

Stranderosion vid Löderups strandbad



TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET
UTLÄNAS EJ

Sven Osængius



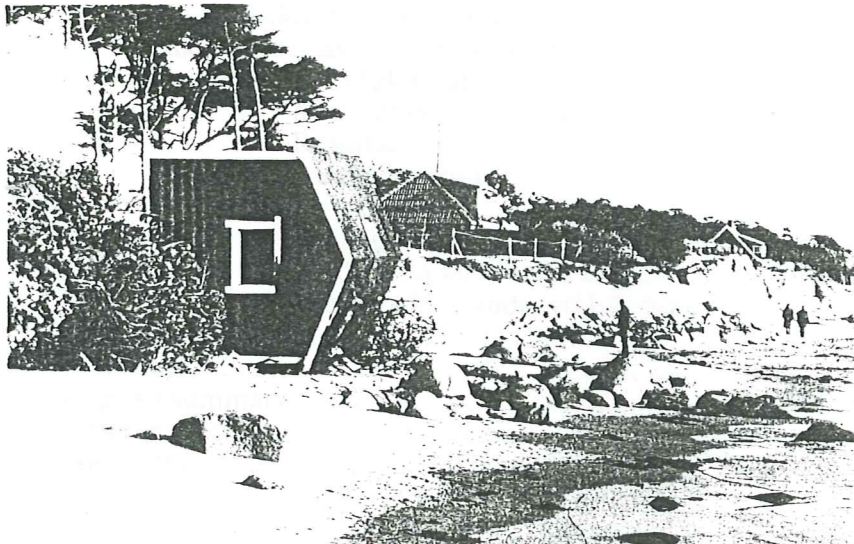
Lund 1992



LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET

Lunds universitets naturgeografiska institution
Seminarieuppsatser Nr 27

Stranderosion vid Löderups strandbad



Sven Osængius



Lund 1992

Innehållsförteckning.

	Förord.....	3
	Abstract.....	4
	Sammanfattning.....	4
1.	Inledning.....	5
2.	Områdesbeskrivning.....	6
3.	Områdets bildning.....	10
3.1.	Geologisk utveckling.....	10
3.2.	Sandhammarens bildning.....	11
4.	Strandzonens dynamik.....	12
5.	Statusbeskrivning av kusten.....	15
6.	Strandförskjutningsanalys.....	21
6.1.	Metoder och material.....	21
6.2.	Resultat.....	22
7.	Erosionens orsaker.....	28
7.1.	Den långsiktiga förskjutningen.....	28
7.2.	Fluktuationer av erosionshastigheten.....	29
7.2.1.	Vind och vågklimat.....	29
	Metoder och material.....	29
	Resultat.....	29
7.2.2.	Eustatiska förändringar.....	31
7.2.3.	Mänskliga ingrepp.....	33
	Anläggningar.....	33
	Artificiella kustförstärkningar.....	33
	Utarbetade strandskyddsförslag.....	34
8.	Diskussion.....	35
9.	Slutsatser.....	39
	English summary.....	40
	Referenser.....	41
	Appendix.....	44

FÖRORD.

Föreliggande seminarieuppsats utgör tio poäng av kursen NGE 207 vid Naturgeografiska institutionen, Lunds universitet. Resterande tio poäng består av praktik. Denna gjordes vid University of St. Andrews, Skottland där jag studerade Honours Geography under ett läsår.

Jag vill tacka min handledare Richard Åhman, Naturgeografiska institutionen, Lunds universitet som gav mig uppslaget till ämnet och värdefulla synpunkter på det. Andra som bistått mig med uppgifter och material är Erling Alm och Christina Andersson, Gatukontoret Ystads kommun, Hans Hansson, Institutionen för teknisk vattenresurslära Lunds Tekniska högskola/ Lunds universitet och Peter Jönsson, Naturgeografiska institutionen, Lunds universitet.

Sven Osængius, Lund maj 1992.

ABSTRACT.

Stranderosion vid Löderups strandbad (*Beach erosion at Löderup seaside resort*); Osængius, S. (Department of Physical Geography, Lund University, Sweden). B.Sc. dissertation, 43 p, (Swedish, with an English summary).

