

Skånes känsliga stränder – ett geologiskt underlag för kustzons- planering och erosionsbedömning

Kärstin Malmberg Persson, Johan Nyberg,
Jonas Ising & Magnus Persson

juli 2014

SGU-rapport 2014:20



SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Omslagsbild: Erosionsbrant i issjösediment norr om
Vik, Skånes östkust. Foto: Jonas Ising.

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

Sammanfattning	4
Inledning	4
Havsnivåförändringar och klimatanpassning	5
Stranderosion längs Skånes kust – förutsättningar	7
Äldre jordartskartor och maringeologiska kartor	10
Jordartskartor	10
Maringeologiska kartor	10
Jordartskartering på stränder	11
Metodik, fältkartering	11
Metodik, digitalisering	12
Kartläggning av havsbottnens geologi	13
Hydroakustiska metoder	14
Sedimentekolod	15
Reflektionsseismik	16
Sidoavsökande sonar	16
Interferometrisk sonar (swath sonar)	16
Multistråleekolod (multibeam)	16
Lägesbestämning	16
Sedimentprovtagning	16
LIDAR (laserskanning)	17
Bearbetning och tolkning av hydroakustiska data samt kartdataframställning	17
Den nya kartan över Skånes kustområden	17
Strandklassning för oljesanering	17
Strandtyper enligt MSB och IVL	17
Digital miljöatlas	20
Kommentarer till strandklassningen	21
Strandlinjer på historiska ortofoton	22
Metodik	22
Resultat, historiska ortofoton	24
Testkartvisaren Skånestrand	27
Hur kan kartorna användas och preliminära resultat	27
Referenser	28

SAMMANFATTNING

I sydligaste Sverige är stranderosion redan idag ett problem på många håll och situationen kan antas bli värre med en stigande havsyta. För att bedöma strändernas erosionskänslighet behövs ett detaljerat geologiskt underlag. I projekt Skånestrand kartlägger SGU geologin längs Skånes havsstränder, på havsbotten och på land. Kartorna kan också användas för fysisk planering. I denna första rapport från projektet redovisas undersökningsmetodik och preliminära resultat. Kartinformationen presenteras i ett första steg i en testkartvisare på www.sgu.se.

Förutom den geologiska kartläggningen har vi inventerat sträckor med aktiv erosion och med erosionsskydd på stränderna. De maringeologiska undersökningarna omfattar även bl.a. havsbottens uppbyggnad, batymetri och substrat samt sedimentations- och erosionsområden och utbredningen av vegetation på havsbotten. En omfattande fotodokumentation kompletterar den geologiska informationen. Inom projektets ram har också en indelning gjorts av stränderna i olika strandklasser för en bättre bedömning av saneringsmetod vid oljeolyckor till havs.

För att kunna se eventuella trender i stranderosionen har strandlinjer från Lantmäteriets historiska ortofoton från några olika år jämförts med dagens strandlinje. Längs de flesta strandavsnitt sker växelvis erosion och pålagring av sand och långsiktiga trender är sällsynta. Stranden vid Löderup har dock eroderats upp till ca 200 m sedan 1975. Samtidigt har stranden vid Sandhammaren vuxit sig bredare.

Förutsättningarna och känsligheten för stranderosion varierar starkt längs Skånes kust, pga. att geologin varierar. De kusttyper som är mest känsliga för erosion är flacka sandstränder och branta klintkuster.

Projektets slutrapport ska komma hösten 2014. Där kommer Skånes kust att delas in i områden som beskrivs med avseende på geologi, erosions- och depositionsprocesser samt känslighet för erosion.

INLEDNING

Kunskap om strandprocesser och stranderosion blir allt viktigare, inte minst i Skåne. I sydligaste Sverige är stranderosion redan ett problem och situationen kan antas bli värre med en stigande havsyta. För att kunna beskriva de processer som är aktiva i strandzonen krävs ett detaljerat geologiskt underlag. I denna rapport redovisas de första resultaten från SGUs projekt Skånestrand. Syftet med projektet är att beskriva geologi, aktiva processer och erosionskänslighet längs de skånska stränderna och angränsande havsbotten. För att kunna göra detta framställs en heltäckande geologisk karta och databas över områdena längs Skånes stränder. Kartan är sömlös, dvs. geologin över och under havets yta har en enhetlig teckenförklaring och stämmer överens vid strandlinjen.

Informationen ska kunna användas för att bedöma erosionsrisk och för att göra beräkningar av erosion och deposition längs stränderna. Ett annat viktigt område är planering av åtgärder för att förhindra erosion. Informationen kan också användas för fysisk planering av kustzonen och mark- och bottenanvändning.

I denna första rapport beskrivs bakgrund, metodik och en del av resultaten från projektet. En mängd data har samlats in och lagrats i kartdatabaser. Informationen presenteras i ett första steg i en testkartvisare på www.sgu.se. De marina mätningarna på havsbotten avslutas sommaren 2014. En fullständig slutrapport, där också bedömningar av erosionskänslighet längs Skånekusten redovisas, kommer i slutet av 2014. Då ska också all geologisk information vara insamlad och bearbetad. Kartvisaren uppdateras efterhand som nya data blir färdiga. Den grundläggande geologiska informationen ingår i SGUs databasprodukter och tillhandahålls enligt de villkor som gäller för dessa. För mer information hänvisas till SGUs kundtjänst (018-17 90 00).

I projekt Skånestrand har vi kartlagt geologin på marken och på havsbotten i en zon som sträcker sig ca 500 m från strandlinjen på landsidan och ca 1000 m ut från strandlinjen på havs-

botten. Undersökningarna på land är gjorda huvudsakligen 2012, medan havsbotten har undersökts 2012–2014. Stränder är stadda i ständig förändring och den information som samlats in ger därför en ögonblicksbild av situationen vid karteringstillfället. Undersökningarna av havsbotten har förlagts till sensommar och tidig höst för att den största utbredningen av vegetation (t.ex. ålgräs- och sjögräsängar) ska kunna kartläggas.

I samband med fältarbetet längs kusten gjordes också en klassning av stränderna enligt ”Saneringsmanual för olja på svenska stränder” (MSB 2010). Denna klassning av stränderna är avsedd som beslutsstöd för personal och arbetsledare vid saneringsinsatser efter oljeutsläpp till havs. Klasserna presenteras som en strandlinje med olika färg i olika avsnitt och har infogats i Miljöatlas (http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/digital_miljoatlas/).

Till projekt Skånestrand har knutits en extern referensgrupp som träffats fem gånger. Förutom SGUs medarbetare har följande personer ingått i gruppen: Jon Larsen, Pär Persson, Tanja Ståhle och Jim Kronhamn från Länsstyrelsen Skåne, Mona Skoog från Ystads kommun, Karl-Erik Svensson från Kristianstads kommun, Per Danielsson och Bengt Rydell från Statens geotekniska institut samt Lennart Sorby från Havs- och vattenmyndigheten.

HAVSNIVÅFÖRÄNDRINGAR OCH KLIMATANPASSNING

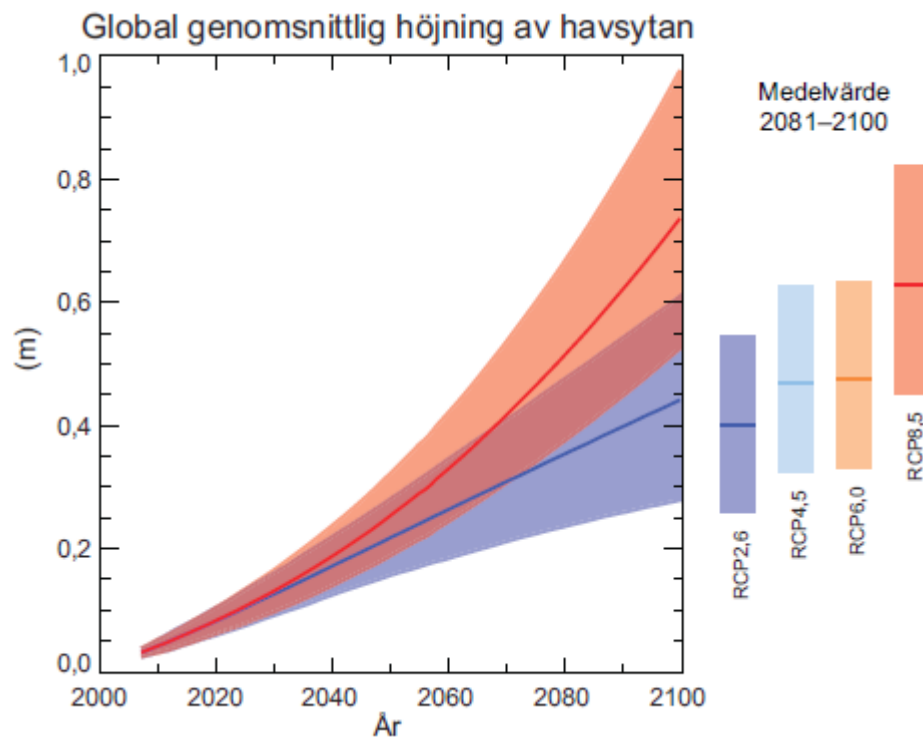
Jordens klimat är i ständig förändring. Förutom naturliga variationer pågår en uppvärmning, orsakad av utsläpp av växthusgaser, som bland annat leder till en stigande havsyttnivå. Detta beror främst på att vattnet expanderar med stigande temperatur men också på smältande glaciärer och havsis. FNs klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) publicerade sin vetenskapliga rapport om klimatförändringar år 2013 (www.ipcc.ch), enligt vilken havsytan för närvarande höjs ca 3,2 mm per år (2,8–3,6 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 år 2100 (fig. 1). Enligt SMHI:s klimatanalys för Skåne län (SMHI 2011) beräknas extremvattenståndet år 2100 variera mellan 2,15 m och 2,60 m. Som jämförelse kan nämnas att under stormen Sven den 5 december 2013 slogs nya vattenstandsrekord i Öresund: +1,67 m i Viken och +1,59 m i Barsebäck. I kombination med mycket höga vågor ledde detta till översvämningar, kraftig erosion och stora materiella skador längs Öresundskusten.

