturerna. En detaljerad stranddesign skulle behövas utföras för att testa olika varianter av layouter för att kunna bestämma det bästa antalet stödstrukturer, typen av strukturer och den rekommenderade dimensionen på strukturerna samt volymer för strandfodring såväl som behov för underhåll av stranden. En stenpir kunde ges ett naturligt utseende för att efterlikna de närliggande stenreven. Den slutliga längden som ges av

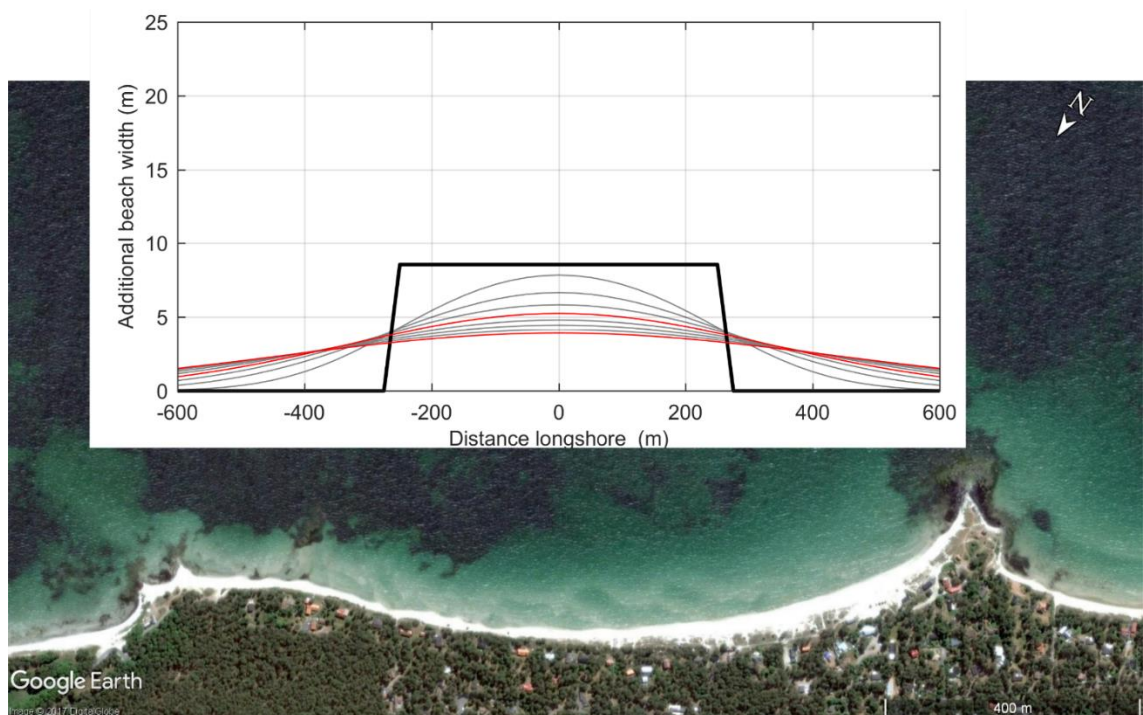
en detaljerad designprocess kan mycket väl vara mindre än vad som indikeras i skissen i Figur 4.6..

#### 4.2.2.3 Strandfodring

Känsligheten för akut erosion kan reduceras genom att använda strandfodringar som ökar bredden av sandstranden. Detta gör att sanddynens fot skyddas bättre under stormar. Om sanden läggs ut som en strandfodring på en öppen kust kommer vågorna att sprida sanden utmed kusten och därmed jämna ut kustlinjen. Den hastighet som sanden sprids ut längs kusten beror på hur mycket sandtransporten ändras till följd av en förändring av kustens orientering samt av längd/bredd-förhållandet av strandfodringen. Förändring av sandtransporten relativt ändringen av kustens orientering beskrivs ytterligare i [1].

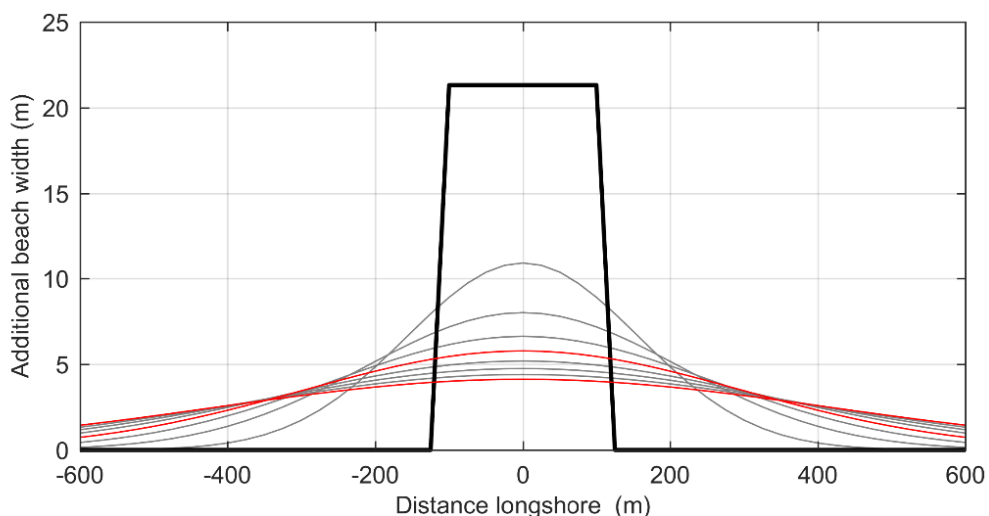
I Figur 4.7. visas utvecklingen av en strandfodring för en sandvolym på 15 000 m<sup>3</sup> utlagd mellan Snickarhaken och Revhaken. I diagrammet visas den ökade bredden på stranden till följd av strandfodringen. Den svarta kurvan anger strandbredden kort efter strandfodringens avslutande och de två röda kurvorna anger strandbredden 1 respektive 2 år senare. I figuren visas bara utvecklingen av strandfodringen med hänsyn tagen till omfördelning av den fodrade sanden längs med kusten. Stormhändelser kommer tillfälligt att kunna ta bort mera sand men denna volym kommer tillbaka igen vid perioder med lugnt väder. Dessutom har erosionstendensen till följd av en i huvudsak sydgående sandtransport inte tagits med. Mellan Snickarhaken och Revhaken är erosionen till följd av den sydgående transporten en ytterligare tillbakadragning av kusten i den nordliga änden av högst 1 m/år.

Figuren visar att en strandfodring på ca 15 000 m<sup>3</sup> fördelat över 500 m flyttar fram kusten med nästan 10 m. Omfördelningen av sand kommer att medföra att det efter 1 år finns ca 5 m ytterligare sandstrand och efter 2 år ytterligare ca 4 m sandstrand i det fodrade området. Utjämnningen av den fodrade sanden medför i praktiken att det är nödvändigt att tillföra sand till hela sandstranden mellan de två kustutsprången. Om sandstrandens bredd ska ökas med omkring 10 m skall det tillföras systemet en volym på omkring 40 000 – 50 000 m<sup>3</sup>. En sandtillförsel i denna storleksordning uppskattas dock utgöra en effektiv åtgärd mot erosion för en period på över 10 år.



Figur 4.7. Ett exempel på utjämning av en strandfodring på 15 000 m<sup>3</sup> som läggs ut över en sträcka på 500 m. Den ursprungliga strandfodringen visas i svart. De röda kustlinjerna anger strandens utformning med 1 års intervall.

