

Erosionsutredning

För Glommens hamn, Falkenbergs kommun



Förord

Denna erosionsutredning är en förstudie som har utarbetats av AFRY (ÅF-Infrastructure AB) i dialog med Falkenbergs kommun och berör området intill Glommens hamn inför framtagandet av en ny detaljplan. Utredningen syftar till att utgöra underlag för bedömning av erosionsrisker, åtgärder och dess översiktliga kostnader. Detaljplanen syftar till att möjliggöra för bostäder, hotell och utveckling av Glommens hamn.

Titel	Erosionsutredning för Glommens hamn, Falkenbergs kommun
Beskrivning	Dokumentet utgör underlag till detaljplan för Glommens hamn, Falkenbergs kommun.
Utgivningsdatum	2024-11-21
Utgåva	1.0
Beställare	Falkenbergs kommun
Projektorganisation	AFRY i dialog med Falkenbergs kommun Uppdragsledare: Anna Collin Handläggare: Amelia Thelandersson & Maria Mäcks Granskare: Christin Eriksson och Walter Gyllenram
Figurer och fotografier	AFRY där inget annat anges.
Kartor	Kartfigurer är hämtade från Scalgo Live 2024 där inget annat anges.

Sammanfattning

AFRY har fått i uppdrag av Falkenbergs kommun att utföra en miljökonsekvensbeskrivning (separat rapport) där en erosionsutredning med framtida medelvattennivåhöjning i havet ingår (föreliggande förstudie). Syftet med erosionsutredningen är att göra en bedömning av planområdets lämplighet för ny bebyggelse med avseende på risken för erosion till följd av stigande medelvattennivåer och framtida extrema vattenstånd. Detta kan orsaka en förändrad strandlinje som i sin tur kan påverka närliggande bebyggelse.

I den här förstudien görs bedömningar av erosionspåverkan på planområdet i form av utredning av erosionsrisken längs närliggande kustområde, dvs strandlinjens känslighet för erosion i samband med framtida medelvattennivåhöjning. För att göra denna bedömning jämförs historiska flygfoton med SGU:s bedömning av erosionsförhållandena samt utlåtande från geotekniker vid ett platsbesök i maj 2024. Närmast planområdet finns Glommens hamn med hårdgjorda kajkanter vilka inte är känsliga för erosion.

Norr respektive söder om Glommens hamn finns två strandområden som bedöms som känsliga för erosion. Beräkningar av framtida kustlinje på dessa två strandområden utförs med hjälp av Bruuns teori. Med hjälp av denna teori fås värden på erosionstakter och potentiell ny placering av kustlinjen. Beräkningar med Bruuns teori är konservativa och resultaten från utredningen bör därför bedömas som ett värsta fall. Erosion inducerad av stigande medelvattennivå bedöms komma att påverka bebyggelse i Glommen. Själva planområdet bedöms inte påverkas direkt av erosion, utan bedöms påverkas indirekt av att erosion kan komma att hindra framkomligheten på Glumstensvägen såvida inga åtgärder vidtas. Glumstensvägen bedöms kunna vara strukturellt påverkad av erosion redan år 2040.

De åtgärder som föreslås rekommenderas för att bibehålla framkomlighet till planområdet (i hamnen) och minska riskerna för akut erosion som uppstår vid extrema vattenstånd. Medelvattennivåerna som används i beräkningar baseras på år 2130 (antaget 97 cm) men åtgärder rekommenderas att implementeras så snart som möjligt. Redan idag förekommer översvämningar som konsekvens av tillfälliga extrema vattenstånd framför allt i områden närmast stränderna och som störst vid södra stranden, bland annat i samband med några av höststormarna 2023. I takt med stigande medelvattennivå blir det sannolikt mer frekvent med dessa företeelser.

För att skydda framkomligheten till planområdet mot kronisk (långsiktig) erosion rekommenderas i första hand släntskoning av Glumstensvägen. Etablering av en vall bedöms också skydda den erosionspåverkade framkomligheten och skulle även kunna skydda bebyggelse nedanför Glumstensvägen, närmare strandlinjen. Åtgärdsförslagen kan endast potentiellt skydda mot kronisk erosion och viss akut erosion men inte den akuta erosion som uppstår vid extrema händelser av högvatten, starka vågor etc. Genom att vidta åtgärder för att förhindra den erosionspåverkan som riskerar att äventyra framkomligheten på Glumstensvägen möjliggörs planerad byggnation i planområdet.

Innehåll

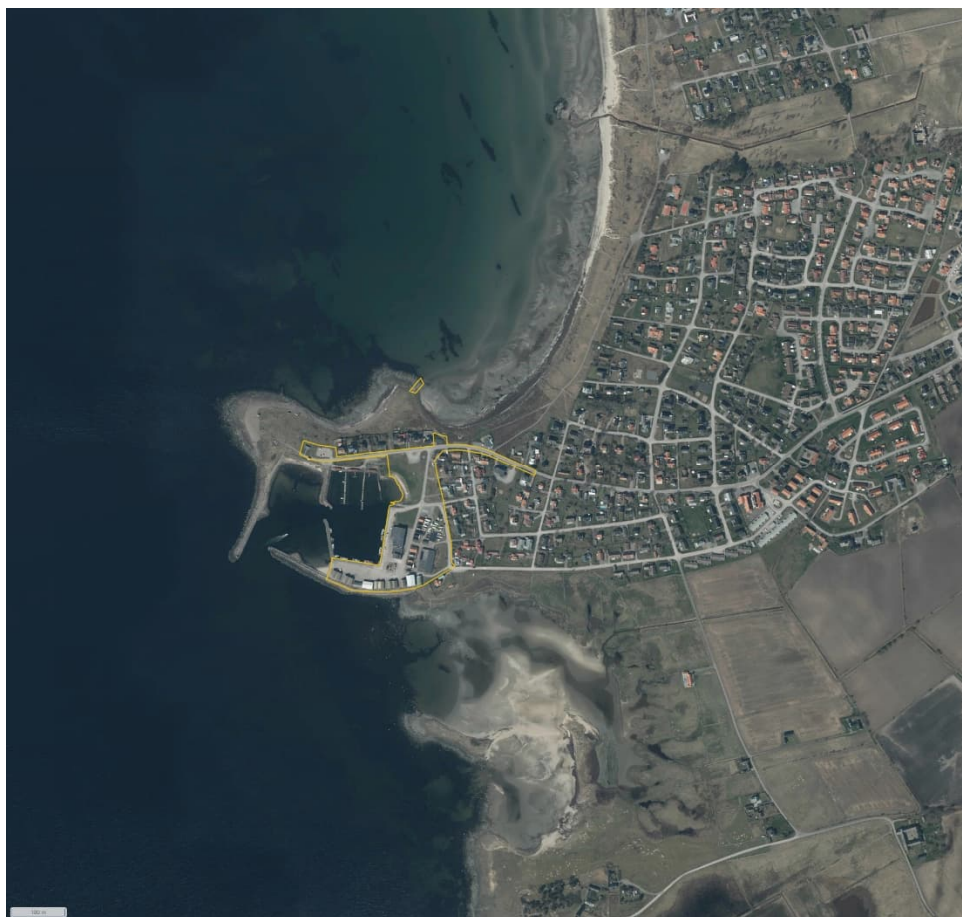
Sammanfattning.....	3
1 Bakgrund	5
2 Erosionsförhållanden	6
2.1 Jordarter och SGU:s erosionsbedömning	6
2.2 Områdesbeskrivning.....	7
2.2.1 Norra området.....	8
2.2.2 Södra området	13
3 Framtida medelvattennivå.....	17
3.1 Klimatscenarier	17
3.2 Analyserade medelvattennivåer.....	18
4 Beräkning av framtida kustlinje.....	19
4.1 Bruuns teori.....	19
4.2 Områden.....	20
5 Bedömning av erosion	22
5.1 Resultat	22
5.2 Framtida erosionsrisk	23
5.2.1 Norra området.....	24
5.2.2 Södra området	24
5.3 Planområdets påverkan av erosion.....	25
5.4 Diskussion metodik	25
6 Potentiella lösningar och kostnadsuppskattning.....	26
6.1 Mjuka lösningar.....	26
6.2 Hårda lösningar.....	27
6.3 Bedömning och kostnader	27
7 Referenser	31

1 Bakgrund

Planenheten i Falkenbergs kommun har i uppdrag att ta fram en ny detaljplan för Glommens hamn (Figur 1-1). Huvudsyftet med den nya detaljplanen är att möjliggöra en utveckling av Glommens hamn. Utvecklingen görs för att öka möjligheterna att komplettera befintlig småbåtshamn och fiskehamn med mer verksamheter inom besöksnäring. Dessa verksamheter kan exempelvis vara restaurang, handel, hotell, vandrarhem eller liknande. Syftet är även att pröva förutsättningar för kompletterande bostadsbebyggelse.

Detaljplanen har bedömts kunna innebära betydande miljöpåverkan och AFRY har fått i uppdrag av Falkenbergs kommun att utföra en miljökonsekvensbeskrivning (separat rapport) där en erosionsutredning med framtida medelvattennivåhöjning ingår (föreliggande förstudie). I den beställningen ingick även en översvämningutredning som genomförts och som en del av informationen i den här utredningen är hämtad från (klimatscenarier och medelvattennivåhöjning). Syftet med erosionsutredningen är att göra en bedömning av risken för erosion till följd av stigande medelvattennivåer och framtida extrema vattenstånd som kan påverka planområdets lämplighet för ny bebyggelse.

I enlighet med vägledningen framtagen av Statens Geologiska Institut (SGI, 2023) utreds området med syfte att kartlägga förutsättningarna (risken) för erosion, erosionens påverkan på kusten samt vilka skydd som redan finns i området. I tillägg utreds även vilka skydd som kan komma att behövas för att minska erosionsrisken och därefter bedöms påverkan från framtida medelvattennivåer.



Figur 1-1: Glommens hamn med preliminär planområdesgräns i gult (daterad 2024-06-07).