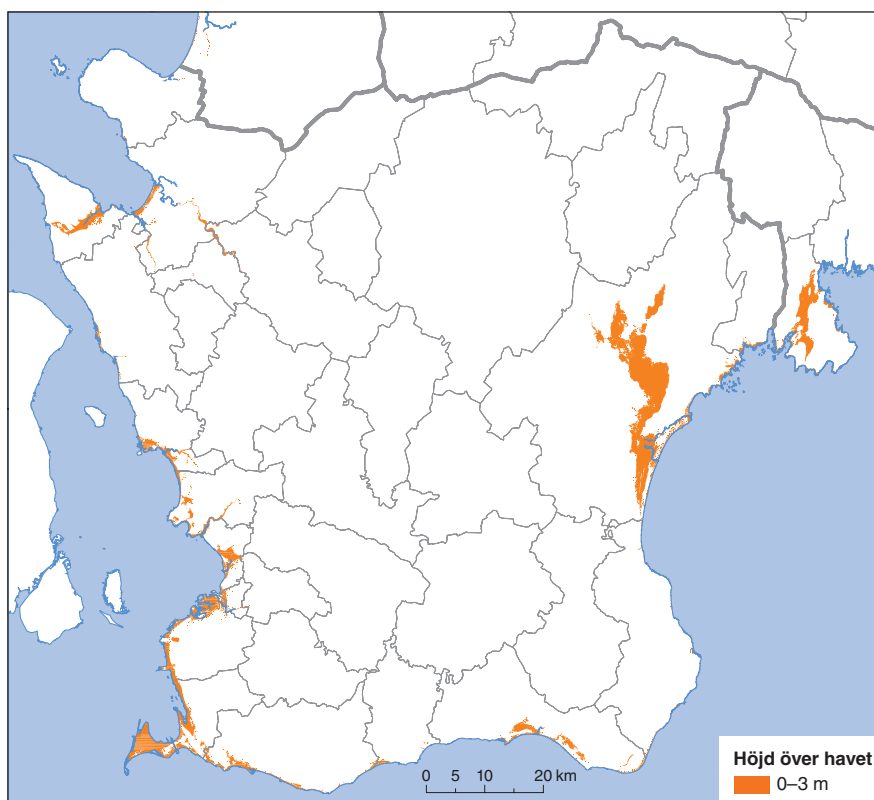
Det förändrade klimatet och effekterna av det medför nya förutsättningar för samhällsplaneringen, inte minst i kustzonen. Skånes kust är starkt exploaterad av bebyggelse, vägar och anläggningar av olika slag. Många värdefulla naturområden ligger också i direkt anslutning till stränderna. Skånes kustkommuner måste ta hänsyn till stigande havsnivåer i sin fysiska planering. Länsstyrelsen i Skåne rekommenderar att nybyggnation inte görs i områden som ligger lägre än 3 m ö.h. (fig. 2). Stora tätbebyggda områden finns dock under denna nivå, t.ex. nästan hela Falsterbohalvön. Enligt beräkningar av Länsstyrelsen finns i Skåne ca 23 000 byggnader som kan komma att påverkas av en havsnivåhöjning på +1 m år 2100 (Länsstyrelsen Skåne 2014).

För större delen av Sveriges kust motverkas den stigande havsnivån av landhöjningen. Denna beror på att landet var nedpressat av inlandsisens tyngd under den senaste istiden och långsamt håller på att höja sig (fig. 3). I sydligaste Sverige har denna höjning avklingat och något söder om Skåne har den ersatts av en landsänkning (Hansen m.fl. 2011).

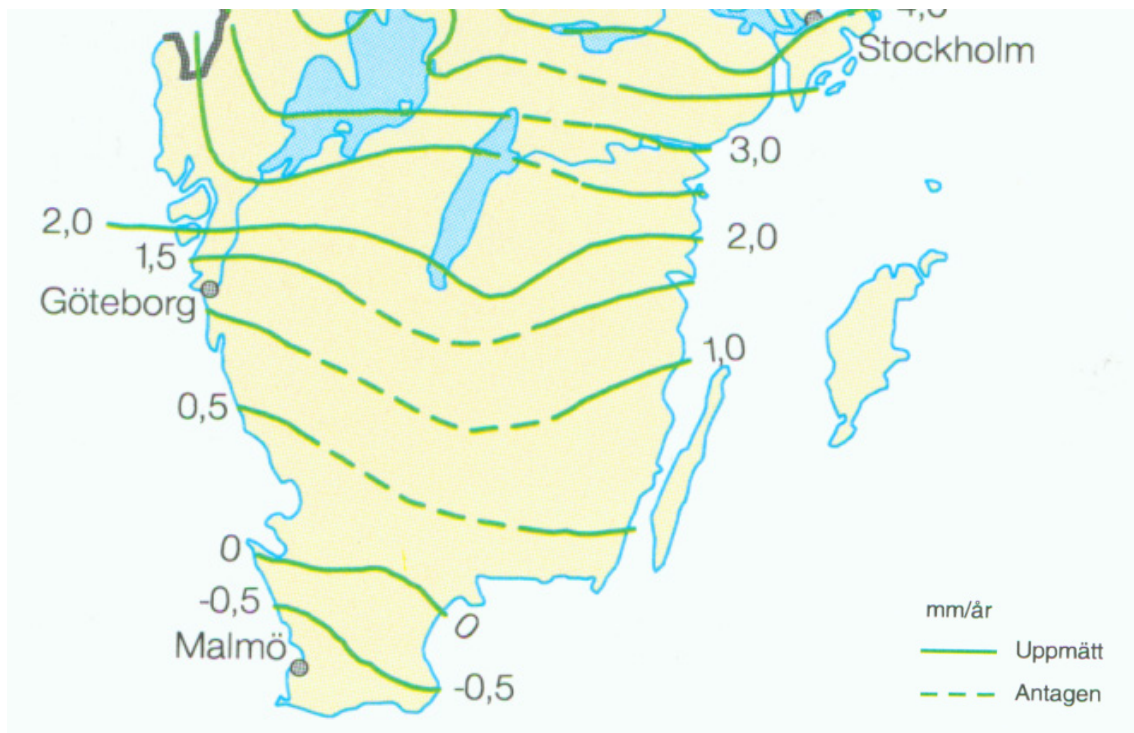
Ytterligare ett skäl till att Skåne är så utsatt för stranderosion är att kusten på de flesta håll är uppbyggd av lösa kvartära sediment, vilka lätt kan eroderas av vågorna. De klippkuster som är så vanliga i övriga Sverige finns i Skåne huvudsakligen i nordväst – Kullaberg och Bjärehalvöns yttre delar.



Figur 1. Projektioner av den genomsnittliga globala havsnivåhöjningen under 2000-talet jämfört med 1986–2005 enligt olika modeller. Den genomsnittliga globala havsnivåhöjningen fram till 2081–2100 kommer att bli 0,26–0,98 m, beroende på vilken modell som används. Figur från FNs klimatpanel Klimatförändring (2013): Den naturvetenskapliga grunden.



Figur 2. Områden lägre än 3 m ö.h. i Skåne.



Figur 3. Landhöjningen i millimeter per år i södra Sverige i relation till havets medelnivå 1892–1991. Idag stiger dock havsytan snabbare än under den perioden.

STRANDEROSION LÄNGS SKÅNES KUST – FÖRUTSÄTTNINGAR

Stranderosion är en naturlig process som äger rum längs kuster jorden runt och har ägt rum under årmiljoner. Erosion definieras som nedbrytning av berg och jord samt borttransport av nedbrytningsmaterialet. Vid stranderosion förs strandsedimenten bort av vågor och strömmar. Vilka processer som bidrar och hur stark erosionen är bestäms av ett samspel mellan vind, vågor, havsströmmar och geologiska förhållanden samt topografi över och under havsytan. Vegetation och mänsklig påverkan, t.ex. anläggningar och olika typer av erosionsskydd, kan också ha stor påverkan på erosionen.

Transporten av sediment på och längs stränderna kännetecknas av omväxlande erosion och deposition, dvs. periodvis försvinner sediment från stränderna och periodvis avsätts nya sediment och stränderna växer.

De flesta studier av vågors påverkan av stränder och havsbotten har gjorts där sedimenten i strandzonen domineras av sand. Skånes stränder har dock mycket skiftande geologi och topografi – från brant stupande berghällar vid Kullaberg till flacka, tidvis översvämmade stränder med marsktorv mellan Bunkeflostrand och Foteviken. Förutsättningarna och känsligheten för erosion varierar därför starkt.

I Skåne sker ingen eller ytterst lite erosion längs stränder som utgörs av berg, i alla fall sett i ett mänskligt tidsperspektiv.

I regel sker inte mycket erosion vid flacka moränstränder, som i nordöstra Skåne, öster om Nymölla (fig. 4). Svallet har sköljt bort finmaterialet och lämnat kvar ett skyddande lager, ett residualtäckte, av grovt material som block, sten och grus. Ibland har också ett tunt lager svallsand eller marsktorv avsatts ovanpå moränen.



Figur 4. Moränstrand med anrikning av sten och block i markytan. Lite marsktorv närmast vattnet.
Foto: Magnus Persson.

Vid brantare morän- och grusstränder sker en transport av grovt material med vågsvallet upp på stranden och detta samlas ofta i en strandvall. Den är stabil tills en kraftig storm transporterar bort materialet i undre delen av vallen, som då undermineras.

Klapperstränder uppstår vid kuststräckor med stenrika moräner om havsbotten och kusten har brant lutning. Vågorna har där mer energi och svallningen blir starkare. Klapperstenarna bildar ofta strandvallar. Klapperstränder förekommer här och där runt Skånes kust, men främst i nordväst, t.ex. längs Bjärehalvöns västra och norra del (fig. 5). Skånes klapperstränder är generellt inte erosionskänsliga, även om en del av klappern förflyttas vid stormar.

Längs Skånes kust sker påtaglig stranderosion huvudsakligen vid två olika kusttyper: vid flacka sandstränder med eller utan dyner samt vid klintkuster.

Sandstränder är den vanligaste kusttypen i Skåne. Sandstränder med dyner finns främst på Skånes syd- och ostkust samt i inre delen av Skälderviken (fig. 6). Dynerna byggs upp av vindtransporterad sand, flygsand. Den yttre dynfronten begränsas ofta av gränsen för stormvågornas svall. Dynfronten blir därför jämn och brant. Strandparallella strömmar kan transportera stora mängder sediment längs stranden och även erodera havsbotten. Det är dessa strömmar som främst orsakar stranderosion och igensandning av t.ex. hamnar.