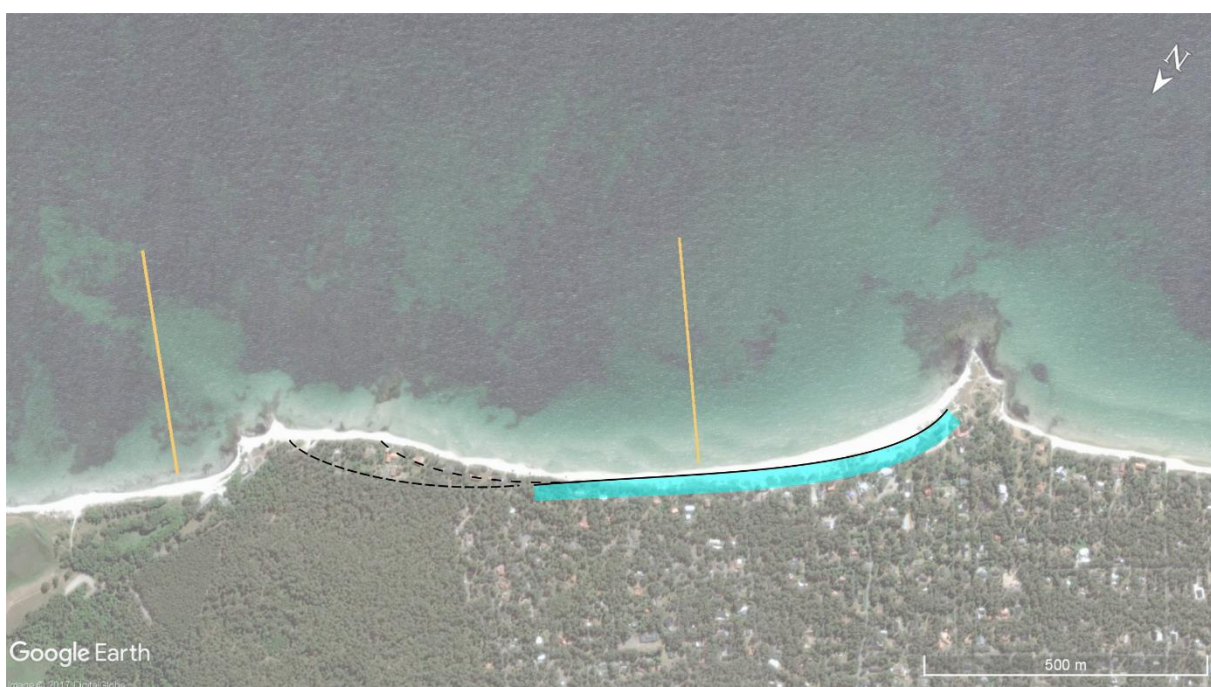
Det är inte möjligt att förbättra skyddet mot akut erosion över en längre tidsskala genom att lägga sanden mera lokalt. Om utvecklingen av en lokal strandfodring Figur 4.8. jämförs med strandfodringen där sanden läggs ut över en längre sträcka Figur 4.7. framgår det att sanden sprids ut relativt snabbt av vågorna. Detta medför att den korta strandfodring som i början gav en ökad strandbredd på gott och väl 20 m, efter 2 år kommer ge samma skydd som strandfodringen som är utspridd över ett längre stycke. Man kommer tvärt emot att uppleva att kusten i den korta strandfodringen snabbt drar sig tillbaka medan tillbakadragningen av stranden är mera gradvis för den längre strandfodringen som därmed kommer att uppfattas som mer stabil. I verkligheten ger bägge fodringar samma grad av skydd efter bara 1 eller 2 år.



Figur 4.8. Exempel på utjämning av en kort strandfodring där en volym på 15 000 m<sup>3</sup> sprids över 200 m.

#### 4.2.2.4 Planerad reträtt

De gula linjerna i Figur 4.9 indikerar jämviktsläget för kusten (som beräknats i [1]) där den årliga sandtransporten mot syd är ungefär jämnstor jämfört med den årliga sandtransporten mot nord. Detta är också känt som jämviktsriktningen för kustlinjen. Om området mellan Snickarhaken och Revhaken tillåts att utvecklas naturligt, så skulle kustlinjen rikta in sig mot jämviktsläget. En skiss av kustlinjens jämviktsläge är inritad i Figur 4.9. Skissen baseras på den beräknade normalen till jämviktsorienteringen (inritad i gult) och en värdering av den lokala effekten som ges av stenreven. Den norra delen av utvärderingen uppvisar viss variation och är utmärkt som de två streckade linjerna eftersom det är osäkert hur effektivt stenrevet kommer att vara i termer av att upprätthålla den framskjutande kustlinjen. Figuren illustrerar även en extra tillbakadragning, vilket är rekommenderat att inkludera för att få ett naturligt dynlandskap. Den extra tillbakadragningen är definierad bakom dynfoten och är placerad som en 30–50 m bred zon baserad på bredden av det existerande dynlandskapet precis norr om Revhaken.



Figur 4.9 Skiss av jämviktsläget för vegetationslinjen (dynfoten) i svart. Den norra delen är modifierad till följd av närvaron av stenrev. Ytterligare tillbakadragning krävs för att ha ett dynamiskt kustlandskap (indikerat som blått skuggat område).

Implementering av planerad reträtt mellan Snickarhaken och Revhaken kommer kräva att de första 1–2 raderna av markägarnas tomter avlägsnas och övergår till naturliga områden. Något av det oexploaterade skogsområdet i den norra änden skall också klassificeras som naturliga, och exploatering i dessa områden skall undvikas.

#### 4.2.2.5 Rekommendationer

På medellånga tidsskalor rekommenderas att man levererar sand till stranden mellan Snickarhaken och Revhaken för att öka strandbredden. Strandbredden är för närvarande mindre än 15 m längs erosionskänsliga områden och detta bör ökas till minst 25 m för att förbättra säkerheten mot erosion av de sandiga klipporna. Vissa stödstrukturer är nödvändiga om sanden krävs för att lokalt öka strandbredden med ett minimum av underhåll.

Konstgjord tillförsel av sand till stranden är en naturlig metod för att öka strandbredden. Vissa miljöproblem (på grund av spridning av fint sediment och begravnin av bentisk flora/fauna) är relevanta att överväga under fodringen och dessa kan lösas genom att man ställer krav på övervakning av spill under verksamheten och definierar maximala tillåtna

sedimentkoncentrationer under muddrings- och bortskaffningsoperationer eller kräva att verksamheten ska vara under en säsong när naturen är minst känslig. Miljöproblemen kort efter slutförandet av strandfodringsverksamheten är i allmänhet små och strandfodring är i många andra länder runt om i världen ansedd vara en miljövänlig skyddsmetod (under slogan: "Arbeta med naturen" / "Working with nature").

Användningen av stödjande strukturer för att säkerställa att strandfodringen hålls längs vissa delar av kusten kommer att minska kustens estetiska utseende, men det kan vara en effektiv metod för att minska de sandvolymerna som krävs för strandfodring och för att minska underhållsfrekvensen.

Skisserna om möjliga lösningar som ges i de tidigare delarna är på en konceptuell nivå, och det behövs mer detaljerade undersökningar för att optimera de faktiska sandvolymerna och utformningen av möjliga stödstrukturer.

För att undvika liknande problem med erosionskänsliga områden rekommenderas det också att definiera och respektera linjer tillbakadragning för att säkerställa att utveckling av nya bostäder inte är tillåtet i sanddynerna eller i närheten av stranden. Till sist; dynsystem är en naturlig del av den dynamiska kustlinjen och medger man att dynerna kan existera, dvs inte tillåta infrastruktur och bostäder i sanddynerna, kommer man att förbättra kustens estetiska utseende och ytterligare stärka motståndskraften mot erosion. Linjer för tillbakadragning bör ta hänsyn till framtida havsnivåhöjning (se diskussionen i avsnittet 5).

I ljuset av att det redan finns stenmurar på flera av sträckorna längs kustlinjen rekommenderas det att undersöka möjligheter för att strömlinjeforma stenskydden för att säkerställa att 1) konstruktionerna är adekvata för skyddsbehovet och 2) introducera möjligheter för att kräva att stenskydden begravs, och därmed öka den estetiska framtoningen av kustlinjen.

### 4.2.3 Söder om Revhaken

Erosionsproblematiken söder om Revhaken beskrivs kortfattat i 4.1.3.

Diskussion om tänkbara åtgärder:

- Kustskydd (hårda strukturer):
  - Standardisera kraven på släntskydden som anlagts söder om Revhaken, se stycke 4.2.3.4
  - Stödkonstruktion kombinerad med strandfodring, se stycke 4.2.3.4 nedan.
- Strandskydd (strandfodring): Se stycke 4.2.3.3 nedan.
- Planerad reträtt: Se stycke 4.2.3.1 nedan.

#### 4.2.3.1 Förlängning av de existerande stenmurarna

De existerande stenmurarna kan förlängas ytterligare mot syd för att skydda fler fastigheter längs stranden. Det är dock oklart om byggandet av nya stenmurar kan få tillstånd då det skulle innebära att stranden skulle erodera fullständigt framför murarna under vissa perioder av året (liknande det som sker idag framför de existerande murarna).

Förlängning av den existerande stenmuren längre söderut kommer att reducera allmänhetens tillgång till stranden under vissa perioder av året och det kommer även att flytta erosionsproblemen längre söderut.

