

Åtgärder mot kusterosion i Beddingestrand



Ändringsförteckning

| Ver | Datum | Ändringsbeskrivning | Granskad | Godkänd av |
|-----|------------|--------------------------------|----------|------------|
| 1 | 2023-04-19 | Exemplar för extern granskning | SEESCH | JH |
| 2 | 2023-05-09 | Slutversion | | SEESCH |

Sweco AB

Uppdrag

Uppdragsnummer

Kund

Datum

Upprättad av

Dokumentreferens

RegNo 556542-9841

Erosionsutredning Beddingstrand

30049161

Trelleborgs kommun

2023-05-09

Emanuel Schmidt

sweco 2023-04-19 - åtgärder mot kusterosion i beddingstrand.docx

Innehållsförteckning

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Inledning och syfte..... | 6 |
| 1.1 | TÖP - Stigande hav och översvämning | 6 |
| 2. | Metod och genomförande | 8 |
| 2.1 | Design av erosionsskydd | 8 |
| 2.2 | Kostnads- nyttoanalys..... | 8 |
| 2.2.1 | Skadekostnad | 9 |
| 2.3 | Multikriterieanalys | 9 |
| 3. | Kusten kring Beddingestrand | 12 |
| 3.1.1 | Landskapsbild | 12 |
| 3.1.2 | Sedimenttransport och erosion..... | 15 |
| 4. | Åtgärdsförslag | 17 |
| 4.1 | Nollalternativ..... | 17 |
| 4.2 | Alternativ A - Strandfodring | 17 |
| 4.2.1 | Design och dimensionering | 18 |
| 4.3 | Stenskonung..... | 19 |
| 4.3.1 | Design och dimensionering | 20 |
| 5. | Kostnads-nyttoanalys | 21 |
| 5.1 | Skadekostnad..... | 21 |
| 5.2 | Åtgärdernas nyttor..... | 22 |
| 5.3 | Åtgärds kostnader | 22 |
| 5.4 | Beräkning av samhällsekonomisk lönsamhet..... | 23 |
| 5.4.1 | Samhällsekonomisk analys baserat på markvärde | 24 |
| 6. | Multikriterieanalys..... | 25 |
| 6.1 | Identifiering av kriterier | 25 |
| 6.2 | Utvärdering av åtgärdernas effekt..... | 27 |
| 6.2.1 | Miljömässiga effekter | 27 |
| 6.2.2 | Effekter inom social hållbarhet..... | 31 |
| 6.2.3 | Ekonomisk hållbarhet | 33 |
| 7. | Analys och diskussion | 35 |
| 7.1 | Övergripande resultat..... | 35 |
| 7.1.1 | Tekniska lösningar | 35 |
| 7.1.2 | Kostnads-nyttoanalys | 35 |
| 7.1.3 | Multikriterieanalys | 36 |
| 7.2 | Osäkerheter..... | 37 |

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 7.2.1 | Markförlustmodell | 37 |
| 7.2.2 | Klimatförändringar | 38 |
| 7.2.3 | Bostadsmarknad | 38 |
| 7.3 | Viktning..... | 38 |
| 8. | Rekommendation | 40 |
| | Referenser | 41 |

1. Inledning och syfte

I Trelleborg kommuns tematiska tillägg till översiktsplaner (TÖP) med temat "stigande hav och översvämning" (Trelleborgs kommun, 2023) pekas Beddingestrand ut som ett område med både översvämning- och erosionsrisk. Som ett steg i arbetet med klimatanpassning har Sweco har på uppdrag av Trelleborgs kommun utrett möjliga åtgärder mot kusterosion utmed kusten i Beddingestrand.

I Swecos tidigare arbete har möjligheterna att skydda bebyggelsen mellan Västra Beddinge till Beddinge strandhed mot översvämning vid höga havsnivåer utretts (alternativ C). Utredningen visar att de framtagna åtgärdsförslagen som bland annat innefattar anläggande av skyddsvallar inte är samhällsekonomiskt lönsamma. I området riskerar relativt få byggnader drabbas av översvämning och anläggningskostnaden är betydande. Med hänsyn till att åtgärden bedöms behövas först kring cirka år 2065 bedöms det dock vara lämpligt att undersöka åtgärden i framtiden.

Detta dokument beskriver det utredningsarbete som ligger till grund för design och utformning av erosionsskydd utmed kusten längs Beddingestrand i Trelleborgs kommun. Syftet med denna utredning har varit att skapa en förståelse för de fysikaliska processer som sker utmed kuststräckan för att därigenom kunna föreslå tekniska lösningar för att minska eventuella risker kopplade till kusterosion. Den skyddsstrategi som tagits fram inom ramen för detta projekt har haft en borte tidshorisont på år 2070.

I tillägg till framtagandet av tekniska lösningar har även en markförlustmodell tagits fram. Detta beräkningsverktyg är baserat på en relativt enkel konceptuell modell som tar hänsyn både till historisk erosion och erosion kopplat till klimatförändringar och stigande havsnivåer. Verktöget används för att kunna utvärdera nyttan av olika kustskyddsstrategier och därigenom skapa ett robust beslutsunderlag.

Detta dokument utgör en redovisning av utredningsarbetet och syftar till att utgöra beslutsunderlag för vidare hantering av åtgärder mot erosion och översvämning i Beddingestrand. Genom kostnadsnytto- och multikriterieanalys belyses åtgärdernas för- och nackdelar jämte ett nollalternativ.

1.1 TÖP - Stigande hav och översvämning

Trelleborgs kommun har under de senaste åren arbetat med framtagandet av ett tematiskt tillägg till översiktsplaner (TÖP) med temat "stigande hav och översvämning" (Trelleborgs kommun, 2023).. Den målbild som detta projekt

arbetat efter grundar sig huvudsakligen i de övergripande målbilder som tydliggörs i TÖP:en, däribland att:

- Förutsättningarna för allemansrättslig tillgång till kommunens strandområden ska säkerställas
- Bevarandet av goda livsvillkor för djur- och växtlivet inom naturområden ska säkerställas.
- Naturbaserade skydd i första hand ska övervägas och åtgärder för skydd mot översvämning och erosion ska göras med mångfunktion.
- Åtgärderna så långt som möjligt ska kunna smälta in i landskapet och harmonisera med omgivningen
- Vid gestaltningen av kustskydd är det viktigt med topografisk anpassning till befintliga marknivåer och befintliga miljöer för att utesluta barriäreffekter och för att åtgärden ska smälta in i landskapsmiljön.
- Kustskydd bör utformas så att de ökar kommunens attraktionskraft som boendekommun och som turistmål.
- Optimalt är om klimatanpassningen kan utföras så att den tillför ett värde och inte enbart ses som en kostnad

Då befintliga modeller över framtida kusterosion är behäftade med mycket stora osäkerheter har åtgärdernas livslängd, i kontrast till i TÖP:en, begränsats till år 2070.

2. Metod och genomförande

Denna utredning kan generellt delas upp i tre delutredningar, en kustteknisk studie med fokus på framtagande av åtgärdsförslag (kap 2.1), en kostnadsnyttoanalys syftandes till att utreda den samhällsekonomiska lönsamheten av åtgärderna (kap 2.2) och slutligen en multikriterieanalys (kap 2.3) som avser att bredda beslutsstödet till att även omfatta miljömässiga och sociala hållbarhetsaspekter.

2.1 Design av erosionsskydd

Med bakgrund i den fördjupade tekniska utredning som presenteras i *Bilaga A – Kustteknisk utredning Beddingestrand* samt kommunens målbild (kapitel 1.1) för kust- och erosionsskydd har två lösningsförslag av olika karaktär tagits fram. I tillägg till dessa två förslag diskuteras även ett nollalternativ, att inga åtgärder vidtas. De två åtgärdsförslagen har tagits fram genom ett internt workshoparbete där ett flertal olika tekniska lösningar har diskuterats. De två åtgärdsförslag som föreslås är strandfodring och släntskydd i sten (stenskonung), vilka båda två är konventionella och välkända kustskyddsstrategier. Andra åtgärder, som friliggande vågbrytare, konstgjorda rev, hövder och liknande erosionsskydd har beaktats men inte bedömts vara lämpliga inom det studerade området. Alternativen har kunnat förkastas antingen till följd av bristfällig teknisk funktion givet de lokala förutsättningarna, eller till följd av dess höga kostnader och uppenbara negativa miljöpåverkan.

En fördjupad beskrivning av metoder för design och dimensionering av de slutgiltiga åtgärderna presenteras i *bilaga A*.

2.2 Kostnads- nyttoanalys

Kostnads-nyttoanalys (KNA) är en analys som innefattas i det bredare begreppet konsekvensanalys (Naturvårdsverket, 2003). Liksom konsekvensanalyser är kostnads-nyttoanalyser ett stöd för beslutsfattande. KNA bygger på en identifiering av de positiva och negativa konsekvenserna av ett projekt i samhället och syftar till att jämföra dessa konsekvenser med varandra för att se om de positiva konsekvenserna är större än de negativa eller tvärtom. Analysen görs genom att de positiva effekterna (marginalnyttan) och de negativa effekterna (marginalkostnaderna) värderas relativt ett nollalternativ. I en KNA uttrycks de olika konsekvenserna i monetära enheter i så stor utsträckning som möjligt. Kostnads-nyttoanalys som metod beskrivs i en mängd olika textböcker, vägledningar, vetenskapliga publikationer och utredningar. Ett ofta refererat standardverk är *Cost-Benefit Analysis; Concepts and Practice* (Boardman, Greenberg, Vining, & Weimer, 2011).

För att förstå och tolka resultaten av en KNA är det viktigt att ha grundförståelse för dess matematiska beskrivning och några centrala begrepp. I *Bilaga B – Teoretisk bakgrund KNA* ges en matematisk beskrivning av KNA. Vidare förklaras begreppen kostnader, ex-ante, ex-post, nyttor, lönsamhet, tidshorisont, diskontering samt osäkerhets- och känslighetsanalys med Monte Carlo-simulering.