En brant klint utbildas där högre terräng möter havet och vågorna underminerar sedimenten vid stranden. Detta förekommer både i mer konsoliderade och svåreroderade sediment som lera, morän och moränlera och i lätteroderade sediment som silt och sand. Klinten förekommer främst på delar av Skånes väst- och ostkust samt runt Ven (fig. 7). Ras och skred i klinten tillför strandplanet nytt material som transporteras bort efter hand.



Figur 5. Klapperfält vid Hovs hallar. Foto: Magnus Persson.



Figur 6. Aktiv erosion i kustdyn, Löderup. Foto: Kärstin Malmberg Persson.



Figur 7. Klintkust på Vens södra sida. Foto: Kärstin Malmberg Persson.

ÄLDRE JORDARTSKARTOR OCH MARINGEOLOGISKA KARTOR

Jordartskartor

Hela Skånes kustzon (liksom nästan hela Skånes yta) är täckt av detaljerad jordartsinformation som publicerats med en indelning i topografiska kartblad i skala 1:50 000. Dessa kartor med tillhörande beskrivningar är utgivna i SGUs serie Ae. De äldsta kartorna finns i nordvästra Skåne. Den äldsta är Ae 16, jordartskartan Helsingborg SV, som är tryckt år 1974 och fältkarterad 1965–1971. Den yngsta är Ae 135, jordartskartan Tomelilla NO, tryckt år 2000 och fältkarterad 1993–1995. Kartorna finns digitalt lagrade som databaser hos SGU. Det går även att ta del av den geologiska informationen via SGUs karttjänster på www.sgu.se.

Under årens lopp har metodik och jordartsindelning ändrats i viss mån. De äldsta kartorna gjordes på ett sämre fältunderlag än de nyare och kan delvis antas ha sämre lägesnoggrannhet. Vid karteringen var GPS inte tillgängligt och inte heller Lantmäteriets nationella höjdmodell, baserad på laserskanning från flyg. Även om geologin till största delen är oförändrad har förändringar skett. Till exempel har många torvmarker dikats ut och torven har tunnats ut eller försvunnit. Särskilt stora är förändringarna i kustzonen, där strandprocesser ständigt är aktiva. Exempelvis kan bergblottningar på stränderna ha täckts över av sand eller tidigare dolda hållar ha frispolats av vågorna.

Maringeologiska kartor

Längs med Skånes kust finns maringeologiskt kartunderlag i olika skalor framtaget med olika undersökningsmetoder från 1970-talet och framåt. För Öresund, från Falsterbo till Kullaberg, finns publicerade maringeologiska kartor i skala 1:50 000 (SGU Rapporter och meddelanden 13

från år 1979) framtagna utan yttäckande hydroakustiska metoder. Datainsamling utfördes inte inom områden med vattendjup grundare än 3 m. Såväl mätningar som provtagningar lägesbestämdes med hjälp av den då aktiva DECCA-kedjan för området, med varierande positionsnoggrannhet men inom 200 m.

För den skånska sydkusten finns kartunderlag från 1992 framtaget för skala 1:100 000, med bl.a. data från sidoavsökande sonar som yttäckande hydroakustisk metod längs med mätlinjer som ligger ca 2000 m från varandra. De sonardata som registrerades sträcker sig ungefär 300–350 m om vardera sidan av mätlinjen, vilket innebär att det finns bottenområden mellan sonarbilderna som inte har mätts. Dessutom utfördes inte datainsamling på vattendjup grundare än 6 m. Såväl mätningar som provtagningar lägesbestämdes med hjälp av Syledis (positionsnoggrannhet normalt inom 10 m).

För Hanöbukten, från Blekingegränsen till Simrishamn, finns en publicerad ytsedimentkarta och profilkarta i skala 1:100 000 med tillhörande beskrivning (Nordgren 2012), där fältundersökningarna utfördes år 2006 längs med mätlinjer placerade ca 1000 m från varandra. Detta innebär att det även här förekommer bottenområden mellan mätlinjerna som inte har mätts. Såväl mätningar som provtagningar lägesbestämdes med hjälp av differentiell GPS (positionsnoggrannhet normalt inom 1 meter).

JORDARTSKARTERING PÅ STRÄNDER

Metodik, fältkartering

Fältkarteringen på stränderna har utförts för att uppnå en presentationsskala på 1:25 000. Fältkarteringen gjordes huvudsakligen 2012, men några sträckor karterades våren 2013. Kartområdet sträcker sig ca 500 m från strandlinjen in på land. Vid karteringen har vi gått till fots längs stranden och vid behov även i anslutande delar av kartområdet. Det har varit möjligt att ta sig fram längs strandlinjen runt nästan hela Skåne. Undantag är t.ex. Barsebäcks kärnkraftverk och större hamnanläggningar (Malmö, Helsingborg, Landskrona, Ystad och Trelleborg). I hamnområdena har vi kört med bil och gjort observationer och fotograferat där så varit möjligt.

Som underlag för fältkarteringen har använts Lantmäteriets ortofotobaserade Fastighetskarta i skala 1:10 000 i kombination med terrängskuggning från Lantmäteriets nationella höjdmodell (se fig. 8). 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. Tre jordartsprover har tagit för kornstorleksanalys.

I projekt Skånestrand 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. Det kan vara erosion i kustklint, i strandvall eller 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, är vanligt. Andra typer av hårda erosionsskydd är hövder, dvs. pirar som byggs vinkelrätt ut från stranden samt vågbrytare av sten eller betong parallellt med stranden, en bit ut i vattnet. Många av dessa hårda erosionsskydd är idag i sådant skick att de knappast har någon skyddande effekt. Vid inventeringen har vi inte tagit med erosionsskydd som bedömts vara helt utan effekt. Mjuka ero-



Figur 9. **A.** Erosionsskydd av sten och block vid Ålabodarna. Foto: Elisabeth Magnusson. **B.** Vågbrytare öster om Ystad. Foto: Elisabeth Magnusson. **C.** Hövder vid Löderup. Foto: Kärstin Malmberg Persson.

KARTLÄGGNING AV HAVSBOTTNENS GEOLOGI

Vid kartläggning av havsbotten är möjligheten till direktobservationer begränsad och därför krävs andra metoder än vid undersökningar på land. Inom detta projekt har resultaten använts från undersökningar med sju olika hydroakustiska instrument, sedimentprovtagning, bottenfotografering och LIDAR (Light detection and ranging) från tre olika typer av farkoster: skepp, båt och flygplan. Från de hydroakustiska mätningarna och från provtagningarna har information om både djupförhållanden och bottenbeskaffenhet erhållits medan från LIDAR enbart djupförhållanden.

Den hydroakustiska fältundersökningen utfördes av en samtidig mätning med två olika typer av hydroakustiska instrument från SGUs undersökningsskepp S/V Ocean Surveyor och undersökningsbåt S/V Ugglan (fig. 10) utefter mätlinjer i planerade områden under fältsäsongerna 2012, 2013 och 2014. Skånes kust blev indelad i ca 45 områden från Blekingegränsen till Hallandsgränsen. Inom varje område skapades ett delområde från ca 1000 m utanför strandlinjen in till den markerade 6-meterskurvan på sjökortet, där Ocean Surveyor utförde mätningar med ett linjeavstånd av mellan 40 och 70 m i syfte att erhålla en heltäckande batymetrisk bild av botten från multistråleekolodsmätningarna. Mätlinjer skapades sedan för Ugglan med 65 eller 100 m avstånd från den områdesgräns dit Ocean Surveyor mätt in till 2–3 m vattendjup enligt sjökortet.

De två typerna av hydroakustiska mätsystem som användes vid undersökningarna är bottenyteavbildande och bottenpenetrerande (fig. 11). Vid de bottenyteavbildande mätningarna, som ger information om bottenytans batymetri och reflektivitet, användes multistråleekolod (200–400 kHz), interferometrisk (Swath) sonar (250 kHz) och sidoavsökande sonar (100 och



Figur 10. SGUs undersökningskepp S/V Ocean Surveyor.

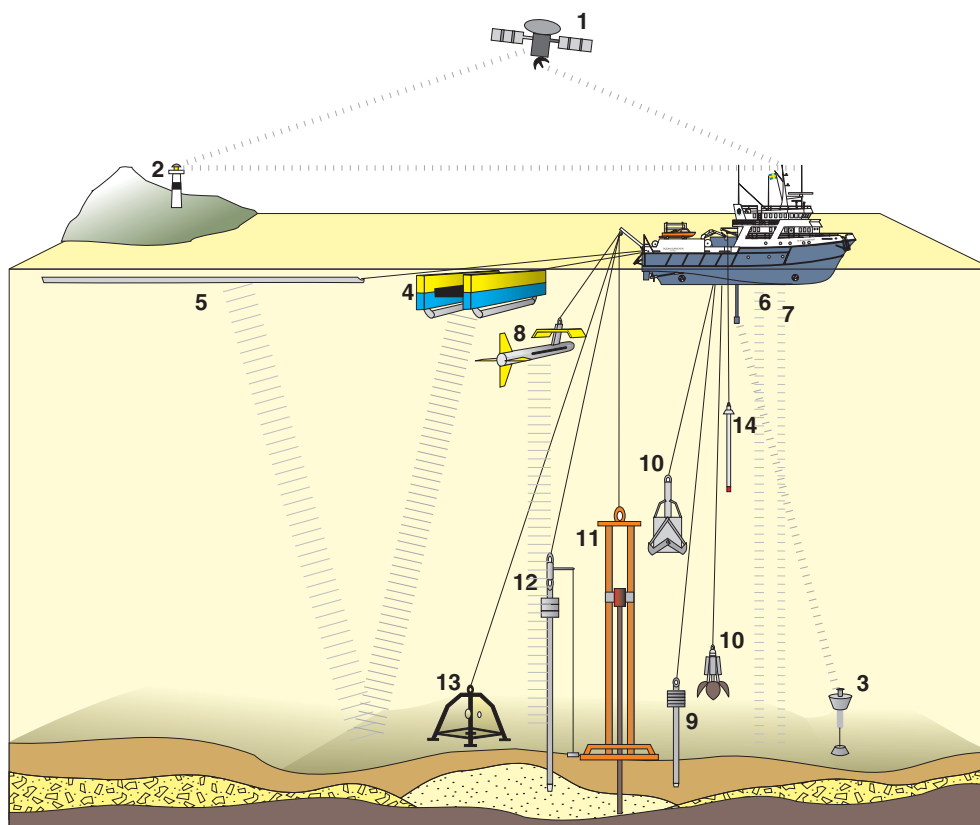
400 kHz). För bottenpenetrerande mätningar användes seismik (10–2000 Hz) och sedimentekolod (3,5–7 kHz).