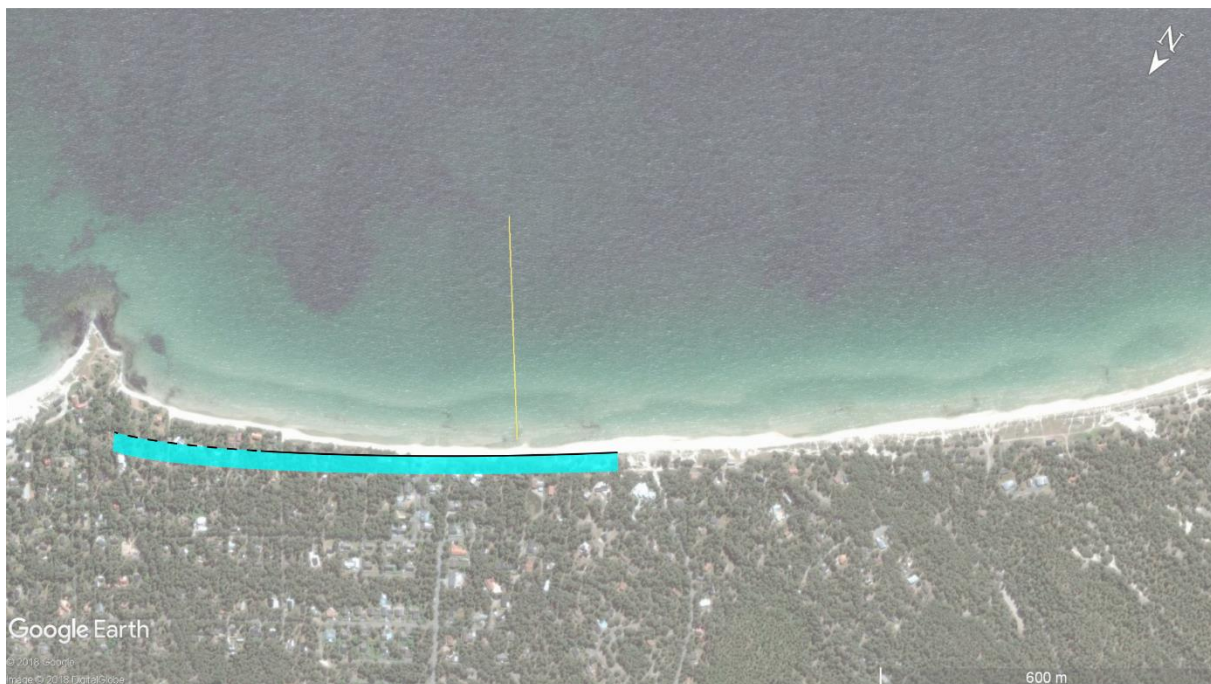
#### 4.2.3.2 Planerad reträtt

Den existerande kustlinjen är väldigt nära strandens naturliga jämviktsorientering, och en vridning om 5–10 grader motsols av kustlinjen för de första 600 m av stranden är tillräckligt för att vrida stranden mot en långsiktigt stabil position. Erosionsproblemen strax söder om



Revhaken är nära relaterade till säsongsvariationerna av strandens bredd d.v.s. området saknar en naturlig buffert i termer av en bred strand och ett dynlandskap bakom stranden som kan absorbera säsongsvariationerna i strandbredden.

Därför skulle en implementering av anpassningsstrategin planerad reträtt söder om Revhaken kräva linjer för tillbakadragning uppskattningsvis så som det illustrerats i Figur 4.10. Tomterna tillhörande markägare på "havssidan" av dessa linjer för tillbakadragning behöver exproprieras och framtida utveckling i området skall endast tillåtas innanför området med dyner.



Figur 4.10 Skiss av jämviktsläget för vegetationslinjen (dynfoten) i svart. Den norra delen är modifierad till följd av närvaron av stenrev. Ytterligare tillbakadragning krävs för att ha ett dynamiskt kustlandskap (indikerat som blått skuggat område).

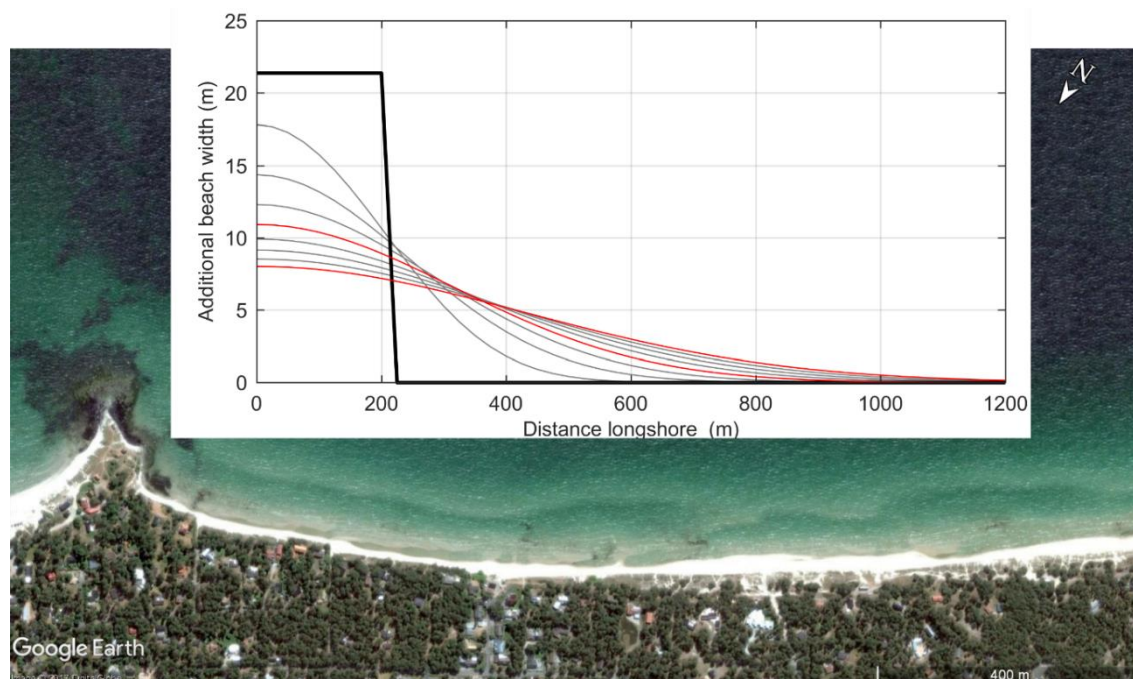
#### 4.2.3.3 Strandfodring

Känsligheten för akut erosion kan reduceras genom att använda strandfodringar som ökar bredden av sandstranden. Söder om Revhaken är foten/basen på sanddynen en stenmur och i detta område kommer strandfodringen fungera som en sandkälla till stränderna nedströms som därigenom blir bättre skyddade mot akut erosion.

Om sanden läggs ut som en strandfodring på en öppen kust kommer vågorna att sprida sanden längs med kusten och därmed jämna ut kustlinjen. Den hastighet som sanden sprids ut längs kusten beror på hur mycket sandtransporten ändras till följd av en förändring av kustens orientering samt av längd/bredd-förhållandet av strandfodringen. Förändring av sandtransporten relativt ändringen av kustens orientering beskrivs ytterligare i [1].

I Figur 4.11 visas utvecklingen av en strandfodring för en fodring på 15 000 m<sup>3</sup> utlagd söder om Revhaken. I diagrammet ses den ökade bredden av stranden till följd av strandfodringen. Den svarta kurvan anger strandbredden kort efter strandfodringen avslutats och de två röda kurvorna anger strandbredden 1 respektive 2 år senare. I figuren ses bara utvecklingen av strandfodringen med hänsyn till omfördelningen av den fodrade sanden längs med kusten. Stormhändelser kommer tillfälligt att kunna ta bort mera sand men denna volym kommer tillbaka igen under perioder med lugnt väder. Dessutom har tendensen till erosion till följd av en i huvudsak sydgående sandtransport inte tagits med. Härtill skall det läggas den existerande erosionen som söder om Revhaken i medeltal är 1–3 m/år, vilket betyder att stranden i den norra änden gradvis kommer att dra sig tillbaka i takt med att sanden flyttas söderut. En

strandfodring om ca 15 000 m<sup>3</sup> (som skissad i Figur 4.11) kommer som mest att skydda de mest nordliga tomterna under 1–2 år, efter vilket en ny strandfodringsoperation skulle behöva utföras.