Inom föreliggande projekt beräknas skadekostnader utifrån en uppskattning av det förlorade värdet baserat på försäljningsvärden eller markvärden, en slags ex-postvärdering. Vid en KNA är det också viktigt att göra en analys av fördelningseffekter, vilken visar hur nyttor och kostnader fördelar sig på olika grupper/branscher/sektorer i samhället. Detta genomförs på ett förenklat sätt i 7.1.2

Genomförandet av KNA utgår från nedan beskrivna parametrar: tidshorisont, diskonteringsränta samt val av nollalternativ.

Valet av tidshorisont ska spegla det tidsperspektiv som beslutsfattaren har för det projekt som avses att genomföras. Det kan baseras på teknisk och ekonomisk livslängd för åtgärdslösningar men också för hur länge det är önskvärt att beslutet får effekt, även om tekniska åtgärder behöver uppgraderas under tiden. Valet av tidshorisont påverkas också av tillgång till information med god tillförlitlighet. I denna studie har analys utförts med en tidshorisont ca 45 år (2025-2070), vilken beror på den tekniska livslängden för åtgärdslösningarna och att osäkerheterna ökar desto längre bort från nuläget som beräkningar sker.

KNA:n genomfördes med två olika diskonteringsräntor: 1,4% i enlighet med Stern-rapporten (Stern, 2006) och med 3,5%, i enlighet med Trafikverkets ASEK-system (Trafikverket, 2020). Med en högre diskonteringsränta värderas framtida nyttor och kostnader lägre och vice versa.

Som nollalternativ antas att inga åtgärder mot fortsatt erosion vidtas, varken idag eller i framtiden. Erosionen leder därmed på sikt till fortsatta markförluster och att byggnader riskerar att skadas. Nollalternativet omfattar samtliga skadeobjekt som finns längs med sträckan.

2.2.1 Skadekostnad

Skadekostnader till följd av erosion har i den samhällsekonomiska kalkylen beräknats utifrån försäljningspris av havsnära bostäder i området mellan 2016–2022 (se avsnitt 5.1), samt genom taxeringsvärden för fastigheter på kommunnivå (se avsnitt 5.4.1). Ingen hänsyn har tagits till bostädernas storlek och därigenom dess kvadratmeterpris, vilket hade kunnat förhöja analysens detaljeringsgrad.

Samhällsekonomiska konsekvenser har i denna studie inte inkluderat direkta skadekostnader gällande infrastruktur, exempelvis vägar och VA. Därutöver kan indirekta kostnader uppstå till följd av minskad turism och minskade rekreationsmöjligheter. Dessa indirekta aspekter behandlas delvis i Multikriterieanalysen.

2.3 Multikriterieanalys

En multikriterieanalys (MKA) görs som ett komplement till KNA. Detta för att skapa ett transparent mer heltäckande och underbyggt beslutsunderlag. I en

MKA synliggörs alternativens påverkan även på aspekter som inte värderas ekonomiskt.

MKA används för att på ett strukturerat sätt analysera och jämföra åtgärdsalternativ baserat på en uppsättning kriterier som inte har eller kan värderats i monetära termer, t.ex. ekosystemtjänster, kulturella värden och landskapsbild¹. MKA har i denna analys fokuserat på kriterier inom social och miljömässig hållbarhet. Alternativerna bedöms utifrån bedömningsskalan illustrerad i Figur 1.

| | | |
|---|----------------|---|
|  | Negativ | Åtgärden medför bestående effekter med betydande negativ påverkan |
|  | Viss negativ | Åtgärden medför effekter med mindre/ något negativ påverkan |
|  | Ingen påverkan | Åtgärden medför inga betydande effekter |
|  | Viss positiv | Åtgärden medför effekter med svagt/ något positiv påverkan |
|  | Positiv | Åtgärden medför bestående effekter med betydande positiv påverkan |

Figur 1. Framtagen bedömningsskala som respektive åtgärdsalternativ utvärderas utifrån. Bedömningsskalan har tagits fram för att vara tillräckligt detaljerad för föreliggande utredning.

En multikriterieanalys kan generellt beskrivas genom följande delsteg:

- Beskrivning av **förutsättningar** för anläggningen (se kapitel 3).
- Identifiering av de **alternativ** som ska analyseras (se kapitel 4).
- Identifiering och beskrivning av övergripande **skallkrav och mål** (finns inga skallkrav, för mål se kapitel 1.1).
- Ta fram **bedömningsskala** (se Figur 1)
- Identifiera och beskriva lämpliga **kriterier** (se kapitel 6.1).
- Utvärdera** alternativen utifrån respektive kriterium (kapitel 6.2)
- Jämföra och **prioritera kriterier** för att beskriva deras relativa betydelse för beslutsålet (se diskussion i kapitel 7.3).
- Sammanställa** resultaten för att analysera och jämföra alternativen (kapitel 7.1.3).
- Rekommendera** handlingsalternativ utifrån resultaten (kapitel 8)

Bedömningen av åtgärdernas effekt på respektive kriterium har gjorts utifrån analyser av förutsättningar och de förändringar som åtgärderna förväntas ge upphov till. Bedömningarna har kompletterats med information som framkommit i dialog med kommunen där representanter från flera förvaltningar deltagit. Där så krävts har informationen om åtgärdernas effekter kompletteras i dialog med specialister inom Sweco. I detta skede ansågs analysen ge tillräcklig vägledning inför beslut om åtgärd utan att genomföra steg g), vilket innebär att denna MKA genomförs något förenklat. Ytterligare en avgränsning är att samma bedömningsskala, se Figur 1, används för alla kriterier, jämfört med om specifika definitioner för negativ, positiv etc använts.

Med målsättningen att skapa ett mer transparent beslutsunderlag, har ytterligare synpunkter vägts in i utvärderingen via att Sweco i tidigare uppdrag

¹ En del av kriterierna är möjliga att värdera i monetära termer, vilka i vissa fall kan kräva omfattande arbete och inte alltid relevant. I denna analys har valet istället varit att värdera de i en MKA.

för Trelleborgs kommun haft dialog med närboende vilket utgjort underlag även till denna bedömning (Sweco, 2021).

3. Kusten kring Beddingestrand

Följande kapitel beskriver de grundläggande förutsättningarna för Beddingestrands kust. Landskapsbilden och strandens egenskaper har bedömts utifrån fältbesök i november 2022, medan information angående strandens förändringstakt har inhämtats genom litteraturstudier och kompletterande skrivbordsanalyser.

Orten Beddingestrand har i föreliggande utredning delats in i totalt sex olika delområden för att kategorisera de olika områdena utifrån dess särskilda förutsättningar och för att skapa en rumslig avgränsning vid diskussion av åtgärder. Kartan i Figur 2 visar Beddingestrands läge i de östra delarna av Trelleborgs kommun.



Figur 2. Översiktsskarta över Beddingestrand. Kartan visar studiens indelning i delområden: Vipphögsvägen, Sjövägen V, Sjövägen Ö, Vaddklintsvägen, Pärlan, Strandheden.

3.1.1 Landskapsbild

I utredningens inledande skede besöktes stranden för att skapa en större förståelse för platsens förutsättningar.

Figur 3 visar de västligaste delarna av Beddingestrand, där Vipphögsvägen löper i ett utsatt läge längs med kusten. Kusten består av sten och block men övre metern domineras även av sedimentär berggrund. Ur erosionssynpunkt är således kusten i detta område inte särskilt känslig, utöver de finare sediment som finns högre upp på stranden och vid vägen.



Figur 3. Fotografi från Vipphögsvägen, riktning västerut.

Även längre österut, mot Sjövägen V och Sjövägen Ö fortsätter strandens substrat vara dominerat av sten och block med ytlig sedimentär berggrund. Sandinslagen ökar inom Sjövägen Ö och förekommer mosaikartat både på strandplanet och i det grunda vattenområdet. I Figur 4 visas en bild tagen inom delområde Sjövägen Ö, med riktning västerut. På landsidan av strandplanet, som ofta har tydliga driftvallar, är landskapet högre och huvudsakligen bestående av morän.



Figur 4. Fotografi från delområde Sjövägen Ö, riktning västerut.

Även utmed Väddklintsvägen är strandsubstratet stenigt, inslaget av sand är dock större än i de östligare områdena. Slänterna i anslutning till stranden är branta och tydliga inslag av erosion är synliga, delvis genom det faktum att anlagda erosionsskydd förekommer på delsträckan. På krönet av rasbranterna löper en smal promenadstig som angränsar till privata tomter, vilket syns i Figur 5. Slänterna består av sandig morän men tycks även ha fyllts ut med trädgårdsavfall och liknande material.



Figur 5. Fotografi från kusten vid Vädcklintsvägen, riktning västerut.

PärLAN är en populär kommunal badplats och i anslutning till stranden finns goda parkeringsmöjligheter, lekplatser och säsongöppna restauranger. Stranden är sandig men inslag av grövre material förekommer, vilket ofta blottas i samband med stormar, se Figur 6. Vid stranden finns tydliga tecken på erosion, både i form av rasbranter och genom det faktum att badbryggan har fått förlängts inåt land.



Figur 6. Fotografi från stranden vid PärLAN, riktning västerut.

Öster om badstranden följer ett område med relativt kustnära bebyggelse. I området finns uppförda erosionsskydd på strandplanet som redan idag stundvis kan begränsa framkomligheten utmed stranden (se Figur 7). PärLANs sandstrand övergår i naturvårdsområdet Beddinge strandhed. I de västra delarna av området kan tydliga erosionsbranter noteras, vilka blir flackare österut. Området har kvar flera värn från Per Albin-linjen.