I områden grundare än 1–3 m, där Ugglan av fysiska eller sjösäkerhetsmässiga aspekter inte mätt, har Lantmäteriets ortofoton samt djupdata, där det förekommer, från de flygburna LIDAR-mätningarna använts. På uppdrag av Skånes kustkommuner har företaget Airborne Hydrographic AB (AHAB) utfört LIDAR-mätningar under perioden augusti 2012 till mars 2013. SGU åtog sig att efterprocessera djupdataseten genom att rensa dem på felaktiga träffar, alltså träffar som inte representerar riktig havsbotten eller markyta, i syfte att sammanfoga dessa data med SGUs egna djupmätningar för att bl.a. erhålla heltäckande bilder av batymetri och sedimentfördelning av havsbottenytan från strandkanten och ca 1000 m ut. Felaktiga djupträffar kan komma från vattenytan, skräp, grumling eller andra föremål i vattenkolumnen och ovan vatten- och markyta. SGU har även anpassat höjdnivåer (djupnivåer) i informationen från ellipsoidhöjd till geoid-modellen RH2000.

Under fältsäsongen 2012 följde en biolog från Länsstyrelsen i Skåne med på Ocean Surveyor. Hon samlade in data om flora och fauna på havsbotten. De kuststräckor som omfattas av denna inventering är större delen av Skånes ostkust samt en del av västkusten, från Malmö till Landskrona, samt runt Ven (Fall 2012).

Hydroakustiska metoder

Samtliga hydroakustiska mätmetoder bygger på principen att ljudstötar skickas ned mot havsbotten, reflekteras, mäts och analyseras. Ljudstötarna skickas ut med jämna mellanrum från ett undersökningsfartyg under gång. Beroende på bottentyp, ljudets frekvens och energiinnehåll samt ljudutbredningens form, reflekteras ljudsignalen helt eller delvis vid havsbottenytan och fångas upp av mottagarinstrument. Det uppfångade ljudet registreras med avseende på tiden



POSITIONERINGSSYSTEM POSITIONING SYSTEMS

1. Satellitpositioneringssystem (GPS)
Satellite positioning system
2. Referensstation för differential GPS
Differential GPS
3. Hydroakustiskt positioneringssystem
Hydroacoustic positioning system

HYDROAKUSTISKA MÄTSYSTEM HYDROACOUSTIC SURVEY METHODS

4. Seismisk ljudsändare
Seismic sound source
5. Hydrofon
Hydrophone
6. Sedimentekolod
Subbottom profiler
7. Ekolod
Echo-sounder
8. Sidoavsökande sonar
Side-scan sonar

SEDIMENTPROVTAGNINGSSYSTEM SEDIMENT SAMPLING METHODS

9. Stötlod
Gravity corer
10. Gripskopa och box-corer
Grab sampler and box corer
11. Vibrohammarlod
Vibrohammer corer
12. Kolvlod
Piston corer

OBSERVATIONSSYSTEM OBSERVATION SYSTEMS

13. Undervattensvideokamera
Underwater video-camera
14. CTD-sond
CTD sond

Figur 11. Mätutrustning på Ocean Surveyor.

från utsändningstidpunkten och energiinnehållet. Registreringar från på varandra följande ljudpulser redovisas grafiskt som sammanhängande profiler eller bilder.

Sedimentekolod

Sedimentekolodet är utformat för att ge en högupplöst profil genom havsbotten bestående av finkorniga sediment. Två sedimentekolod har använts inom detta projekt. Från undersökningsbåten Ugglan har ett sedimentekolod av typen Geopulse Digital Profiler använts. Från undersökningsfartyget Ocean Surveyor har ett skrovmonterat sedimentekolod av typen EDO Western HighPac använts.

Reflektionsseismik

Vid reflektionsseismiska undersökningar av den typ som görs vid SGUs maringeologiska kartläggning används ett frekvensband mellan 100 Hz och 1500 Hz. Ljudsignalen har ett avsevärt större frekvens- och energiinnehåll än sedimentekolodet och har på så vis ett penetrationsdjup som gör det möjligt att erhålla profiler genom hela lagerföljden från havsbottenytan ner till berggrundsytan. Ljudreflektionerna från bottenytan tas emot av en separat linjehydrofon. Upplösningen som erhålls är sämre än den från sedimentekolodet, men i gengäld kan grovkorniga skikt och ibland även sedimentär berggrund penetreras.

I detta projekt användes en ljudsändare av typen Boomer med en 1-kanals linjehydrofon från undersökningsbåten Ugglan samt en tryckluftsdreven ljudsändare av typen Sleevegun (10 in³) med en 6-kanals linjehydrofon från undersökningsfartyget Ocean Surveyor.

Sidoavsökande sonar

Sidoavsökande sonar (side-scan sonar) ger en bild av havsbottenytans struktur och textur inom stråk längs och på båda sidor om mätlinjer. Den resulterande redovisningen kan liknas vid flygbilder och är baserad på svarsekots signalstyrkevariation över tiden. I projektet har en utrustning av typen Benthos 1624 använts från både Ocean Surveyor och Ugglan samt ett system av typen Klein 3000 från Ocean Surveyor.

Interferometrisk sonar (swath sonar)

En interferometrisk sonar ger både en konventionell sidoavsökande sonarbild och täta vattendjupsvärden inom hela sonarstråket. Information från delvis överlappande stråk kombineras i ett bearbetningsskede till en heltäckande terrängmodell över det undersökta området.

Denna metod ger en bredare täckning av bottenytan på grundare vatten än ett multistråle-system (multibeam). I fältarbetet har SGU använt en swathsonar av typen Geoswath Plus som monterats i fören på undersökningsbåten Ugglan. Denna arbetar med en kort puls på 250 kHz CW (continuous wave).

Multistråleekolod (multibeam)

Multistråleekolodet ger, liksom en interferometrisk sonar, både detaljerad vattendjupsinformation inom ett från några tiotals till några hundra meter brett stråk över en mätlinje och en ”backscatterbild” av bottenförhållandena inom stråket. För projektet användes ett multistråleekolod av typen Kongsberg EM 2040, skrovmonterat på undersökningsfartyget Ocean Surveyor.

Lägesbestämning

Under undersökningarna lägesbestämdes undersökningsfartyget Ocean Surveyor, undersökningsbåten Ugglan, mätsystemens sensorpositioner ombord och utanför skepp och undersökningsbåt, samt alla provtagningsstationers lägen ombord, utanför skepp och undersökningsbåt kontinuerligt med hjälp av DGPS. Varje mätpulss, sedimentprovtagning och bottenyteobservation är på detta sätt lägesbestämd i koordinatsystemet Sweref 99 TM med en noggrannhet som bedöms vara bättre än en meter. Djupnivåer presenteras i höjdsystemet RH2000.

För lägesbestämning av Ocean Surveyor med mät- och provtagningsystem användes ett system av märket Seatex, Seapath 320. Ugglan och dess mät- och provtagningsystem lägesbestämdes med hjälp av ett system av märket Hemisphere V110.

Sedimentprovtagning

Sedimentprovtagning har i första hand utförts för att verifiera tolkningen av hydroakustiska data och för att fastställa utbredningen av olika typer av sediment. Eftersom havsbottens ut-

formning och bottenmaterialets sammansättning varierat starkt mellan olika provtagningslokaler har den bäst lämpade provtagningstekniken valts med hänsyn till lokalens utseende och syftet för provtagningen. Vid varje provtagningslokal har fotografier med en undervattenskamera tagits och bottenyteobservationer utförts innan provtagning.

LIDAR (laserskanning)

I laserskanning används ljus för att erhålla djup och höjdvärden. För djupvärden i vatten används den vattenpenetrerande gröna våglängden och för höjdvärden på land används en våglängd nära den infraröda. Mätningarna utfördes av AHAB från flygplan med systemet Chiroptera.

Bearbetning och tolkning av hydroakustiska data samt kartdataframställning

För varje delområde sammanställdes insamlade och korrigerade sidovägsökande sonardata till områdestäckande mosaiker med en pixelstorlek av $0,25 \times 0,25$ m för att användas vid kartframställning och 1×1 m samt 100×100 m för publicering i projektets kartvisare. På motsvarande sätt behandlades backscatterdata från den interferometriska sonarn och multistråleekolodet. Den senare datatypen kompenserades också för lutningseffekter. Djupdata från den interferometriska sonarn och multistråleekolodet sammanställdes till terrängmodeller med hög upplösning för att användas vid kartframställningen och 1×1 m samt 100×100 m för publicering i projektets kartvisare. Data från seismik och sedimentekolod processerades och anpassades för tolkning.

I det första tolkningssteg ombord på Ocean Surveyor samlades all information, mosaiker, terrängmodell samt seismik- och sedimentekolodprofiler i tolkningsmiljön. Provtagnings- och observationslägena valdes i syfte att kontrollera och bekräfta tolkningen av mätdata och hämta in eventuella provmaterial för miljökemisk analys. De specificerade lägesuppgifterna fördes över till styrsystemen för Ocean Surveyor och Ugglan.

I det andra tolkningssteget, utfört vid SGU i Uppsala, samlades all relevant information per undersökningsområde, mosaiker, terrängmodeller, tolkningar av seismik- och sedimentekoloddata, provtagningsresultat, bottenytebeskrivningar, ortofoton etc., i CAD-miljö. Med stöd av underlagsinformationen framställs bl.a. ytsedimentkartor, profilkartor som visar havsbottnens uppbyggnad, vegetationskartor och substratkartor i skala 1:25 000. I de områden där militär sekretess råder har även kartdatabaserna förgrovats till en skala av 1:100 000.

