

Erosionsförhållanden längs södra Hallands kust

Kärstin Malmberg Persson, Jonas Ising, Bradley Goodfellow,
Elisabeth Magnusson & Colby Smith

mars 2019

SGU-rapport 2019:07

Diarie-nr: 31-1009/2014



Ändringar genomförda 25 mars 2019

Sidan 14, bildtext figur 7

Ny text: Låga dyner vid Östra stranden, Halmstad.

Ursprunglig text: Låga dyner vid Södra stranden, Halmstad.

Sidan 14, andra stycket

Ny text: Söder om Halmstad, vid Östra stranden,
varierar erosionsförhållandena.

Ursprunglig text: Söder om Halmstad, vid Södra stranden,
varierar erosionsförhållandena.

Omslagsbild: Sandstranden vid Mellbystrand kantas av dyner.
Fotograf: Kärstin Malmberg Persson

Författare: Kärstin Malmberg Persson, Jonas Ising, Bradley
Goodfellow, Elisabeth Magnusson & Colby Smith
Granskad av: Anna Hedenström
Ansvarig enhetschef: Anna Hedenström
Projektnamn: Halland strand
Projekt-id: 84053

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
fax: 018-17 92 10
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Innehåll

Inledning.....	4
Bakgrund	5
Metodik	5
Fältundersökning.....	5
Digitalisering.....	7
Strandlinjens förändring.....	7
Bedömning av erosionsförhållanden.....	8
Strandtyper och erosionsförhållanden.....	8
Erosionskänslighet baserad på index	9
Resultat – strandtyper och erosionsförhållanden.....	10
Strandtyper och erosionsförhållanden längs södra Hallands kust.....	11
Laholmsbukten.....	11
Halmstad–Tylösand	14
Tylösand–Frösakull.....	14
Ringenas–Haverdal	15
Haverdal–Ugglarp.....	16
Ugglarp–Suseåns mynning	16
Suseåns mynning–Bobergsudde	17
Bobergsudde–Falkenberg.....	17
Falkenberg–Grytås	18
Grytås–Galtabäck.....	19
Galtabäck–Apelviken.....	20
Apelviken–Varbergs fästning	20
Hur används kartorna?.....	20
Slutsatser och diskussion.....	21
Referenser.....	22

INLEDNING

Stranderosion är ett påtagligt problem på många håll i sydligaste Sverige och problemet kan förväntas bli större i takt med en stigande havsnivå. I Sveriges geologiska undersökning (SGU) uppdrag ingår att ta fram geologisk information för samhällsplanering på regional och lokal nivå för effektiv, säker, klimatanpassad och långsiktigt hållbar mark- och havsbotten-användning.

För att kunna beskriva de geologiska processer som är aktiva i strandzonen och bedöma strändernas erosionskänslighet krävs detaljerad geologisk information om strandzonen. I projekt Skånestrand (Malmberg Persson m.fl. 2014, Malmberg Persson m.fl. 2016) tog SGU fram ett geologiskt underlag för Skånes kust med detta syfte.

Södra Hallands kust har förhållanden som liknar Skånes: stränder som är uppbyggda av lösa, lättroderade sediment samt en landhöjning nära noll. Även här är känsligheten för standerosion stor på sina håll och det finns ett behov av detaljerad geologisk information och analys av erosionsförhållanden. Föreliggande undersökning har gjorts i samverkan med Statens geotekniska institut (SGI) som delfinansierat arbetet med medel från klimatanpassningsanslaget.

I denna undersökning har kartläggningen gjorts på stränderna med samma metodik som användes runt Skånes kust. Inga maringeologiska undersökningar har dock gjorts, vilket gör att tillförlitligheten i bedömningarna av erosionskänslighet i denna undersökning är lägre än för Skånekusten.

Förutom för bedömningar av erosionskänslighet kan informationen användas i arbetet med klimatanpassning, för fysisk planering av kustzonen och för frågor om markanvändning. Informationen är i första hand tänkt att användas av Hallands kustkommuner och Länsstyrelsen i Hallands län, men kan även användas av andra aktörer för olika analyser, t.ex. Hav- och Vattenmyndighetens (HaV) och Vattenmyndigheternas arbete med förbättring av havs- och vattenmiljö, SGIs kartering av sårbarhet för standerosion och Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts (SMHI) arbete med hav och klimat.

Denna rapport presenterar resultaten av undersökningarna gällande erosionsprocesser och förutsättningar för standerosion längs Hallands kust från Skånegränsen till Varberg (fig. 1). De delar av den insamlade informationen som har betydelse för standerosion visas i en kartvisare på SGUs webbplats (www.sgu.se) och går även att beställa där. Där finns också en samlad bedömning av erosionsförhållanden längs kustlinjen, baserad på geologiska förhållanden, samt prognoser för hur erosionsförhållandena kan antas bli vid en framtida höjd havsnivå. Vid denna rapportens publicering heter kartvisaren *Skånestrand – erosion och geologi* men kommer att uppdateras med den nya informationen samt byta namn till *Stranderosion och geologi, kust*.

I en gemensam kartvisningstjänst och vägledning har SGU, SGI, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), SMHI, Lantmäteriet och Skogsstyrelsen sammanställt information som berör bl.a. ras, skred och standerosion (<http://gis.swedgeo.se/rasskrederosion>). Tjänsten uppdateras med ny information årligen.

I det undersökta området är 62 km (43 %) sandstränder. Den vanligaste strandtypen är sandstränder med omväxlande erosion och ackumulation, men i balans i ett längre tidsperspektiv. Dessa stränder utgör 39 km (27 %) av kusten. Stränder med erosion finns längs 10 km (7 %) av kusten och stränder med ackumulation längs 13 km (9 %) av kusten.

För närvarande finns ingen strand i området där standerosionen är alarmerande stor. Det finns dock ett antal sträckor där standerosionen bedömts vara betydande. Där behöver man vara vaksam, framför allt med tanke på kommande havsnivåhöjning.