2 Erosionsförhållanden

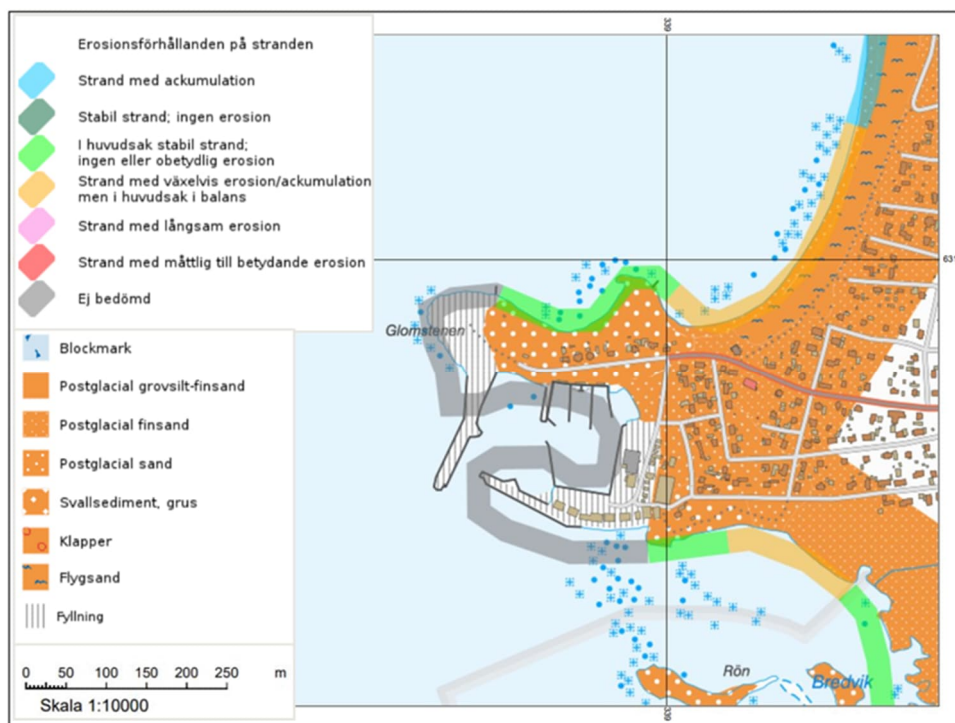
Följande kapitel beskriver erosionsförhållandena utifrån underlag från SGU (avsnitt 2.1) samt platsbesök 2024-05-17 och presenteras för utredningens områden, norra respektive södra (avsnitt 2.2). Vid platsbesök deltog en oceanograf och en geotekniker, okulär bedömning av material och erosionsrisk gjordes av geotekniker.

2.1 Jordarter och SGU:s erosionsbedömning

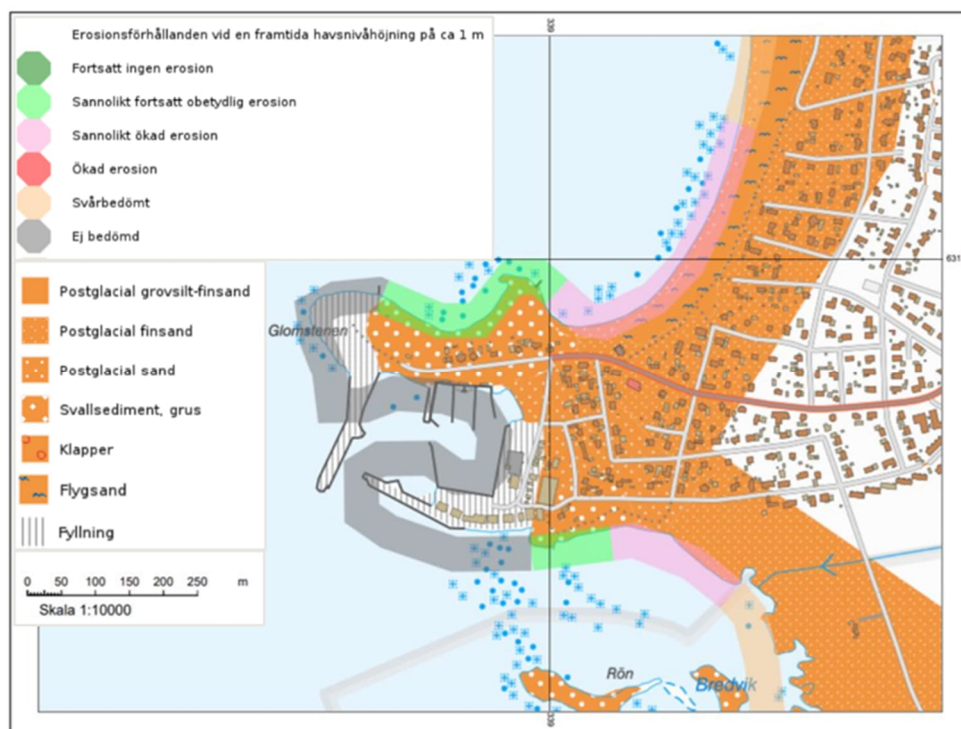
Information om jordarter och erosionsrisk är hämtad från SGU:s kartvisare (Sveriges Geologiska Undersökning, 2024) för dagens erosionsförhållanden (Figur 2-1) och framtida erosionsförhållanden vid en medelvattennivåhöjning på 1 meter (Figur 2-2). Kustområdet består av flygsand, postglacial finsand och sand, svallsediment, grus och själva hamnen är fyllningsmaterial.

Området bedöms för närvarande i huvudsak vara i balans, dvs att varken en påtaglig erosion eller ackumulation av sand har noterats. Det finns dock några delar av stränderna norr respektive söder om hamnområdet där erosion eller ackumulation förekommer växelvis (Figur 2-1). De områden som idag bedöms växelvis bestå av erosion/ackumulation är de områden som i framtiden sannolikt kommer utsättas för ökad erosion, jämför Figur 2-1 och Figur 2-2. Dessa partier sammanfaller med de strandområden som består av postglacial sand och finsand vilka utreds vidare i denna förstudie.

Både hamnen och piren är områden som anges som fyllningsmaterial och markeras som "ej bedömd" erosionsrisk i SGU:s karta för både nuvarande (Figur 2-1) och framtida (Figur 2-2) förhållanden. Den befintliga hamnen består av hård kajkant och piren norr om hamnen består av grovt (sten-) material. Dessa delar kommer därmed inte bedömas vidare i denna utredning eftersom de inte innehåller någon erosionsrisk.



Figur 2-1: Karta över jordarter och dagens erosionsförhållanden i området (Sveriges Geologiska Undersökning, 2024). Längs befintlig hamn (hård kajkant) och erosionssäker pir anges "ej bedömd", dessa områden bedöms inte utgöra någon erosionsrisk eftersom det är hårda konstruktioner.



Figur 2-2: Karta över jordarter och framtida erosionsförhållanden bedömt av SGU vid en medelvattennivåhöjning på ca 1 m (Sveriges Geologiska Undersökning, 2024). Längs befintlig hamn (hård kajkant) och erosionssäker pir anges "ej bedömd", dessa områden bedöms inte utgöra någon erosionsrisk eftersom det är hårda konstruktioner.

2.2 Områdesbeskrivning

De områden som undersöks är de som av SGU bedöms ha en sannolik ökning av erosion vid framtida medelvattennivåhöjning, de rosa banden i Figur 2-2. Hamnområdet där bebyggelse planeras bedöms inte riskera att eroderas. Hamnen omges av två vågbrytare som består av sprängsten. Kajkonstruktionen består av spont med betongpålar slagen och förankrad i berg samt med en gjuten platta längs kanten. Kajkonstruktionen är bakåtförankrad med dragstag och ankarplatta. Bakom kajen är det uppfyllt med sprängsten. Ytan innanför är täckt av asfalt. Fyllningar inom hamnområdet bedöms bestå av naturligt friktionsmaterial, hämtat från trakterna omkring hamnen vid hamnens uppförande kring 1915.

Planområdet kommer därmed inte bedömas direkt utan i stället utreds den eventuella indirekta påverkan från erosion av omkringliggande strandområden. De områden som utreds för direkt påverkan av erosion är stränderna norr respektive söder om hamnområdet. Hädanefter kallas dessa just norra området respektive södra området och redovisas separat.

Vid de båda stränderna är de första hårdgjorda ytorna vägar eller bostadshus. Vägarna bedöms inte vara erosionståliga eller vara hårdgjorda på ett sätt som hindrar en framtida erosion.

I dag förekommer översvämningssproblematik i området. Vid extrema vattenstånd som tex inträffade under hösten 2023 (SMHI, 2024) påverkas en del av landområdena närmast stränderna. Just under extremvattenstånden den hösten nådde vattennivåerna från södra stranden upp mot en bostadsfastighets entrétrappa på Breviksvägen 5 (Personlig kontakt, 2024). Vid norra stranden förändrades vattennivån mindre, någon decimeter, och nådde inte upp till någon fastighet.

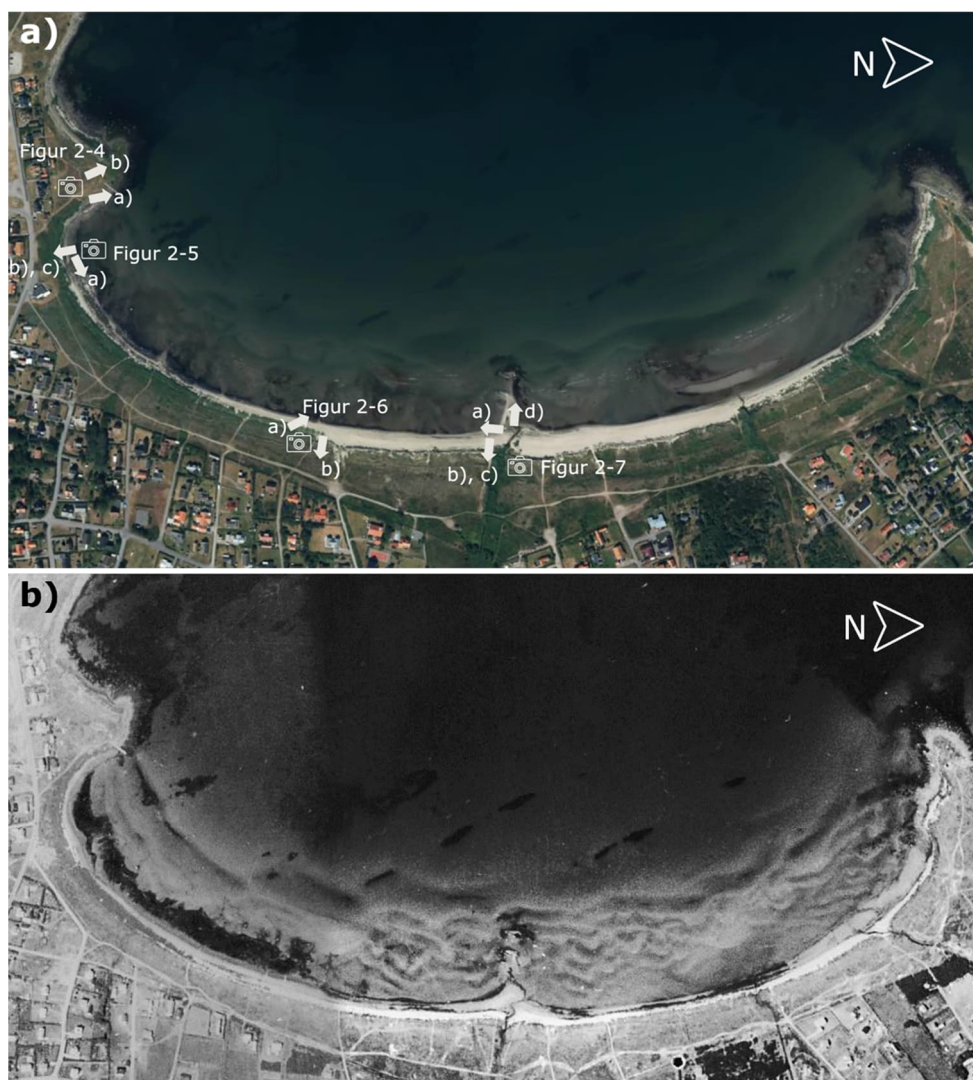
2.2.1 Norra området

Norra området bedöms vara en måttligt exponerad strand enligt riktlinjer definierade av Mangor o.a. (2017). Stranden är 10–20 meter bred och gränsar till ett område med vegetation som skiljer stranden från den relativt nära bebyggelsen.