DEN NYA KARTAN ÖVER SKÅNES KUSTOMRÅDEN

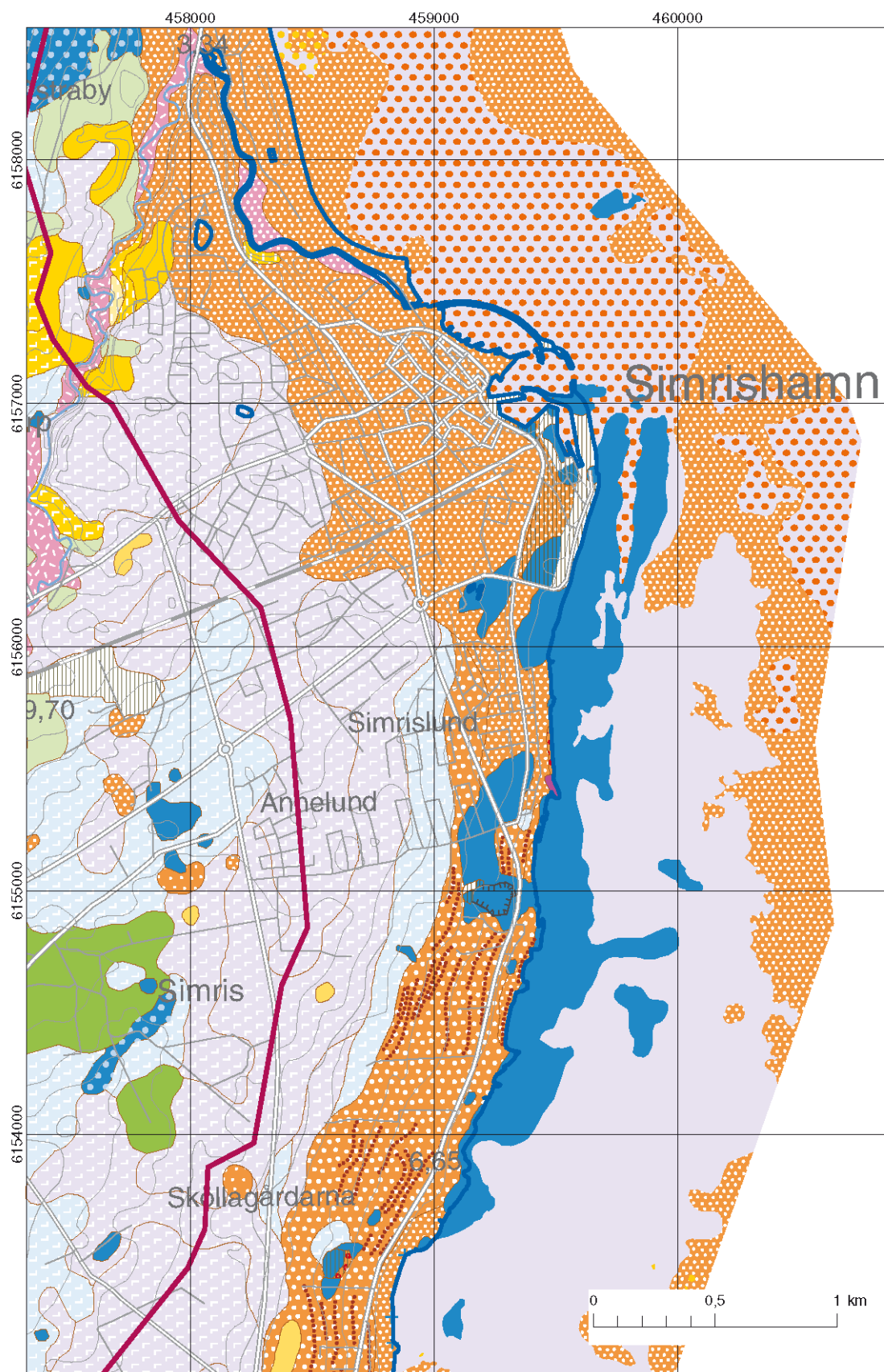
Den nya jordartsgeologiska kartan över strandzonen på land och den maringeologiska kartan över sedimenten på havsbotten finns för närvarande i två olika kartdatabaser. Dessa är dock anpassade till varandra vad gäller klassningen av jordarter, gränserna mellan olika jordartstyper och strandlinjens sträckning. I praktiken kan de alltså tillsammans användas som en heltäckande karta över Skånes kustområden. Ett exempel på hur den nya kartan ser ut visas i figur 12.

Den nya kartan är så långt det är möjligt anpassad till den äldre heltäckande geologiska information som finns för Skåne och omgivande havsbotten. På en del ställen stämmer kartorna dock inte överens vid gränsen mellan gammal och ny information. Detta beror bl.a. på att den nya kartan är mer detaljerad och att metodik och jordartsindelningen ändrats.

STRANDKLASSNING FÖR OLJESANERING

Strandtyper enligt MSB och IVL

I samband med karteringen av jordarterna på land gjorde vi också en klassning av stränderna för oljesanering. Vägledning om hur saneringsarbetet ska bedrivas vid oljeolyckor på svenska stränder ges i Saneringsmanual för olja på svenska stränder (MSB 2010). Strandtyperna har indelats i nio klasser med ett index för ekologisk känslighet för oljepåslag, där index 1 anger låg känslighet



Figur 12. Utsnitt av den nya kartan över Skånes kustzon som visar både jordarterna på land och sedimenten på havsbotten.

Teckenförklaring till figur 12.

Jordarter på land

 Områdesgräns

Erosion och erosionsskydd

 Erosionsskydd / hövd

 Strandlinje

Punktobjekt

 Sedimentärt berg

Linjeobjekt

 Strandvall

 Stenbrott, gruva eller bergtäkt

Tunt eller osammanhängande ytlager

 Morän

Grundlager

 Svämsediment, sand

 Svämsediment, ler-silt

 Postglacial lera

 Postglacial finsand

 Postglacial sand

 Svallsediment, grus

 Klapper

 Glacial lera

 Glacial finlera

 Glacial grovlera

 Glacial silt

 Glacial grovsilt-finsand

 Isälvssediment

 Moränfinlera

 Morängrovlera

 Lerig morän

 Sedimentärt berg

 Fanerozoisk diabas

 Fyllning

Maringeologi

Tunt ytlager av bottenmaterial

 Postglacial finsand

 Postglacial grus och sten

Bottenmaterial

 Postglacial sand och grus

 Moränlera och lerig morän

 Sedimentär berggrund

och index 9 anger hög känslighet. Indelningen baseras på strandens utseende, strandsedimentens kornstorlekssammansättning samt till viss del på biologiska förutsättningar. Hamnar och kajer är anlagda områden och har därför index 0 (ingen ekologisk känslighet).

0 Anläggningar

Hamnar, pirar m.m.

1 Klippbranter och stenväggar

Brant sluttande klippor och bergväggar med kraftig vågexponering.

2 Sandstränder

Vågexponerade stränder med fin- till medelkornig sand, vanligen vegetationsfri närmast vattnet.

3 Grusstränder

Grovsand eller grus, zonen närmast vattnet vegetationsfri.

4 Klapperstensstränder

Ett tjockt lager rundade stenar. Mycket sparsamt med finare jordarter kan finnas djupt ner under och mellan stenarna.

5 Blockstränder

Stränderna domineras av block och stora stenar. Viss vegetation kan finnas mellan blocken och i tångvallar en bit upp från vattenbrynet.

6 Klippstränder

Varierar från enstaka hållar till vidsträckta områden.

7 Stenstränder

Stenar och block i olika storlek med finare sediment (ofta silt eller lera) mellan och under stränderna. Ofta sparsam vegetation.

8 Finsedimentstränder

Finkornigt sediment av silt, lera eller gyttja, eventuellt med inslag av sand eller grus. Vegetationen varierar från sparsam till rik med stor artrikedom.

9 Vassbälten och strandängar

Förekommer främst i skyddade vikar och stränder längs Skånes västkust samt i områden som tidvis är översvämmade. Stor rikedom av arter av både växter och djur.

Ovanstående strandklasser är de ursprungliga i manualen. I länsstyrelsens digitala miljöatlas (se nedan) används ytterligare en klass:

10 Sten- och klapperstensstränder

Då det visat sig svårt att separera klasserna 4 och 7 i praktiken har dessa i miljöatlasen slagits samman till en klass eller så har klass 10 fått ersätta klass 7. (Det är egentligen olyckligt att kalla den klass 10 eftersom den då får högsta känslighetsindex.) Vi har dock använt den ursprungliga indelningen, dvs. klass 0–9. De olika strandklassernas totala längd och andel av Skånes kustlinje visas i tabell 1. Där framgår till exempel att Skåne har 180 km sandstrand, vilket motsvarar 25 % av kustlinjen.

Digital miljöatlas

Vi har klassat strandlinjen längs hela Skånes kust och levererat denna som en shapefil (Strandklass_SGU) till Länsstyrelsen Skåne. De olika klasserna är markerade som en strandlinje med olika färg för varje klass. Den är infogad i Digital Miljöatlas. I samband med kartläggningen har vi tagit en stor mängd fotografier längs stränderna. Dessa bilder utgör ett komplement till strandklassningen och har också levererats till Länsstyrelsen Skåne.

Tabell 1. Olika strandklasser längs Skånes kustlinje – total längd för varje klass.

Strandklass	km	%
Anläggningar	159	22
Klippbranter	16	2
Sandstränder	180	25
Grusstränder	75	10
Klapperstensstränder	61	9
Blockstränder	27	4
Klippstränder	59	8
Stenstränder	44	6
Finsedimentstränder	1	0
Strandängar	99	14
Summa	721	100



Figur 13. Exempel på stränder där strandklassningen varit problematisk. **A.** Sandstrand med sten och block väster om Svarte, klassad som stenstrand. **B.** Strand vid Kåseberga med zonering: klapper, grus, sand räknat från strandlinjen, klassad som klapperstensstrand. Foto: Elisabeth Magnusson.

Den Digitala Miljöatlasen (http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/digital_miljoatlas/) har tagits fram av IVL Svenska Miljöinstitutet AB tillsammans med Länsstyrelsen i Västra Götaland, på uppdrag av Naturvårdsverket. Länsstyrelsen ansvarar för komplettering och uppdatering av informationen i Digital Miljöatlas i respektive län. Länsstyrelsen i Västra Götalands län ansvarar sedan 2009 för förvaltning av Digital Miljöatlas. Den digitala miljöatlasen utgör stöd för räddningstjänst, sanering och beredskapsplanering och informerar om områden längs den svenska kusten som är extra känsliga för oljeutsläpp. Förutom information om känsliga områden innehåller den information om strandtyper och förslag på lämpliga saneringsmetoder.