BAKGRUND

Erosion definieras som nedbrytning av berg och jord samt borttransport av nedbrytningsmaterialet. Vid stranderosion förs sedimenten bort av vågor, strömmar och vind. Vilka processer som bidrar och hur stark erosionen är bestäms av ett samspel mellan vind, vågor, havsströmmar, geologiska förhållanden samt topografi över och under havsytan. Människans anläggningar, t.ex. hamnar och olika typer av erosionsskydd, kan också ha stor påverkan på erosionen genom att detta samspel förändras. I slutrapporten från projekt Skånestrand (Malmberg Persson m.fl. 2016) beskrivs de viktigaste processerna som påverkar ackumulation (pålagring) och erosion på stränderna i södra Sverige.

En stigande havsnivå kan antas leda till ökad stranderosion i södra Sverige. FNs klimatpanel IPCC (Environmental Panel on Climate Change) publicerade sin vetenskapliga rapport om klimatförändringar 2013 (IPCC 2013)), enligt vilken havsytan för närvarande höjs ca 3,2 mm per år. Det finns olika beräkningar för vad som kommer att hända i framtiden, beroende på hur stora utsläppen av växthusgaser kommer att bli. Olika modeller ger en beräknad ökning av havsnivån som varierar mellan 0,26 m och 0,98 m fram till 2100.

I detta sammanhang kan nämnas att tillfälliga vattenståndshöjningar, s.k. sjösprång/havssprång, har inträffat i samband med extrema vädersituationer med hård pålandsvind och lågt lufttryck. Ett sådant sjösprång inträffade julen 1902 vilket bl.a. ledde till att fastigheter en halv kilometer innanför kusten i Halmstadsområdet dränktes. Enligt SMHIs kartvisningstjänst *Höga havsnivåer, idag och i framtiden* är högsta beräknade havsvattenstånd i Varberg 2100 upp till 2,5 m över nuvarande havsyta.

För större delen av Sveriges kust kommer en stigande havsnivå att motverkas av landhöjningen. Denna beror på att landet var nedpressat av inlandsisens tyngd under den senaste istiden och långsamt håller på att höja sig. Den största landhöjningen sker vid Västerbottens kustland. I sydligaste Sverige har dock landhöjningen avklingat och är nära noll. I Halmstad är landhöjningen ca 2 mm per år.

En stigande havsnivå medför flera olika problem i Sydsverige: översvämning av låglänta områden, stranderosion samt saltvatteninträngning i grundvattnet i kustnära områden. Detta leder till nya förutsättningar för samhällsplaneringen, inte minst i kustzonen.