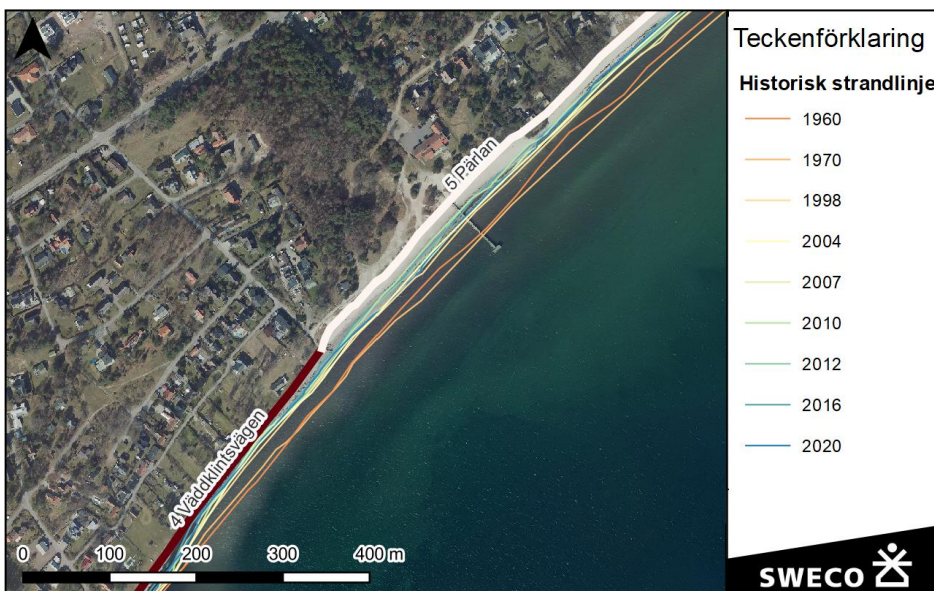


Figur 7. Fotografi från Pärlan – Strandheden, riktning österut.

3.1.2 Sedimenttransport och erosion

Flera tidigare studier påvisar att de sydvästra delarna av Beddingestrand har eroderat, medan de nordöstra delarna har ackumulerat sediment. Vidare har det konstaterats att sedimenttransporten huvudsakligen är östlig. Material som eroderats från Beddingestrands kust transporteras alltså generellt österut och bidrar till att kusten kring Skateholm byggs på. (SGU, 2020) (SGU, 2021)

Inom ramen för föreliggande uppdrag har en utökad studie av erosionstakten utförts genom en flygfotografianalys. Strandlinjens läge från ett antal flygfotografier från 1960 och tills idag har nyttjats för att illustrera hur strandens läge förändrats över tid.



Figur 8. Strandlinjens historiska läge utmed Väddklintsvägen och Pärlan. Ur figuren kan det utläsas att kusten i område eroderat sedan 1960, men att erosionstakten tycks ha minskat från 1998.

Baserat på digitaliserade kustlinjer har därefter beräkningar av strandens förändringstakt utförts. En grafisk översikt över erosionstakten i området visas i Figur 9. Metodik och resultat från denna analys belyses med större detaljgrad i Bilaga A.



Figur 9. Beräknad erosionstakt i Beddingestrand under tidsperioden 1960-2020.

Denna studie visar att kustområdet i väster, utmed Vipphögsvägen och Sjövägen, är relativt stabilt. Sedan 1960 tycks ingen betydande förflyttning av kustlinjens läge ha skett. Från delområde Vädcklintsvägen kan dock historisk erosion konstateras, med en erosionstakt upp emot 0,5 m/år. Den kraftigaste noterade erosionen har skett kring Pärlan, med hastigheter uppemot 0,7 m/år. Även inom delområde Strandheden har kusten backat, särskilt i de västra delarna. I de östra delarna av Strandheden har kusten varit relativt stabil sedan 1960, och bort mot Skateholm växer stranden till i hög takt.

4. Åtgärdsförslag

Arbetet med framtagande av åtgärdsförslag har föregåtts av ett fördjupat utredningsarbete kring områdets kusttekniska förutsättningar. *Bilaga A - Kustteknisk utredning Beddingestrand* innefattar bland annat beskrivningar av kusten, vågor, vattenstånd, sedimenttransport och maringeologi. Denna bilaga ger därefter även en beskrivning av metodik för framtagande av åtgärdsalternativen, design och dimensionering samt kostnadsuppskattningar.

I följande underkapitel ges en mer övergripande presentation av åtgärderna och nollalternativet.

4.1 Nollalternativ

Nollalternativet i denna studie innebär att inga åtgärder mot vare sig erosion eller översvämning vidtas inom den studerade tidsperioden.

I detta scenario förväntas den historiska bakgrundserosionen (1960 – 2020) fortgå i oförändrad takt. I takt med att medelvattenytan stiger tillkommer även en ökad erosionstakt i enlighet med Bruuns lag vilket beskrivs närmare i *Bilaga A*, kapitel 5.1.2.

Baserat på den erosionsmodell som nyttjas i föreliggande utredning kan det konstateras att nollalternativet leder till betydande markförluster med skador på byggnader utmed kusten. Det bör poängteras att denna modell är behäftad med stora osäkerheter.

4.2 Alternativ A - Strandfodring

Alternativ A utgörs av en sandfodring med sand av en cirka 450 meter lång kustremsa utmed Väddklintsvägen och delar av Sjövägen. Åtgärden innebär att sand hämtas från en marin sandtäkt för att återföras till strandplanet. Med sanden byggs även ett buffrande dynsystem upp utmed den sträcka där erosionen varit särskilt kraftig under senaste decennierna, se Figur 10.



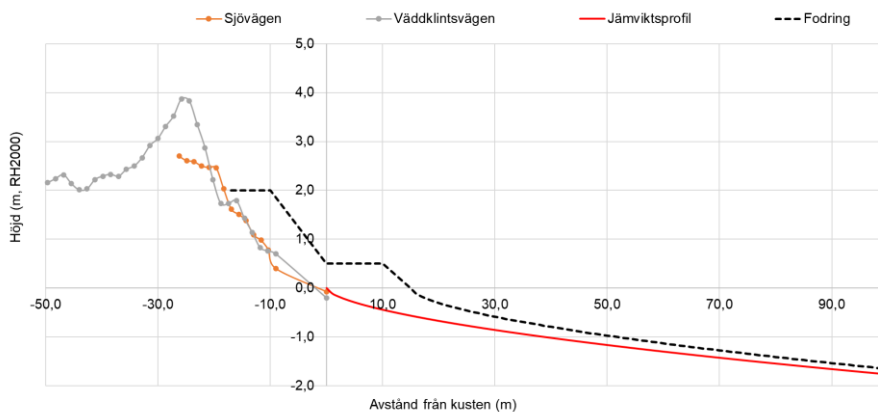
Figur 10 Översiktskarta visandes den geografiska utbredningen av föreslagen sandfodring.

Det tillskapade strandplanet och dynen utgör en sedimentbuffert som succesivt kommer minska över tid, men som medan den är verksam tillgodoser att den befintliga slänten inte eroderas ytterligare. Samtidigt medför åtgärden att sedimenttransporten till området kring Pärlan ökar, vilket bedöms reducera erosionstakten även nedströms.

Det är viktigt att poängtera sandfodring är en åtgärd som medger att de naturliga processerna får fortgå, och den utlagda sanden kommer alltså att erodera på sikt. Givet att havsnivån stiger som prognosticerat kommer även erosionstakten att accelerera över tid, och så även erforderlig fodringsfrekvens.

4.2.1 Design och dimensionering

Från dagens slänt och mot havet tillskapas en dyn med en höjd av cirka +2,0 meter (RH2000) och en total bredd av cirka 5 meter. Efter dynen, åt havet till, följer ett strandplan med en höjd av cirka +0,5 meter och en total bredd av 15 meter. En schematisk tvärsnitt över fodringen visas i Figur 11.



Figur 11 Schematisk bild av strand- och dynfodring utmed Väddklintsvägen. Den svarta streckade linjer visar terrängens höjd efter sandfodringstillfället. Sanden placeras direkt på strandplanet och sprids sedan naturligt ut i det grunda vattenområdet.

Den genomsnittliga volymen sand per löpmeter skydd uppgår till cirka 27 m³, vilket ger en total volym per fodringstillfälle av 12 000 m³.

4.3 Stenskoning

Alternativ B utgörs av en strandskoning i sten utmed de delar av Väddklintsvägen där erosion varit särskilt kraftig. Längden av det föreslagna skyddet uppgår till cirka 285 meter och skyddet syftar till att motverka ytterligare erosion av dagens slänter genom att fixera det sediment som finns i befintlig höjdrygg. Utöver att utgöra ett erosionskydd bidrar föreslaget skydd till att bibehålla släntens funktion som översvämningsskydd. En bild av skyddets utbredning redovisas i Figur 12.



Figur 12. Geografisk utbredning av föreslagen stenskoning.

4.3.1 Design och dimensionering

Det föreslagna skyddet föreslås i huvudsak utformas som en konventionell stenskonig, men i samband med detaljutformning kan avsteg göras för att öka skyddets naturanpassning. Skyddet föreslås konstrueras med målsättning att tillskapa promenadytor för att fortsatt tillåta passagemöjligheter i anslutning till skyddet.

En viktig designparameter vid utformning av stenskoningar är att överspolningen av vågor ska reduceras till acceptabla nivåer. En för låg konstruktion medger att vågor spolats över och leder till skador på skyddet och bakomliggande terräng. I Tabell 1 presenteras erforderlig krönhöjd för en stenskonig vid Beddingestrand i såväl dagens klimat som under prognosticerad medelvattenyta år 2070. Ökningen i krönhöjd beror både på att medelvattenytan stiger, och på att de högsta vågorna kan bli större då de huvudsakligen begränsas av djupet. Beräkningarna tas inte hänsyn till eventuell strandplanserosion, vilket potentiellt skulle kunna medge än högre våghöjder.

Tabell 1 Beräknade krönhöjder och total bredd ovan mark för en stenskonig, idag och år 2070. Notera att dagens mark ligger på cirka +2,5 - 3,5 meter.

| | 2022 | 2070 |
|----------------------|------|------|
| Krönhöjd (m, RH2000) | 3,2 | 3,85 |
| Bredd ovan mark (m) | 6,0 | 7,3 |

Skyddets platsanspråk varierar beroende på slänternas utseende utmed kusten men för en representativ släntprofil uppgår skyddets bredd till cirka 7 meter. Om skyddet anläggs med en terrassavsats blir skyddets totala bredd större.

5. Kostnads-nyttoanalys

I detta kapitel beskrivs de olika ingående delarna i kostnads-nyttoanalysen och resultatet av de olika åtgärdsförslagen och nollalternativet presenteras.

5.1 Skadekostnad

Nollalternativet innebär att den historiska erosionstakten förutsätts fortsätta oförändrat samtidigt som stigande havsnivåer ger upphov till ytterligare förhöjd erosionstakt. Inga åtgärder vidtas för att minska erosionen. Nollalternativet omfattar samtliga skadeobjekt som finns längs med sträckan.