Severe beach erosion has for long been a great problem for the house-owners at Löderup seaside resort in Scania, south Sweden. Several houses have been destroyed during storms the last decades, despite constructions of sea-walls. The aim of the investigation has been to describe the status and changes of the coastline during one year from April 1991 to April 1992, to determine the extent of the coastline changes and to calculate a budget over the sediment dynamics, the period of 1858-1991. The coastline fluctuations were measured in 26 traverses along a coastline of 2.6 km. A significant statistical increase of the annual erosion rate was found for a majority of the traverses in the western part of the coastline. An increase in the storm-frequency together with an eastward transformation of the erosion due to the effects of the sea-walls were found to be the most important factors influencing the variation of the erosion rate. There is also a continuing eustatical sea-level rise in the area which can be important especially in a long perspective.

Key words: Löderups strandbad (Löderup seaside resort)
 beach erosion
 shoreline changes
 sediment budget dynamics
 wind regime
 eustatical variations
 human interferences

SAMMANFATTNING.

Stranderosion har länge utgjort ett stort problem vid många av Skånes sandiga kuster. Erosionen har varit speciellt svår vid Löderups strandbad. Det undersökta området består av en 2.6 km lång kustremsa. I de västra delarna där samhället ligger har stränderna varit skyddade av strandskoningar sedan mitten av 1970-talet. Trots dessa skydd har flera hus blivit förstörda under stormar de senaste decennierna.

Uppsatsens syfte är att beskriva strändernas status och förändringar under en årscykel från april 1991 till april 1992, att klargöra storleken på strandförskjutningarna 1858-1991 och att beräkna en budget över sedimentförändringarna. Strandförskjutningarna mättes i 26 traverser, det är en statistiskt signifikant ökning av erosionen för en majoritet av traverserna i den västra delen av området. Ingen sådan trend kunde finnas längre österut, men trots detta har en märkbar ökning av erosionen i detta område påvisats det senaste decenniet. Ingen årlig signifikant ökning av sedimentförlusterna kunde finnas.

Syftet är också att försöka förklara orsaken till erosionen och den ökning av denna som har uppträtt under senare år. Den pågående erosionen vid Löderups strandbad och depositionen längre österut vid Sandhammaren har troligen pågått sedan området bildades under litorinatiden. Den nuvarande stora erosionen kan troligen förklaras med en ökning av stormfrekvensen som uppträtt sedan slutet av 1960-talet. Den förskjutning av erosionen mot öster som skett det senaste decenniet är med all sannolikhet en effekt av stenskingarna. Det pågår en eustatiskt betingad vattenståndshöjning i området vilket naturligtvis också kan vara en viktig faktor i f.a. ett längre perspektiv.

1. INLEDNING.

Stranderosion har länge utgjort ett problem vid många av Skånes sandstränder. Erosionen har varit speciellt svår vid Löderups strandbad, där den har visat en markant ökning under senare år. Fastighetsägarna har gjort flera försök att stoppa erosionen med hjälp av stenskoningar, men åtskilliga hus har trots dessa åtgärder underminerats under stormar och tippat i havet. Andra stränder som varit utsatta för svår erosion längs Skånes kuster är exempelvis området kring Revhaken i Hanöbukten, Ystads strandbad, Vens västsida, Falsterbohalvön och Lommabukten (Davidsson 1963, Norrman *et al.* 1981a,b och Hansson *et al.* 1988).

Syftet med detta arbete är att beskriva strändernas status och förändringar under en årscykel från våren 1991 till våren 1992. Syftet är också att klargöra strandförskjutningarnas storlek och att beräkna en budget över sedimentförändringarna 1858-1991 för det undersökta området som sträcker sig från Löderups strandbad till Tyge å. Detta har utförts genom studier av kartor och flygfotografier. En tidigare liknande undersökning av Dackman (1975) är relativt gammal, inbegriper bara själva samhället och är inte lika genomarbetad. Då syftet också är att diskutera tänkbara orsaker till erosionen och den ökning av denna som har framträtt under senare år har en undersökning av vindklimatet, eustatiska förändringar och mänsklig påverkan utförts.