För att bedöma erosionsbenägenheten jämförs nuvarande utbredning av stranden (Figur 2-3 a) med utbredningen för ungefär 50 år sedan (Figur 2-3 b) tillsammans med geoteknisk okulär bedömning vid platsbesök 2024-05-17. Stranden har inte märkbart eroderats under denna tid. De norra och södra delarna av denna strand har blivit något smalare medan mitten av stranden är något bredare.

I den norra delen av stranden finns en udde. Uddar av detta slag gör att vågor bryts och vågenergin koncentreras på vardera sida av udden. Därför slås mer sand loss och kustparallella strömmar förflyttar denna. Ansamlingen i mitten av stranden, där Figur 2-7 är markerad i Figur 2-3a, bedöms bero på att det finns hårdare, klippliknande, botten i detta område som stoppar sandtransporten, synligt i Figur 2-7d. Det finns även en ansamling stora stenar som bedöms kunna påverka sandtransporten något söderut vilket visas i Figur 2-6.

Stranden har även en viss bildning av dyner, med högre dyner norrut (Figur 2-6b) som sedan blir flackare söderut (Figur 2-4 och Figur 2-5). Dynerna kan eventuellt utgöra ett erosionsskydd eftersom den i viss mån bedöms kunna fylla på det eroderade materialet. Den södra udden består av består av grövre material såsom sten och har även en hårdgjord pir (Figur 2-4).



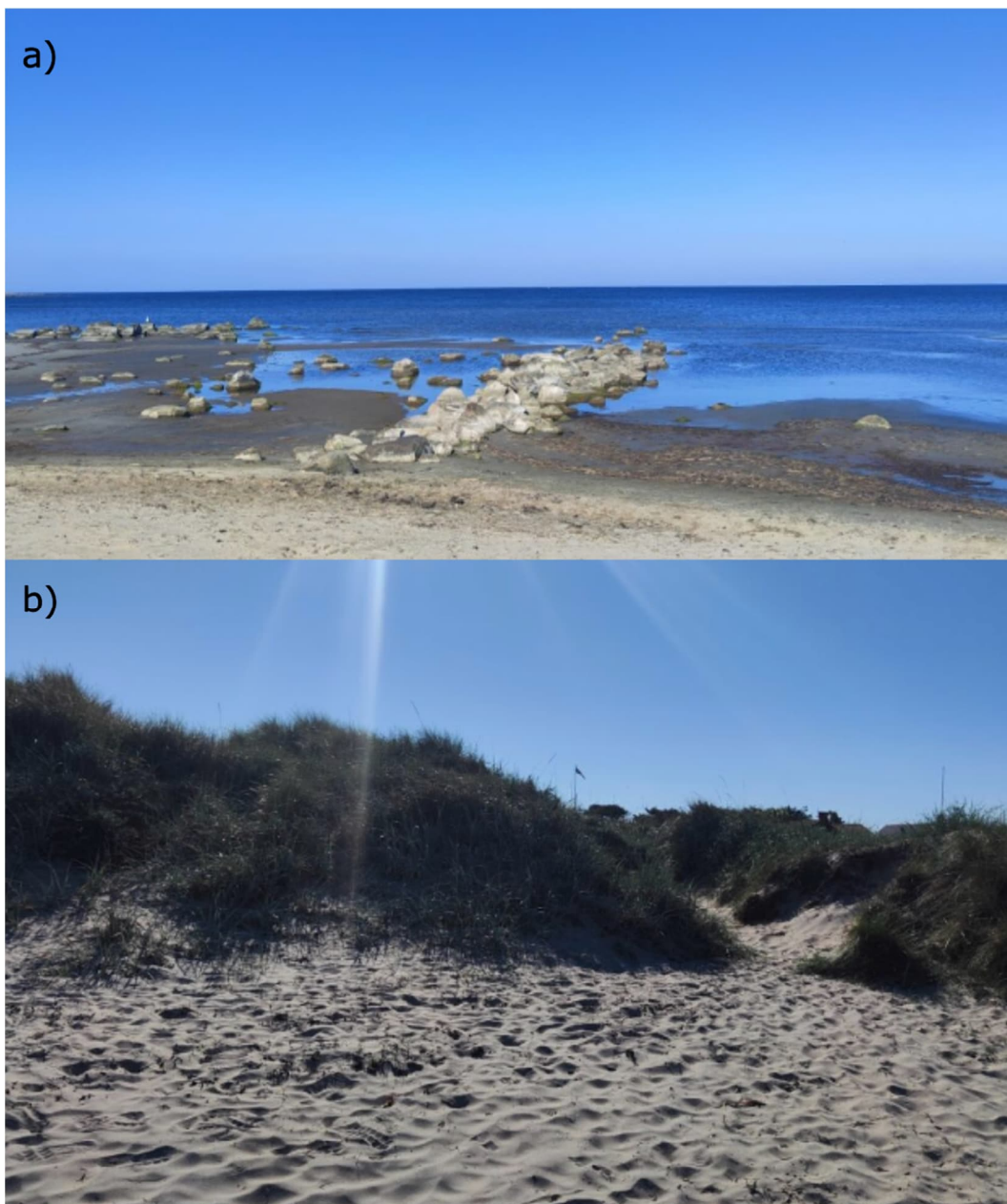
Figur 2-3: Flygfoto på den norra stranden från åren a) 2018–2020 och b) 1955–1968 (Eniro, 2024). Norr är markerat i båda figurer. I a) är platserna där bilderna från platsbesöket är tagna markerade, med respektive figurnamn. Riktningen som bilderna är tagna i är markerad med pilar.



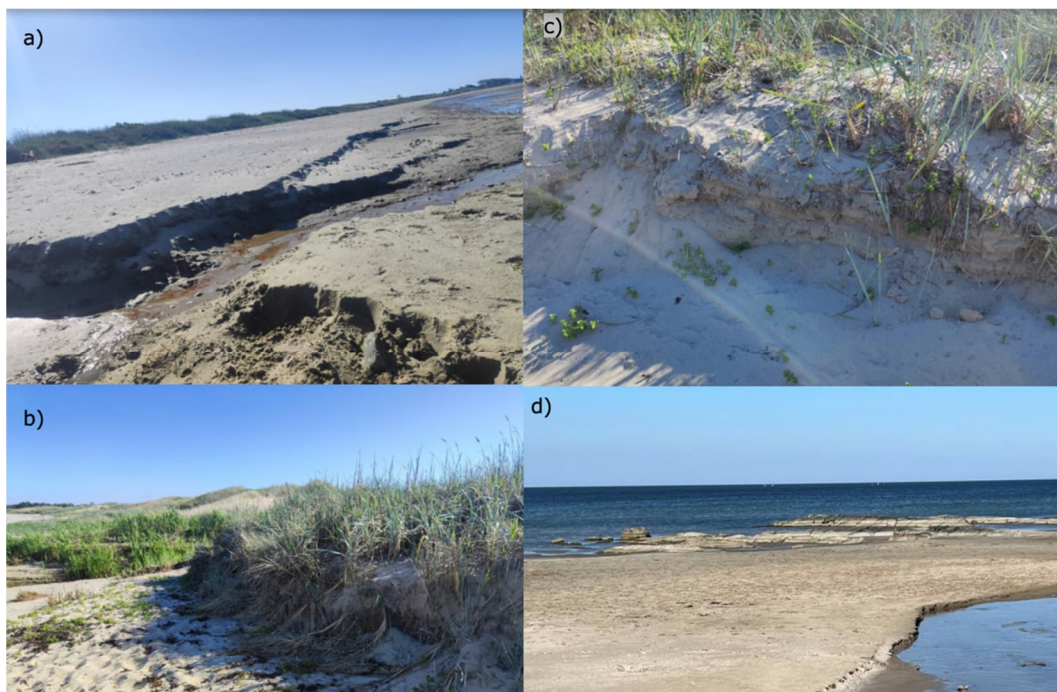
Figur 2-4: Bilder tagna under platsbesök i Glommen och visar den södra udden på den norra stranden och a) vilka material de består av samt b) piren på den södra udden. Platserna de är tagna på är markerade i Figur 2-3a.



Figur 2-5: Bilder tagna under platsbesök i Glommen. a) visar tångutbredningen på stranden, alltså hur högt vattnet har nått, samt att vid extremvatten har växtligheten högre upp på stranden försvunnit men nu återetableras. Detta fenomen visas tydligare i b) och c) där exponerade rötter av växtligheten syns och att det uppstått nya skott där det tidigare försvunnit. Platserna de är tagna på är markerade i Figur 2-3a.



Figur 2-6: Bilder tagna under platsbesök i Glommen som visar a) en stenkonstruktion med ansamling av sand söder om konstruktionen (till vänster i bild) och b) hur stranden ser ut mot land ifrån denna konstruktion. Det är en dyn med växtlighet som jämfört med Figur 2-5 är mindre flack och har nyligen tillförd torr sand, vilket tyder på att vattnet inte når lika högt på denna plats. Platserna de är tagna på är markerade i Figur 2-3a.



Figur 2-7: Bilder tagna under platsbesök i Glommen. I a) visas hur sanden fallit av och därmed hur erosion skett vid olika vattenstånd. I b) och c) visas hur vattnet tidigare nått upp till dessa positioner och lett till förstörelse av vegetation och följande avfallande sand runt exponerade rötter. I d) ses de klippor som noteras i Figur 2-3 vilka stoppar vågenergi och tillåter ackumulering på denna plats. Platserna de är tagna på är markerade i Figur 2-3.