Antalet bostadshus som riskerar att påverkas av erosion mellan år 2025-2070 har beräknats genom den markförlustmodell som presenteras i detalj i *Bilaga A*. Antalet bostadshus som påverkas fram till år 2070, givet att inga åtgärder vidtas presenteras i Tabell 2 (nollalternativ). Det antas att när erosionen nått till ett hus förstörs huset fullständigt och skadekostnaden likställs med det förlorade försäljningspriset.

Tabell 2. Antalet påverkade bostadshus förutsatt inga erosionsbegränsande åtgärder (nollalternativet).

| | Antal påverkade (förstörda) bostadshus |
|--------------|---|
| Årtal | Nollalternativ |
| 2030 | 1 |
| 2040 | 1 |
| 2050 | 3 |
| 2060 | 2 |
| 2070 | 4 |

Skadekostnaden (median) för nollalternativet för tidsperioden år 2025-2070 har beräknats till cirka 48 MSEK (beräknad med 1,4 %) respektive cirka 26 MSEK (3,5 %)².

² Beräkningar skadekostnaderna baseras på medianpriset bland utvalda sålda hus på Hemnet.

5.2 Åtgärdernas nyttor

Åtgärdernas nyttor beskrivs genom att beräkna differensen (skadekostnadsreduktion) mellan skadekostnaden för nollalternativet med skadekostnaden efter införandet av åtgärden.

Antalet bostadshus som bedöms förstöras till följd av erosion (år 2025–2070), givet olika handlingsalternativ, beskrivs i Tabell 3.

Tabell 3. Antalet påverkade bostadshus förutsatt inga erosionsbegränsande åtgärder (nollalternativet) respektive åtgärd med sandfodring eller stenskoning.

| Årtal | Antal påverkade (förstörda) byggnader | | |
|---------------|---------------------------------------|-------------|-------------|
| | Nollalternativ | Sandfodring | Stenskoning |
| 2030 | 1 | 0 | 1 |
| 2040 | 1 | 1 | 0 |
| 2050 | 3 | 0 | 1 |
| 2060 | 2 | 2 | 4 |
| 2070 | 4 | 3 | 1 |
| Totalt | 11 | 6 | 7 |

Värdet av ett hus har uppskattats utifrån försäljningsvärden på hus i området under 2016 till 2022. Elva hus har sålts med ett medianvärde på cirka 6,9 MSEK, lägsta värde på 3,4 MSEK och medelvärde på 7,3 MSEK (Hemnet, 2022).

För alternativ strand- och dynfodring har nyttan (median) beräknats till cirka 23,7 MSEK (beräknad med 1,4 %) respektive cirka 14,4 MSEK (3,5 %).

För åtgärdsalternativet stenskoning har nyttan (median) beräknats till cirka 17,2 MSEK (beräknad med 1,4 %) respektive cirka 9,2 MSEK (3,5 %).

5.3 Åtgärds kostnader

Kostnaderna för åtgärderna utgörs av anläggningskostnad, reinvestering, underhåll samt miljötillstånd och egenkontroll (uppföljning). Kostnaderna har uppskattats och anges under respektive åtgärdsförslag i *bilaga A*. Den sammanlagda kostnaden för respektive åtgärdsförslag anges i Tabell 4.

Tabell 4. Kostnader för respektive åtgärdsförslag i MSEK, nuvärdesberäknat med diskonteringsränta 1,4 % respektive 3,5 %.

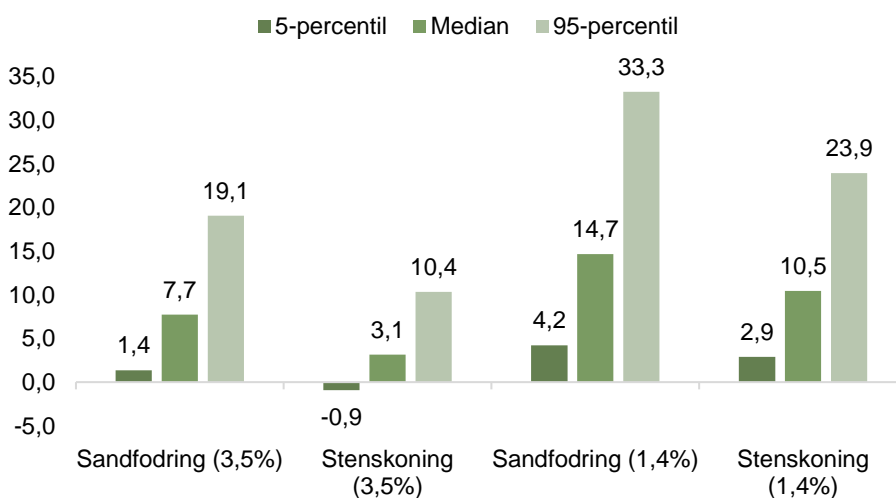
| | | Sandfodring | Stenskoning |
|-------|--|-------------|-------------|
| 1,4 % | Investering och reinvestering | 6,4 | 5,9 |
| | Underhåll, reparation, tillstånd & uppföljning | 2,7 | 0,8 |
| 3,5 % | Investering och reinvestering | 5,0 | 5,5 |

| | | |
|--|-----|-----|
| Underhåll, reparation, tillstånd & uppföljning | 1,7 | 0,5 |
|--|-----|-----|

5.4 Beräkning av samhällsekonomisk lönsamhet

Den beräknade samhällsekonomiska lönsamheten för de olika åtgärdsalternativen presenteras i Figur 13. Det kan konstateras att utfallen i båda åtgärdsalternativ är lönsamma med den lägre diskonteringsräntan 1,4 %.

Med den högre diskonteringsräntan är båda alternativen fortsatt lönsamma i en majoritet av utfallen, men en mindre andel av utfallen är inte positiva³. Oavsett diskonteringsränta är det sandfodring som är det mest lönsamma åtgärdsalternativet. Resultatet visar att med lägre huspriser blir lönsamheten i åtgärder lägre eller negativ och vice versa med högre huspriser.



Figur 13. Nettonuvärde (samhällsekonomisk lönsamhet) för de olika alternativen baserat på sålda hus i området. I Monte Carlo-simuleringen är det försäljningspriserna på sålda hus i området mellan år 2018-2022 som varit den varierande variabeln. Beloppen är uppskattade i miljoner svenska kronor.

³ Stenskonig lönsamt i 88 % av utfallen medan Sandfodring är lönsamt i 99 % av utfallen

5.4.1 Samhällsekonomisk analys baserat på markvärde

Beräkningarna i kapitel 5.2 baseras på ett antal havsnära bostäder och deras försäljningspris. Försäljningen i området är relativt liten vilket ökar osäkerheterna kring uppskattningen av bostadsvärdena och vidare resultatet av den samhällsekonomiska kalkylen. Om kalkylen istället beaktat taxeringsvärdet för fastigheterna skulle lönsamheten av att genomföra någon av åtgärderna vara lägre.

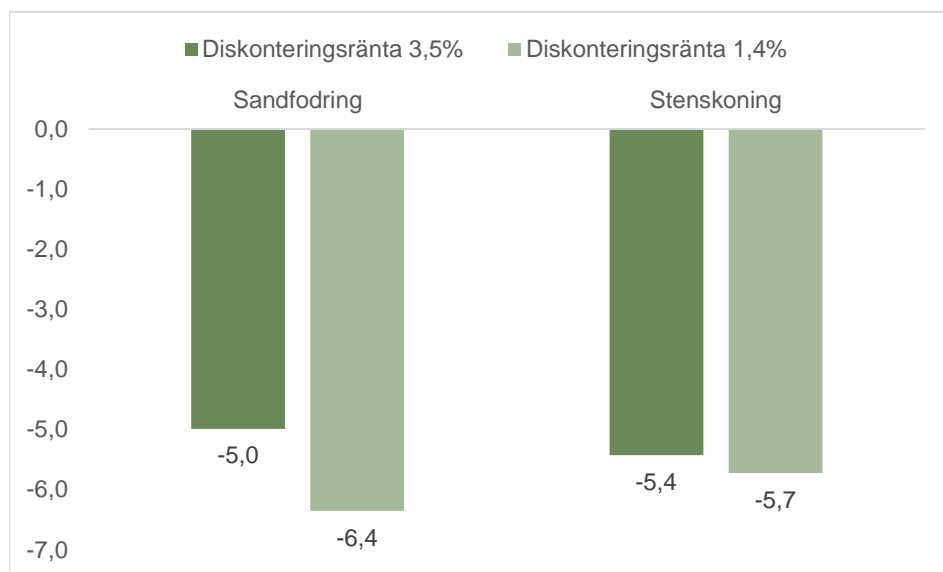
I syfte att visa på känsligheten med den samhällsekonomiska kalkylen har beräkning med endast markvärde (kronor per kvadratmeter) genomförts. Markvärdena baseras på genomsnittliga dokumenterade taxeringsvärden i Trelleborgs kommun.

Beräkningar av markförluster per år för nollalternativet och samtliga åtgärdsalternativ presenteras i *Bilaga A* och uppgår för:

- Nollalternativet till 1600 m²/år
- Sandfodring till 1100 m²/år
- Stenskonig till 1400 m²/år

Alternativ A innebär mindre markförluster än stenskonig eftersom åtgärden leder till att den naturliga bakgrundserosionen nedströms skyddet minskar. Alternativ B å andra sidan riskerar istället att medföra ökad nedströmserosion eftersom stenskoningen leder till minskad sedimenttransport till områden nedströms samtidigt som de kan leda till en lokal förhöjning av vågenergi i det grunda kustområdet.

I Figur 14 redovisas de olika alternativens samhällsekonomiska lönsamhet. Det kan konstateras att vid beräkningar där skadekostnaderna endast utgörs av (förlorade) markvärden uppvisas ingen lönsamhet för något av åtgärdsalternativen.



Figur 14 Nettonuvärde (samhällsekonomisk lönsamhet, median) för de olika alternativen baserat på markvärde. Beloppen är uppskattade i miljoner svenska kronor.

6. Multikriterieanalys

I detta beskrivs de kriterier som identifieras i multikriterieanalysen och bedömningen av åtgärdernas och nollalternativets påverkan på dessa kriterier redovisas.