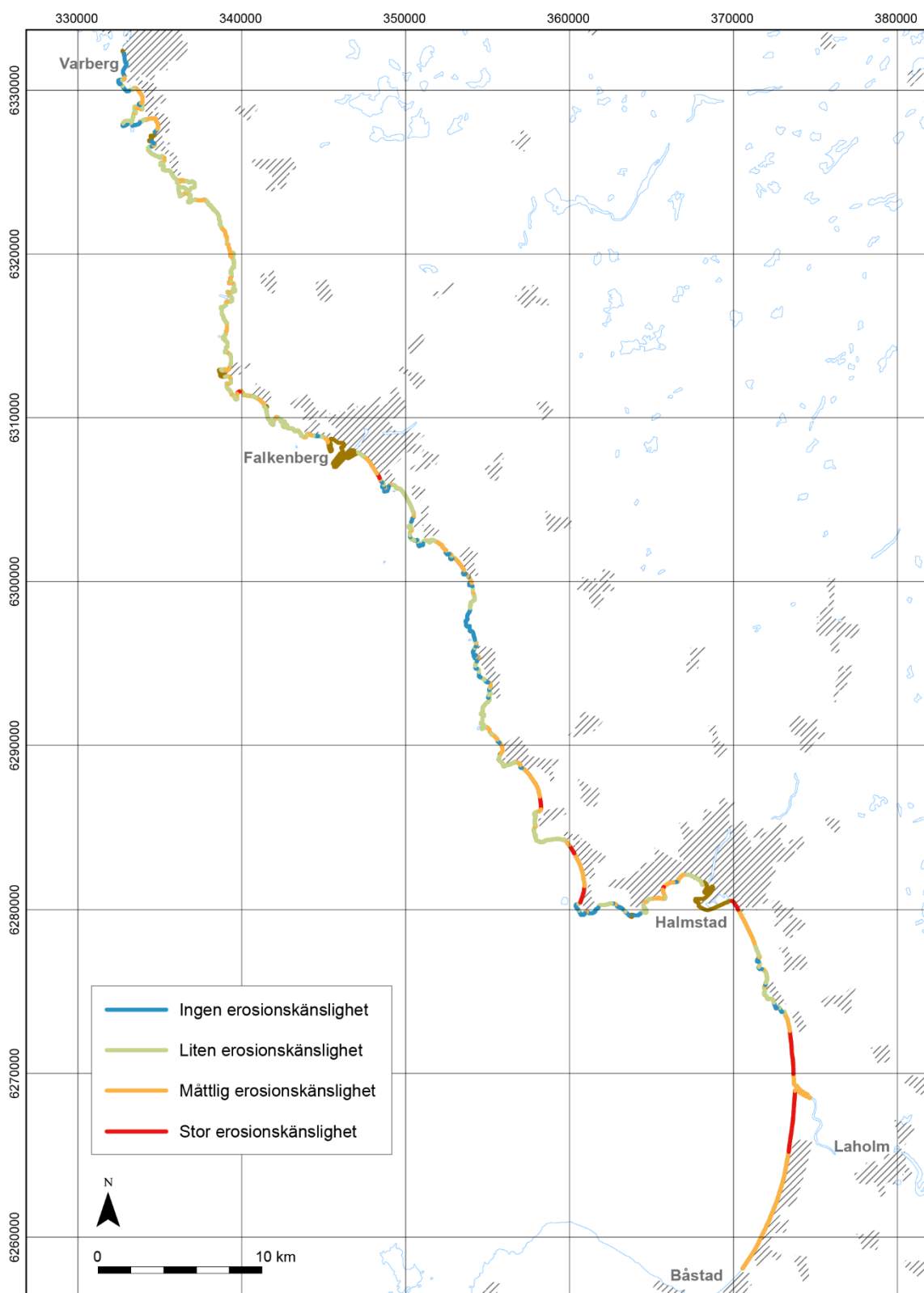
METODIK

Vid undersökningarna längs Hallands kust har vi använt samma metodik som vid kartläggningen av Skånes kust. Metodiken beskrivs kortfattat nedan, men en mer detaljerad beskrivning finns i de bägge rapporterna från Skåne (Malmberg Persson m.fl. 2014, Malmberg Persson m.fl. 2016). En viktig skillnad är att inga nya maringeologiska undersökningar gjorts längs Hallands kust. Mycket av den omfattande maringeologiska information som samlades in runt Skåne saknas därför i Halland. Bedömningarna av erosionskänslighet är därför mer osäkra.

Fältundersökning

Vi har kartlagt jordartsgeologin på land längs södra Hallands kust från gränsen mot Skåne och till Varberg (145 km). Kuststräckan norr om Varberg präglas i stor utsträckning av berg i dagen och är inte så känslig för stranderosion.

Fältarbetet utfördes under de två första veckorna i september 2018. Sandstränderna hade vid denna tid en profil typisk för sommarperioden, med breda strandplan. Vid kartläggningen gick vi till fots längs stranden och vid behov även i anslutande delar av undersökningsområdet. Kustavsnitten vid de större hamnarna längs kusten (Halmstad och Falkenberg) har inte kartlagts.



Figur 1. Översiktskarta över undersökningsområdet. Den färgade linjen längs kusten visar erosionskänslighet baserad på index.

Fältkarteringen på stränderna har utförts för att uppnå en presentationsskala på 1:25 000. Som underlag för fältkarteringen har Lantmäteriets ortofotobaserade Fastighetskarta i skala 1:10 000 använts, i kombination med terrängskuggning från Lantmäteriets nationella höjdmodell. På fältkartan markerades jordarter, jordartsgränser och morfologiska objekt, t.ex. strandvallar och dynryggar. Ytor större än 15 m bredd eller diameter har tagits med. Normalt anges jordarten på ca 0,5 m djup. I vissa fall markeras även ytlager som är tunnare än 0,5 m. Sådana lager är mycket vanliga på stränder och har tagits med om de täcker större ytor och verkar relativt permanenta i tiden – stränderna förändras ju ständigt.

Jordartsobservationerna har utförts genom okulär besiktning på stränder utan vegetation. För jordartsbestämningar på större djup eller där det finns ett vegetationstäck har stickspjut, Edelmanborr eller spade använts.

Vid kartläggningen har vi lagt särskild vikt vid kartering av aktiv erosion. Vi har markerat all aktiv stranderosion där det finns en tydlig vegetationsfri erosionsbrant. De erosionsbranter som kartlagts är vanligen minst en meter höga och i regel högre. I Halland rör det sig nästan enbart om erosion i sanddyner.

Vid fältkarteringen har vi också inventerat hårda erosionsskydd, vilka markerats som linjeobjekt på kartan. Den vanligaste typen är olika slags hårdgjorda ytor och barriärer, s.k. harnesk, längs stranden. I synnerhet strandskoning av sten och block, naturliga eller krossberg, förekommer. Andra typer av hårda erosionsskydd är hövder, dvs. pirar som byggs vinkelrätt ut från stranden. Mjuka erosionsskydd, t.ex. olika typer av sedimentbindande planteringar, har inte inventerats.

En stor mängd fotografier (586 st.) togs vid fältarbetet för att dokumentera strändernas utseende. Platsen för varje foto är lägesbestämd med GPS och fotot beskrivs med en kort text och nyckelord. Alla dessa bilder kan ses i kartvisaren på SGUs webbplats.

Digitalisering

Jordartskartorna är tänkta att presenteras i skala 1:25 000 och en generalisering görs därför vid kartläggningen och den efterföljande digitaliseringen. Jordartsytor med en diameter eller bredd mindre än ca 15 m redovisas endast om de har stor betydelse för förståelsen av geologin och förstoras då till 15 m. Till exempel redovisas alltid berghällar, även om de är små. Hällar som är mindre än ca 10 m betecknas som punktobjekt med ett +tecken.

Vid digitaliseringen har strandlinjen från Lantmäteriets Terrängkartan 2017 använts. Den skiljer sig bitvis från strandlinjen vid kartläggningstillfället och har på några ställen ritats om med hjälp av ortofoton.

Den karterade bilden från fältkartorna har förts över till ArcGIS med SGUs applikation Tolkjobs. När vi ritat kartorna har vi vägt in samlad information från våra fältkartor, befintlig information i SGUs databas Jordarter – databas 1:25 000–1:50 000, Lantmäteriets nationella höjdmodell, ortofoton, streetviewfunktioner m.m.

Strandlinjens förändring

För att kunna se eventuella trender i stranderosionen har strandlinjer tolkats från Lantmäteriets rektifierade historiska ortofoton (baserade på flygbilder) från ca 1960 respektive ca 1975. De tolkade strandlägena är digitaliserade som linjer med olika färg för olika år. Som jämförelse med den mest aktuella strandbilden har ortofoton från 2017 använts.