Kommentarer till strandklassningen

Stränderna i naturen är sällan så enhetliga som de typer som beskrivs ovan och en hel del problem uppstod vid klassningen (fig. 13). Vi har diskuterat problemen med expertis på området från MSB, IVL, Länsstyrelsen Skåne m.fl.

Generellt stötte vi på följande problem vid strandklassning för oljesanering i jämförelse med vanlig jordartskartering:

1. Generaliseringsgraden vid detaljerad jordartskartering är i regel för hög eftersom man huvudsakligen är intresserad av materialet närmast stranden. Stränderna har ofta en zonering med olika material. Till exempel kan en sandstrand (klass 2) ha en smal remsa grus närmast vattnet och ska då klassas som 3 grusstrand.
2. Även om strandklasserna är baserade på vilken jordart som finns på stranden ser en geolog ofta stranden på ett annat sätt än en icke-geolog. Indelningen och definitionerna av strandklasserna är gjorda av och för räddningspersonal, ekologer m.fl. Till exempel brukar man vid normal jordartskartering bortse från tunna ytlager, vilka är mycket viktiga vid strandklassning för oljesanering. Manualens beskrivningar kan därför inte direkt tillämpas på en vanlig jordartskarta.
3. Vissa jordarter, t.ex. morän och isälvsavlagring, kan resultera i olika strandklasser beroende på jordartens sammansättning och hur aktiva svallningsprocesserna varit eller är på stranden.
4. Även experterna på området ser problematiken från två håll, vilket belystes på en workshop på länsstyrelsen i Malmö där vi deltog. Beroende på om man prioriterar ekologiska skyddsvärden eller praktiska svårigheter vid oljesaneringen (metod, framkomlighet) kan man komma till helt olika resultat vid strandklassning.
5. Det är viktigt att påpeka att många stränder är i ständig förändring. En sandstrand en dag kan ha blivit en grusstrand efter en storm. Vår klassning gäller bara för den tidpunkt när vi besökte stranden.

STRANDLINJER PÅ HISTORISKA ORTOFOTON

För att kunna se eventuella trender i stranderosionen har strandlinjer tolkats från Lantmäteriets rektifierade historiska ortofoton (baserade på flygbilder) från några olika år och några olika strandavsnitt. De tolkade strandlägena är digitaliserade som linjer med olika färg för olika år (fig. 14). Som jämförelse med den mest aktuella strandbilden har ortofoton från år 2012 använts (fig. 15).

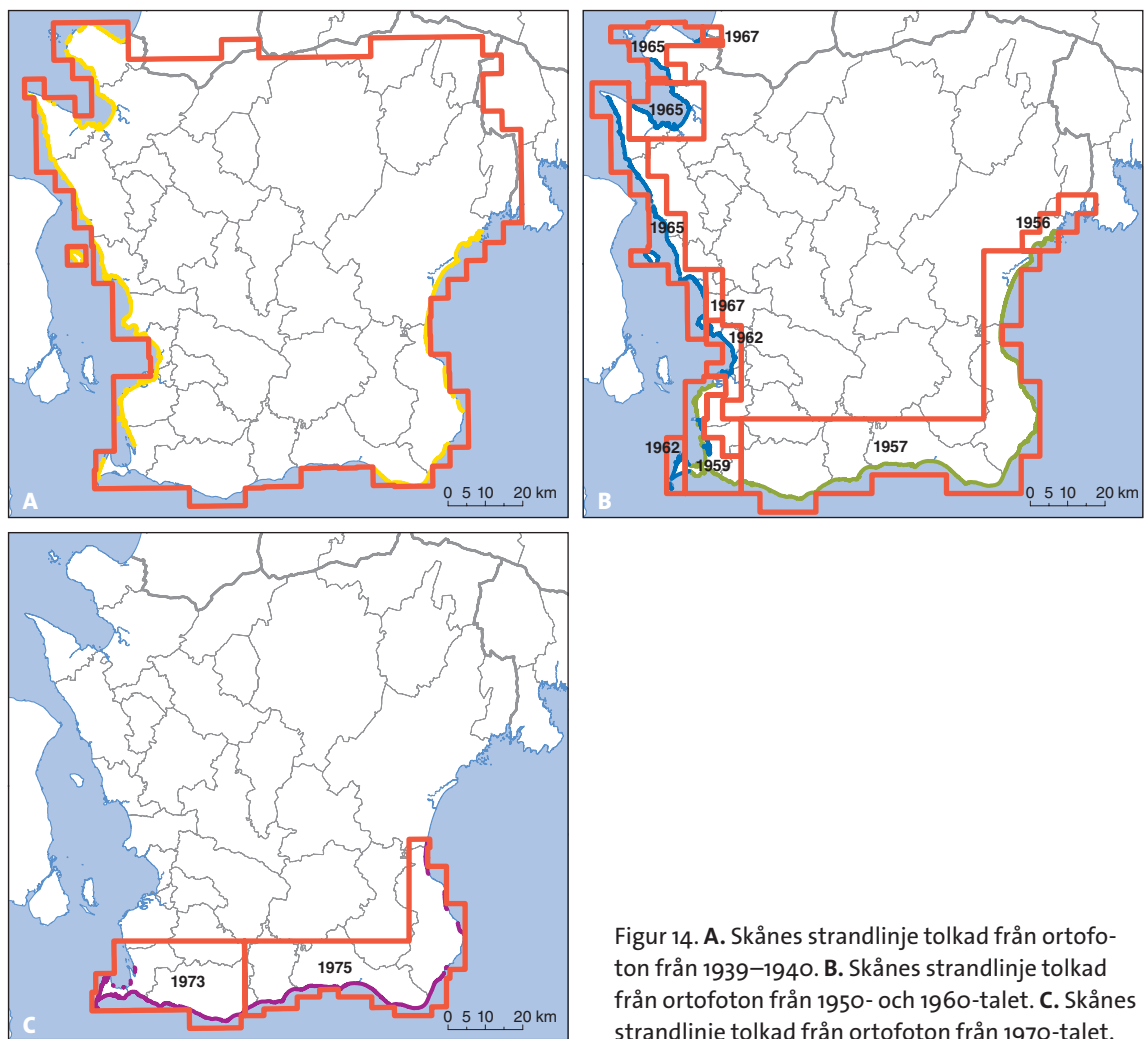
Förutom ortofotona från Lantmäteriet (som täcker hela skånska kusten) har också använts ortofoton från 1939–1940 som vi fått från Geocentrum vid Lunds universitet. De flesta ortofoton som tolkats är sammansatta av en mosaik av bilder från olika årtal. I de fallen har en årtalsmässig uppdelning gjorts, samt en gruppering i decennier avseende flygår (fig. 14). Strandlinjerna som tolkats har också grupperats på samma sätt enligt följande:

- 1970-talet (1973, 1975). Svartvita bilder från sydkusten och södra delen av ostkusten.
- 1960-talet. (1962, 1965, 1967). Svartvita bilder från största delarna av västkusten.
- 1950-talet (1956, 1957, 1959). Svartvita bilder från sydkusten och ostkusten.
- 1939–1940. Svartvita bilder från hela Skåne utom en kort sträcka intill Hallandsgränsen.

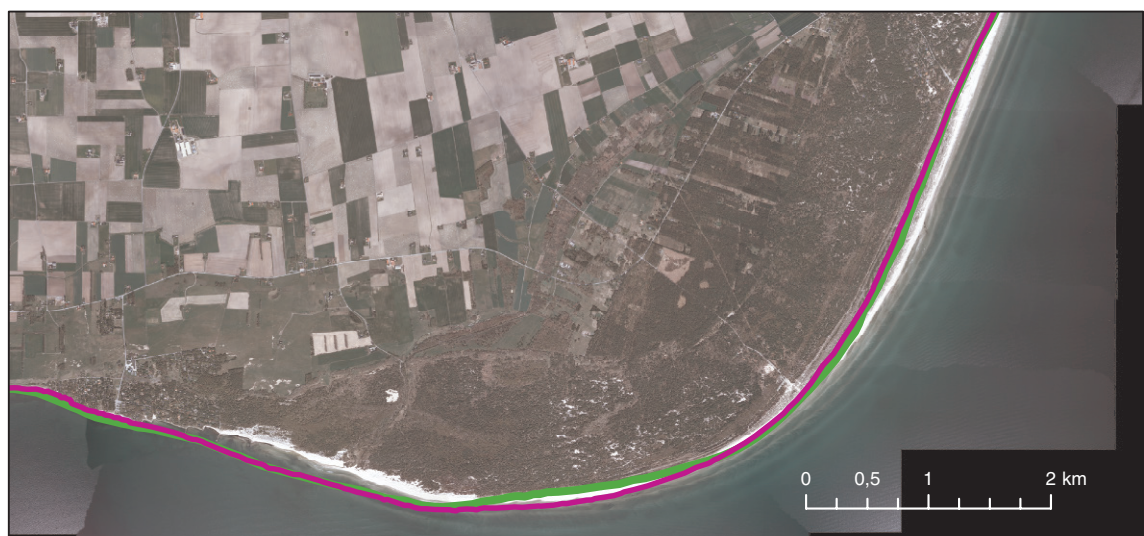
Bilderna från 1939–1940 inte är noggrant rektifierade. En förskjutning på upp till 70 m har observerats och kompenserats för vid tolkningen. Läget på de tolkade strandlinjerna är därför ställvis osäkert.