6.1 Identifiering av kriterier

Identifieringen av kriterier gjordes utifrån målformuleringar i *Tematiskt tillägg till Trelleborgs översiktsplaner - Stigande hav och översvämning* (Trelleborgs kommun, 2023) tillsammans med erfarenheter från tidigare liknande projekt samt med stöd från verktyg för ekosystemtjänstanalys (Boverket, 2022) och Globala hållbarhetsmålen (UNDP, 2022).

Kriterierna delas in inom miljömässig, social respektive ekonomisk hållbarhet, se Tabell 5 till Tabell 7 nedan. I tabellerna punktats exempel på ingående parametrar till respektive kriterium. Kriterierna beskrivs mer ingående i samband med bedömningarna i kapitel 6.2.

Vid identifiering och val av kriterier har målsättningen varit att välja de som är alternativskiljande eller har betydande effekter kopplat till åtgärderna. Kriterierna ska inte heller överlappa varandra.

Tabell 5. Bedömningskriterier inom miljömässig hållbarhet.

| Miljömässiga effekter | |
|------------------------|---|
| Kriterier | Exempel på parametrar som omfattas |
| Koldioxidutsläpp | <ul style="list-style-type: none"> Materialåtgång Transporter |
| Ekosystem på land | <ul style="list-style-type: none"> Påverkan skyddade arter Förlust eller tillförande av habitat |
| Skydd mot översvämning | <ul style="list-style-type: none"> Barriär vid högvatten |
| Havsekosystem | <ul style="list-style-type: none"> Påverkan skyddade arter Störning av habitat |

Tabell 6. Identifierade bedömningskriterier inom social hållbarhet.

| Sociala effekter | |
|--------------------|--|
| Kriterier | Exempel på parametrar som omfattas |
| Rekreation | <ul style="list-style-type: none"> • Friluftaktiviteter • Tillgänglighet till stranden |
| Turism | <ul style="list-style-type: none"> • Badplats |
| Påverkan närboende | <ul style="list-style-type: none"> • Upplevd trygghet och oro |
| Kulturhistoria | <ul style="list-style-type: none"> • Påverkan landskapsbild |

De ekonomiska aspekterna hanteras främst inom i KNA, så som investerings- och driftkostnad, se kapitel 5. Dock identifierades en aspekt som inte fångas upp inom KNAn, se Tabell 7.

Tabell 7. Identifierade bedömningskriterier inom ekonomisk hållbarhet.

| Ekonomiska effekter | |
|--------------------------------------|--|
| Kriterier | Exempel på parametrar som omfattas |
| Påbyggnadsmöjlighet och flexibilitet | <ul style="list-style-type: none"> • Anpassningsförmåga till förändrade förutsättningar |

6.2 Utvärdering av åtgärdernas effekt

I detta avsnitt redogörs utvärderingen av åtgärdernas effekter, utifrån miljömässig, social och ekonomisk hållbarhet. Respektive delkapitel inleds med en överblick av bedömningarna för ingående kriterier, följt av förklaring till respektive kriterium med motiv till bedömningarna.

Bedömningen av åtgärdernas effekter görs utifrån en femgradig skala steg, se Tabell 8.













Tabell 8. Bedömningsskala till MKAn framtagen för att uppfylla syftet för detta uppdrag.

| | | |
|---|----------------|---|
|  | Negativ | Åtgärden medför bestående effekter med betydande negativ påverkan |
|  | Viss negativ | Åtgärden medför effekter med mindre/ något negativ påverkan |
|  | Ingen påverkan | Åtgärden medför inga betydande effekter |
|  | Viss positiv | Åtgärden medför effekter med svagt/ något positiv påverkan |
|  | Positiv | Åtgärden medför bestående effekter med betydande positiv påverkan |

6.2.1 Miljömässiga effekter

Fyra kriterier identifierades inom miljömässig hållbarhet, se Tabell 9. För att få kompletterande information till bedömningen av påverkan på ekosystem på land och till havs rådgjordes med sakkunnig inom ämnet⁴. Motiv till bedömningarna för respektive kriterium och alternativ beskrivs efter tabellen.

Tabell 9. Kriterier inom den miljömässiga hållbarhetsdimensionen tillsammans med bedömning av alternativens påverkan.

| Miljömässig hållbarhet | | | | | | |
|-------------------------------|---|----------------|---|--------------|---|----------------|
| Kriterier | Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskonig | |
| Koldioxidutsläpp |  | Ingen påverkan |  | Viss negativ |  | Viss negativ |
| Ekosystem på land |  | Viss negativ |  | Positiv |  | Viss negativ |
| Skydd mot översvämning |  | Viss negativ |  | Viss positiv |  | Viss positiv |
| Havsekosystem |  | Ingen påverkan |  | Viss negativ |  | Ingen påverkan |

⁴ Samtal med Geraldine Thiere, Sweco, 2023-02-08.

Koldioxidutsläpp


Detta kriterium syftar till att utvärdera respektive åtgärdsalternativ utifrån dess utsläpp av växthusgaser, utvärderingen görs kvalitativt. Kvantitativa beräkningar gällande koldioxidutsläpp hade kunnat visa hur koldioxidutsläpp mycket respektive åtgärd förväntas ge upphov till. Tunga transporter eller tungt anläggningsarbete är exempel på faktorer som är drivande för koldioxidutsläpp.

Nollalternativet bedöms inte bidra till någon direkt betydande ökning av koldioxidutsläpp vilket ger bedömningen *ingen påverkan*.

Sandfodringen kräver att sand hämtas från havsbotten och transporteras till platsen med fartyg. Detta kommer ge upphov till utsläpp, men hur stora de blir beror på var sanden hämtas och hur långt den behöver transporteras. Detta motiverar bedömningen *viss negativ påverkan*.

Materialet till stenskoningen kommer att behöva fraktas med lastbil och en del grävarbete kommer krävas. Mängden utsläpp beror av tillgång på sten och hur långt de behöver fraktas. Detta motiverar bedömningen *viss negativ påverkan*.

I denna kvalitativa bedömning av koldioxidutsläpp blir det ingen skillnad i bedömningen mellan sandfodring och stenskonning.

| Nollalternativet | Sandfodring | Stenskonning |
|--|--|--|
|  Ingen påverkan |  Viss negativ |  Viss negativ |

Ekosystem på land

Detta kriterium syftar till att utvärdera alternativens påverkan på ekosystemen på land. Det innefattar påverkan på biologisk mångfald, till exempel via bedömning av rödlistade eller ovanliga arter samt påverkan på tillgången av livsmiljöer och habitat. Livsmiljöer som innefattar sammanhängande naturliga strukturer med varierande miljöer bidrar till en bra förutsättning för många arter.

Området består idag av bland annat sanddyner, driftvallar och erosionslänter, se bilder och beskrivning av dessa i kapitel 3. Både häckande fågel och rastande vadarfåglar är vanligt förekommande i Beddingestrand, framför allt på sommaren. Rödlistade arter som alfågel och ejder förekommer i närområdet. Den rödlistade arten backsippa har tidigare hittats på platsen aktuellt för åtgärd⁵.



Nollalternativet bedöms medföra *viss negativ påverkan* då den fortsatta erosionen kommer innebära ett minskat strandplan och sandslänter, vilka utgör viktiga livsmiljöer för flera arter. Strandplanet är även värdefullt som yta för fåglars födosök när tång spolats upp på det och bildar driftvallar.

Sandfodring bedöms bidra med *positiva effekter*, då slänter bibehålls och ett brett strandplan återskapas, där tång fortsättningsvis kan spolats upp. Sandfodringen innebär att substratet som kan erodera fylls på, vilket även leder till minskad erosionstakt nedströms.

⁵ Sökningar i Artportalen 2023-03-06, Sökparametrar: RE, Nationellt utdöd;CR, Akut hotad;EN, Starkt hotad;VU, Sårbar;NT, Nära hotad;DD, Kunskapsbrist;2013 - 2023; En yta/polygon över Beddingestrand och utredningsområdet sökningen; Visa bara säker bestämning

Under byggskedet medför sandfodring en störning för habitaten på plats, men då ekosystemen inte bedöms påverkas långsiktigt av denna störning kvarstår ovan bedömning. Sandfodringen förväntas därutöver upprepas med tillräckligt långa tidsetapper för att habitaten ska ha goda förutsättningar att återhämta sig mellan störningarna. Vid återkommande sandfodring bör sanden placeras så att den naturligt kan röra sig upp i dynerna med vinden, om förutsättningarna på platsen tillåter detta. Sanden placeras då på strandplanet eller fördynen istället för att täcka den etablerade vegetationen på dynerna. Om det anses fördelaktigt kan även transplantation av existerande vegetation ske.



Det är möjligt att utforma stenskingen med hög anpassning till den lokala miljön och på så vis bevara och eventuellt tillföra vissa livsmiljöer på platsen, se kapitel 4.3. Dock kommer alternativet oavsett innebära att livsmiljöerna som finns på platsen idag förändras och till viss del försvinner, liksom en minskad sedimenttransport till österliggande områden (badstranden Pärlan), när sanden på platsen eroderat bort. Detta medför att värdefulla ytor även där eroderas mer på sikt. Detta motiverar bedömningen *viss negativ påverkan*.

| Nollalternativet | | Sandfodring | | Stensking | |
|---|--------------|---|---------|---|--------------|
|  | Viss negativ |  | Positiv |  | Viss negativ |

Skydd mot översvämning

I dagsläget utgör den höjdrygg som löper längs med Väddklintsvägen ett visst skydd mot översvämning. Om ingenting görs kommer höjdryggen tids nog att erodera bort och därmed kommer skyddet som den utgör att försvinna. Det är ett fåtal komplementbyggnader som riskerar att översvämmas mer frekvent i framtiden om slänten eroderas, inte boningshus eller verksamheter, vilket motiverar bedömningen *viss negativ påverkan* för nollalternativet.