Det har gjorts åtskilliga tidigare undersökningar av kustprocesserna vid Löderups strandbad och det angränsande Sandhammaren. De tidigaste geografiska arbetena har utförts av Richter (1934, 1936) och Löfström (1946). Davidsson (1958, 1963) behandlade området bl.a. i sin doktorsavhandling om strand och kustprocesserna runt Skånes stränder. Andra som har intresserat sig för området är Lindh (1976), Holmberg och Åhnberg (1977) och Åhman (1980). Ystads kommun samarbetar med institutionen för teknisk vattenresurslära, Lunds tekniska högskola, med att ta fram modeller för mer permanenta och stabila kustskydd, t.ex. Hansson *et al.* (1988) och Hansson (1991). Äldre skyddsförslag har utarbetats av bl.a. Petersen (1968), Davidsson (1969), Länsstyrelsen i Kristianstads län (1970) och Dackman (1975). Förhoppningen är att denna uppsats skall utgöra ett led i försöken att klargöra omfattningen av och orsaken till erosionen vid Löderups strandbad.

2. OMRÅDESBESKRIVNING.

Löderups strandbad utgör den västra utlöparen av Sandhammaren, ett av Sveriges största flygsandsfält som åt norr sträcker sig ända till Mälarhusens strandbad. Det ligger naturskönt vid foten av Kåsebergaåsen på den skånska sydkusten ca 15 km öster om Ystad (fig. 2.1.). I öster gränsar det till Hagestads naturreservat med Dag Hammarskjölds Backåkra. I väster ligger på Kåsehuvuds krön Ale stenar, en stor skeppsättning eller solalmanacka från järnåldern. Det undersökta området består av en 2.6 km lång kustremsa och inkluderar samhället Löderups strandbad och den närmaste kustremsan öster därom förbi en campingplats till Tyge å. Detta omfattar erosionsområdet under större delen av undersökningsperioden. Under senare år har det utsträckt sig till mer än 1 km öster om Tyge å. Längre österut övergår kusten i ett depositionsområde som sträcker sig förbi Sandhammaren ända bort till Mälarhusen (fig. 2.2.).

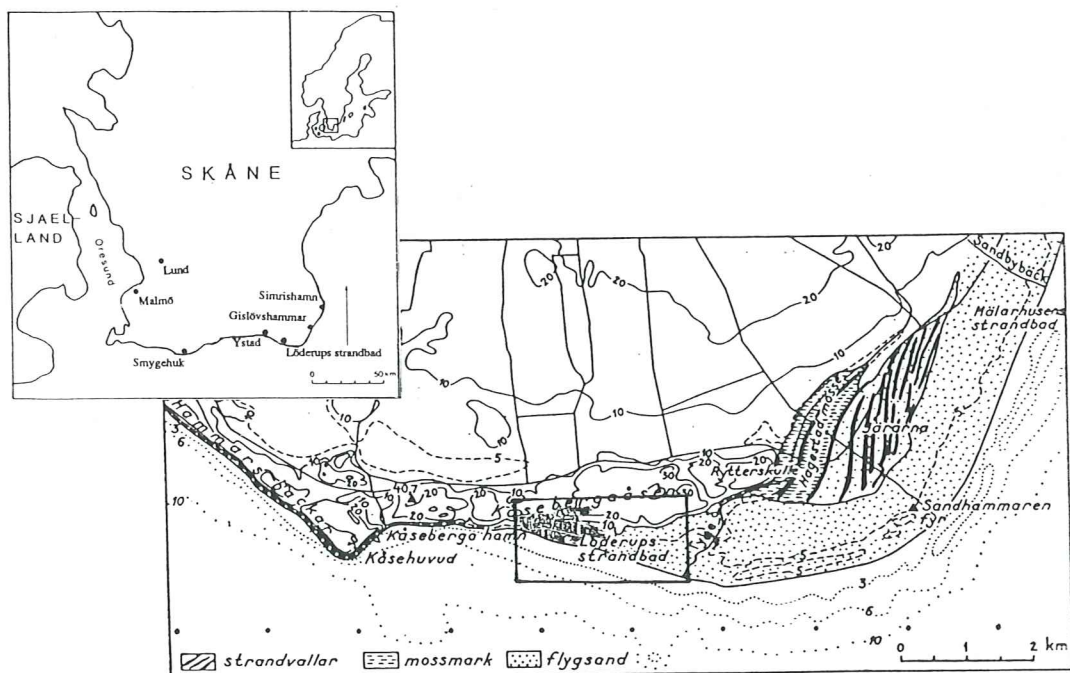


Fig. 2.1. Löderups strandbads lokalisering och detaljkarta över Sandhammaren. Det undersökta området är inringat (Osængius 1992 efter Davidsson 1958).