2.2.2 Södra området

Södra området består främst av vegetation och har mycket lite sandstrand (Figur 2-8). Vid platsbesök 2024-05-17 bedömdes (preliminärt) att stranden utgörs av finsand ställvis med ytligt förekommande sten och block samt gräsbeklädd hagmark med ytlager av mulljord i direkt anslutning till stranden (Figur 2-9, Figur 2-10, Figur 2-11). Närmare planområdet består stranden av grövre material och har hårdgjorda ytor, se Figur 2-9. Figur 2-10 visar hur stranden övergår till åkermark och aktivt eroderas vid tillfälliga högre vattenstånd, som exempelvis det som visas i Figur 2-11.

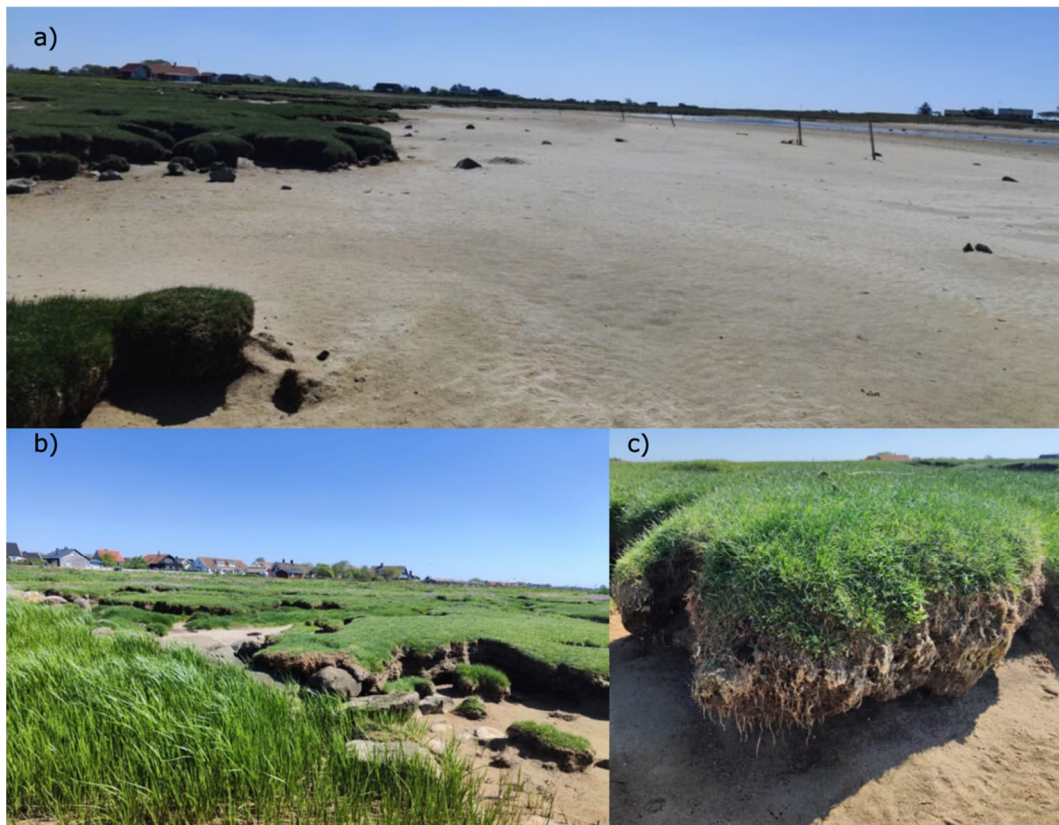
Detta är en typisk karaktär för en skyddad kust som i detta fall bedöms bero på att geologin i området har skapat en delvis isolerad vattenmassa som skyddar kusten (Mangor, Drønen, Kærgaard, & Kristensen, 2017). Denna strand är flack och distansen till bebyggelse är längre än i det norra området. Denna typ av kust bedöms inte utstå stor risk för erosion men en medelvattennivåhöjning kan försätta hela området under vatten. I Figur 2-8 kan nuvarande strand a) jämföras med b) som visar strandens utbredning ungefär 50 år tidigare för att bedöma erosionsbenägenheten. Bedömning av detta område är svår på grund av färgskalan i det historiska fotot. Det kan dock noteras att sandformationerna har förändrats.



Figur 2-8: Flygfoto på den södra stranden från åren a) 2018–2020 och b) 1955–1968 hämtade från Eniro 2024. Norr är i båda figurer markerat. Platserna där olika bilder presenterade i Figur 2-9-Figur 2-11 tagits är markerad i a) tillsammans med riktningen den tagits i.



Figur 2-9: Bilder tagna under platsbesök i Glommen. Översta delen av den södra stranden visas här och hur den består av grövre stenar, a) och att en hårdgjord yta är etablerad i b). Platserna de är tagna på är markerade i Figur 2-8.



Figur 2-10: Bilder tagna under platsbesök i Glommen. Hur sand övergår till åkermark vid den södra stranden visualiseras i dessa bilder. Hur vattnet fränt in under gräset och även skadat tillväxt visas i b) och c). Platserna de är tagna på är markerade i Figur 2-8.



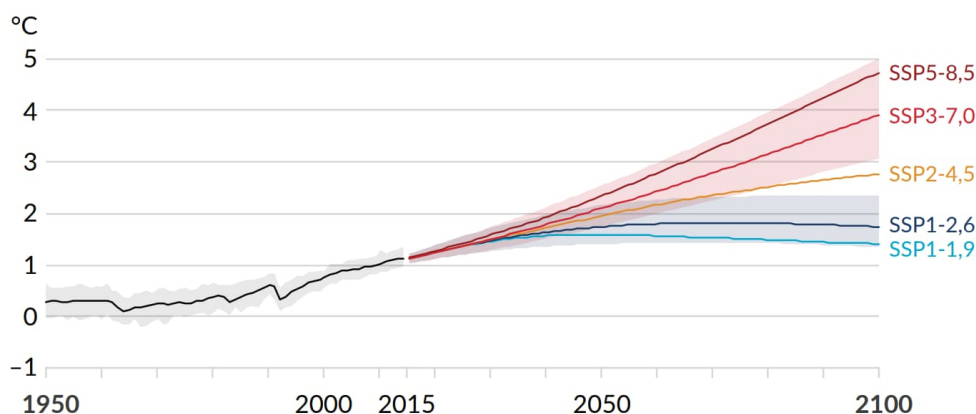
Figur 2-11: Bild hämtad från SGU:s kartvisare (Sveriges Geologiska Undersökning, 2024). Tagen i punkt markerad i Figur 2-8, bilden är tagen norrut.

3 Framtida medelvattennivå

Utifrån IPCC:s klimatscenarier som presenteras i avsnitt 3 har det framtida medelvattennivån som används i analysen av erosionsrisk valts (avsnitt 3.2).

3.1 Klimatscenarier

FN:s klimatpanel IPCC har i den sjätte utvärdering av kunskapen om klimatets förändring (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 2022) redogjort för beräknade klimatförändringar utifrån olika scenarier över hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden. Scenarierna beskriver olika socioekonomiska utvecklingsvägar och kallas Shared Socioeconomic Pathway (SSP) scenarier. I Figur 3-1 visas hur den globala medeltemperaturen förväntas utvecklas för de olika SSP scenarierna från ett scenario med mycket låga växthusgasutsläpp (SSP1-1.9) till ett scenario med mycket höga utsläpp (SSP5-8.5).



Figur 3-1: Förändring i global medeltemperatur jämfört med 1850–1900 (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 2022). Skuggningen visar osäkerhetsintervallet.

I rapporten används scenariot SSP5-8.5, ett scenario med mycket höga utsläpp av växthusgaser. I den kommunala planeringen rekommenderas att använda SSP5- 8.5, för att ta höjd för risken att utsläppen inte kan begränsas med hjälp av de globala åtgärderna (Boverket, 2020).

IPCC har, med beaktande av en mängd komplexa processer som landhöjning, glacial avsmältning samt termisk expansion, utarbetat prognoser för medelvattennivåhöjningar. De har identifierat fem sannolika och två osannolika scenarier för framtida vattennivåförändringar. Dessa prognoser placeras inom det 17:e till 83:e percentilen i deras konfidensintervall, vilket signalerar att de inte är absoluta gränsvärden. IPCC bedömer de sannolika scenarierna som just sannolika, medan de osannolika scenariernas intervall inte anses vara sannolikt på grund av olika antaganden om isavsmältningen från inlandsisarna. De två osannolika scenarierna som presenteras baserar sig på extremt höga avsmältningsförutsägelser och är tänkta att illustrera potentiella extrema fall.

För utredningen av framtida medelvattennivå i Glommen bedöms det mer relevant att undersöka den värsta situationen av de mest sannolika, dvs. den troliga utvecklingen vid SSP5-8,5. Enligt IPCC (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 2022) är de mindre troliga situationerna mer relevanta om utredningen i fråga har låg risktolerans vilket nuvarande utredning inte bedöms ha. Vid beräkning av framtida medelvattennivåer har år 2130 använts, detta för att bedöma effekten av ett förändrat klimat under bebyggelsens förväntade livslängd vilken har uppskattats till 100 år.

3.2 Analyserade medelvattennivåer

För att undersöka risker för översvämning och konsekvenser av skyfall har det GIS-baserade verktyget SCALGO Live använts. Detta för att kartera lågpunkter och avrinningsvägar samt för att skapa en översiktlig bild av konsekvenser vid kraftiga skyfall. SCALGO Live använder sig av lantmäteriets höjddata med en upplösning om 1x1 meter. Scalgo kan numera ta hänsyn till både infiltration och avrinning via ledningsnät. Modellen tar inte hänsyn till det dynamiska förloppet, dvs avrinningsvägar redovisas baserat på höjd men ingen hänsyn tas till råheten på ytmaterialet. Detta skapar en viss osäkerhet i de eventuella rinnvägar vattnet tar. Analysen ger dock en tydlig översiktlig bild över översvämningssituationen.

I Scalgo kan förutom regnpåverkan även medelvattennivåhöjning analyseras. Vid en given medelvattennivå går det då att utläsa vilka delar av terrängen som blir översvämmade. I Scalgo motsvarar en medelvattennivå på noll (0) nuvarande medelvattennivå. Två havsnivåer analyseras och appliceras i Scalgo. Den första som appliceras är en medelvattennivå som representerar medelvattennivåhöjning på 97 cm enligt klimatscenario SSP5-8.5. Höjningen är hämtad från SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 2022) som redovisar IPCC:s beräknade värde för år 2130. Denna höjning tar hänsyn till regionala variationer såsom exempelvis den förväntade landhöjningen. Framtida utbredning av vatten vid denna vattennivå visas i Figur 3-2.

Den andra analyserade havsnivån är det beräknade högsta extremvattenstånd på 3,35 meter (visas ej) vilket bedöms ha en återkomsttid med god marginal över 1 000 år utifrån SMHI (2018a och 2018b). Detta vattenstånd är en typ av stormflod som kan orsaka akut erosion. Effekterna av det kan inte bedömas då det beror på riktning och styrka av vågor just i de tillfällena. Denna typ av händelse beaktas dock när åtgärder rekommenderas (kapitel 6).