Både sandfodring och stensking innebär att dagens höjdrygg bibehålls och förstärks, vilket innebär att motståndskraften mot översvämning bibehålls eller förhöjs (relativt nollalternativet). Båda åtgärdsalternativen bidrar dessutom till att förbättra förutsättningarna för att anlägga ett storskaligt översvämningsskydd för hela Beddingestrand, om detta alternativ skulle visa sig lönsamt i framtiden (Sweco, 2022). Både åtgärderna har därmed bedömts ha *viss positiv påverkan*.

| Nollalternativet | | Sandfodring | | Stensking | |
|---|--------------|---|--------------|---|--------------|
|  | Viss negativ |  | Viss positiv |  | Viss positiv |

Påverkan havsekosystem

Det är grunda havsbottenmiljöer nära stranden som ligger inom projektets påverkansområde. Dessa är vågutsatta och kan blottas tillfälligt vid lågvatten. En sandfodring är den åtgärd som tar mest yta i anspråk, dock är djupet i de områden som berörs mindre än en halvmeter och dessa platser bedöms inte hysa så höga naturvärden. Förutsättningarna för ålgräs är generellt låg i området, vilket också kopplas till den höga exponeringsgraden med tillhörande sandtransport. Detta bedöms även vara anledningen till att det inte återfunnits

så många ryggradslösa djur vid inventering i närområdet (Trelleborgs kommun, 2016).


Området kan nyttjas som lek område för plattfisk, och som yngelhabitat, tidpunkten för anläggning av sandfodring borde därav anpassas med hänsyn till tider som är viktiga för ekologin av plattfiskar som nyttjar området. Med försiktighetsåtgärder antas påverkan bli begränsad och reversibel.

Beddingestrand ingår i vattenförekomsten Östra sydkustens kustvatten(WA86165154), med en yta på totalt 172 km², vilket är mycket större i jämförelse med strandområdet som berörs av erosionsåtgärderna. Utmed vattenförekomstens totala kuststräcka förekommer lokala variationer, som påverkar exempelvis hydromorfologin lokalt.

För att bedöma påverkan på hydromorfologiska parametrar sammanvägs alla påverkade delar av vattenförekomstens areal för att klassa vattenförekomstens ekologiska status och kvalitetsfaktorer inom den. Vattenförekomsten som helhet har måttlig ekologisk status, där främsta problemet är näringsämnen. Avseende hydromorfologiska parametrar, som omfattar konnektivitet (möjlighet för djur att röra sig mellan vattendrag), hydrologisk regim (exempelvis tidvatten och strömmar) och morfologiska tillstånd (fysiska förhållanden) är statusen i Östra sydkustens kustvatten god eller hög.

Utmed Beddingestrand finns det strukturer som gör att tillståndet lokalt väsentligt avviker från det naturliga referenstillståndet. Både konnektivitet och morfologin avviker på hela sträckan och hydrografiska villkor avviker på vissa punkter. Sammantaget bedöms båda erosionsåtgärderna beröra arealer som redan nu inte uppfyller referenstillståndet. Sandfodring eller stenskoning kommer inte att ta opåverkade områden i anspråk och bedöms inte medföra risk att vattenförekomstens ekologiska status eller kvalitetsfaktorernas förändras.













Sammanfattningsvis bedöms varken nollalternativet eller stenskoning ha några direkta effekter som har en betydande påverkan på havsekosystem (*ingen påverkan*). Sandfodringen bedöms dock, till följd av sin direkta överlagring av grunda bottnar ha *viss negativ påverkan* på denna parameter.

| Nollalternativet | Sandfodring | Stenskoning |
|--|--|--|
|  Ingen påverkan |  Viss negativ |  Ingen påverkan |

6.2.2 Effekter inom social hållbarhet

Social hållbarhet har här delats in i följande fyra kategorier, se Tabell 10, med tillhörande bedömning. Motiv till bedömningarna för respektive kriterium och alternativ beskrivs efter tabellen.

Tabell 10. Kriterier inom den sociala hållbarhetsdimensionen tillsammans med bedömning av alternativens påverkan.

| Social hållbarhet | | | | | | |
|---------------------------|---|--------------|---|--------------|---|--------------|
| Kriterier | Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskonung | |
| Rekreation |  | Negativ |  | Positiv |  | Viss positiv |
| Turism |  | Viss negativ |  | Positiv |  | Viss positiv |
| Påverkan närboende |  | Negativ |  | Positivt |  | Positivt |
| Kulturhistoria |  | Viss negativ |  | Viss positiv |  | Viss positiv |



Rekreation

Detta kriterium syftar till att bedöma påverkan på de rekreativa förutsättningarna, så som att promenera längs stranden och uppleva havet, där även tillgängligheten spelar in. Kuststräckan Trelleborg - Abbekås - Sandhammaren – Mälarhusen – Simrishamn är identifierad som riksintresse för friluftslivet, där exempelvis de goda förutsättningarna för vattenknutna friluftaktiviteter och de lämpliga stränder och bottnarna lyfts som väsentliga. Även möjligheterna att komma till och in i området samt vistas i det omfattas av utvärderingen för respektive åtgärdsalternativ. Exempel på friluftaktiviteter är vandring, strövande, promenader, bad, båtliv, naturupplevelser, kulturupplevelser, fritidsfiske, fågelskådning, kiting/skärmflygning (Trelleborgs kommun, 2022).

I dagsläget är det endast ett smalt stenigt strandplan längs utredningsområdet och det krävs att man klättrar för att nå en provisorisk stig på kustslätten längs med de privata tomtgränserna, se exempelvis Figur 5 i kapitel 3. På strandplanet söder om badstranden Pärlan finns uppförda erosionskydd som redan idag stundvis kan begränsa framkomligheten utmed stranden (se Figur 7 i kapitel 3). Den begränsade möjligheten att röra sig längs strandlinjen kommer försvåras ytterligare och på sikt helt att försvinna utan åtgärder mot erosionen. Detta motiverar bedömningen *negativ* för nollalternativet.

Sandfodring innebär att ett brett strandplan återskapas. Det blir då möjligt att gå längs, och nyttja den breda stranden för promenader, lek och bad. När sanden i åtgärdsområdet eroderas kommer den transporteras österut till badstranden vid Pärlan och ge ett positivt tillskott av sediment, vilket kan mildra dagens erosionstakt. Sammanvägt bedöms därmed sandfodringen ha en *positiv* effekt på rekreation.

Stenskoningen kan utformas med ett plan som möjliggör att man promenera på den, se kapitel 4.3. Det kan ge goda möjligheter för tillgänglighetsanpassning på själva stenskoningen, men kopplingen till havet och strandlinjen försvagas jämfört med en sandstrand. Stenskoningen kommer inte heller tillföra något material nedströms utan kan istället medföra en något ökad nedströmserosion på sikt. Rätt utformad och med stor tillgänglighet bedöms därmed åtgärden kunna ha *viss positiv* påverkan.

| Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskonig | |
|---|---------|---|---------|---|--------------|
|  | Negativ |  | Positiv |  | Viss positiv |

Turism

Hela Trelleborgs kuststräcka är en viktig målpunkt för turism. I Beddingestrand och utredningsområdet finns den kommunala badstranden Pärlan, som lockar många besökare under sommarmånaderna. Badstranden med tillhörande promenadmöjlighet längs havet bedöms vara en lockande faktor för turismen varför sandfodring bedöms ge *positiva effekter*. Nollalternativet innebär att passagemöjligheterna längs stranden västerut försvinner, liksom att sandstranden minskas på sikt på grund av erosionen, vilket resulterar i en *viss negativ* effekt.

Likt beskrivet ovan, för rekreation, bidrar sandfodringen även till att badstranden Pärlan fylls på med sand på sikt, medan stenskoningen istället långsiktigt kan leda till ökad erosion i detta område. Då passagemöjlighet längs stranden kan skapas i kombination med stenskoningen bedöms dock dess effekter för turism till *viss positiv*.




| Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskonig | |
|---|--------------|---|---------|---|--------------|
|  | Viss negativ |  | Positiv |  | Viss positiv |

Påverkan närboende

Erosionsproblematiken i Beddingestrand påverkar de närboende på flera sätt. Dels är det den direkta påverkan där fastigheterna inom utredningsområdet långsamt krymper till följd av erosionen, liksom att den kustslänt som idag utgör ett visst översvämningsskydd eroderar. Boende i Beddingestrand påverkas även av att sanddyner har försvunnit och att Per Albin Hansson fort har förstörts. Den direkta påverkan från nämnda aspekter bedöms i andra kriterier inom denna KNA och MKA. Inom detta kriterium är syftet att fånga upp och bedöma den oro som finns kopplat till erosionens påverkan på boendemiljön i Beddingestrand. Det handlar om oro för att exempelvis strandplanet på orten ska försvinna och oro för att erosionen ska orsaka problem med översvämningar eller ras (boendedialog utförd i samband med tidigare projekt (Sweco, 2021)).

Effekten bedöms till *positiv* för åtgärderna då fastigheterna inom utredningsområdet skyddas mot erosion. För nollalternativet bedöms det bli

negativ effekt då erosionsproblematiken kvarstår och dess konsekvenser succesivt förvärras.

| Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskning | |
|---|---------|---|---------|---|---------|
|  | Negativ |  | Positiv |  | Positiv |

Kulturhistoria

Beddingestrand är ett gammalt fiskeläge. Det finns en del bevarade fiskebodas som vittnar om de tiderna. Per Albin Hansson-värnen på platsen var en del av den så kallade Skånelinjen, som byggdes för att skydda landet i samband med andra världskriget. Dessa kulturhistoriska objekt är dock inte lokaliserade inom området aktuellt för åtgärd, vilket innebär att de inte är alternativskiljande i val av lösning.




Fastighetsstrukturen med långsmala tomter inom påverkansområdet är dock ett kulturhistoriskt karaktäristiskt drag typiskt för ett gammalt fiskeläge. Det var då viktigt med kopplingen mellan boningshuset och havet, och man nyttjade de långsmala tomterna för att hänga upp fiskenät och få plats med båten. Havet var fiskarnas arbetsplats och samhället tog form utifrån de behoven. Denna karaktär hos de långsmala tomterna, och den typiska landskapsbilden för området bedöms skyddas med båda åtgärdsalternativen varför de ger en *viss positiv* effekt. Nollalternativet innebär en fortsatt erosion av tomterna och ges *viss negativ* bedömning.

| Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskning | |
|---|--------------|---|--------------|---|--------------|
|  | Viss negativ |  | Viss positiv |  | Viss positiv |

6.2.3 Ekonomisk hållbarhet

Inom den ekonomiska hållbarhetsdimensionen identifierades endast ett kriterium som inte bedömdes kunna återspeglas i KNA:n, se Tabell 11.