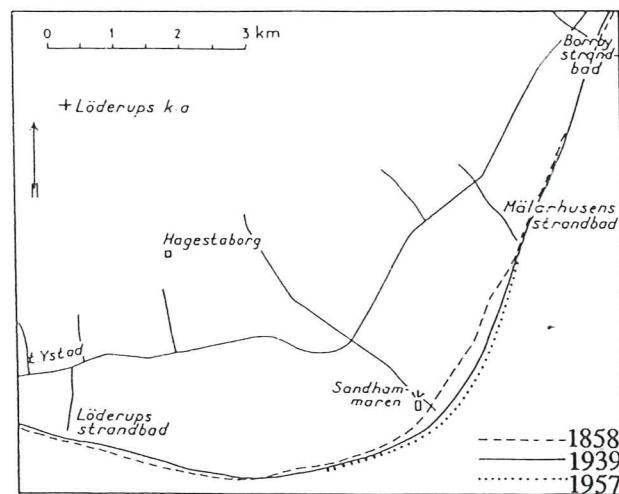


Fig. 2.2. Strandförskjutningar vid Löderups strandbad och Sandhammaren 1858-1957 (Osængius 1992 efter Davidsson 1958).

Löderups strandbad var så sent som i början av 70-talet en välkänd badort, men i dag finns i stort sett inga sandstränder och kustdynor kvar i den västra delen av området där bebyggelsen är belägen. Strandbrinkarna har sedan mitten av 70-talet blivit skyddade av stenskoningar som fastighetsägarna har låtit tippa i desperata försök att rädda sina hus undan havets vågor. Samhället har knappt 300 hus och stugor, de flesta är fortfarande bebodda endast sommartid. Ett trettiotal av dessa bedöms löpa en stor risk att undermineras, åtskilliga har också under senare år blivit förstörda under stormar. Andra har flera gånger blivit flyttade längre upp på land då havet har eroderat sig allt längre in på tomten och hotat att underminera husen. Det finns flera tomter som idag ligger ute i vattnet. I den östra delen av samhället anlades strandskydd först vintern 1990-91 när den yttersta husraden hotade att eroderas bort. Öster om samhället saknas strandskydd och havets vågor kan där spela fritt. Brinken är hög och skarp och bildar en kliff, stranden smal, låg och ojämn p.g.a. vågformig strandstruktur. En bottenundersökning från mitten av 70-talet (Holmberg och Åhnberg 1977) visar att kusten är långgrund och har 2-3 sandbarer som i stort sätt löper parallellt med stranden.

Under de senaste tjugo åren har större erosionskatastrofer inträffat årsskiftet 1974/75 och månadsskiftet januari/februari 1983 (Gatukontoret, Ystads kommun 1992, muntlig uppgift). Vid båda tillfällena förstördes flera hus (fig. 2.4 och 2.5). Lika svårartade erosionsangrepp har inte förekommit de senaste vintrarna. Ett undantag utgör våren 1990 då en scoutstuga förstördes under en kraftig storm (fig. 2.6.). Det finns även exempel på äldre materiella skador, 1941 tippade en fiskebod i havet när brinken underminerades under en storm. "Julstormen" 1904 och "Novemberstormen" 1872 är beryktade stormar. Båda orsakade stora förändringar av strandlinjen, vattennivån steg till över tre m över medelvattenytan och havet avancerade 200-300 m in över land (Lofström 1946 och Åhman 1980)