Vi har också gjort en översiktlig analys för att kvantifiera strandlinjens förändring i meter sedan 1960 längs södra Hallands kust. Analysen utfördes i ArcGis där det största avståndet i meter bestämdes mellan dagens strandlinje och strandlinjen i historiska flygbilder. För att kompensera för osäkerheten i t.ex. positionering och vattenstånd vid tolkningen av strandlinjen i äldre

flygbilder uppskattades noggrannheten i analysen till 15 m. Detta innebär att de förändringar av strandlinjen som är mindre än 15 m inte anses som tillförlitliga och betecknas med "Ingen förändring". Strandlinjens förändring delades in i sju olika klasser:

Akkumulation (tillväxt): 15–30 m
Akkumulation (tillväxt): 30–60 m
Akkumulation (tillväxt): 60–250 m
Erosion (tillbakagång): 15–30 m
Erosion (tillbakagång): 30–60 m
Erosion (tillbakagång): 60–250 m
Ingen förändring: < 15 m

Bedömning av erosionsförhållanden

För en detaljerad beskrivning av denna metodik hänvisas till slutrapporten för projekt Skånestrand (Malmberg Persson m.fl. 2016)

I den metod SGU utvecklat för bedömning av erosionsförhållanden har vi delat in kusten i delsträckor med likartade förhållanden. Den kortaste delsträckan är 89 m. Den strandlinje som använts kommer från Lantmäteriets Översiktskarta 2017, något modifierad där det varit betydande förändringar. Sträckorna har sedan fått attribut enligt två olika principer. Den första kallar vi **strandtyper och erosionsförhållanden**, vilket innebär en karaktärisering av stränderna efter geologiska och topografiska förutsättningar samt sedimentdynamik. Den andra kallar vi **erosionskänslighet baserad på index**, vilket innebär en klassificering av strandzonens känslighet för erosion baserad på ett antal parametrar (se nedan). Vi har beräknat ett index som beskriver varje sträckas känslighet för erosion och delat in det i fyra klasser. De två olika metoderna beskrivs här kortfattat. Modelleringen har gjorts i programmet ArcMap 10.5.1. Resultaten visas i SGUs kartvisare och kan beställas från SGUs databaser.

Sträckor med fyllning och anläggningar av olika slag, t.ex. hamnar och tätortsbebyggelse har inte tagits med vid bedömningarna.

Strandtyper och erosionsförhållanden

För att på ett överskådligt sätt visa geologi och erosionsförhållanden längs kusten har vi gjort en indelning av denna i tolv olika strandtyper (A–L), vilka beskrivs i tabell 1. Detta är samma indelning som använts runt Skånes kust, men strandtyperna I och J har vi inte hittat i Halland. Indelningen baseras på:

- jordarter och bergarter längs kusten, dvs. olika geologiska materials motståndskraft mot erosion
- topografi, dvs. i detta fall vilka erosionsprocesser som är aktiva i olika terränglägen
- förekomst av observerad aktiv erosion och erosionsskydd
- sedimentdynamik, t.ex. om strandlinjen avancerat eller retirerat samt om dynfronten avancerat eller retirerat

De olika strandtyperna karaktäriseras av olika erosionsförhållanden. De vanligaste strandtyperna i det undersökta området är sandstränder med nettoakkumulation, nettoerosion eller i balans i ett längre tidsperspektiv, ca 20–30 år, (strandtyp A, K respektive G) samt stränder med klapper, sten och block (strandtyp D) där stranderosionen är obetydlig.

Strandtyp B (hårt berg) kännetecknas av att erosion inte förekommer (annat än i ett mycket långsiktigt geologiskt tidsperspektiv). Strandtypen F (marsk, flack strand, strandängar) förekommer på flera håll och är särskilt vanlig längs kusten söder om Träslövsläge.

Tabell 1. Indelning i olika strandtyper och erosionsförhållanden längs södra Hallands kust i nutid och vid en framtida höjd havsnivå på ca en meter. Färgerna i tabellen motsvarar erosionsförhållanden som de visas i kartvisaren.

Beteckning	Strandtyp	Erosionsförhållanden (nutid)	Bedömd erosion vid en framtida höjd havsnivå (ca 1 m)*
A	sand/grus med ackumulation	strand med nettoackumulation	svårbedömt
B	hårt berg	stabil strand - ingen erosion	fortsatt ingen erosion
C	klapper/hällar	i huvudsak stabil strand - ingen eller obetydlig erosion	sannolikt fortsatt obetydlig erosion
D	klapper/sten/block		
E	(blockrik) morän		
F	marsk, tunt torvtäcke		svårbedömt
G	sand/grus i balans	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	sannolikt ökad erosion
H	åmynning		svårbedömt
I	sedimentärt berg	finns inte i Halland	
J	klint		
K	sand/grus med nettoerosion	strand med betydande nettoerosion	sannolikt ökad erosion
L	hamnar, fyllning	ej bedömd	ej bedömd

*Obs ej strandlinjens förändring (översvämning överallt!)

Denna strandtyp är inte heller särskilt känslig för erosion. Strandtyp L betecknar kuststräckor med fyllning och anläggningar, t.ex. hamnar. Där har ingen bedömning av erosionsförhållandena gjorts.

Strandtyperna längs kusten redovisas och betecknas med bokstäverna A till L. Motsvarande erosionsförhållanden visas med en färgad linje. Dessutom redovisar vi en prognos för hur erosionsförhållandena kan komma att vara vid en höjd havsnivå (+ ca 1 m). Nästan hela Hallandskusten kommer då att vara översvämmad i jämförelse med dagens kustlinje. Det är erosionsförhållandena vid denna framtida kustlinje vi försökt bedöma. Vid många stränder kommer förhållandena att likna dagens, t.ex. längs stränder med hårt berg. Svårast att bedöma är stränder med sand och grus. Erosionsförhållandena bestäms där till stor del av vindarnas riktning och styrka samt strömningsmönstret i havet och det är svårt att förutse hur dessa faktorer kan komma att påverkas av ett förändrat klimat.

Erosionskänslighet baserad på index

Vi har också definierat och beräknat ett erosionsindex (E) i analogi med de flesta tidigare undersökningar av erosionskänslighet. Eftersom vi inte haft tillgång till samma detaljerade maringeologiska information som finns runt Skånes kust använder vi ett förenklat index i denna undersökning.

$$E = \frac{a * 4 + b + c * 5 + f * 10}{4}$$

där

a = värde för jordart eller bergart på stranden

b = värde för bottensediment

c = lutning på land

f = sedimentdynamik på land

Samma strandlinje som vid indelningen efter strandtyper och erosionsförhållanden har använts och indelningen i delsträckor är densamma. För varje delsträcka längs kusten har ovanstående parametrar bestämts. Värdet för sedimentdynamik på land är baserat på iakttagen aktiv erosion, strandlinjens förändring samt i förekommande fall dynfrontens förändring. De olika parametrarna har fått ett värde (vanligen 1–4 eller 1–3), där 4 är mest erosionskänsligt och 1 är minst.