Figur 3-2: Vattenutbredning vid en medelvattennivåhöjning på 97 cm (färgskala enligt legend) inom och i närheten av planområdet (preliminär planområdesgräns i svart). Från Scalgo Live (2024).

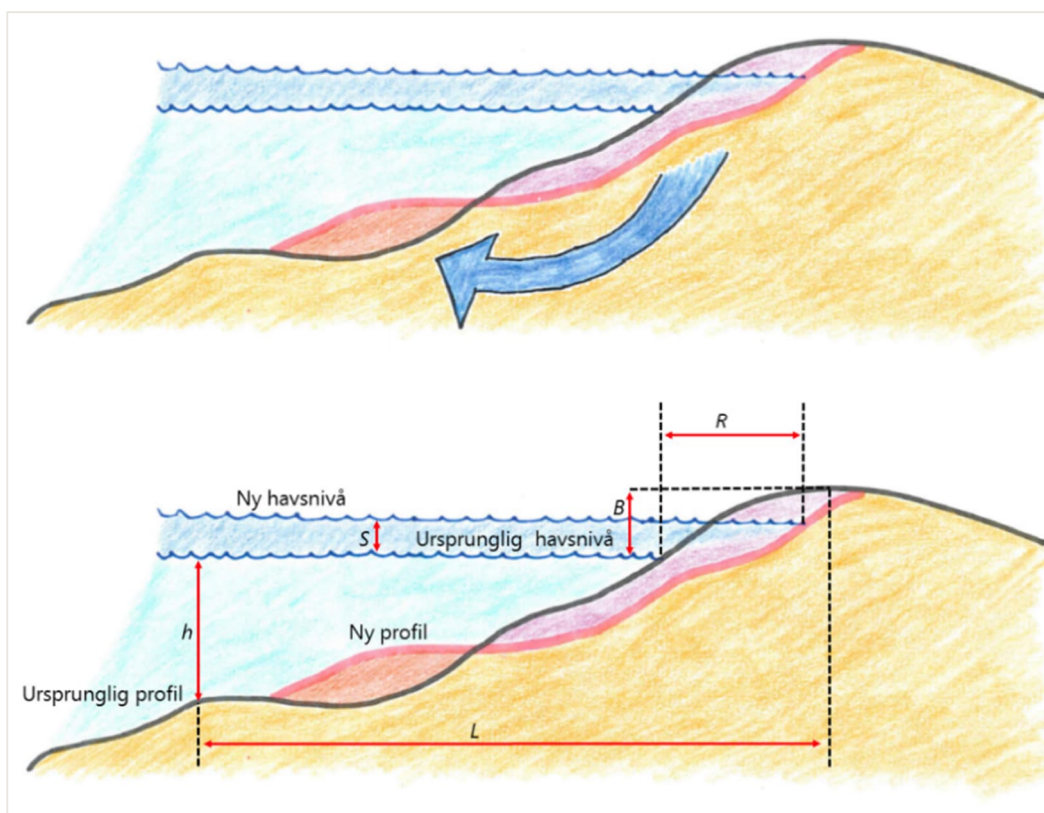
4 Beräkning av framtida kustlinje

4.1 Bruuns teori

En högre medelvattennivå kommer leda till en förändrad kustlinje. Vid sandstränder kommer denna kustlinje inte bara förflyttas till följd av höjd medelvattennivå utan kommer placeras längre inåt land till följd av sandförflyttning. I ett verktyg utgivet av Länsstyrelsen i Skåne (Brigander, Persson, & Nilsson, 2018) kan denna tillbakagång bedömas utifrån en teori från 1960-talet, Bruuns teori (Bruun, 1962). Denna teori bygger på att en höjd medelvattennivå leder till omfördelning av sediment så att stranden behåller en liknande bottenprofil som innan höjningen, se Figur 4-1 (SCOR, 1991). Hur långt bak kustlinjen kommer förflyttas baseras enligt teorin på strandprofilens lutning och kan beräknas med följande ekvation:

$$R = \frac{L}{B+h} * S,$$

där R är kustens tillbakagång, L är strandens aktiva profils längd, mellan djupet h och höjden B, se Figur 4-1 (SCOR, 1991). B bestäms som höjden av den aktiva profilen ned till nuvarande medelvattennivå.

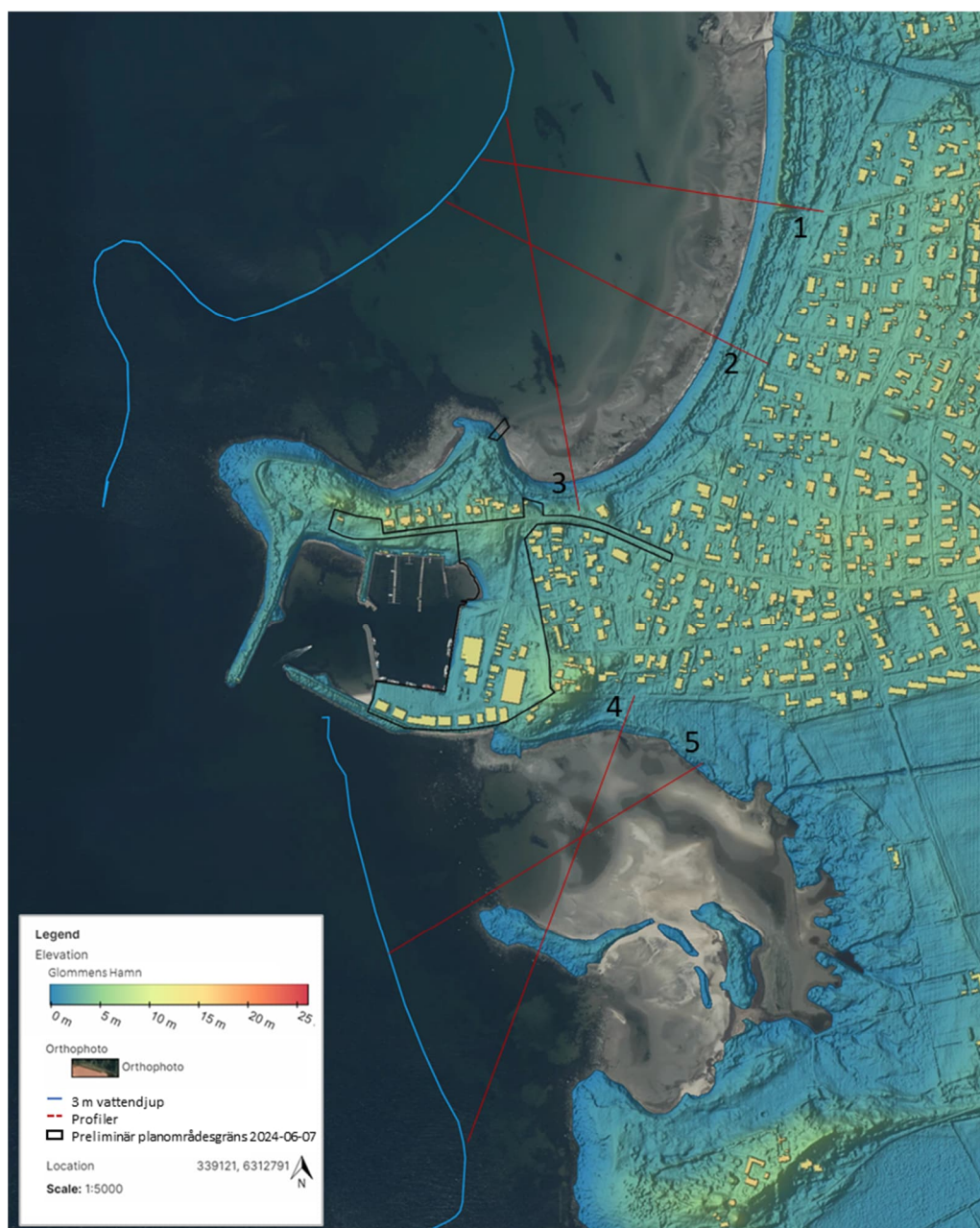


Figur 4-1: Övre bilden visar förflyttningen av sand till följd strandens vilja att bevara samma lutning vid en höjd medelvattennivå. Nedre bilden visar variablerna relevanta för Bruuns teori, R är kustens tillbakagång, S är höjden av ny medelvattennivå, B är höjden, L är den aktiva profilens längd och h är djupet av den aktiva profilen vid ursprunglig medelvattennivå. Bild hämtad från rapport av SCOR (1991).

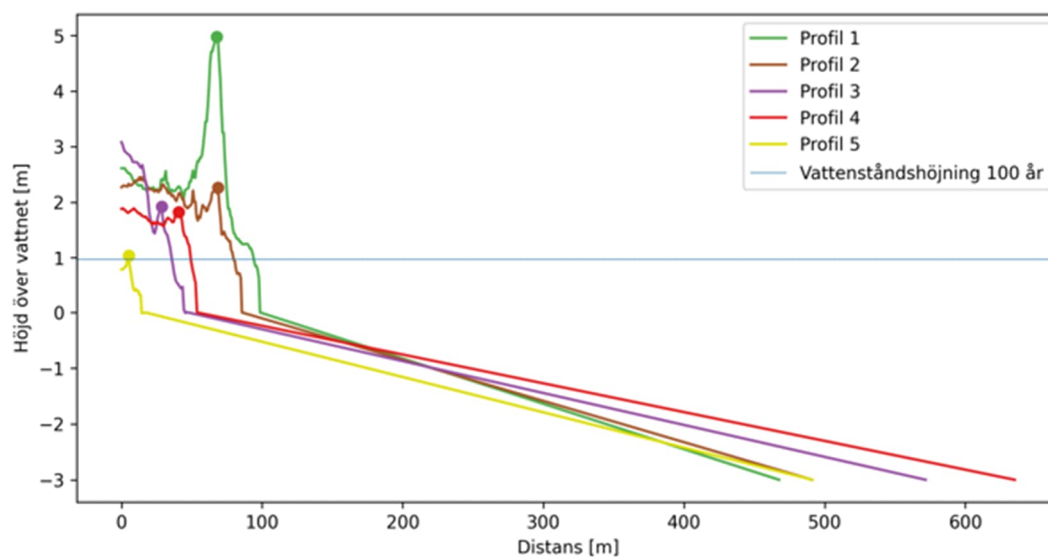
4.2 Områden

För att bedöma den framtida kustlinjen och relaterad erosion har fem profiler analyserats med Bruuns teori (Figur 4-2). Profilernas placering valdes utifrån de områden som av SGU bedöms ha *sannolikt ökad erosion* vid en framtida medelvattennivåhöjning, se rosa områden i Figur 2-2. Profilerna analyseras från kusten ut i havet till ett djup på 3 meter som valdes utifrån befintliga djupdata (nutid).