Samhället är byggt på en strandterrass som har anlagts som en förlandsbildning på åsens sydsida under och efter litorinatransgressionen (Richter 1936). Vid Löderup är denna 200-300 m bred och når vid åsens fot en höjd av 5 m (fig. 2.3.). Överytan är nästan helt plan och de små höjdskillnader som förekommer orsakas av sanddynor vilka utgör en fortsättning på det stora dynfält som sträcker sig från Sandhammaren. Kåsebergaåsen består egentligen av en västlig del, de s.k. Hammars backar, och en östlig som utgörs av den egentliga Kåsebergaåsen. Dess totala längd är ca 13 km. Efter Kåsehuvud gör åsen en böj och fortsätter till Hagestads mosse där den plötsligt slutar. Vid Kåseberga når den ca 40 m över den nuvarande havsytan och vid Löderups strandbad drygt 35 m. Sydsidan ut mot havet bildar en brant eroderande kliffkust. Denna kontrasterar skarpt mot nordsidans mer mjuka och flacka sluttning.

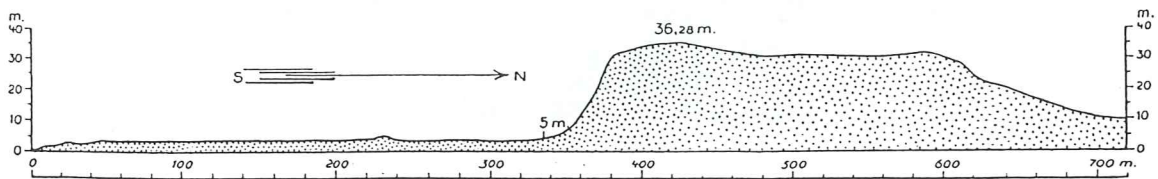


Fig. 2.3. Profil av Kåsebergaåsen vid Löderups strandbad (Richter 1936).

Öster om samhället utbreder sig ett flygsandsfält som fortsätter öster om Tyge å ända ut till Sandhammaren. Dynerna är oregelbundna och i några fall upp till 10-12 m höga. Så gott som hela området är idag täckt av en skog som binder sanden, huvudsakligen tall (*Pinus sylvestris*), men också enstaka dungar av ofta vindpinade lövträd f.a. ek. Marken skyddas främst av olika dyngräs, men det finns också enstaka dynor som är utsatta för vinderosion där vegetationstäckets har skadats. Sanden som blåser in i skogen från stranden stoppas av vegetationen. Många träd har på så sätt blivit så begravnade i sand att de har dött. I området kring Tyge å utbreder sig en ljunghed mellan skogen och de fortfarande delvis bevarade stranddynerna.

De stora flygsandsfälten skyddades en gång i tiden av en tät ekskog som enligt Cronberg (1762) skulle ha blivit nedhuggen på Carl XI nådiga befallning på 1670-talet då sjörövare kunde gömma sig där. Dahlbom (1778) beskrev området under 1700-talet som ett stort flygsandfält med "storartade flygsanddrivor" vilka hotade att invadera byarna Sandby och Löderup. Den nuvarande skogen är i huvudsak från mitten av 1800-talet, men de första försöken att binda sanddynerna kom redan i mitten av 1700-talet. Detta misslyckades dock då skogen efter det att skogsvaktaren dragits in skövlades av traktens bönder i jakt på ved. År 1813 kom ett reglemente från K.Maj:t som sade att vart femtionde tunnland av vissa socknars mark skulle planteras med skog för att avhjälpa den virkesbrist som rådde i landskapet. Att byborna valde sandfälten är ganska naturligt då dessa sågs som impediment, men även för att begränsa den tidvis omfattande sandflykten. Det dröjde ända till mitten av 1800-talet innan stranddynerna var fullständigt bundna av vegetationstäcket (Olsson 1972).

Berggrunden består av sandstens- och skifferformationer från Cambro-Silur och Meozoikum, liggande i NV-SO riktning. Denna är täckt av ett moränlager som sträcker sig långt ut i havet. Detta får till följd att 20 m isobaren ligger så långt ut som 13 km från kusten (Richter 1936, Davidsson 1958 och Daniel 1986a). Bara sandstenen når ytan men först vid Gislövshammar, ca 20 km NO från Löderups strandbad. Sandstenen är för resistent för att kunna ha utgjort huvudskälla för sedimentet. Huvuddelen av sanden som har byggt upp sandformationerna vid Löderup och Sandhammaren kommer därför med all sannolikhet från Käsebergaåsen. Åsen är uppbyggd av olika lager av f.a. grus, sand och mo. Överst ligger ett moränlager som vid Löderups strandbad i sin tur är täckt av flygsand (Daniel 1986a).