Metodik

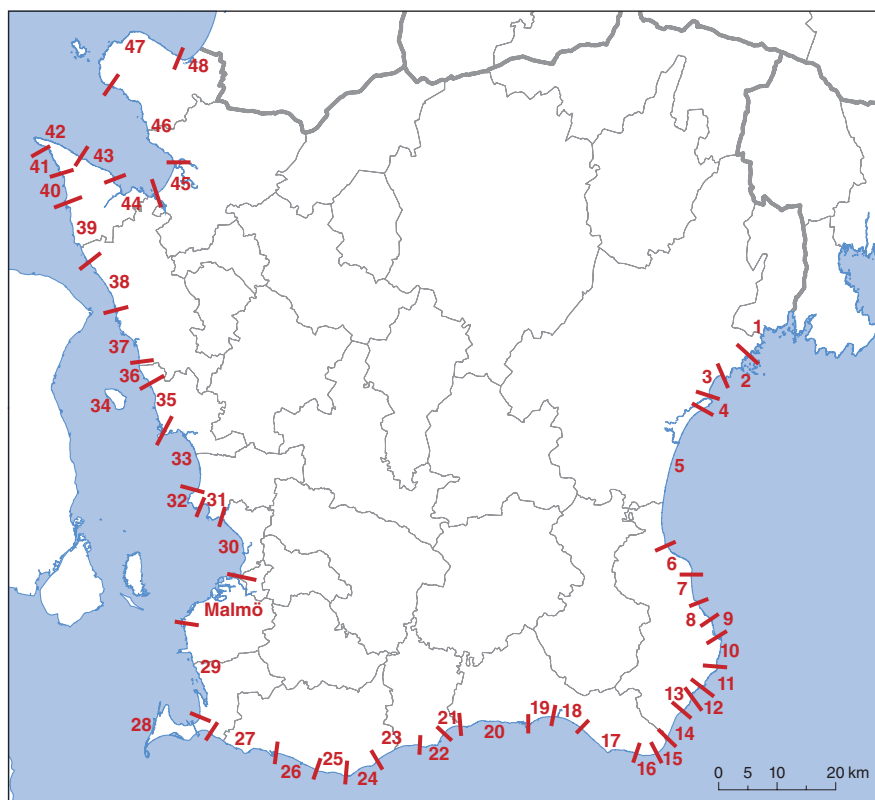
Tolkningen av strandlinjer har gjorts i ArcMap, huvudsakligen i kartskala 1:1000. På enstaka sträckor med strandlinje som tydlig lång rak linje har tolkningen utförts i kartskala 1:2 000 eller 1:3 000. Mestadels är det lätt att skilja markytan från den grunda botten bl.a. genom skillnad i gråskala samt rundare former under vattenytan.



Figur 14. A. Skånes strandlinje tolkad från ortofoton från 1939–1940. B. Skånes strandlinje tolkad från ortofoton från 1950- och 1960-talet. C. Skånes strandlinje tolkad från ortofoton från 1970-talet.



Figur 15. Skånes sydöstra hörn med Löderup och Sandhammaren. Ortofotot är från 2012. Den lila linjen representerar strandlinjen 1975 och den gröna linjen strandlinjen 1957. Från stranden vid Löderup har som mest ca 200 m eroderats bort. Vid Sandhammaren har stranden vuxit med upp till 150 m. Det är också tydligt att förändringen i strandlinjens läge är relativt liten mellan 1957 och 1975 och att stora förändringar inträffar 1975–2012.



Figur 16. Numrerade delsträckor av Skånes strandlinje avdelade med röda streck. Erosionstrender redovisas i texten för varje avsnitt med början i nordost.

Svårigheter att tolka strandlinjer har uppstått vid mycket långgrunda stränder där strandmarken ofta upptas av kärr med vass och annan vegetation. Detta gäller speciellt bilderna från 1939–1940. Ytterligare ett problem är att läget av de mycket långgrunda kusternas strandlinjer är starkt beroende av vattenståndet vid fotograferingsflygningen. Detta är en felkälla som inte beaktats i denna rapport.

Som ytterligare hjälp har använts strandlinjen från Terrängkartan som är från år 2009 samt jordartskartan och Nationella höjddatabasen.

Resultat, historiska ortofoton

Trender för erosion respektive deposition av sediment längs stränderna redovisas här för ett femtiotal delsträckor av strandlinjen (fig. 16). Några korta strandavsnitt har inte tolkats på grund av att erosion är osannolik. Det gäller huvudsakligen klippkust och flack moränkust. Områdena är redovisade nedan. Normalt för erosionsbenägna jordarter, huvudsakligen sand, längs Skånes kust är att stranden eroderas vissa perioder och pålagras andra perioder. Från omkring år 1940 till nutid har detta inneburit att många stränder förskjutits och strandplanet har varierat ca 10–30 m i bredd. Tydliga trender är sällsynta. Stranden vid Löderup uppvisar dock upp till ca 200 m erosion sedan 1940. Erosionen har där tagit fart främst efter 1975.

Här följer en kort beskrivning av strandavsnitt med funna erosions- och sedimentations-trender utifrån variationer i strandlinjernas läge. Kustens form och lutning har också redovisats, liksom jordarterna. Invid anläggningar, t.ex. hamnar, förekommer vanligen en viss erosion eller pålagring. Denna har i allmänhet inte kommenteras här. Det bör noteras att strandlinjen från 1939–1940 bitvis kan vara osäker, varför mindre hänsyn tagits till den strandlinjen.

Observera att bedömningen ”inga varaktiga trender” nedan bara syftar på strandlinjens läge. Längs klintkuster med ras och skred är erosionen oåterkallelig, men det behöver inte synas i

strandlinjens läge, som den framgår på ortofotona. På lång sikt kommer stranden naturligtvis att vika tillbaka.

1. Valje–Tosteberga. Sträckan är inte tolkad med avseende på strandlinjen. Huvudsakligen moränstrand i ganska skyddad miljö. Troligen inga varaktiga trender.
2. Tosteberga–Fårabäck. Flack kust. Huvudsakligen moränstrand eller moränuddar med mellanliggande sandstrandsbågar. Moränstränderna stabila. Växelvis erosion och sedimentation i sanden. Inga varaktiga trender.
3. Fårabäck–Åhus hamn. Flack kust. Sandstrand i flack båge, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation i norra delen. Inga tydliga varaktiga trender, men en viss erosion i södra delen.
4. Äspet, intill Åhus hamninlopp. Flack kust, Stor pålagring, sannolikt efter hamnutbyggnad.
5. Äspet–Vitemölla. Mestadels flack kust, men brant stupande i södra delen, vid Ravlunda skjutfält. Sandstrand i flack båge, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Vid Ravlunda skjutfält finns tecken på en långsam erosionstrend. För övrigt inga tydliga varaktiga trender.
6. Vitemölla till Stenshuvuds södra kant. Svagt till brant sluttande kust. Huvudsakligen morän-, klapper och bergstrand. Den norra, flacka kusten visar små spår av erosion. En kort strandremsa ca 500 m sydost om Vitemölla hamn har eroderats ca 30 m sedan 1950-talet.
7. Stenshuvuds södra kant till Vik. Brant erosionshak med klint. Silt och lera överlagrat av sand. Erosion förekommer ständigt i klinterna. Utifrån strandlinjerna finns också delvis en svag, långsam erosionstrend.
8. Vik till Tobisborgs norra kant. Växelvis utstickande uddar med rundade bergstränder och sluttande små sandstrandsbågar. Växelvis erosion och sedimentation i sanden. Inga varaktiga trender.
9. Tobisborgs norra kant till Simrishamn, norra hamnpiren. Flack sluttande kust. Sandstrand. Växelvis erosion och sedimentation i sanden. För övrigt inga tydliga varaktiga trender.
10. Simrishamn, norra hamnpiren – Brantevik. Sluttande kust. Huvudsakligen bergstrand. Inga varaktiga trender.
11. Brantevik–Gislövshammar. Sluttande kust. Berg-, klapper- och grusstrand. Växelvis erosion och sedimentation i klapper- och grusstränder. Inga varaktiga trender.
12. Gislövshammar–Skillinge. Sluttande kust. Berg- och grusstrand. Växelvis erosion-sedimentation i grusstränder. Inga varaktiga trender.
13. Skillinge – Örnahusen. Flackt sluttande kust. Sand, flygsand. Block i strandkanten och i vattnet tyder på att bergytan är nära havsytan. Växelvis erosion och sedimentation i sandstränder. Inga varaktiga trender.
14. Örnahusen–Borrby strand. Flack kust. Sand, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation i sandstränder. Det finns en måttlig trend till pålagring utmed delar av sträckan.
15. Borrby strand–Sandhammaren. Flack kust. Sand, flygsand. Det finns en trend till pålagring utmed sträckan.
16. Sandhammaren till 1 km väster om Löderups strandbad. Sluttande kust med erosionshak eller erosionsskydd. Sandstrand, flygsand. En svag erosionstrend kan skönjas i de tidiga strandlinjerna. Efter 1975 förefaller det som en markant ökning av erosionshastigheten har skett.
17. 1 km väster om Löderups strandbad till Kabusa. Brant sluttande kust. Sand, grus och i botten lite sten. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
18. Kabusa till 1,7 km väster om Nybrostrand. Flack kust. Sand, flygsand. Växelvis erosion-sedimentation. Inga varaktiga trender.
19. 1,7 km väster om Nybrostrand till Ystad hamnanläggning. Flack kust. Sand, flygsand. En erosiv men bruten trend kan ses, med som mest ca 40 m erosion av stranden.

20. Ystad hamn–Mossbystrand. Sluttande kust. Små bukter och uddar med troligen ytnära morän. Sand, grus och flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga stora varaktiga trender, mindre erosionstrender i bukter förekommer.
21. Mossbystrand–Abbekås. Flackt sluttande kust, bukt. Sand, grus, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation, med en svag erosiv trend. Inga stora varaktiga trender.
22. Abbekås–Hörte. Flackt till måttligt sluttande kust med enstaka erosionshak. Sand, grus, klapper, lerig morän. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
23. Hörte–Beddingestrand. Flack kust. Sand. Växelvis erosion-sedimentation, med en svag pålagringstrend vid Skateholm. Inga stora varaktiga trender.
24. Beddingestrand–Smygehuk. Flack kust. Sand, grus, kalkstensberggrund. Växelvis erosion och sedimentation. Delvis svag pålagringstrend. I övrigt inga varaktiga trender.
25. Smygehuk–Simremarken. Flack kust. Sand, grus. Växelvis erosion och sedimentation. Delvis svag pålagringstrend. Inga stora varaktiga trender.
26. Simremarken–Trelleborg. Flack kust. Sand, grus. Växelvis erosion och sedimentation, med mestadels en svag pålagringstrend.
27. Trelleborg–Kämpinge. Flack kust. Sand, grus, klapper. Växelvis erosion och sedimentation, med en svag erosiv trend vid Kämpinge. I övrigt inga varaktiga trender.
28. Kämpinge–Höllviken (Falsterbonäset). Flack kust. Sand, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Växelvisa trender längs korta sträckor. Revelpåbyggnad söder om Skanörs ljun, Måkläppen, Falsterbo fyr och norr om Skanörs hamn. Måkläppen har byggts ut i form av revlar från en centralpunkt fram till 1970-talet men har på 2000-talet flyttats flera hundra meter åt nordost med sin ovala form ganska intakt. Den har också anslutits till fastlandet i norr. I övrigt inga varaktiga trender.
29. Höllviken–Öresundsbron. Flackt sluttande till nästan plan kust. Mellansand-grovsand och finsand med respektive utan tunt ytlager av torv samt marsktorv och moränlera. Växelvis erosion-sedimentation. Växelvisa trender längs korta sträckor. Vattenståndsvariationer på den nästan plana strandmarken påverkar strandlinjens läge kraftigt. Inga varaktiga trender kan ses.
30. Arlöv–Löddeå. Flack till svagt sluttande kust. Sand och grus. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender. Intill Lomma och Bjärred har mänsklig påverkan (utfyllnad m.m.) orsakat tillfälliga erosions- och sedimentationseffekter.
31. Löddeå till öster om Barsebäcksverket. Flackt sluttande kust med bukter. Sand och lerig morän. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
32. Öster om Barsebäcksverket till väster om Barsebäcks by. Flackt sluttande kust med bukter. Sand, grus och lerig morän. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
33. Väster om Barsebäcks by till Landskrona. Flack, nästan plan kust. Finsand, sand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
34. Ven. Övervägande brant stupande klintkust med erosionshak, sluttande kust i norra delen. Morän, lerig morän, moränlera, glaciallera. I norra delen sand och grus. Erosion förekommer ständigt i klinterna, utifrån strandlinjerna kan dock en svag erosionstrend urskiljas på sydligaste delen av ön. I övrigt växelvis erosion och sedimentation.
35. Landskrona–Örenäs. Sluttande kust. Sand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
36. Örenäs–Fortuna. Sluttande kust, delvis kliner. Sand. En svag erosionstrend finns längs branta kuststräckor. I övrigt växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
37. Fortuna–Helsingborg. Svagt sluttande kust. Sand, grus. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
38. Helsingborg–Kulla Gunnarstorp. Sluttande kust. Sand, grus, flygsand och sedimentär berggrund (lerskiffer). Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.