Erosionsindex har sedan delats in i fyra olika intervall, känslighetsklasser:

- 1 = ingen känslighet för erosion
- 2 = liten erosionskänslighet
- 3 = måttlig erosionskänslighet
- 4 = stor erosionskänslighet

De fyra olika klasserna visas med olika färg i kartvisaren.

Figur 1 ger en översikt av erosionsindex i det undersökta området.

RESULTAT – STRANDTYPER OCH EROSIONSFÖRHÅLLANDEN

Bedömningarna av erosionskänslighet och erosionsförhållanden för södra Hallands kust visas i SGUs databaser och kartvisare samt i den myndighetsgemensamma kartvisningstjänsten Ras, skred och erosion (<http://gis.swedgeo.se/rasskrederosion>). Där visas också indelningen av kustzonen i olika strandtyper. En prognos har också gjorts för vilka erosionsförhållanden som kan komma att råda vid en framtida höjd havsnivå på ca 1 m. Vid en sådan höjning kommer strandlinjen överallt att ligga innanför dagens på grund av översvämning, oavsett om det sker stranderosion eller inte. Det enda undantaget är de korta sträckor där kusten kantas av branta berghällar.

Indelningen i olika strandtyper gäller för de förhållanden som råder med dagens havsnivå och klimat. Den vanligaste strandtypen är sandstränder med växelvis erosion och ackumulation, men i balans sett i ett längre tidsperspektiv (tabell 1). Dessa förhållanden kan snabbt ändras även med en stabil havsnivå på grund av variationer i vindriktningar och havsströmmar.

Sett i ett internationellt perspektiv är problemen med stranderosion små i södra Halland. Konstruktion av nya kustskydd såsom hövder, strandfodring eller skyddsvallar kan dock komma att ändra erosionsförutsättningarna påtagligt.

I tabell 2 visas hur lång sammanlagd sträcka de olika strandtyperna har. I tabell 3 visas hur lång sträcka de olika känslighetsklasserna för erosionsindex har.

Tabell 2. Strandtyper och erosionsförhållanden i södra Halland.

Strandtyp	km	%
A Sand, grus, ackumulation	12,5	8,6
B Hårt berg	17,8	12,3
C Klapper med hällar	5,2	3,6
D Klapper, sten, block	25,8	17,8
E Blockrik moränya	2,9	2,0
F Marsk, flack strand	9,4	6,5
G Sand, grus i balans	38,9	26,8
H Åmynning	3,9	2,7
K Sand, grus, erosion	10,1	6,9
L Hamnar, fyllning	18,6	12,8
Summa	145,0	100,0

Tabell 3. Erosionskänslighet baserat på index, södra Halland.

Erosionsindex	km	%
1 Ingen	19,4	13,4
2 Liten	54,2	37,4
3 Måttlig	42,7	29,5
4 Stor	10,1	6,9
Ej bedömt (hamnar)	18,6	12,8
Summa	145,0	100,0

Strandtyper och erosionsförhållanden längs södra Hallands kust

De stränder som är eller kan komma att bli erosionskänsliga i Halland är sandstränderna. Laholms kommun och Halmstads kommun har låtit göra inventeringar avseende stranderosion längs kusten (Sweco 2017a,b). I dessa inventeringar har man undersökt bl.a. förändringar i vegetationslinjen.

Transporten av sediment på stränderna kännetecknas som regel av omväxlande erosion och ackumulation (pålagring), dvs. periodvis försvinner sediment från stränderna, periodvis avsätts nya sediment och stränderna blir bredare.

Det är främst kornstorleken som avgör hur erosionsbenägen en jordart är. De partiklar som lättast sätts i rörelse av strömmande vatten och vågor är i fraktionerna mellansand – finsand. Hos finkornigare jordarter som silt och framför allt lera hålls partiklarna samman av kohesionskrafter (attraktion mellan partiklarna), vilket gör dessa jordarter mer svåreroderade. Ju större kornen är, desto större energi krävs för att vågorna ska kunna sätta partiklarna i rörelse. Stränder med grus och sten är därför mindre erosionskänsliga än sandstränder.

Laholmsbukten

Laholmsbukten karaktäriseras av långgrunda sandstränder, kantade av sanddynor. I Laholmsbukten förekommer inom stora områden på havsbotten rörlig, relativt välsorterad fin-mellansand med mäktigheter från några centimeter upp till några meter. En jämförelse mellan ortofoton från olika år visar att stranden här är utsatt för växelvis erosion och ackumulation, vilket tyder på att sanden omfördelas men finns kvar i systemet.

I den södra delen av Laholmsbukten, från Skånegränsen till ungefär vid Sjöfågelvägen i Mellbystrand, dominerar stranden av finsand. Strandplanet är brett, 60–80 m, och här tillåts bilkörning (fig. 2). Stranden kantas av låga dynor (fig. 3). Bakom den mest kustnära dynen finns sammanhängande bebyggelse (fig. 4) som ligger 3–4 m ö.h.

Längre mot norr, mellan Mellbystrand och Laxvik består stranden huvudsakligen av mellansand. Strandplanet är generellt något smalare än längre söderut, men det är ändå ganska brett, ca 30–50 m. Dynerna är höga och har ofta en brant erosionskant mot stranden. Det finns ganska många byggnader bakom, i och t.o.m. framför dynerna (fig. 5). Innanför strandplanet finns ett brett stråk med flygsand, men detta område är till största delen bebyggt. Markytan ligger där runt 3 m ö.h. Själva dynen är 30–120 m bred.