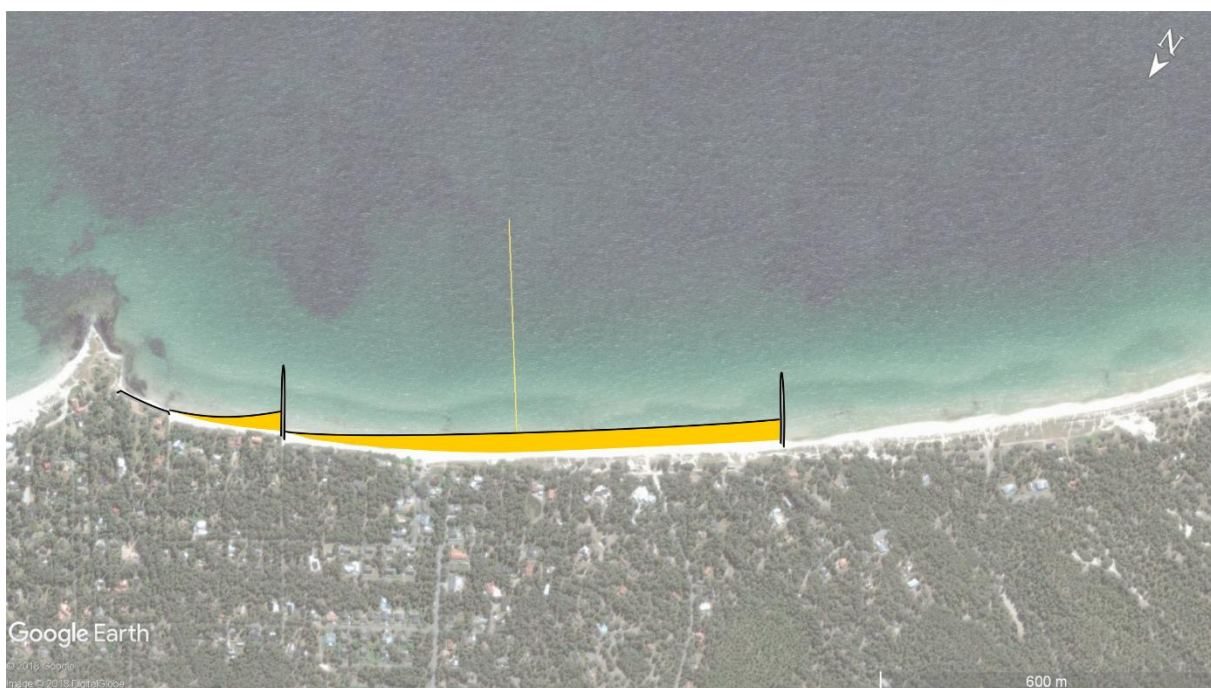


Figur 4.11. Exempel på utjämning av en strandfodring där en volym på 15 000 m<sup>3</sup> sprids ut över en sträcka på 200 m. Den ursprungliga strandfodringen visas i svart. De röda kurvorna anger kustlinjens utformning med 1 års intervall.

Att öka sandvolymen i en strandfodring och fördela sanden över en längre sträcka på kusten skyddar kusten över en längre tid, men den kontinuerliga erosionen på grund av den södra nettotransporten av sand kräver att strandfodringen utförs regelbundet (var 2–10 år beroende på sandvolymens storlek som läggs ut i strandfodringen).

#### 4.2.3.4 Konstruktion av stödstrukturer och strandfodring

Den relativt långa stranden söder om Revhaken medför att lösningar med stödstrukturer inte är lämpligt här, eftersom erosionsproblematiken därmed flyttas längre söderut. Om det byggs en stödkonstruktion vid den norra änden som garanterar att stranden vrids några få grader mot norr så kommer tillförseln av sand till sträckan längre söderut att upphöra. Stranden söderut som inte skyddas kommer därför att dra sig tillbaka. Av den anledningen kan det bli nödvändigt att bygga nya stödkonstruktioner längre söderut till en punkt där nettotransporten är noll eller tills man når en plats på kusten där erosion kan accepteras. Figur 4.12 visar ett exempel på ett kustskyddssystem där två stödstrukturer av typen stenpir kombineras med två strandfodringar för att vända kusten mot jämviktswinkeln (indikerad av den gula kustnormallinjen). Kustskyddssystemet sträcker sig längs hela kusten där husen ligger nära stranden för att säkerställa att känsligheten för erosion minskar i dessa områden. Den sydligaste stenpiren ligger i ett område där det naturliga dynsystemet börjar och där viss erosion kan accepteras.



**Figur 4.12** Skiss av en kombinerad typ av kustskydd, som inkluderar två pirliknande typ av stödjande strukturer, två strandfodringar och möjligen en stenskoning längs delen längst mot norr.

De två stenpireerna i skissen är ca 130 m långa och sträcker sig till cirka -2 m RH2000 i den strandfodrade profilen för att blockera större delen av transporten. Båda strandfodringarna ökar strandbredden upp till 40 m och utgör cirka 90 000 m<sup>3</sup>. Den kompletterande strandkonstruktionen vid strandkanten ingår för att minska de sandvolymerna och större pirdimensioner, vilka annars skulle krävas på grund av den starkt böjda kustlinjen. En detaljerad utformning av ett kustskyddssystem skulle krävas för att optimera stenpireernas dimensioner och för att bedöma säsongsmässiga och årliga variationer i strandposition för att säkerställa att skyddssystemet kommer att vara effektivt. Den detaljerade utformningen ska också dokumentera att erosion inte påverkar Natura2000-området, som ligger i sanddynerna söder om detta område (se Figur 2.3 för läget).

#### 4.2.3.5 Rekommendationer

Strandbredden varierar kraftigt under åren och årstiderna och försvinner helt under några perioder. Således för att säkerställa fri tillgång längs kusten och se till att den eroderande stranden inte börjar påverka stranden längre söderut, rekommenderas det att fylla på sand till kusten strax söder om Revhaken.

Den norra änden är det erosionskänsliga området och strandbredden bör ökas för att förbättra säkerheten mot erosion av sandslänterna. För att minska sandvolymerna som krävs för strandfodring kan det vara nödvändigt att acceptera att stranden längs vissa delar kommer att försvinna helt under delar av året. Att låta stranden bli eroderad kräver att de befintliga stenmurarna som skyddar sandslänterna ger ett adekvat skydd. Några ytterligare stödjande strukturer är också nödvändiga för att behålla den strandfodrade sanden i det erosionskänsliga området.

Konstgjord tillförsel av sand till stranden är en naturlig metod för att öka strandbredden. Vissa miljöfrågor (på grund av spridning av fina sediment och begravnin av bentisk flora/fauna) är relevanta att överväga under fodringen och dessa kan lösas genom att man ställer krav på övervakning av spill under verksamheten och definierar maximala tillåtna sedimentkoncentrationer under muddring och bortskaffande. Miljöproblemen kort efter slutförandet av näringsverksamheten är i allmänhet små och strandfodring är i många andra

länder runt om i världen ansett vara en miljövänlig skyddsmetod (under slogan: "Arbeta med naturen" ("Working with Nature")).

Användningen av stödjande konstruktioner för att säkerställa att sanden från strandfodringen hålls längs vissa delar av kusten kommer att minska kustens estetiska utseende, men det kan vara en effektiv metod för att minska sandvolymerna som krävs för strandfodring och för att minska underhållsfrekvensen.

Skisserna om möjliga lösningar som ges i de föregående sektionerna är på en konceptuell nivå, och det behövs mer detaljerade undersökningar för att optimera de faktiska sandvolymerna och för att optimera utformningen av möjliga stödstrukturer.

För att undvika liknande problem med erosionskänsliga områden rekommenderas det också att definiera och respektera linjer tillbakadragning för att säkerställa att utveckling av nya bostäder inte är tillåtet i sanddynerna eller i närheten av stranden. Till sist; dynsystem är en naturlig del av den dynamiska kustlinjen och medger man att dynerna kan existera, dvs inte tillåta infrastruktur och bostäder i sanddynerna, kommer man att förbättra kustens estetiska utseende och ytterligare stärka motståndskraften mot erosion. Linjer för tillbakadragning bör ta hänsyn till framtida havsnivåhöjning (se diskussionen i avsnittet 5)

#### 4.2.4 Gropahålet (norr om Helge å)

Erosionsproblematiken vid Gropahålet (norr om Helge å) beskrivs kortfattat i 4.1.4.