Fig. .2.4. Ett hus rasade ner på strandplanet under en storm årsskiftet 1974/75. (foto R. Åhman 1975).



Fig. 2.5. Ett hus underminerades under en storm månadskiftet januari/februari 1983 (foto R. Åhman1983).



Fig. 2.6. En scoutstuga förstördes under en storm våren 1990 (foto S. Osængius 1992).

3. OMRÅDETS BILDNING.

3.1. GEOLOGISK UTVECKLING.

När inlandsisen avsmälte från Skåne, ca 13 000 BP (Norrman *et al.* 1981a), och landhöjningen fortskridit så långt att Skåne var landfast förbundet med Danmark och kontinenten, uppkom vid isens kant en rad isdämda sjöar. Den största var dämnd innanför de nutida Öresund och Bälten och kom senare att uppta hela Östersjöbäckenet framför den vikande iskanten, Baltiska issjön (fig. 3.1.) (Nilsson 1978 och Lindström *et al.* 1991). Smältvattnet från isen avlagrade sandfält och grusåsar som t.ex. Kåsebergaåsen framför den retirerade isranden (Daniel 1986a,b). Under seneglacial tid var havsytan ca 10 m över den nuvarande i denna del av Skåne. Kåsebergaåsen stack därför ut som en halvö skild från fastlandet av en grund havsvik (Richter, 1936 och Davidsson 1963). När isranden passerade Billingsens nordspets tappades issjön, Yoldiahavet bildades 10 300-10 200 BP (fig. 3.1.) (Lindström *et al.* 1991).

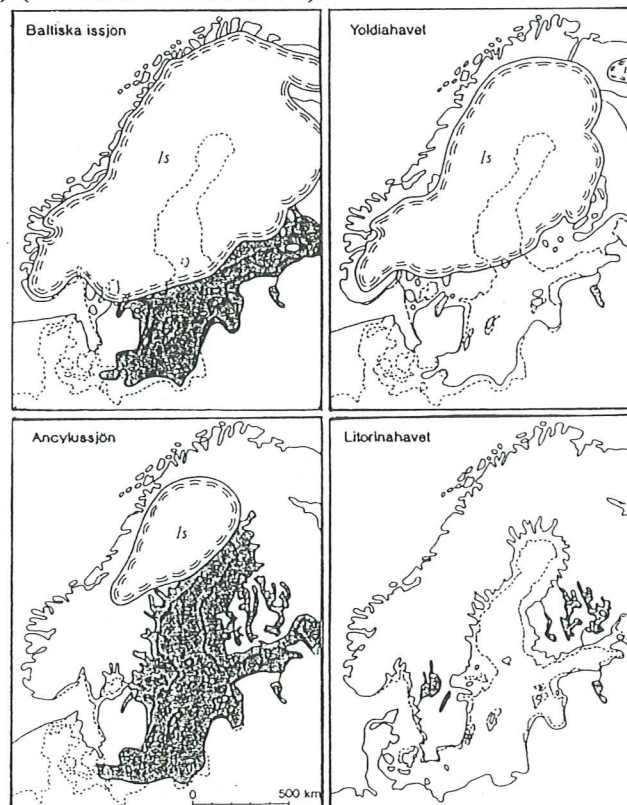


Fig. 3.1. Huvudstadierna i Östersjöns utveckling, grå ton markerar sötvatten (Lindström *et al.*).

Redan efter mindre än 1000 år blev Östersjöbäckenet åter en sjö då förbindelsen med världshavet bröts när havet över Mellansverige grundades upp p.g.a. landhöjningen, Ancylussjön ca 9800 BP (fig 3.1.) (Goudie 1985 och Lindström *et al.* 1991). Torrläggningen av Östersjön nådde nu sin kulmen. De tallstubbar som man har funnit bl.a. utanför Kåseberga och Bornholm på ca 35 m djup har blivit C-14 daterade till denna tid (Lundqvist 1957, Nilsson 1978 och Lindström *et al.* 1991). Utvecklingen av området är dock svårtolkat tills man kommer fram till litorinatransgressionen.