Tabell 11. Kriterier inom den ekonomiska hållbarhetsdimensionen tillsammans med utvärdering av alternativens påverkan.

| Ekonomisk hållbarhet | | | | | | |
|---|---|----------------|---|---------|---|--------------|
| Kriterier | Nollalternativet | | Sandfodring | | Stenskning | |
| Påbyggnadsmöjlighet och flexibilitet |  | Ingen påverkan |  | Positiv |  | Viss negativ |

Påbyggnadsmöjlighet och flexibilitet avser att fånga upp möjligheten att anpassa lösningarna efter framtida behov, samt under ett föränderligt klimat.

Nollalternativet bedöms inte ge någon påverkan på kriteriet.

Sandfodringen är en reversibel lösning, om sandfodringen inte fylls på efter ett tjugotal år kommer den nuvarande karaktären på havslinjen återfås. Man kan även bygga ut stranden ytterligare och få ett ökat skydd om det behovet uppkommer, vilket ger alternativet en *positiv* effekt.

Med en stigande medelvattenyta ökar krafterna på ett stenskydd, både direkt genom att högvattnen blir högre och indirekt genom att vågkrafterna mot skyddet ökar. På sikt behöver skyddet både höjas och förstärkas för att behålla sin funktion. Skyddet är påbyggnadsbart men på sikt blir skyddet skrymmande och problematiskt att underhålla, och alternativet bedöms därmed ha en *viss negativ* påverkan på parametern påbyggnadsmöjlighet och flexibilitet.

7. Analys och diskussion

I följande underkapitel redovisas resultat från såväl de tekniska utredningarna som från KNA och MKA.

I kapitel 7.1 ges en sammanfattning av utredningens resultat.

Kapitel 7.2 innefattar en diskussion om de huvudsakliga osäkerheterna som de olika utredningsstegen är behäftade med, och hur dessa kan påverka resultatet från denna studie. Kopplat till detta förs vidare resonemang om viktning av olika kriterier i kapitel 7.3.

7.1 Övergripande resultat

7.1.1 Tekniska lösningar

De kusttekniska studier som utförts visar att det område i Beddingestrand som, i någon betydande omfattning, är drabbat av kusterosion är relativt begränsat. En kustremsa på ungefär en kilometer, från Vaddklintsvägen i väster till Strandheden i öster uppvisar tydliga tecken på erosion. Den maximalt uppmätta erosionstakten uppgår till strax över 0,5 m/år mellan 1960 och 2020. Utöver att de sandiga stränderna flyttats bakåt har även strandsubstratet på delar av området förändrats och blivit grövre.

Denna utredning presenterar två huvudsakliga tekniska åtgärdsförslag som båda anses vara tekniskt genomförbara och kunna motverka ytterligare kusterosion i berörda områden inom den studerade tidsperioden. På längre sikt kan dock åtgärdernas kostnader komma att öka betydligt och framtida erosion kan leda till att skydden på sikt blir alltmer krävande att underhålla. Båda skydden utgör i föreslagen utformning tillståndspliktig vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken.

7.1.2 Kostnads-nyttoanalys

I kostnads-nyttoanalysen har två åtgärdsförslag analyserats, sandfodring och stenskonung. Skadekostnaderna har uppskattats på två olika vis,

- a) Skadekostnader baserade på skadade bostadshus och ett uppskattat medianvärde av dessa.
- b) Skadekostnader som utgörs av markförluster och lokala markvärden.

Analysen visar att om lönsamheten beräknas utifrån förlorade bostadshus är båda åtgärdsalternativen samhällsekonomiskt lönsamma, i de allra flesta utfall undantagen är med den högre diskonteringsränta på 3,5 % där en mindre andel utfall är olönsamma. Sandfodring har bäst lönsamhet oavsett val av

diskonteringsränta. Vidare visar kostnads-nyttoanalysen med lägsta försäljningsvärdet en olönsamhet för denna åtgärd och med den högre diskonteringsräntan. Det innebär att lönsamhetsberäkningarna är starkt kopplade till de faktiska värdena på hus i området. Detta kompliceras i framtiden av att åtgärdsbehovet sannolikt kommer att bli större, någon gång efter år 2060-2070, och det kan konstateras att utan åtgärder kommer husens värde sannolikt minska kraftigt.

Observera dock att det kan finnas ytterligare värden i området som skyddas genom åtgärderna som inte inkluderats som minskad turism, minskade rekreativsmöjligheter eller kostnader för skador på industri eller energiproduktion som innebär utebliven produktion.

Försäljningspriser på bostäder kan variera kraftigt utifrån bland annat konjunktur och efterfrågan. Detta innebär att beräkningarna av den samhällsekonomiska lönsamheten är uppskattade och inte en faktisk sanning. Marknaden mellan år 2015–2020 har inneburit ökande fastighetspriser vilket resulterar i att åtgärdskostnaderna blir relativt "lönsamma" att genomföra, och motsatt effekt skulle fås vid sjunkande eller stadiga bostadspriser. Därför har en känslighetsanalys med lägsta värdet på bostadshus vid försäljning genomförts som visar på lönsamhet för båda åtgärdsalternativen vid diskonteringsränta 1,4%, och för sandfodring med den högre diskonteringsräntan (3,5%). Beräkningen visar att marknadens skattning av bostadsvärdet i området påverkar lönsamheten av åtgärderna.

Känslighetsanalysen i avsnitt 5.4.1 visar att om lönsamheten i stället beräknas utifrån förlorat markvärde är ingen av åtgärderna samhällsekonomiskt lönsamma. Detta resultat indikerar att skyddsvärdet ligger i husen, och mer specifikt för hus med ett högt marknadsvärde, vilket kan beaktas vidare i en fördelningsanalys.

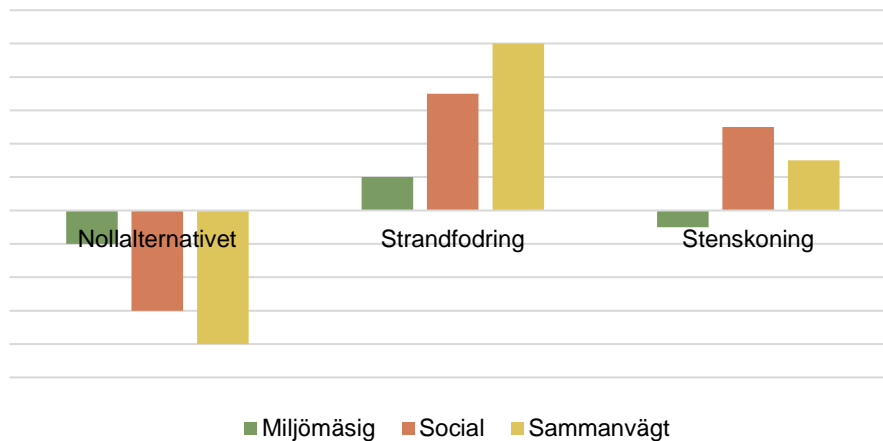
En samhällsekonomisk analys gör ingen skillnad på vem som får del av nyttor och vem som hanterar kostnaderna. Det är i ett beslut om en åtgärd därför viktigt är att göra en fördelningsanalys. Det vill säga hur nyttor och kostnader fördelar sig på olika grupper/branscher/sektorer i samhället. Det kan i föreliggande analys konstateras att avseende skadekostnader som uppstår är det fastighetsägarna som är de som har att vinna på åtgärder mot erosion.

7.1.3 Multikriterieranalys

För att visualisera utfallet från MKA:n har varje steg i bedömningssskalan tilldelats ett värde. Bedömningen viss positiv och viss negativ ges +1 respektive -1, samt positiv och negativ ges +2 respektive -2, utfallet ingen påverkan har inte getts någon poäng. Vid utvärdering av resultat från multikriterieanalyser sker ofta en viktning, där enskilda parametrar tillåts väga tyngre än andra. Viktning av resultaten diskuteras vidare i kapitel 7.3.

I Figur 15 illustreras utfallet, som tydligt visar att det sammanvägda resultatet av multikriterieanalysen har ett positivt utfall för båda åtgärdsalternativen. Figuren visar samtidigt att sandfodring är det åtgärdsalternativ som ger mest positivt utfall och att nollalternativet har negativa konsekvenser för såväl miljön som för sociala aspekter av Beddingestrand.

Utfall av MKA



Figur 15. Sammanvägt resultat från MKA inom respektive hållbarhetsdimension samt för respektive åtgärdsalternativ. I gult (stapeln längst till höger för respektive åtgärdsalternativ) visar den sammanvägda bedömningen.

Utifrån de sociala effekterna är båda åtgärdsalternativen övervägande positiva, medan nollalternativet är tydligt negativt. Det är tillgången, bevarandet och nyttjandet av strandlinjen som bidrar till ett positivt resultat.

Ut miljömässig synpunkt ger sandfodring ett positivt utfall, medan stenskonig och nollalternativet har svagt negativa utfall. Sandfodring rangordnas högre till följd av att åtgärdsalternativet bedöms skydda befintliga habitat och återskapa livsmiljöer som till följd av erosion gått förlorade på platsen.

Bedömningen av stenskoningens påverkan på fastställda kriterier har i viss utsträckning utförts utifrån antagandet om att skyddet upprättas som ett konventionellt skydd utan omfattande naturanpassning. Eftersom platsen delvis idag redan är stenig förefaller det möjligt att designa ett erosionskydd i sten som genom naturanpassning även kan bevara och förstärka de miljömässiga värden som finns på platsen idag.

7.2 Osäkerheter

7.2.1 Markförlustmodell

Flera av de resonemang som ligger till grund för denna utredning bygger på den konceptuella modell som Bruuns lag utgör. Modellen är enkel och robust men samtidigt endast giltig under särskilda förhållanden, t.ex. under antagande om att hela strandprofilen utgörs av sand. Beddingestrands kust är stening, både ovan och delvis under vattenytan, vilket medför att Bruuns lag sannolikt inte på ett tillfredsställande sätt kan beskriva hur kusten kommer förändras över tid. Mycket forskning pågår för att ta fram modeller som tar hänsyn till exempelvis begränsad sedimenttillgång och blandade sedimenttyper (t.ex. moränkuster).