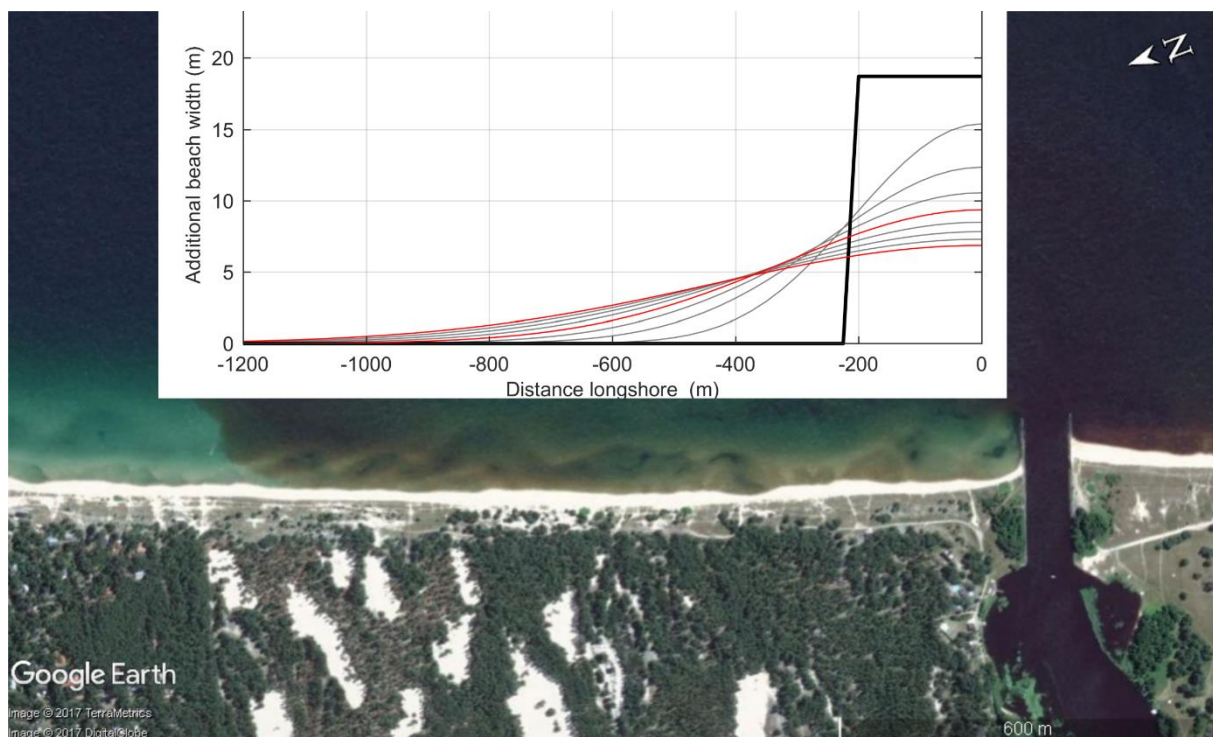
##### 4.2.4.1 Strandfodring

Strandfodring kan användas för att minska strandlinjereträtten i området om strandlinjen retirerar så långt att det vid en viss tidpunkt börjar att hota infrastrukturen.

Om sanden läggs ut som en strandfodring på en öppen kust kommer vågorna att sprida sanden utmed kusten och därmed jämna ut kustlinjen. Den hastighet som sanden sprids ut längs kusten beror på hur mycket sandtransporten ändras till följd av en förändring av kustens orientering samt av längd/bredd-förhållandet av strandfodringen. Förändring av sandtransporten relativt ändringen av kustens orientering beskrivs ytterligare i [1].

I Figur 4.13 visas utvecklingen av en strandfodring för en sandvolym på 15 000 m<sup>3</sup> utlagd vid Gropahålet. I diagrammet visas den ökade bredden på stranden till följd av strandfodringen. Den svarta kurvan anger strandbredden kort efter strandfodringens avslutande och de två röda kurvorna anger strandbredden 1 respektive 2 år senare. I figuren visas bara utvecklingen av strandfodringen med hänsyn tagen till omfördelning av den fodrade sanden längs med kusten. Stormhändelser kommer tillfälligt att kunna ta bort mera sand men denna volym kommer tillbaka igen vid perioder med lugnt väder. Dessutom har erosionstendensen till följd av en i huvudsak sydgående sandtransport inte tagits med. Vid Gropahålet är erosionen till följd av den sydgående transporten en ytterligare tillbakadragning av kusten i den sydliga änden av högst 3 – 4 m/år.

Figuren visar att en strandfodring på ca 15 000 m<sup>3</sup> fördelat över 500 m flyttar fram kusten med nästan 10 m. Omfördelningen av sand kommer att medföra att det efter 1 år finns ca 5 m ytterligare sandstrand och efter 2 år ytterligare ingen extra sandstrand i det fodrade området när bakgrundserosionen om 3 – 4 m/år är inkluderad.



Figur 4.13 Exempel på utjämning av en strandfodring där en volym på 15 000 m<sup>3</sup> sprids ut över en sträcka på 200 m. Den ursprungliga strandfodringen visas i svart. De röda kurvorna anger kustlinjens utformning med 1 års intervall. Erosion till följd av brist i sandtillgång från syd är ej inkluderat i skissen.

Som ett alternativ till större strandfodring skulle det kunna övervägas att använda småskalig sanddumpning av sand som tas direkt söder om Helge ås mynning. Mindre fartyg kan muddra sanden som naturligt deponeras i flodmynningen och strax söder om densamma och dumpa den nära stranden strax norr om Helgeå. En sådan operation skulle typiskt utföras varje år och skulle tillåta att sand passerar styrvallarna vid Helge å och tillåts fortsätta norrut. Baserat på den övergripande sedimentbudgeten som fastställdes i [8] bör en bypass volym på cirka 3000 m<sup>3</sup>/år räcka för att mildra erosionen norr om Helge å.

#### 4.2.4.2 Planerad reträtt

Kustlinjen precis norr om Helge å tycks retirera gradvis. Problemen som associeras med erosionen är små eftersom det för nuvarande inte finns någon infrastruktur eller utveckling i området som kommer hotas av erosion. Att införa ett planerat byggstopp nära kustlinjen i detta område är en kostnadseffektiv lösning för att undvika framtida problem med erosion. Det rekommenderas att området som berörs av det planerade byggstoppet sträcker sig åtminstone 50 m inåt land från den nuvarande vegetationslinjen.

#### 4.2.4.3 Rekommendationer

Det finns inga omedelbara hot mot infrastrukturen från erosionen i detta område. Det rekommenderas att nybyggnation inte tillåts nära kustlinjen, för att undvika framtida erosionsproblem. Avståndet mellan vegetationslinjen och bebyggelsen är för nuvarande ungefär 50 m. Nybyggnation bör inte tillåtas närmare än så.

Det rekommenderas att övervaka förändringarna genom topografiska och batymetriska undersökningar. Undersökningarna bör användas för att skapa en databas för utformning av kustskydd över längre tidsskala.

Strandfodring, helst som en del av ett artificiellt by-pass system för sanden, är det rekommenderade alternativet för att mildra strandlinjeerosion i detta område. Det är troligt att de

sandvolymen som är nödvändiga för att upprätthålla kustlinjen norr om Helgeå är små nog för att utföra tilltaget utan att behöva få godkännande från länsstyrelsen så länge som den artificiella by-pass övningen utförs varje år.

## 5 Kusten i ett framtida klimat

Information om framtida havsnivåer har tagits från SMHI:s rapporter där framtida medelvattenstånd och högsta vattenstånd beräknats [2], [3]. Från denna information bedömdes nivåerna bli 102 cm respektive 263 cm, relativt nuvarande havsnivå, år 2100 (RH2000) längs Kristianstads kommuns kust. Även kartverktyget utvecklat av SGI och SGU har använts i analysen av framtida vattennivåer [4], [5].

Utöver reträtten som orsakas av höjningen av havsvattenståndet kan kustlinjen påverkas av en långsiktig erosionspåverkan till år 2100 som en följd av anpassningen till den ständigt stigande medelvattenytan. Den sammanlagda reträtten av kustlinjen är en kombination av den nya nivån för medelvattenytan samt den tillbakadragning i form av bildandet av ett nytt jämviktsläge för stranden, där en ökad medelvattennivå kommer att innebära att stranden förskjuts längre in än vad som avspeglas i höjningen av medelvattennivån. Hur mycket som kustlinjen pressas in bestäms av medellutningen av kustprofilen samt vilka skydd som kommunen kan tänka sig att ta fram.

### 5.1 Kustlinjereträtt till följd av stigande havsnivåer

Kustlinjereträtten är bedömd i Tabell 5.1 för fallet av en höjning av 1.02 m MVY genom metoden beskriven i faktarutan nedan. Bredden av den aktiva kustprofilen ( $W_{act}$ ) och höjden av den aktiva profilen ( $h_{act}$ ) är utvärderad från sandtransportsimuleringarna i [1]. Höjden av inlandet ( $h_{dune}$ ) är baserat på Digital Elevation Model (DEM) täckande Kristianstad kommun och visas i Figur 2.1.