Litorinahavet bildades omkring 7000 BP (fig 3.1.) då saltvatten trängde in i Ancylussjön när den eustatiskt transgrederade havsytan kom i nivå med pasströsklarna vid de danska sunden. (Nilsson 1978 och Goudie 1985). Det är vid denna tid som förlandsbildningarna vid Löderups strandbad och Sandhammaren räknar sin uppkomst (Davidsson 1958). Havsytan steg i flera etapper, litorinatransgressionen, under perioden 7000-3500 BP (Lindström *et al.* 1991). Vid Löderups strandbad nådde den sitt maximum 5-6 m över den nuvarande havsytan (Åhman 1980).

I princip råder fortfarande litorinastadiet i Östersjön, men salthalten har avtagit med tiden p.g.a. en i nutiden avstannad svag eustatisk höjning av de danska sunden. När havets salthalt minskade gick det omkring 4000 BP över i Limneahavet (Nilsson 1978 och Lindström *et al.* 1991). Östersjöns nuvarande stadium, Myahavet från 1600-talet, skiljer sig knappast i sin beskaffenhet från limneahavet, men karakteriseras faunistiskt av invandringen av en ny mollusk, *Mya arenaria* (Nilsson 1978).

3.2. SANDHAMMARENS BILDNING.

Sandhammaren och Löderups strandbad utgör ett vinkelförland som enligt Richter (1936) och Davidsson (1958, 1963) är format av sediment från Kåsebergaåsen under litorinatransgressionen. Havsytan stod då högre än idag, upp till 5 m över den nuvarande vattenytan (Richter 1936) och kusten saknade varje form av jämvikt. Med stormar från ONO-O bildades vågor som kanske var högre än de idag. Dessa följdes av högvatten som eroderade Kåsebergaåsen. Det eroderade materialet fördes västerut och ackumulerade i lä av åsen. Med västliga vindar fördes sedan materialet tillbaka och avsattes öster om åsen varav botten grundades upp. Denna process upprepades gång på gång vilket resulterade i att samtidigt som åsen minskade i storlek byggdes Sandhammaren ut. (Davidsson 1958, 1963) (fig. 3.2.).

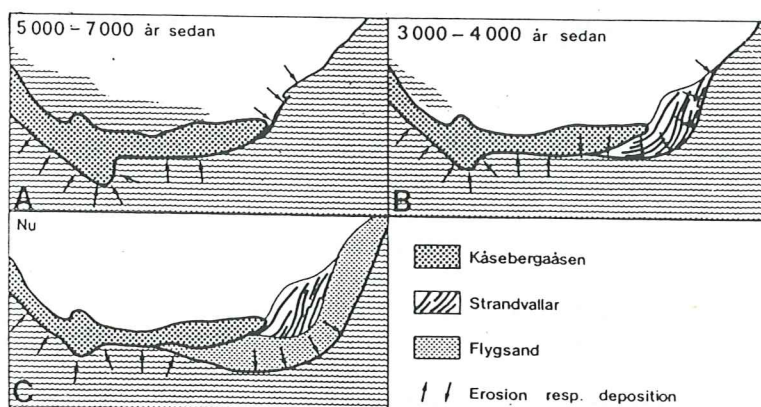


Fig. 3.2. Sandhammarens bildning (Daniel 1986b).

Vid åsens östra ända anlades en strandsporre som så småningom anslöt sig till det högre liggande landet i nordost. Avböjningen orsakades av refraction och "hörneffekt", d.v.s. vågor och strömmar från alternerande motsatta riktningar. Sporren avsnörde en grund havsvik som försumpades och idag utgör Hagestads mosse. Utanför blev botten allt grundare samtidigt som havet drog sig tillbaka. När landet steg ur havet byggdes en andra yttre strandsporre ut som idag bildar en gräns mot litorinavallen, lokalt kallade "Järarna" (Richter 1936 och Davidsson 1958, 1963) (fig. 3.2.). Sanddynerna har bildats av material som har vräcks upp mot stranden och revlarna. De lättare partiklarna, flygsand och flygmo har då förts in över land av vinden och bildat dyner (Daniel 1986b).