I brist på en mer detaljerad djupdata antogs batymetrin vara linjär mellan strandlinjen (0 m) och tre meters djup i vattnet. Den aktiva profilen bedöms därmed vara från detta djup på 3 meter till den högsta punkten på dynen, markerad som en punkt i varje profil i Figur 4-3 (representerande i varsin färg).



Figur 4-2: Utredningsområdets norra respektive södra strand och placering av profilerna som används för beräkning av strandens tillbakagång (röda linjer, numrerade från norr till söder). Havets nuvarande vattendjup på 3 meter markeras i blått, preliminär planområdesgräns i svart och topografin på land i färgskala enligt legend (Elevation).



Figur 4-3: Vardera profils höjd över vattnet visas här tillsammans med den använda medelvattennivån (97 cm). Prickarna visualiserar från vilken höjd över havet som variabeln B definierades till i uträkningen av framtida kustlinje i enlighet med Bruuns teori, se avsnitt 4.1.

5 Bedömning av erosion

Resultaten från beräkningarna av strandens tillbakagång presenteras i avsnitt 5.1 följt av bedömning av erosionsrisken i norra respektive södra området i avsnitt 5.2. I avsnitt 5.3 sammanfattas planområdets påverkan från erosionen som riskeras vid respektive strandområde.

5.1 Resultat

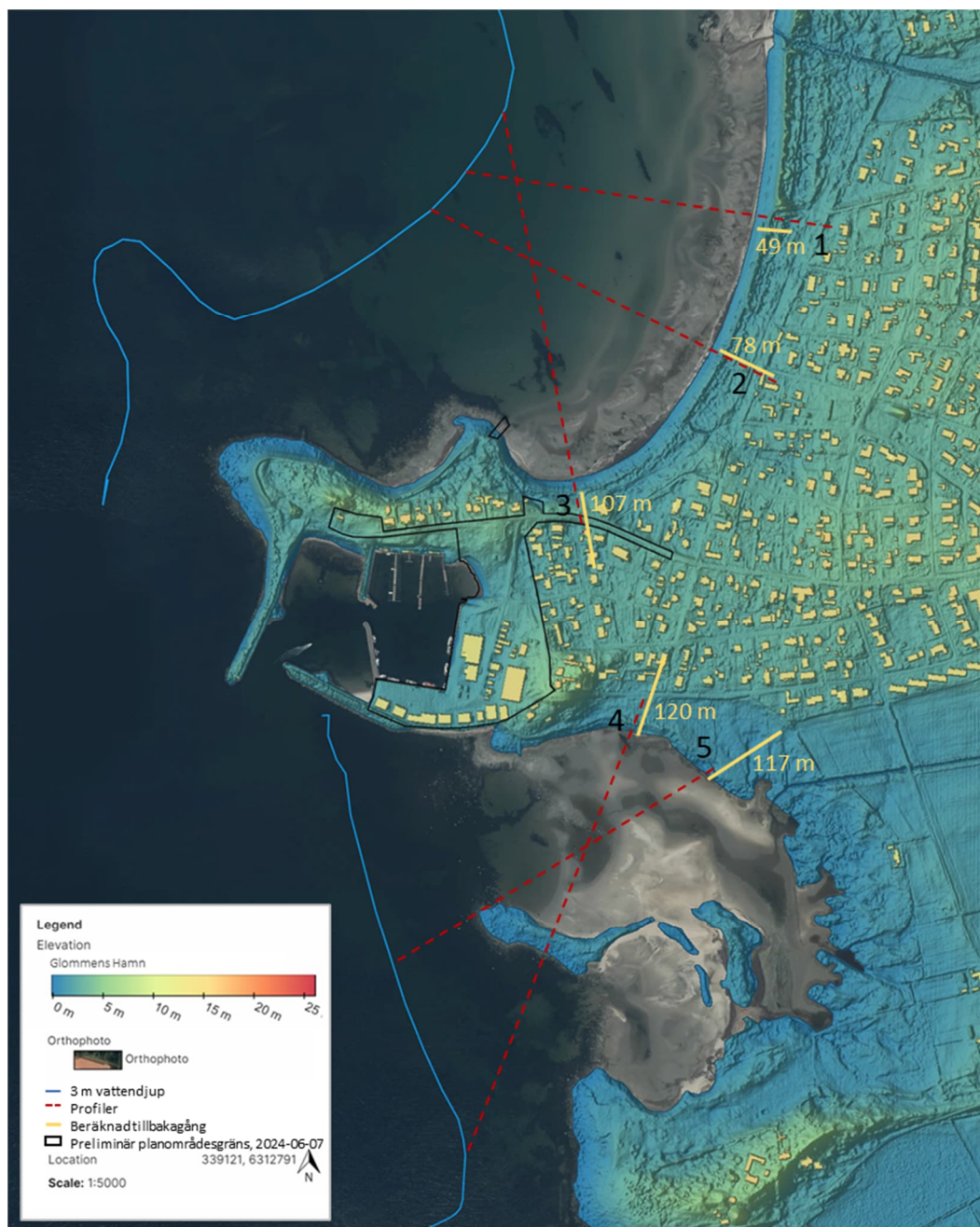
Utifrån Bruuns teori har en tillbakagång beräknats för de profiler som visas i avsnitt 4.2. Kustens tillbakagång, R, tillsammans med resterande parametrar relevanta för dess uträkning visas i Tabell 5-1. Utifrån kustens tillbakagång kan erosionstakten bedömas som tillbakagången dividerat över tiden, i detta fall 100 år.

Tabell 5-1: Kustens tillbakagång, R, vid medelvattennivåhöjning på 97 cm, uträknad från den nuvarande höjden över vattenytan, B (markerad som punkt för vardera profil i Figur 4-3), djupet, h, av den aktiva profilen med längd, L. Profil 1–3 omfattar det norra området och 4–5 omfattar det södra.

Profil	L, Profilens längd (m)	h, Djup (m)	B, Höjd (m)	R, Kustens tillbakagång (m)
1	400	3,00	5,0	49
2	422	3,00	2,3	78
3	543	3,00	1,9	107
4	595	3,00	1,8	120
5	486	3,00	1,0	117

I det norra området (Profil 1–3) kommer kustlinjen förflyttas en betydande distans inåt land (Figur 5-1) under de kommande 100 åren. Den kommer att etableras längre in på land än strukturer såsom Glumstenvägen, vilket påverkar tillgängligheten till området.

I det södra området (Profil 4–5) kommer kustlinjen förflyttas upp över hela det nuvarande området som täcks av vegetation och även in i det bebyggda området (Figur 5-1).



Figur 5-1: Beräknad tillbakagång av stranden i meter samt uppskattad ny strandlinje (gul markering). Beräkning utfördes vid fem olika profiler (rödsträckt linje) från land till befintliga 3 meters vattendjup (markerat i blått). Preliminär planområdesgräns markeras i svart och topografin på land i färgskala enligt legend.

5.2 Framtida erosionsrisk

Risken för erosion i området runt Glommens hamn bedöms utifrån resultaten i avsnitt 5.1. Bedömningen delas upp mellan det norra området (Profil 1–3) och det södra området (Profil 4–5). Enligt Mangor o.a. (2017) varierar påverkan av den förhöjda medelvattennivån påverkan på kusten stort från plats till plats. Erosionstakten vid och inom varje strand varierar beroende på balansen mellan erosionstryck (exv. vågor, strömmar och vattenstånd) och eroderbarhet (exv. markens material, påfyllning av detta). Nedan bedöms de berörda kustområdena utifrån presenterade data.

5.2.1 Norra området

Det norra området bedöms vara en måttligt exponerad kust som är utsatt för långsam erosion vilken bedöms kunna påverka bebyggelse inom de kommande 100 åren.

Risken bedöms därmed enligt riktlinjer av Mangor o.a. (2017) som okritisk (kritiskt är påverkan inom de närmaste 20 åren) men kusten är ändå känslig. Om den nya kustlinjen bedöms direkt från Bruuns teori kommer denna ligga längre in på land än Glumstensvägen vilket kommer påverka planområdet genom att begränsa tillgängligheten till hamnen. Längre norrut bedöms tillbakagången inte ske i samma utsträckning och kommer främst påverka privata bostäder.

De uträknade värdena för kustlinjens tillbakagång är konservativa och möjligen kan stranden balansera förändringen i något större utsträckning än antaget. Detta kräver dock att nytt material tillförs i tillräcklig takt. Bedömningarna presenterade i avsnitt 2.2 indikerar att området hittills i huvudsak är i balans men att erosion förekommer (utifrån observation vid platsbesök). För att mer utförligt bedöma hur det ökade erosionstrycket från medelvattennivåhöjningen påverkar berörda stränder behövs vidare utredning av erosionsbenägenheten längs den utpekade sträckan. I föreliggande förstudie antas den värsta möjliga situationen som är att uträkningen med Bruuns teori stämmer.

Vägarna nära vattnet består av grus och kommer därmed inte kunna stoppa erosion i tillräcklig omfattning för att anses vara ett gott skydd. Glumstensvägen är dock asfalterad och bedöms utifrån platsbesök vara etablerad ovanpå finsand (som är erosionskänsligt) och en hårdbelagd yta (upptill, som är erosionståligt). Därmed kan Glumstensvägen klara erosion ovanifrån men inte underifrån. För att avgöra omfattningen av Glumstensvägens eroderbarhet rekommenderas att en geoteknisk undersökning utförs i några punkter i anslutning till vägen för att undersöka befintliga jordars materialsammansättning, genomsläpplighet och hållfasthetsegenskaper.

Glumstensvägen bedöms för närvarande klara släntlutningar i storleksordningen 1:3 eftersom den bedöms vara etablerad på mineraljordart klassad som finkornig jordart med lerhalt <40% (Vägverket, 2005). Detta är i nuläget uppfyllt då vägen ligger cirka 3 meter över havet och distansen till havet är cirka 40 meter. Förflyttas kustlinjen så att distansen från vägen är mindre än nio meter kommer släntlutningen vara brantare än rekommenderat av Trafikverket (Vägverket, 2005). Detta bedöms enligt teori presenterad i avsnitt 4.1 ske 2040. Då den framtida medelvattennivån år 2040 är 32 cm enligt samma information som presenteras i kapitel 3 leder det till en tillbakagång av kusten på 31 meter.

5.2.2 Södra området

Det södra området bedöms vara en skyddad kust vilken inte utsätts för vågor och strömmar i någon större utsträckning. Därmed kommer medelvattennivåhöjningen spela en stor roll i erosionstakten vilken även bedöms öka. Om denna kust eroderas i högre grad än idag bedöms kusten, trots att den innan inte varit märkbart påverkad, kunna förändras av en förhöjd medelvattennivå. Därmed bedöms resultaten i avsnitt 5.1 som möjliga. Vid platsbesök konstateras att stranden uppvisar tecken på pågående erosion.