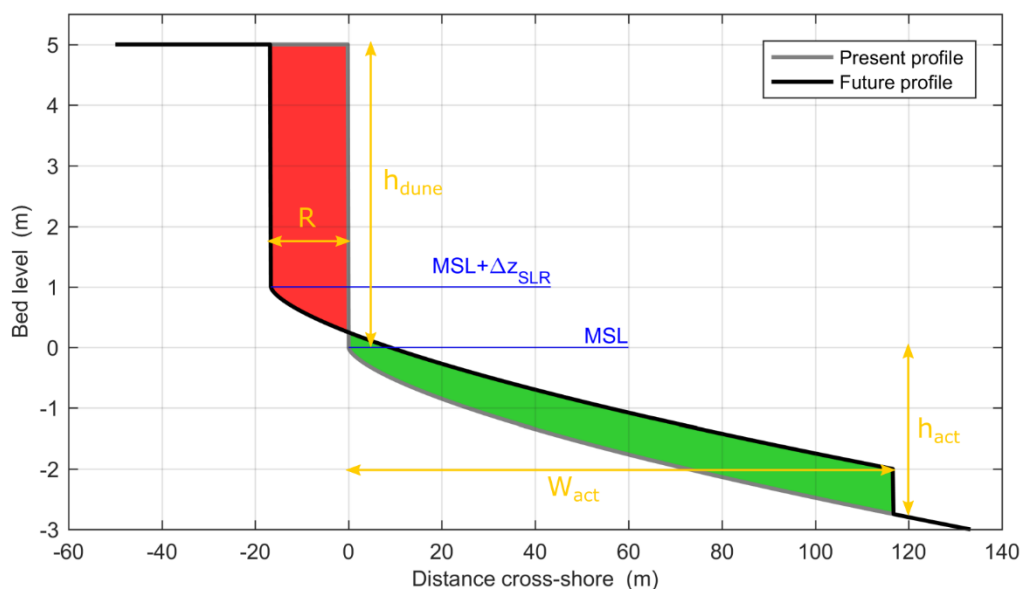
Tabellen visar att en strandlinjereträtt på ca 30 m kan förväntas längs den skyddade kusten norr om Åhus, medan en något mindre reträtt på ca 20–25 m förväntas längs de södra kusterna. Denna bedömning jämförs med de senaste utvärderingarna som Länsstyrelsen tagit fram [7]. Länsstyrelsens bedömning av strandlinjereträtten är något större för Åhus och på Äspet och kan användas för att hantera och införa osäkerheten i samband med en sådan bedömning. I Länsstyrelsens bedömning definieras den genomsnittliga lutningen av profilen till ett större vattendjup (ca -7,5 m RH2000) och den beräknade strandlinjereträtten på Åhus och Äspet har ökat i [7] på grund av de relativt låglänta områdena bakom sanddynerna.

Tabell 5.1 Bedömning av strandlinjeutflykt med Bruuns regel för en havsnivåhöjning på 1.02 m. För beräkning av  $W_{act}$  läggs 50 m för att ta hänsyn till stranden och sanddynen.  
\*: Värdet är baserat på närmaste tillgängliga information i [1].

Plats	R från [7] (m)	R (m)	$W_{act}$ (m)	$h_{act}$ (m)	$h_{dune}$ (m)
Vångaviken	-	40	160*	2*	2
Åhus/Östrasand	100	40	160	2	2
Äspet	20 - 60	30	~150	3	2.5
Yngsjö	-	30	225	3	4
Gropahålet	-	25	200	3	5
Friseboda	-	25	200*	3*	5
Degeberga	-	25	200*	3*	5

Stigande havsnivåer till följd av klimatförändringar leder till en reträtt av strandlinjen, vilken är omvänt proportionell mot den genomsnittliga kustprofilens lutning. Detta formulerades av Bruun, vilket ledde till den så kallade Bruun's lag.

Strandlinjens reträtt orsakas av faktumet att den aktiva delen av kustprofilen ( $h_{act}$ ), dvs delen mellan medelvattenståndet (MSL) och konvergensdjupet (Depth of Closure), konstant blir omarbetad av vågor och strömmar så att profilen därmed har en viss genomsnittlig form i relation till medelvattenståndet. När medelvattenståndet stiger orsakar påverkan från vågor och strömmar en uppåtflyttning av kustprofilen tillsammans med den stigande havsnivån. Kustprofilens förflyttning uppåt kräver att sand deponeras under vattnet, vilken tas från stranden/dynerna och syns därför genom att den aktiva profilen förflyttas inåt land. Principen är illustrerad i Figur 5.1.



Figur 5.1 Illustration av Bruun's lag. Den framtida kustprofilen höjs till följd av havsnivåhöjningen. Sanden som deponeras i den yttre delen av profilen (grönmarkerat område) tas från stranden och dynerna (rödmarkerat område).

Den grå profilen visar nuvarande kustprofil och dynsystemet visas för enkelhetens skull som en vertikal vägg. Den svarta profilen illustrerar den framtida kustprofilen där den våta delen av profilen förflyttas uppåt och inåt land för att matcha höjningen av havsnivån och försäkra att sanddepositionen (grönmarkerat område) är av liknande storlek som erosionen av stranden och dynerna (rödmarkerat område). Den resulterande förflyttningen av kustprofilen inåt land är omvänt proportionell mot kustprofilens lutning, det vill säga:

$$R_{SLR} = \frac{W_{act}}{h_{dune} + h_{act}} \Delta z_{SLR}$$

Därmed är strandlinjens reträtt proportionell mot havsnivåhöjningen och beror på bredden av den aktiva transportzonen, konvergensdjupet (Depth of Closure) samt dynhöjden. En kustlinje med ett lågt bakomliggande kustlandskap (liten  $h_{dune}$ ) kommer på så sätt genomgå en större reträtt av strandlinjen inåt land än en kustlinje med högre dyner.



Från resultaten i Tabell 5.1 noteras det att effekten av en 1.02 meters ökning i havsnivå kommer att resultera i en reträtt av strandlinjen på ca 25–50 m. Kustlinjereträtten sammanställd i är applicerar om ingen annan åtgärd görs för att skydda kustlinjen. Om inget skydd genomförs så är det rimligt att upprätthålla en byggnadsfri zon som sträcker sig minst 50 m inåt landet från den nuvarande vegetationslinjen eller helst 50 m inåt landet i dagens dynsystem.

Konsekvensen av en 1.02 m havsnivåhöjning är illustrerad i Figur 5.2. Den nuvarande vegetationslinjen är markerad av en ljusröd linje. Den tjocka röda linjen markerar en kontur 30 m intå land från den nuvarande vegetationslinjen, vilket motsvarar till reträtten som uppstår av 1.02 m havsnivåhöjning i detta området. Ytterligare reträtt kommer uppstå längs med några av de erosionskänsliga områdena i de fall där kustlinjen behöver rymma både en strand och ett naturligt dynsystem, denna ytterligare reträtt indikeras av den (tjocka) streckade röda kurvan.



Figur 5.2 Exempel på tillbakadragningslinjer för en framtida havsnivåhöjning på 1.02 m (motsvarande en strandlinjereträtt på 30 m).

### 5.1.1 Planerad reträtt

Exemplet i Figur 5.2 visar att en 1.02 m havsnivåhöjning i framtiden kommer medföra att kustlinjen dras tillbaka inåt land. Förflyttningen av kustlinjen inåt land täcker inte bara den våta/torra gränsen mellan strand och hav, utan även dynfoten och den del av dynsystemet som vetter inåt land. För att kustlinjen ska ha möjlighet att fortsätta svara mot det naturligt varierande vågklimatet är det viktigt att försäkra att dynsystemet fortsätter att existera för att undvika erosionsproblem, dvs bebyggelse/infrastruktur och annan verksamhet på havssidan om den röda streckade linjen kan inte upprätthållas om inte annat ingripande görs. Som en del av en planerad reträtt kan det i framtiden därför krävas att bebyggda områden på havssidan om den streckade röda kurvan i Figur 5.2 flyttas samt att området avsätts som ett naturreservat.

Planerad reträtt som anpassningsåtgärd försäkrar att det naturliga landskapet bevaras, men till kostnaden av att landområden går förlorade.

### 5.1.2 Strandfodring

Responsten till en 1.02 m havsnivåhöjning i termer av strandfodring kommer vara att lägga till ett sandlager med en tjocklek på ungefär 1 m över hela den aktiva kustprofilen. Den aktiva kustprofilen nära Äspet är ungefär 150 m bred (inklusive strand och dyner). Vid Äspet motsvaras alltså en mjuk respons till höjda havsnivåer av en strandfodring på stranden och ut till de första 100-150 m på havssidan om stranden, vilket motsvaras av en fodringsvolym på ungefär 150 m<sup>3</sup> per meter längs med stranden. Principen är illustrerad i Figur 5.3.

Strandfodring som anpassningsåtgärd bevarar positionen av den nuvarande kustlinjen (dvs positionen av dynsystemet, vegetationslinjen och stranden) till kostnaden av att införskaffa sand från externa områden.