Söder om Grönatorgsvägen i Mellbystrand har vi bedömt att stranden är i balans i ett längre tidsperspektiv (ca 20–30 år). Norr därom sker däremot en viss erosion norrut till i höjd med södra delen av Gullbranna. Erosionen syns främst genom att dynfronten dragit sig tillbaka 25–30 m.

Åarna Lagan, Genevadsån och Fylleån har sina utlopp längs denna kuststräcka. Åmynningar i sandiga sediment karaktäriseras av varierande erosion och ackumulation vilket gör att åfåran förflyttas och det rinnande vattnet söker sig nya vägar (fig. 6). Dessa processer beror bl.a. på vattenföring och transporterad mängd sediment i åarna samt strömförhållanden i havet och är svåra att förutse.



Figur 2. Brett strandplan med finsand vid Skummeslövsstrand. Foto: Kärstin Malmberg Persson.



Figur 3. Låga dyner vid Skummeslövsstrand. Foto: Elisabeth Magnusson.



Figur 4. Strandplan med finsand, låga dyner och byggnader bakom dynerna. Foto: Elisabeth Magnusson.



Figur 5. Kiosk på instabilt underlag, Mellbystrand. Foto: Elisabeth Magnusson.



Figur 6. De sandiga sedimenten vid Genevadsåns utlopp är lättrörliga, vilket gör att åmynningen flyttar sig.
Foto: Kärrstin Malmberg Persson.



Figur 7. Låga dyner vid Östra stranden, Halmstad. Foto: Kärstin Malmberg Persson.

I jämförelse med flygbilder från ca 1960 har kusten omedelbart norr om Genevadsån byggts på, men längre norrut har både dynfronten och strandlinjen dragit sig tillbaka ca 40 m. Den långa sandstranden bryts av ett område med berghällar och klapperstränder vid Laxvik. Där är erosionskänsligheten liten.

Söder om Halmstad, vid Östra stranden, varierar erosionsförhållandena. Längst i söder har en ackumulation av sand skett. Detta kan bero på tillförsel av sand som transporterats med Fylleån. Längre mot norr är stranden i balans över tid. Men i den allra nordligaste delen, mot Halmstads hamn, har såväl strandlinjen som dynfronten dragit sig tillbaka sedan 1975. Här är också dynerna låga och nedtrampade (fig. 7). Husen innanför den främre dynen ligger ca 3 m ö.h.

Halmstad–Tylösand

Kusten mellan Halmstads hamn och Tylösand är varierad och utgörs av berghällar, klapperstränder och grus- och sandstränder. Ett antal gamla stenbrott finns också här. Dessa stränder är inte känsliga för erosion förutom sandstränderna, vilka bedöms vara i balans över tid. En kort sträcka öster om Örnäs udde bedöms dock ha ganska stor nettoerosion.

Längs kusten finns ett antal fastigheter vid Simmarevägen som har skyddats med en strandskoning av block och sten (fig. 8).

Tylösand–Frösakull

Den långa sandstranden Tylösand–Frösakull har ett brett strandplan och ett dynamråde som är upp till 150 m brett. Dynerna har tidigare sträckt sig betydligt längre österut men flygsanden där är nu täckt av bebyggelse.

Längs den södra delen av stranden, från Hotell Tylösand till Tylöbäck, har dynfronten dragit sig tillbaka och dynen har en aktiv erosionsbrant mot havet. Denna del av stranden har betydande



Figur 8. Fastigheterna vid Simmarevägen, väster om Halmstad är skyddade av en strandskoning. Foto: Elisabeth Magnusson.



Figur 9. Södra delen av stranden vid Tylösand. Dynerna är slitna och nedtrampade. Foto: Kärrstin Malmberg Persson.

erosion enligt vår bedömning. Vid hotell Tylösand och söderut har olika åtgärder vidtagits för att flytta flygsanden i dynerna från landsidan av dynamrådet till havssidan. Även strandlinjen har retirerat längs denna sträcka, särskilt i anslutning till berghällen i södra delen av stranden. I detta område sker ett starkt slitage på dynerna på grund av de många badgästerna sommartid och placeringen av byggnader i anslutning till dynerna (fig. 9).

Längre norrut är stranden i balans över tid, men vid norra delen av Frösakull har en sträcka bedömts ha betydande erosion, huvudsakligen baserat på en retirerande dynfront.

Ringenäs–Haverdal

Kusten vid Ringenäs karaktäriseras av klapperstränder och strandvallar. Denna typ av kust är i huvudsak stabil. Ringenäs skjutfält präglas av moränstränder med klapper närmast havet. Dessa stränder är inte erosionskänsliga.



Figur 10. Moränstrand vid Steninge. Foto: Kärstin Malmberg Persson.

Längre norrut ligger en lång sandstrand. Denna har bedömts vara utsatt för erosion i den södra delen där både strandlinjen och dynfronten dragit sig tillbaka sedan 1960-talet. Större delen av stranden är dock i balans över tid. Utanför den norra delen av stranden ligger ett par små hällar ute i havet. Dessa har orsakat ackumulation av finsand på stranden innanför och i en revel ut mot hällarna. En liten tombolo, dvs. en sandbank som förenar en ö med fastlandet, har bildats.

Haverdal–Ugglarp

Denna sträcka präglas av omväxlande partier med hällar, klapperstränder, steniga-blockiga stränder och sandstränder. Alla sandstränderna har bedömts vara i balans över tid. Övriga strandtyper har liten känslighet för erosion.

Längs delar av denna kuststräcka visar jordartskartan svallad morän. Moränen är här mycket rik på sten och block och är inte särskilt erosionskänslig (fig. 10).

På en del ställen täcks hällar, klapper, sten och block av marsktorv, som kan vara upp till ca 0,5 m mäktig (fig. 11). Marsktorven består av omväxlande lager av sand och torv och avspeglar variationer i vattenstånd och avsättningsmiljö på stranden. Torven har bildats huvudsakligen genom nedbrytning av tång som spolats upp på stranden. Marsktorven är i sig lättroderad, men den förekommer på långgrunda, skyddade stränder och eroderas därför inte i någon större utsträckning. Marsktorven har ofta en frodig vegetation och används som betesmark.