39. Kulla Gunnarstorp–Grå läge. Flack sluttande kust. Sand, grus. Det finns delvis en svag trend till pålagring utmed sträckan. I övrigt inga varaktiga trender.
40. Grå läge–Nyhamnsläge hamn. Flackt sluttande kust. Sand, grus och klapper. Kortare sträckor med pålagringstrend finns. I övrigt växelvis erosion-sedimentation. Inga varaktiga trender.
41. Nyhamnsläge hamn–Kullaberg. Sand, grus, klapper och berg (lerskiffer och urberg). Växelvis erosion och sedimentation i sand-, grus- och klapperstränder. Inga varaktiga trender.
42. Kullaberg fram till väster om Arild. Sträckan är i stort sett inte strandlinjetolkad. Huvudsakligen branta bergstränder. Troligen inga varaktiga trender.
43. Väster om Arild till Rekekroken. Brant till måttligt sluttande kust. Berg (urberg och kvartsit) och klapper. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
44. Rekekroken–Utvälinge. Sluttande kust. Sand, flygsand, klapper och gyttja. Växelvis erosion och sedimentation. Långsam pålagringstrend i områdena kring utloppen av Görslövså och Vegeå.
45. Utvälinge–Ängelholms hamn. Flack sanddynskust. Sand, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
46. Ängelholms hamn–Rammsjöstrand. Sluttande kust. Sand, grus, klapper, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.
47. Rammsjöstrand–Båstad. Sluttande till brant kust. Berg (kristallint och kvartsitisk sandsten), morän, sand, grus, klapper, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender. Ett par delsträckor med brant bergkust är inte tolkade. De ligger omkring tre kilometer nordost om Torekov respektive kring Hovs hallar.
48. Båstad–Hallandsgården. Flackt sluttande kust. Sand, flygsand. Växelvis erosion och sedimentation. Inga varaktiga trender.

TESTKARTVISAREN SKÅNESTRAND

Data från projektet läggs ut i testkartvisaren Skånestrand (www.sgu.se) efterhand som de blir färdiga. I kartvisaren kan man se kartor och skriva ut pdf-filer av aktuell kartbild. Vissa data kan också laddas ner som WMS-tjänster. Alla databaser i kartvisaren är inte slutgiltigt granskade och godkända. Godkända data kommer efterhand på www.geodata.se. De data som nu finns i testkartvisaren Skånestrand är:

- Jordartskartan i strandzonen.
- Maringeologiska kartan, ytsediment (det sediment som dominerar i den översta metern av havsbotten) och tunna lager (<50 cm) på havsbottenytan, från Blekingegränsen till Abbeås.
- Aktiv erosion och hårda erosionskydd på stränderna.
- Strandlinjer från historiska ortofoton.
- Fotografier från stränder och havsbotten.
- Havets utbredning vid en tänkt havsnivåhöjning på 1 m, 1,5 m, 2 m respektive 3 m.
- Strandklasser för oljesanering.

HUR KAN KARTORNA ANVÄNDAS OCH PRELIMINÄRA RESULTAT

De geologiska kartorna över kustzonen och den kustnära havsbotten visar jordarterna i de yt-nära delarna av marken och havsbotten. Tillsammans med höjddata och batymetri är detta det viktigaste underlaget för att bedöma erosionskänslighet. Informationen kan användas både för en översiktlig bedömning och för mer avancerade analyser av erosionskänslighet. Den mest lättrörliga jordarten är sand, men även silt och fingrus eroderas lätt. Morän kan ha mycket olika sammansättning och därmed olika känslighet för erosion. I SGIs rapport "Omfattning av

stranderosion i Sverige” (Rydell m.fl. 2004) klassas lermorän (ungefär: moränlera) som erosionskänslig jordart, medan övriga moräner, såsom sandig eller grusig morän, inte räknas som erosionskänsliga. Sandiga lerfria moräner på flacka stränder har oftast en högre halt sten och block, vilka bildar ett skyddande residualtäckte ovanpå den osvallade moränen (Norrman 1967).

Förhållandena i naturen kan vara mer komplexa än vad jordartskartan visar. Ett erosionsbenäget sediment i ytan kan underlagras av ett mindre känsligt. Även motsatsen förekommer. Exempel på det förstnämnda finns på många ställen längs kusten där ett ytligt lager av svallsand underlagras av morän. Längs Skånes västkust, mellan Landskrona och Rydebäck, utgörs ytjordarten av moränlera eller lerig morän som överlagrar huvudsakligen sandiga och siltiga sediment. Lagerföljderna framgår i viss mån av jordartskartan. De lagerföljder som vi dokumenterat i kustklingtar kommer att kunna ses i testkartvisaren Skånestrand. Även fotografierna och de korta beskrivande texterna till dessa kan ge upplysningar om lagerföljden.

Som beskrivits i avsnittet *Stranderosion längs Skånes kust – förutsättningar* är olika erosionsprocesser aktiva på olika ställen, beroende på geologi och topografi. Den allmänna rekommendationen att inte bygga lägre än nivån 3 m ö.h. är inte tillräcklig vid klintkuster. Klintarna kan vara mycket högre än så, men blir ändå underminerade och erosionen sker genom ras och skred.

Aktiv erosion och befintliga hårda erosionsskydd har inventerats längs hela kuststräckan och visar situationen 2012. De syns som linjeobjekt i testkartvisaren Skånestrand. Erosionsskydden har självklart byggts längs stränder där byggnader eller andra samhällsintressen hotas av stranderosion.

De strandlinjer som tolkats från historiska ortofoton kan jämföras med dagens strandlinje. Genom att bedöma om stranden vuxit eller blivit smalare kan man få en uppfattning om trender i strändernas utveckling. I denna rapport redovisas dessa trender för ett antal strandavsnitt. Strandens profil kan dock ha ändrats mellan tidpunkterna för två foton. Till exempel kan dyner ha eroderats kraftigt och den borttransporterade sanden kan ha avlagrats på strandplanet, vilket gör stranden bredare. Vi har heller ingen information om det aktuella vattenståndet vid fototillfället, vilket kan göra rätt stor skillnad för flacka stränder.

Det enda stället i Skåne där stranderosionen verkligen är dramatisk är området vid Löderup där 200 m av stranden försvunnit från 1975 till 2012. Samtidigt har stranden vid Sandhammar vuxit sig bredare.

I slutrapporten för projekt Skånestrand, som ska komma hösten 2014, kommer Skånes kust att delas in i avsnitt som beskrivs med avseende på geologi, erosions- och depositionsprocesser samt känslighet för erosion. Samtliga databaser kommer då också att vara tillgängliga på kartvisaren Skånestrand och på www.geodata.se.

REFERENSER

- Fall, J. 2012: Rapport från bottenundersökningar längs Skånekusten i augusti–oktober 2012 inom ramen för projekt Skånestrand, Länsstyrelsen Skåne, 30 s.
- IPCC 2013: *Climate change 2013. The Physical Science Basis*. www.ipcc.ch.
- Hansen, J.M., Aagaard, T. & Binderup, M., 2012: Absolute sea levels and isostatic changes of the eastern North Sea to central Baltic region during the last 900 years. *Boreas* 41, 180–208.
- Länsstyrelsen Skåne, 2014: *Regional handlingsplan för klimatanpassning för Skåne 2014*. <http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/Pages/regional-handlingsplan-for-klimatanpassning-2014.aspx>.
- Malmberg Persson, K., 2000: Jordartskartan 2D Tomelilla NO/Simrishamn 2E SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ae 135*.
- Mohrén, E., 1974: Jordartskartan 3C Helsingborg SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ae 16*.

- MSB, 2010: *Saneringsmanual för olja på svenska stränder*. MSB 0134-09. 109 s.
- Nordgren, P., 2012: Beskrivning till maringeologiska kartan Hanöbukten. *Sveriges geologiska undersökning K 415*, 38 s.
- Nordgren, P., 2012: Maringeologiska kartan Hanöbukten, ytsedimentfördelning. *Sveriges geologiska undersökning K 415:1*.
- Norrman, J.O., 1967: Strandens och kustens morfologi och de formskapande processerna. *Ymer, Kust och hav. Årsbok 1967*, 147–211.
- Rydell, B., Angerud, P. & Hågeryd, A.-C., 2004: Omfattning av stranderosion i Sverige. *Statens geotekniska institut Varia 543:1*.
- SGU, 1979: Maringeologiska kartor över Öresund. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 13*.
- SMHI, 2011: Klimatanalys för Skåne län. *Rapport 2011-52*, 77 s.