5.3 Planområdets påverkan av erosion

Planområdet bedöms indirekt kunna påverkas av norra stranden genom förhöjd medelvattennivå och erosion av Glumstensvägen vilket i sin tur påverkar tillgängligheten till hamnen. Erosion vid södra stranden bedöms inte påverka planområdet på grund av läget. I riktning mot planområdet består stranden av grövre material och det finns hårdgjorda ytor.

5.4 Diskussion metodik

Föreliggande utredning utgår från medianvärdet på framtida medelvattenstånd (97cm år 2130), vilket är vanligt att använda sig av. En del närliggande regioner väljer att istället utgå från 83-percentilen som är ett mer konservativt val, exempelvis Skåne (Länsstyrelsen Skåne, 2023) och Blekinge (Länsstyrelsen Blekinge, 2023). För resultaten i föreliggande utredning skulle användandet av 83-percentilen innebära att resultaten uppstår tidigare, nämligen år 2094 istället för 2130.

För dataunderlag för extrema vattenstånd i föreliggande utredning interpolerades extremvärden från Halmstad (SMHI, 2018a) och Åsa (SMHI, 2018b), som valdes eftersom mätningar från Falkenberg inte innehöll en tillräckligt lång tidsperiod för att möjliggöra en extremvärdesanalys.

Extrema vattenstånd i Halmstad är statistiskt sett betydligt högre än de i Åsa och sannolikt också betydligt högre än vad som kan förväntas i Falkenberg. Inkluderandet av värden från Halmstad innebär därmed att det framtagna extremvattenståndet för Falkenberg som använts i föreliggande utredning är konservativt. Skulle man använda sig av 83-percentilen i kombination med detta extremvattenstånd bedöms detta ge orimligt konservativa underlag.

Som jämförelse ger kombinationen av 83-percentilen för framtida medelvattenstånd och extremvattenståndet för Åsa ungefär lika högt summerat vattenstånd som det som används i föreliggande utredning. Det framtida extremvattenstånd som här används bedöms därmed vara tillräckligt konservativt.

6 Potentiella lösningar och kostnadsuppskattning

Rekommendationen vid denna typ av långsiktig risk är att begränsa utveckling i området. Att en linje dras för var den nya kustlinjen förväntas etableras och att ingen utveckling får ske närmare vattnet. Idag finns däremot redan bebyggelse nedanför denna linje och gränsen där ny etablering får ske definieras av dagens bebyggelse.

Förberedande åtgärder kan göras för att skydda nuvarande bebyggelse och säkra fortsatt framkomlighet till planområdet. Glumstensvägen bedöms kunna vara strukturellt påverkad av erosion redan år 2040 (avsnitt 5.2.1). Innan detta, föredragsvis så snart som möjligt, rekommenderas att åtgärder utförs och ett antal vedertagna metoder för att förebygga (kronisk) erosionspåverkan går igenom i detta kapitel. Vilken åtgärd som är lämplig beror på flera aspekter och Mangor o.a. (2017) rekommenderar att överväga följande:

- Är syftet endast att skydda bebyggelse mot eventuella konsekvenser av eroderad kust eller finns det en angelägenhet att bevara stranden.
- Vilken typ av kust berörs, exempelvis sandstrand med eller utan dyner, grusstrand, klintkust eller klippor.
- Påverkan som åtgärden kommer att ha på närliggande stränder.
- Vilken typ av erosion som kusten ska förberedas för, akut eller kronisk.

Utifrån ovanstående villkor kan passande skydd väljas. Typerna av skydd kan vara antingen hårda, dvs. att strukturer etableras, eller mjuka, att sand ersätts eller fylls på. Ofta används kombinationer eftersom hårda lösningar ofta kan påverka stranden negativt medan mjuka lösningar ensamt inte kan hindra att ny sand försvinner.

Följande åtgärder är möjliga för de berörda strandområdena (dess lämplighet bedöms i senare avsnitt):

- Stabilisering
- Strandfodring
- Släntskydd (vall)
- Strandskoning
- Hövd
- Vågbrytare

Ingen av de föreslagna eller diskuterade åtgärderna bedöms ha någon direkt påverkan på de närliggande naturområdena (Natura 2000, naturvård).

Åtgärderna och dess relevans presenteras mer ingående i avsnitt 6.1-6.2 följt av en sammanfattning och kostnadsbedömning i avsnitt 6.3.

6.1 Mjuka lösningar

Sådana här metoder kännetecknas av att de integrerar befintliga naturresurser i området, som att öka växtligheten för att stabilisera området eller lägga till mer sand genom strandfodring.

Stabilisering utförs för att förhindra löst liggande sand att föras bort av vind. Detta görs genom att plantera växter som binder sanden på platsen.

Strandfodring innebär att strand återförs eller tillsätts från externa källor till stranden. Typen av sand spelar stor roll och bör ha liknande karaktär som strandens sand. Sanden utgör då ett skyddande lager men stoppar inte erosion utan måste fyllas på regelbundet. Exempelvis har detta utförts i Ystad, där tillståndprocessen börjades år 2000 för att motverka strandens naturliga sandtransport (SWEKO, 2013). År 2011 fick de det sista tillståndet och beviljades att använda tio miljoner kronor att användas för en återföring av 100 000 m³ sand från Sandhammarbank, den sandtäkt där den eroderade sanden från Ystads stränder bedöms hamna. Ystad ansöker om att återföra ungefär 80 000 m³ sand var tredje år. I Glommens fall måste följaktligen möjligheten av sandåterföring utredas eftersom inte alla stränder är lämpliga för denna metod beroende på transportmönstret av sand. Även tillgängligheten av rätt typ av sand måste utredas.

6.2 Hårda lösningar

Släntskydd, strandskoning, hövder och vågbrytare är exempel på hårda lösningar. Både släntskydd och strandskoning konstrueras för att motverka erosion vid stormar och hårda vågklimat. De byggs vid foten av stranden för att stoppa att vågor och strömmar för bort sand och används ofta vid städer där det är viktigt att kustlinjen inte går tillbaka mer. Det som skiljer släntskydd från strandskoning är att strandskoning även stoppar översvämningar och är därmed ogenomsläppliga massiva strukturer medan släntskydd är genomsläppliga. Släntskydd finns exempelvis i Kristianstad, där en vall med grövre material är täckt med sanddyn som gör att det smälter in i omgivningen (DHI, 2018), illustreras i Figur 3.11 i hänvisad rapport.

Hövd är en typ av hårdgjord rak struktur som sticker ut vinkelrätt från kusten för att fånga upp den sand som annars skulle transporteras bort med kustparallella strömmar. Erosionen stoppas inte uppströms hövden men sanden bevaras i området. Detta beteende kan ses redan idag i det norra området där sand slås upp och transporteras från den hårdgjorda udden i södra delen av stranden norrut och samlas i mitten av strandområdet, se avsnitt 2.2.

Vågbrytare används för att minska vågenergin som når stranden. Detta skulle kunna minska det vågtryck som uppstår i hörnen av stranden. Detta skydd konstrueras parallellt med stranden och sprider ut vågenergin vilket leder till ackumulation av sand mellan vågbrytaren och stranden. De kan vara antingen nedsänkta eller sticka upp över vattenytan. Denna typ av skydd rekommenderas att kombineras med strandskoning eller strandfodring.

6.3 Bedömning och kostnader

I detta fall söks åtgärder för både akut och kronisk (långtids) erosion av sandstrand. Beroende på om stranden ska bevaras eller inte kan åtgärder vara mer eller mindre relevanta. Innan åtgärder utförs bör påverkan från eventuell åtgärd på närliggande stränder utredas. I det här avsnittet sammanfattas de olika åtgärderna och rimlighetsbedöms utifrån platsens förutsättningar och kostnadsstorlek. De olika förslagen som bedöms lämpliga kostnadsbedöms (Tabell 6-1) och föreslagen placering presenteras (Figur 6-1).

Stabilisering bedöms inte vara relevant i nuvarande fall eftersom det i nuläget redan finns väl etablerad vegetation. Därmed kommer framtida erosion till följd av höjd medelvattennivå inte minska av ytterligare etablering av vegetation eftersom det oavsett kommer försvinna på grund av det salta havsvattnet.

Strandfodring är en åtgärd som kan bevara sandstranden och undvika användning av hårda strukturer. Detta innebär att strandens utseende kan förändras när ny sand läggs till. Det kräver dessutom att det finns tillgång till lämpligt material, till exempel från en närliggande sandbank. Även om denna typ av åtgärd är mer naturlig än andra kan den påverka den omgivande miljön och kräver därför tillstånd för både marin sandutvinning och utläggning av sanden (bland annat mot miljöbalken). Kostnaden för detta kan vara hög och tillståndsprocessen kan ta tid.

Etablering av hövder kan leda till oförutsedda konsekvenser av vågklimatet och kan generera mer erosion nedströms hövden. Det kommer även ha en påverkan på strandens utseende. Detta bedöms vara en mindre lämplig åtgärd.

Vågbrytare bedöms ha höga initialkostnader och kommer förändra strandens utseende. I detta fall bedöms de inte stoppa erosionen utan snarare bromsa den något.

Släntskydd och strandskoning är det som bedöms som relevant i denna utredning. Etablering av en hårdgjord vall längs med stränderna kan stoppa fortsatt tillbakagående strandlinje och skydda såväl hus som vägar. Denna vall kan etableras med en kärna som utformas med det material som finns lokalt, i detta fall finsand. Utanpå kärnan läggs en vattentät s.k. lerkappa som ska förhindra vattenströmning genom vallen. Lerkappans syfte är att skydda vallen mot erosion både framtill och baktill om vågor slår in på baksidan där risk då finns för överspolning om vågorna tar sig över vallen. Som yttersta lager kan vallen utgöras av sten, asfalt, gräs eller annan naturanpassad vegetation beroende på vallens platsspecifika behov. Det är viktigt att vallen utformas så att vatten inte blir stående bakom. Det kan till exempel göras med utlopp om det inte räcker med avrinning vid sidorna. Denna lösning etableras för att begränsa såväl kronisk som viss akut erosion. Föreslagen vall är dock inte dimensionerad för den akuta erosionen som uppstår vid extrema händelser. Akut erosion sker vid stormar men alla stormar är inte extrema händelser.