Ugglarp–Suseåns mynning

Vid Ugglarp finns en långgrund sandstrand med ett skyddat läge innanför ett par bergöar strax utanför. Stranden har varit stabil eller till och med haft en viss ackumulation sedan 1960-talet.

Längs resten av denna kuststräcka ligger sandstränder omväxlande med höga bergpartier som sticker ut från kusten. Sandstränderna kantas av ganska smala och låga dyner. Längst i norr, fram



Figur 11. Marsktorv vid Oskarshamn, norr om Stensjö. Torven byggs upp av lager av sand och torv som överlagrar häll och block. Foto: Kärrstin Malmberg Persson.

till Suseån finns dock en hög dyn med aktiv erosion mot havet (fig. 12). Dynfronten har dragit sig tillbaka något, men bedöms vara relativt stabil över tid. Suseåns mynning har flyttat sig något sedan 1960, men verkar förhållandevis stabil.

Suseåns mynning–Bobergsudde

Väster och norr om Suseåns mynning ligger en flack kust med många hällar mellan vilka det finns klapperstränder, blockstränder och partier med marsktorv. Där finns också ett par sandstränder som kännetecknas av ackumulation eller balanserade förhållanden. Ingen del av denna sträcka har klassats som känslig för erosion.

Bobergsudde–Falkenberg

Norr om Bobergsudde ligger en lång sandstrand där strandplanet huvudsakligen består av finsand. Stranden kantas av en zon med låga dyner. En påtaglig ackumulation har skett längs större delen av stranden; både strandlinjen och dynfronten har avancerat 25–30 m.

Sandstranden bryts av en udde med berghällar. Norr om denna ligger den långa sandstranden Skrea strand. Den sydligaste delen av stranden har bedömts ha betydande erosion. Strandlinjen och dynfronten har retirerat sedan 1960-talet. Dynerna är höga och har en erosionsbrant mot havet (fig. 13).

Större delen av stranden har bedömts vara i balans över tid. I norra delen har skett en viss ackumulation vilket troligen beror på utbyggnaden av Falkenbergs hamn. Ett par större byggnader ligger i dynområdet och dyner saknas helt vid dessa. Även på andra ställen är dynerna skadade av promenadvägar mellan parkeringen och stranden. Fältkartläggningen här ägde rum en blåsig dag och stora mängder flygsand blåste in från dynerna till parkeringen i anslutning till en sådan stig. Vid hotellet Falkenbergs strandbad har man konstruerat erosionsskydd för att skydda byggnaden (fig. 14).



Figur 12. Sandstrand vid Vesslunda naturreservat. Stranden kantas av dyner med aktiv erosion.
Foto: Kärsin Malmberg Persson.



Figur 13. Södra delen av Skrea strand har bedömts ha betydande erosion. Stranden kantas av höga dyner med aktiv erosion.
Foto: Kärsin Malmberg Persson.

Falkenberg–Grytås

Denna kuststräcka är flack och i regel stenig. Kusten domineras av steniga och blockiga moränstränder och klapperstränder. Mellan de steniga partierna finns sandstränder. Dessa är i balans eller har nettoackumulation.



Figur 14. Erosionsskydd vid Falkenbergs strandhotell. Foto: Kärstin Malmberg Persson.



Figur 15. På de flacka strandängarna vid Sik finns marsktorv med omväxlande lager av torv och finsand. Foto: Kärstin Malmberg Persson.



Figur 16. Klappervall söder om Träslövsläge. Foto: Kärstin Malmberg Persson.

Grytås–Galtabäck

Denna kuststräcka är mycket flack och domineras av betade strandängar. Jordarten är marsktorv som vanligen ligger på finsand men ibland på grus eller klapper (fig. 15). Stränderna är långgrunda och bedöms ha låg erosionskänslighet.

Kusten med marsktorv bryts av en sandstrand med låga dyner vid Björkäng. Stranden är i balans över tid.

Galtabäck–Apelviken

Längs denna kuststräcka finns omväxlande stränder med berghällar, sten- och blockstränder, klapperstränder, sandstränder och marskstränder (fig. 16). Erosionskänsligheten bedöms vara liten och sandstränderna är i balans över tid. Längs Apelvikens strand finns låga dyner. En byggnad är placerad i den smala dynen som ligger mellan stranden och Tångkörarvägen.

Apelviken–Varbergs fästning

Längs denna del av kusten dominerar berghällar och stränderna är därför stabila. Vid Varbergs kusthotell finns dock en liten sandstrand. Den är i balans över tid.

HUR ANVÄNDS KARTORNA?

I SGUs kartvisare finns geologisk information som bland annat kan användas för att bedöma strändernas känslighet för erosion, såsom jordarter i strandzonen, observerad erosion och erosionskydd. I kartvisaren finns också en mängd foton tagna i september 2018 från stränderna. Dessutom visas förutsättningarna för erosion runt kusten på flera olika sätt.

Genom att analysera informationen har vi definierat tre olika begrepp:

- *Strandtyp*. Södra Hallands kust har delats in i 10 olika strandtyper. De olika typerna (tabell 1) karaktäriseras av olika geologiska förhållanden och topografi samt av olika erosionsförhållanden. Den vanligaste är typ G: sand- och grusstränder med omväxlande ackumulation och erosion, men i stort sett i balans över en längre tidsperiod (ca 20–30 år).
- *Erosionsförhållanden*. De olika strandtyperna har indelats i 5 grupper efter de erosionsförhållanden som råder idag (tabell 1). Till exempel kännetecknas både strandtyp C (klapper/hällar) och strandtyp E (morän) av att de är i huvudsak stabila och har obetydlig erosion. Man bör ha både lagret ”Strandtyp” och lagret ”Erosionsförhållanden, nutid” förbockade för att förstå informationen fullt ut.
- *Erosionskänslighet baserat på index*. Ett antal olika parametrar har bestämts för olika kuststräckor med likartade förhållanden och den samlade bedömningen har beräknats som ett erosionsindex. Detta har delats in i fyra olika klasser: stor, måttlig, liten och ingen erosionskänslighet, vilket visas med en linje i olika färger längs kusten.