Figur 5.3 Exempel på en storskalig fodring längs med kustlinjen som anpassning till havsnivåhöjning. Fotavtrycket av fodringen är 150 m i detta område och den fodrade volymen är ungefär 150 m<sup>3</sup>/m.

### 5.1.3 Skydd med hårda strukturer

Anläggande av strandskoning eller släntskydd längs med kustlinjen kommer vara det enda tillgängliga alternativet ifall anpassningsstrategin är att endast inkludera hårda strukturer. Lösningen kräver att de hårda strukturerna anläggs längs med dynfoten/vegetationslinjen. Strukturerna behöver skydda baklandet mot påverkan från vågor och, längs några delar av kusten, mot översvämning.

Verkställandet av hårda kustskydd med strandskoning/släntskydd kommer troligtvis beröva Kristianstads kommun på det existerande dynamiska kustlandskapet längs med alla områden där en naturlig tillbakadragning inte kan tillåtas (dvs i områden med befintlig bebyggelse/infrastruktur på havssidan om den tjocka röda kurvan i Figur 5.2). Det är också högst osannolikt att stränderna kommer fortsätta existera i framtiden om inte strukturerna kombineras med strandfodring.

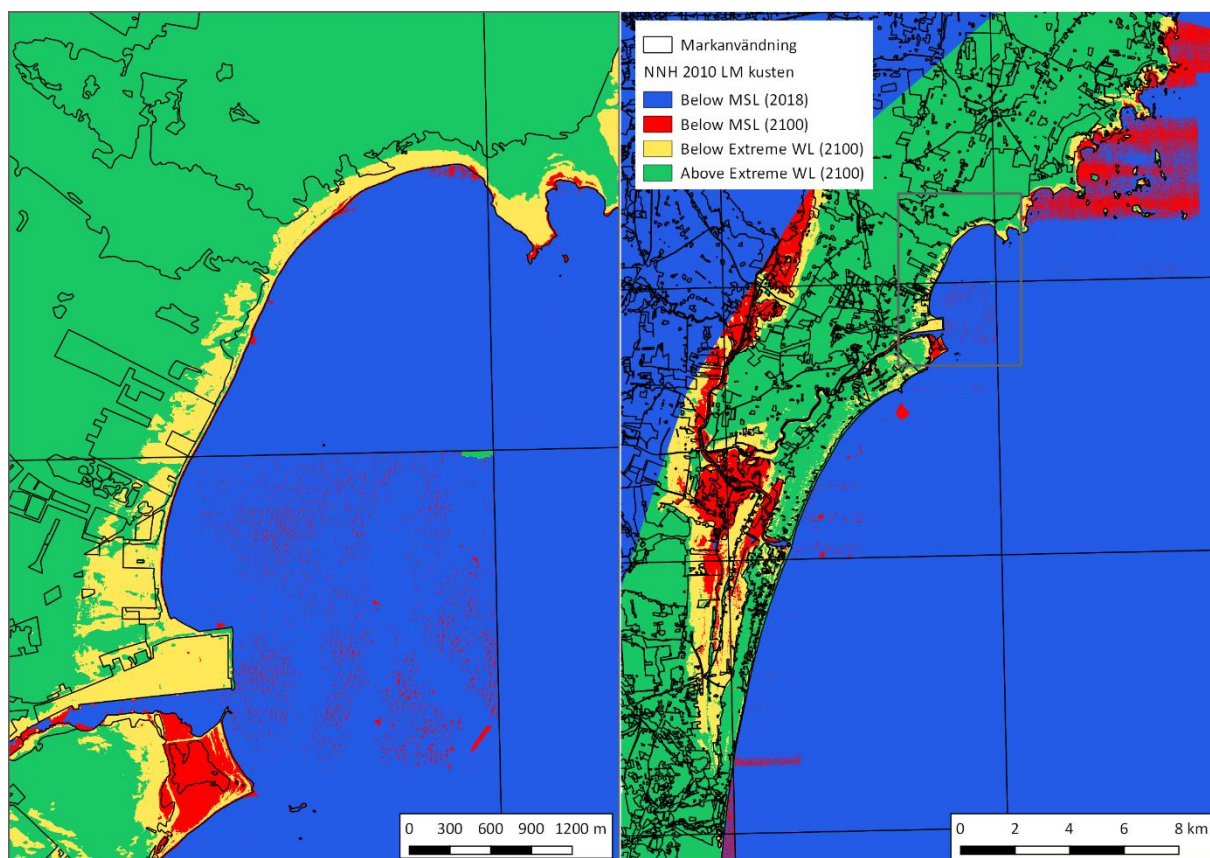
## 5.2 Reträtt till följd av översvämningsrisk

Utöver kustlinjens reträtt på grund av stigande havsnivåer bör även den ökade risken för översvämning vid händelser med höga vattennivåer beaktas.

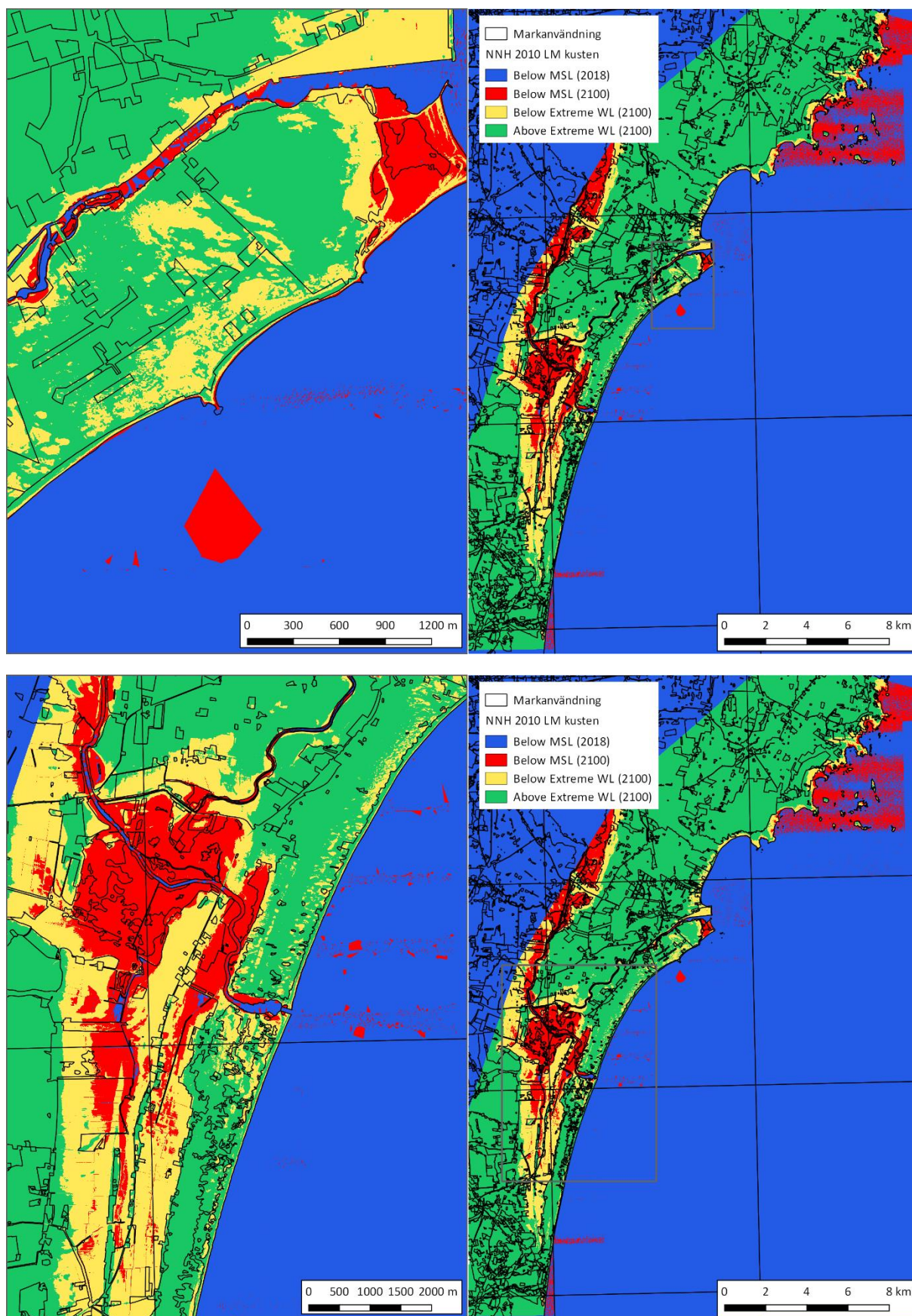
Figur 5.4 Marknivåer nära Åhus. och Figur 5.5 visar de potentiella områden som är benägna att översvämmas vid händelser med höga vattennivåer (gula och röda områden) samt områden som ligger under genomsnittliga vattennivåer år 2100 (röda områden).