Släntskyddet kan begränsas till att enbart beröra släntskoning av Glumstensvägen, dvs förstärkning av vägen för att använda denna som barriär mot planområdet. Förstärkningen görs med hjälp av grövre material som stärker slänten. Denna lösning inkluderar även behov av en förhöjning av vägbanan för att klara erosionstrycket samt vattendjup som uppstår vid extrema vattenstånd (vid akut erosion, dock ej även vid extrem händelse). Föreslagen sträckning presenterad i Figur 6-1 är en åtgärd för att vägen ska kunna stå emot vattentrycket som uppstår vid tillfälliga översvämningsevent i närtid. Sträckan utgör en lägre del av vägen som av den anledningen är mer utsatt. På längre sikt kommer däremot behovet av skydd vara mer komplext, en långsiktig lösning kan behöva kompletteras med andra åtgärder.

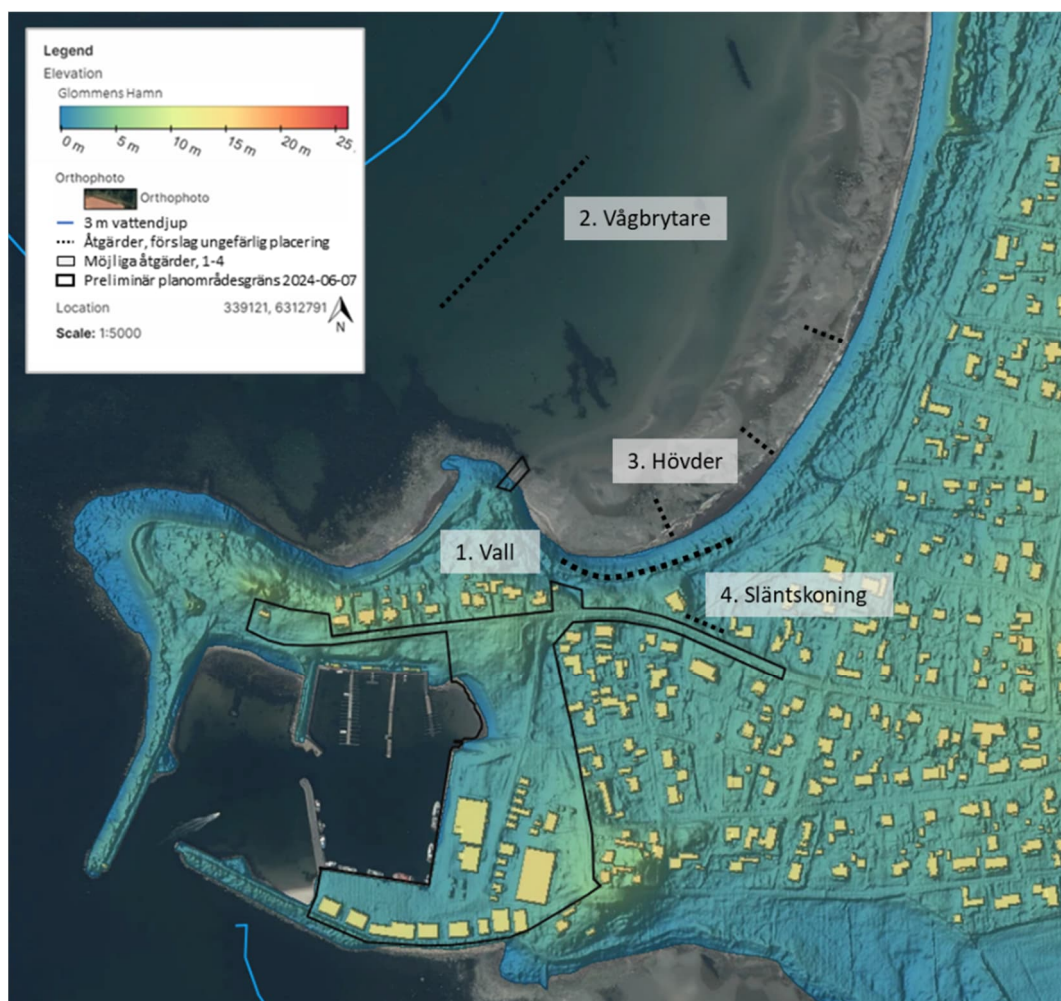
För att optimera skyddens effekt behöver dimensionering av vall respektive utformning av Glumstensvägen detaljstuderas i ett senare skede, närmare projektering.

Utifrån resonemanget rekommenderas i första hand släntskoning av Glumstensvägen för att skydda framkomligheten till planområdet. Etablering av en vall bedöms också skydda framkomligheten men skulle även kunna skydda bebyggelse nedanför Glumstensvägen, närmare strandlinjen. Samlade kostnader presenteras i Tabell 6-1, där släntskoning av Glumstensvägen är det minst kostsamma alternativet.

Tabell 6-1: Samlade erosionsåtgärder och uppskattade kostnader. Det minst kostsamma alternativet för att skydda planområdet från erosion vid norra stranden, som även har identifierats som det mest lämpliga, är släntskoning genom förstärkning av Glumstensvägen. Åtgärderna med numrering 1–4 motsvarar samma siffror som anges i Figur 6-1.

Nr ¹	Typ av åtgärd	Grov kostnads- uppskattning	Kort beskrivning
	Strandfodring	Ca 24 miljoner kronor	Baserat på utredning i Kristianstad kommun och specifika platser med volymerna 3 100 m ³ respektive 21 000 m ³ samt flertalet genomföranden, inkl. tillstånd för vattenverksamhet (SWEKO, 2021).
1	Vall (Släntskydd/ strandskoning)	Ca 3 miljoner kronor	Bestående av sten, sand, lera. Antagen dimension: ca 100 m lång, 5 m hög och 30 m bred. Uppskattning exkluderar strandskyddsdispens och eventuellt miljötillstånd (ansökan och arbete).
4	Släntskoning/ förstärkning Glumstensvägen	Ca 150 000 kronor	Antagen dimension: ca 30 m lång och 3 dm förhöjd vägbana. Kostnad fördelad mellan att förstärka Glumstensvägen enligt ovan dimension, etablering och sko slänten (efter förhöjning av vägbana).
3	Hövd	6–10 miljoner kronor	Antaget tre hövder á 60 m lång. Uppskattning exkluderar behovsutredningar men inkluderar tillstånd för vattenverksamhet.
2	Vågbrytare	3–5 miljoner kronor	Fast konstruktion. Dimension: 100 m lång, 8 m hög och 3 m krönbredd samt lutning 1:1,5. Antaget 30 000 kr/m ³ samt behov av tillstånd för vattenverksamhet (á 1–2 miljoner). Uppskattning exkluderar behovsutredningar.

¹ Numrering enligt Figur 6-1.



Figur 6-1: Ungefärlig placering av möjliga åtgärder (svart-streckade linjer) för att motverka erosion som riskerar att påverka planområdet (preliminär gräns i heldragen svart). Åtgärdernas numrering (i grå ruta) motsvarar de presenterade i Tabell 6-1. Topografin på land presenteras i färgskala enligt legend och havets befintliga vattendjup på 3 meter i blå linje.

7 Referenser

- Boverket. (2020). *Klimataspekter och Tidsperspektiv*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tidsperspektiv/
- Brigander, J., Persson, P., & Nilsson, T. (2018). *Verktyg för sandvolym och erosionskänslighet*. Malmö: Länsstyrelsen Skåne.
- Bruun, P. (1962). Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion. *Journal of the Waterways and Harbors Division*, 88, 117-130. doi:10.1061/JWHEAU.0000252
- DHI. (2018). *Erosionsutredning Kristanstad*. Hämtat från <https://www.kristianstad.se/download/18.2d628a5318a2603b0433f29d/1694088541186/Erosionsutredningen%20Kristianstad%20230907.pdf> den 7 aug 2024
- Eniro. (2024). *Kartor*. Hämtat från kartor.eniro.se den 14 mars 2024
- Länsstyrelsen Blekinge. (2023). *Riktlinjer för bedömning av översvämningsrisk längs Blekinges kust med hänsyn till klimatförändringar*. Länsstyrelsen Blekinge. Hämtat från <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.6314381018d82bc5b50204a9/1707820448313/Riktlinjer%20f%C3%B6r%20bed%C3%B6mning%20av%20%C3%B6versv%C3%A4mningsrisk%20i%20Blekinges%20kust.pdf> den 08 oktober 2024
- Länsstyrelsen Skåne. (2023). *Vägledning för skydd mot översvämning från havet anpassad till Skånes kuststäder*. Malmö: Länsstyrelsen Skåne. Hämtat från <https://catalog.lansstyrelsen.se/store/18/resource/1496> den 08 oktober 2024
- Mangor, K., Drønen, N. K., Kærgaard, K. H., & Kristensen, S. (2017). *Shoreline management guidelines*. Hämtat från DHI: <https://www.dhigroup.com/dhi-ebooks/shoreline-management-guidelines>
- Personlig kontakt, b. (den 17 maj 2024).
- Scalgo Live. (2024). Hämtat från https://scalgo.com/live/sweden?res=2048&ll=16.807042%2C62.313269&lrs=Iantmateriet_topowebb_nedtonad den 15 maj 2024
- SCOR. (1991). The Response of Beaches to Sea-Level Changes: A Review of Predictive Models. *Journal of Coastal Research*, 895-921. Hämtat från <http://www.jstor.org/stable/4297904>
- SMHI. (2018a). *Extremvattenstånd i Halmstad*. SMHI. Hämtat från <https://lastkaj.msb.se/Karteringar/oversvamning-kust/halmstad.pdf> den 24 oktober 2024
- SMHI. (2018b). *Extremvattenstånd i Kungsbacka*. SMHI. Hämtat från <https://www.msb.se/siteassets/dokument/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvamning/oversvamningskartering-kust/kungsbacka.pdf> den 24 oktober 2024

- SMHI. (den 11 september 2024). Personlig kontakt. *Jörgen Öberg, Fil. Dr. Oceanograf, Samhällsplanering - oceanografi.*
- Statens Geotekniska Institut. (2023). *Utred Kusterosion.* Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/geoteknisk-sakerhet-kommunal-planering/detaljplanering/dp---utred-kusterosion/>
- Sveriges Geologiska Undersökning. (2024). *Kartvisare: Stranderosion och geologi, kust.* Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/>
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. (2022). Klimat i förändring 2021 - Den naturvetenskapliga grunden. *Klimatologi 65.*
- SWECO. (2013). *Strandfodringen i Ystad 2011 - bakgrund, uppföljning, framtid.* Malmö: Sweco Environment AB.
- SWECO. (2021). *Utformning av strandfodringar, Kristianstad kommun.* Malmö. Hämtat från <https://www.kristianstad.se/download/18.22b029d818bb22be35bb48/1699523668531/SWECO%20Utformning%20av%20strandfodringar%202021.pdf> den 7 aug 2024
- Vägverket. (2005). *Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion, ATB VÄG 2005; Kapitel C Dimensionering.* Borlänge: Vägverket. Hämtat från https://bransch.trafikverket.se/contentassets/c19c23215b0f477a8e179c8aa4082c98/kapitel_c_dimensionering.pdf den 04 nov 2024