Erosionskänsligheten ger en snabb överblick över vilka områden som är känsliga, mindre känsliga och okänsliga för erosion. Erosionsförhållanden beskriver mer i detalj hur stränderna ser ut och vilka erosionsprocesser som är aktiva.

Vi har också gjort en bedömning av hur erosionsförhållandena kan bli vid en framtida höjd havsnivå på ca en meter. Denna visas på samma strandlinje som övriga erosionsbedömningar, men i realiteten kommer strandlinjen förstås i regel att ligga en bit in från den nuvarande kusten. Jämför genom att tända lagret ”Vattenyta vid höjda havsnivåer” på nivån 1 m.

Strandlinjens förändring från ca 1960 till 2017 visar dessa förändringar som de framgår av jämförelser mellan flygfoton från olika år. Det bör dock understrykas att ett kustavsnitt kan vara utsatt för erosion utan att det syns i strandlinjens läge. Till exempel kan en intensiv erosion av dyner tillföra sand på strandplanet som då blir bredare.

Olika lager framträder bäst vid olika skala, så prova att zooma ut eller in för att få tydligast information.

SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Ingen strand längs södra Hallands kust har någon alarmerande erosion. Det finns dock ett antal sträckor där stranderosionen bedömts vara betydande. Där behöver man vara vaksam, framför allt med tanke på en kommande havsnivåhöjning.

De stränder som är känsliga för erosion är sandstränderna. Där sker i regel omväxlande erosion och ackumulation. Längs vissa kuststräckor dominerar erosion, längs andra ackumulation. Detta mönster kan förändras över tid beroende på förändringar i vindriktning, vågor och strömmar. Påverkan från olika konstruktioner, såsom hamnar och kustskydd, spelar också en stor och svårbedömd roll.

Hallands sandstränder begränsas i regel mot land av en zon med flygsand med dyner. Innanför dynerna finns bebyggelse nästan överallt. Dynerna är ett effektivt skydd för bakomliggande mark och bebyggelse och det är därför av stor vikt att skydda dessa. Detta är särskilt viktigt där bakomliggande mark ligger lågt och dynerna är låga eller skadade. Byggnader, även i form av mindre kiosker och liknande, i och i anslutning till dynerna orsakar ofta ökad erosion på platsen. Stigar och vägar över dynerna orsakar ofta slitage och urläsning av flygsand.

För att kunna göra den indelning vi har gjort krävs detaljerad kunskap om var på stränderna erosion faktiskt ägt rum och vilka processer som är aktiva vid erosionen. Denna information har vi samlat in genom systematisk, detaljerad fältkartläggning av stränderna. För att göra noggranna

bedömningar av erosionskänsligheten behövs också detaljerade undersökningar av havsbotten. Detta har inte gjorts i detta projekt och säkerheten i bedömningarna är därför mindre än för motsvarande bedömningar längs Skånes kust.

En annan viktig informationskälla för att uppskatta stranderosion är att undersöka hur strandlinjen flyttar sig över tid. För att komma långt tillbaka i tiden har vi studerat flygfoton från olika år. Här finns dock stora felkällor, till exempel otillräcklig noggrannhet i georefereringen av flygfotona, svårigheter att tolka var strandlinjen ligger och det faktum att läget av långgrunda kusters strandlinjer är starkt beroende av vattenståndet vid flygfotograferingen.

Fördelningen av sediment beror på olika erosionskänslighet men erosions-, transport- och ackumulationsförhållanden är också viktiga. Kuststräckor där erosion pågår är oftast områden där större sandavlagringar, både på land och på havsbotten, har ansamlats. Dessa sandavlagringar är lättroderade och lätttransporterade och har i områden där erosion pågår en negativ budget, alltså mer sand transporteras bort från avlagringarna, både på land och på havsbotten, än vad som tillförs. Kunskap om detta, samt källor och slutstation för sand i sandtransportsystem, fås genom maringeologisk kartläggning. Någon sådan har dock inte utförts i detta projekt.

Det är viktigt att inse att bedömningarna av erosionsförhållanden gäller för nuvarande förhållanden. Ändringar kan ske i vindarnas och havsströmmarnas dominerande styrka och riktning, vilket kan leda till nya förutsättningar för erosionen. Det är också viktigt att påpeka att våra bedömningar gäller för nuvarande havsnivå och troligen också för en något högre nivå. Men när havsnivån höjs kommer också strändernas utseende och topografi att förändras. Jordlager som idag finns innanför stranden, och har andra egenskaper, kan då komma att utgöra strandsediment. Den bedömning av erosionsförhållanden vid en framtida havsnivåhöjning på ca en meter som visas i kartvisaren bör därför användas med försiktighet.

REFERENSER

IPCC, 2013: Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working group I contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. 1552 s.

Malmberg Persson, K., Nyberg, J., Ising, J. & Persson, M., 2014: Skånes känsliga stränder – ett geologiskt underlag för kustzonsplanering och erosionsbedömning. *SGU-rapport 2014:20*, Sveriges geologiska undersökning. 29 s.

Malmberg Persson, K., Nyberg, J., Ising, J. & Rodhe, L., 2016: Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering. *SGU-rapport 2016:17*, Sveriges geologiska undersökning. 61 s.

SMHI, 2019: Höga havsnivåer, idag och i framtiden. <www.smhi.se/klimat/havet-och-klimatet/hoga-havsnivaer?> Åtkommen 20190219.

Sweco, 2017a: Laholm stranderosion. Rapport för Laholms kommun. 77 s.

Sweco, 2017b: Halmstad stranderosion. Rapport för Halmstads kommun. 92 s.