I brist på mer lämpliga modeller har Bruuns lag applicerats i detta projekt eftersom det ger en fingervisning om vilken erosionstakt som kan förväntas

under de närmsta decennierna, och för att kunna sätta ett pris på förlorad mark och skadade byggnader.

7.2.2 Klimatförändringar

En förutsättning inför framtagandet av åtgärdsförslag och tillhörande analyser har varit att tidshorizonten ska vara cirka 50 år. Markförlustmodellen ger ett förhållandevis kraftigt utslag på stigande medelvattenyta, och med stora ökningar av medelvattenståndet är troligt att markförlusten överskattas.

På kort sikt visar de olika klimatscenerierna i IPCC (2019) god samstämmighet, men osäkerheterna kring vilket medelvattenstånd som kan förväntas blir större ju längre tidshorizont som studeras. Dessa osäkerheter fortplantar sig vidare i markförlustmodellen och med ökad tidshorizont blir det än svårare att uttala sig om beräkningarnas giltighet.

7.2.3 Bostadsmarknad

Utöver att konjunkturen och efterfrågan spelar roll, finns det ytterligare osäkerheter förknippade med den samhällsekonomiska kalkylen. Skadekostnaderna i kalkylen baseras på dagens marknadsvärde där utgångsläget är att befolkningen generellt värderar erosionsrisken lågt, eller inte alls, vid köp av hus. När kunskapen om risker kopplade till kusterosion ökar i samhället kommer bostadsvärdena sannolikt att sjunka i områden med särskild risk för framtida erosion.

Vidare är det av intresse att beakta hur bostadspriserna förändras kopplat till genomförande av skyddsåtgärder. I det fall en åtgärd inte genomförs är det sannolikt att marknadsvärdet av bostäder i riskutsatta områden minskar succesivt med tilltagande erosion. Troligen är effekterna av en åtgärd att bostadspriserna förblir opåverkade. Detta gäller dock enbart till dess att åtgärden inte längre har en skyddande effekt. Dessa aspekter leder till slutsatsen att kostnads-nyttanalys med fördel bör återupprepas i framtiden, eftersom andra förhållanden på bostadsmarknad råder och när kostnaderna för åtgärder kan ha förändrats.

Det ska poängteras att de taxeringsvärden som ligger till grund för beräkning av skadekostnader sett till markvärde, avsnitt 5.4.1, är ett medelvärde för hela Trelleborgs kommun. De kustnära fastigheterna har sannolikt ett mycket högre taxeringsvärde. Om högre taxeringsvärden hade antagits i den samhällsekonomiska kalkylen hade lönsamheten för olika skyddsåtgärder ökat, men den inbördes rangordningen av åtgärdsförslagen hade förblivit opåverkad.

7.3 Viktning

I MKA:n har som tidigare nämnts betydelsen av de olika ingående kriterierna inte viktats utan alla har tilldelats lika stort värde.

Ett exempel på parametrar som ofta viktas högt i infrastrukturprojekt är koldioxidavtrycket. I denna utredning har endast en mycket övergripande bedömning av de förväntade koldioxidutsläppet gjorts, där båda åtgärdsalternativen har bedömts leda till viss negativ påverkan på detta kriterium. I praktiken leder sannolikt även nollalternativet till utsläpp då det exempelvis på sikt leder till att hus skadas och att det uppstår avfall som behöver hanteras. En djupare analys av koldioxidavtrycket skulle i studiens nuvarande utformning inte ändra utfallet av MKA, men om viktning ökar

betydelsen av denna parameter skulle fördjupade studier ge ett bättre beslutsunderlag och eventuellt kunna påverka slutresultatet.

Ytterligare en aspekt som bedöms vara intressant att diskutera kopplat till viktning är översvämningensrisken. Sweco har tidigare utrett flera olika utformningar av översvämningsskydd i Beddingestrand, där ett av alternativen utgörs av en skyddsvall som löper från Vipphögsvägen i väster till Beddingestrandhed i öster. Detta skyddsalternativ har dock inte bedömts vara samhällsekonomiskt lönsamt då relativt få byggnader drabbas av översvämning och att anläggningskostnaden är betydande. Om inga åtgärder mot erosion genomförs, och kusten tillåts backa ytterligare kommer den mark inom vilken översvämningssvallen är tilltänkt att försvinna. De åtgärder mot erosion som föreslås i denna utredning är en viktig förutsättning för att på sikt även kunna skydda Beddingestrand mot översvämning, även om dessa lösningar inte uppvisar någon lönsamhet idag.

8. Rekommendation

Den sammanvägda bedömningen ger ett tydligt utfall; sandfodring är den åtgärd som, för den studerade tidsperioden, är mest hållbar ur såväl ett miljömässigt som socialt perspektiv. Under förutsättning att husvärden inkluderas i beräkningen visar även kostnads-nyttoanalysen att sandfodring är lönsamt att genomföra. Swecos rekommendation är således att Trelleborgs kommun arbetar vidare med detta alternativ.

Resultatet av kostnads-nyttoanalysen visar att åtgärderna inte är lönsamma om endast markvärdet beaktas, även privata byggnader behöver värderas för att lönsamhet ska uppnås. Möjligen kan denna slutsats peka mot att det ur en kommunal synvinkel inte är lönsamt att investera i erosionskydd utan samfinansiering med fastighetsägare. Hur en sådan fördelning skulle kunna se ut behöver utredas vidare och den kommunala nyttan av åtgärderna behöver specificeras tydligare. Exempelvis är badstranden Pärlan en betydelsefull destination för andra kommuninvånare och troligen även viktig för turism.

För tillfället pågår flera forskningsprojekt, bland annat på SGI, för att öka kunskapen kring hur kustens morfologi kan komma att påverkas av klimatförändringar. Trots att denna utredning enbart fokuserar på ett, i planeringssammanhang, relativt kort tidsperspektiv (50 år) är det mycket svårt att förutspå kustens framtida utveckling. Erosion- och ackumulationsmönstren längs sydkusten beror förhärskande vindriktningar och stormintensitet, vilket är omöjligt att förutse.

Tidigare studier, bland annat i Helsingborgs kommun, har visat att naturanpassade och småskaliga åtgärder mot erosion är effektiva. Förståelsen för hur våra kuster kan och bör klimatanpassas är delvis beroende av att åtgärder genomförs och att effekten av dem studeras. För att sänka kostnader kopplade till åtgärderna kan exempelvis andra material såsom tång och alger kombineras med andra material, men även muddermassor från lokala hamnar kan med fördel nyttjas.

En ytterligare betydelsefull omständighet att beakta är den juridiska flexibiliteten. Båda åtgärdsalternativen som presenteras i denna rapport utgör tillståndspliktiga vattenverksamheter enligt 11 kap. miljöbalken. Med vissa typer av vattenanläggningar kan både rättighet och skyldighet att underhålla anläggningen följa med ett tillstånd. De juridiska förutsättningarna bör utredas utförligt inför val av skyddsstrategi så att inte kommunen förbinder sig att skydda ett område som på sikt inte är lönsamt ur ett kommunalt perspektiv.

Referenser

- Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A., & Weimer, D. (2011). *Cost-benefit analysis; Concepts and practice. 4th Edition*. Upper Saddle River New Jersey: Pearson/Prentice Hall.
- Boverket. (den 19 11 2022). *ESTER – verktyg för kartläggning av ekosystemtjänster*. Hämtat från www.boverket.se:
<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/verktyg/ester/>
- Hemnet. (den 27 04 2022). *Slutpriser för bostäder, utdrag från fastighetsprisregistret*. Hämtat från
https://www.hemnet.se/salda/bostader?location_ids%5B%5D=898990
- IPCC. (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. IPCC.
- Naturvårdsverket. (2003). *Konsekvensanalys steg för steg: handledning i samhällsekonomisk konsekvensanalys för Naturvårdsverket*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- SCB. (2021d). *Taxeringsvärden per kommun 2020*.
- SCB. (2021e). *Kvadratkilometer per kommun*.
- SGI. (2006). *Strandfodring - Skydd av kuster mot erosion och översvämning*.
- SGI. (den 01 01 2022). *Vågdataportalen v.2*. Hämtat från
<https://gis.swedgeo.se/vagmodell/>
- SGU. (2020). *Kustnära sedimentdynamik, SGU Rapport 2020:04*. Uppsala.
- SGU. (2021). *Fysiska och dynamiska förhållanden längs Skånes kust - underlag för klimatanpassningsåtgärder*. SGU.
- Skatteverket. (den 23 03 2021). *Taxeringsvärde*. Hämtat från
<https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/edition/2021.5/3438.htm#h-Taxeringsvardet-ska-motsvara-75-procent-av-marknadsvardet>
- Stern, N. (2006). *The Economics of Climate Change - the Stern Review*. Cambridge University press.
- Sweco. (2021). *Kostnadsnyttoanalys för översvämningsskydd Beddingestrand*.
- Sweco. (2021a). *Översiktlig nationell riskkostnadsanalys av ras och skred, översvämningar och erosion*.
- Sweco. (2022). *Teknisk PM - Kustskydd Trelleborgs hamn - Angrepp och evakueringsväg*.
- Sweco. (2022). *Åtgärdsvalsanalys för översvämningsskydd i Beddingestrand*.
- Trafikverket. (2020). *Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7*. Hämtat från <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/gallande-forutsattningar-och-indata/>

- Trelleborgs kommun. (2016). *Översiktlig marinbiologisk kartläggning av Trelleborgs havsvatten*. Trelleborg: Samhällsbyggnadsförvaltningen 2016, Avdelning Hållbar Utveckling.
- Trelleborgs kommun. (2022). *Samrådsredogörelse - Tematiskt tillägg till Trelleborgs översiktsplaner - Stigande hav och översvämning*. Trelleborg.
- Trelleborgs kommun. (2023). *Tematiskt tillägg till Trelleborgs översiktsplaner - Stigande hav och översvämning*. Trelleborg.
- UNDP. (den 21 11 2022). *Globala målen, UNDP i Sverige (United Nations Development Programme)*. Hämtat från <https://www.globalamalen.se/>
- Verhagen, H. J. (1992). Method for artificial beach nourishment. *International Conference on Coastal Engineering*. Venedig.