Figuren visar att de flesta kustområden är benägna att översvämmas vid högvattenhändelser och vissa områden kommer till och med att ligga under den genomsnittliga havsnivån år 2100. Sammanfattningsvis:

- Åhus och Östrasand: Områden upp till cirka 300 m från dagens kust kommer att hotas av översvämning vid extrema vattennivåer år 2100
- Äspet: Områden på upp till 300 m från dagens kuster kommer att hotas av översvämning under extrema vattennivåer år 2100. Vissa områden längre inåt kommer att hotas av översvämnings från Helge å-grenen som går genom Åhus och hotar därmed de flesta befolkade områdena i Äspet.
- Nyehusen: Ett stort låglänt område som ligger 1–5 km inåt kusten idag kommer att drabbas av översvämning under normala och extrema förhållanden.



Figur 5.4 Marknivåer nära Åhus. Färger visas i förhållande till befintliga och framtida vattennivåer. Baseras på DEM från NNH 2010.



Figur 5.5 Marknivåer nära Äspet (topp) och runt Helge å (botten). Färger visas i förhållande till befintliga och framtida vattennivåer. Baserad på DEM från NNH 2010.

### 5.3 Klassificering av framtidens kustlinje

Baserat på den beräknade strandlinjereträkten efter en stigning av havsnivån om 1,02 m och kartor över möjliga översvämningsrisker i samband med en extrem vattennivå på 2,63 m RH2000 klassificeras kusten enligt framtida hot. Följande klasser har använts:

- a. Erosion kan uppstå utan att äventyra befintlig infrastruktur
- b. Översvämning hotar befintlig infrastruktur
- c. Erosion hotar befintlig infrastruktur
- d. Erosion och översvämning hotar befintlig infrastruktur

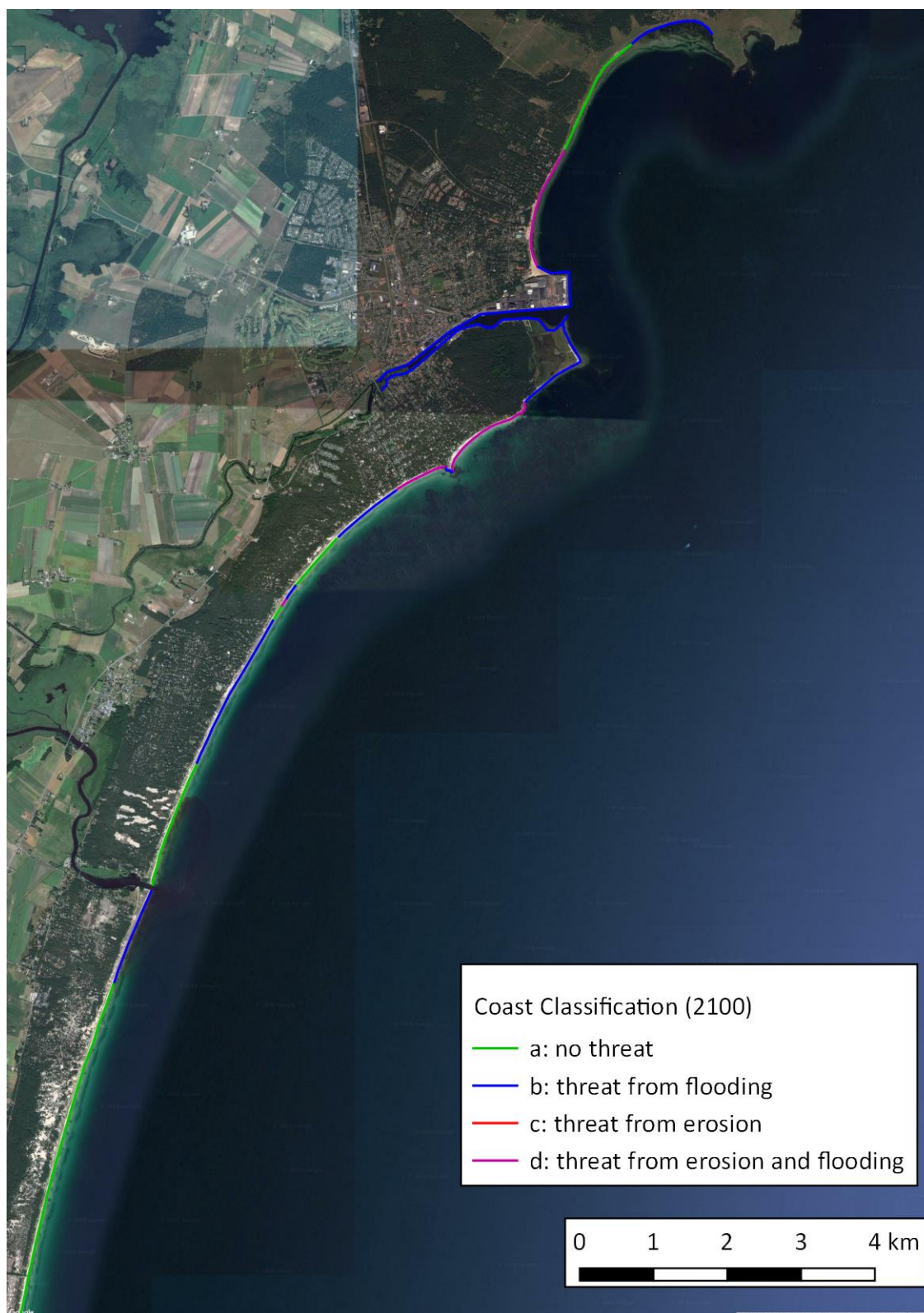
Kustlinjer av klass "a" kräver att tillbakadragningslinjer definieras och respekteras för att säkerställa att kusten kan anpassa sig till de förändrade vattennivåerna.

Kustlinjerna i klass "b" kräver antingen att kustbeskydd initieras (hårda strukturer, strandfodring eller en kombination) för att säkerställa att befintlig infrastruktur skyddas i framtiden. Alternativt bör en planerad reträtt utvecklas och genomföras.

Kustlinjer i klass "c" kräver att skyddsmetoder mot översvämning initieras eller att området är föremål för planerad reträtt. Översvämningskyddsåtgärder kan innebära konstruktion av diken, slussar, nödpumpanläggningar.

Kustlinjer av klass "d" kräver att kustskyddet kan hantera hot från stranderosion (hårda strukturer och / eller strandfodring) samt översvämningsrelaterade hot (diken, slussar, nödpumpanläggningar)

Figur 5.6 visar klassificeringen av Kristianstads kommuns kust enligt ovanstående fyra klasser. Figuren visar att huvuddelen av kustlinjen kommer hotas av översvämning och endast mindre delar av kustlinjen kommer hotas av både översvämnings och erosion, dessa områden är: Norr om Åhus och Äspet.



Figur 5.6 Klassificering av kusten i enlighet med hot mot befintlig infrastruktur

## 6 Referenser

- [1] DHI, "Erosionsutredning Kristianstad," Kristianstads kommun, 2018.
- [2] Nerheim, S., Schöld, S., Persson, G., Sjöström, Å., "Klimatologi Nr 48. Framtida havsnivåer i Sverige.," SMHI, 2017.
- [3] Shöld, S., Ivarsson, C-L., Nerheim, S., Södling, J., "Klimatologi Nr 45. Beräkning av högsta vattenstånd längs Sverigs kust," SMHI, 2017.
- [4] SGI, SGU, Lantmäteriet, "Kustens sårbarhet - erosion," [Online]. Available: [https://gis.swedgeo.se/ksi\\_erosion/#](https://gis.swedgeo.se/ksi_erosion/#). [Använd 05 2018].
- [5] SGI, "Nytt verktyg hjälper Skånes kommuner i kampen mot stranderosion," [Online]. Available: <http://www.swedgeo.se/sv/om-sgi/pressrum/aktuellt/nytt-verktyg-hjalper-skanes-kommuner-i-arbetet-mot-stranderosion/>. [Använd 05 2018].
- [6] SGU, "Förutsättningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige," 2017.
- [7] Länsstyrelsen Skåne, "Verktyg för sandvolym och erosionskänslighet," Länsstyrelsen Skåne, Malmö, 2018.
- [8] Ystads kommun, "Handlingsplan för förvaltning och skydd av kusten," Ystads kommun, Ystad, 2018.
- [9] K. Mangor, N. K. Drønen, K. H. Kærgaard og S. E. Kristensen, Shoreline Management Guidelines, Hørsholm: DHI, 2017.