När havsytan närmade sig dagens nivå minskade abrationen liksom den litorala kustströmmen. Allt mindre material deltog i uppbyggnadsarbetet, kusten närmade sig långsamt ett jämviktstillstånd. Om det var ett stabilt sådant kan inte bestämmas (Davidsson 1958, 1963). Processen med erosion vid trakterna av Kåsebergaåsen och deposition vid Sandhammaren pågår fortfarande. För närvarande är jämvikten ostabil och det finns inget som bestrider antagandet att det kan ha varit samma förhållanden under tusentals år (Davidsson 1963).

4. STRANDZONENS DYNAMIK.

Vågor är den drivande kraften bakom nästan alla kustprocesser. De genereras av vinden genom att friktion och tryckgradienter överför vindrörelser till vattenytan (Pethick 1991). På djupt vatten, minst en halv våglängd, påverkas inte vågformen nämnvärt av botten. Vågorna är sinusformade, där de enskilda vattenpartiklarna rör sig i en cirkelrörelse vars diameter är lika stor som våghöjden. De rör sig med vågrörelseriktningen i vågbergen och i motsatt riktning under dalarna. Denna rörelse avtager snabbt med djupet för att vara knappt märkbar vid ungefär en halv våglängds djup (Snead 1982, Strahler och Strahler 1987, Goudie 1988 och Pethick 1991).

Storleken på vågorna bestäms av vindens styrka och varaktighet men också av dess fetch (Snead 1982). Vågorna i Östersjön är ofta branta och p.g.a. den korta stryklängden krävs extrema vindhastigheter för att riktigt stora vågor skall bildas (Norrman *et al.* 1981a). Högsta våghöjden för södra Östersjön är 5m (Davidsson 1963), de bildas av vindar från den västra vindsektorn då stryklängden där är längst (Dackman 1975).

När vågorna kommer in mot grunt vatten påverkas dess rörelse aktivt av friktionen mot botten (Goudie 1988). Våglängden minskar medan höjden ökar. Vattenmassan bromsas mot botten vilket får till följd att vågtoppens hastighet kommer att överstiga vågdalens. De blir till slut så branta att de bryts där djupet är mellan 1.3 och 1.7 gånger våghöjden (Davidsson 1963 och Norrman 1967), 1.8 enligt Snead (1982). Richter (1936) och Davidsson (1958, 1963) anger att vågorna och strömmarna vid Sandhammaren inte har någon effekt under 20 m djup, medan vågorna aktivt börjar påverka bottenformen vid en halv våglängds djup. Davidsson (1963) och Petersen (1968) beräknade att denna gräns ligger på ungefär 6 m djup vid Sandhammaren under stormar.

Vågorna påverkar stranden f.a. i bränningszonen. Det är också där den största materialomflyttningen sker, genom att vågorna virvlar upp bottensediment som sedan blir tillgängligt för de kustparallella strömmarna (Albjär 1976). Revlar uppbyggs av strandmaterial som förs utåt under bränningarna varigenom trågformer uppstår innanför revlarna. Vid flacka stränder som vid Löderups strandbad kan även en vandringsrevel bildas av vågsvall. Denna revel kan vandra upp på stranden och bilda en strandvall (Norrman *et al.* 1981a). Under kraftiga stormar kan strandmaterial transporteras ut från kusten och sedimentera utanför bränningarna. Detta kan medföra att det åtminstone tillfälligt uppstår materialbrist på stranden. Desto längre ut materialet sedimenterar desto längre tid tar det för de relativt långsamma processerna utanför bränningszonen att återföra detta till stranden. Resultatet blir ofta en nettoerosion om stormfrekvensen är hög (Davis 1978). Intill dess att ett jämviktstillstånd har nåtts, retirerar stranden genom vågerosion vid höga vattenstånd. Botten byggs på vid låga vattenstånd och måttlig eller ringa vågrörelse vilket medför att strandlinjen avancerar (Hedar 1986). Detta innebär att stranden normalt eroderas under vintersäsongen då stormfrekvensen är hög. Vanligen byggs den sedan ut igen under sommarhalvåret då stormfrekvensen är lägre (Shepard och LaFond 1940, Shepard 1950 och Bascom 1954).

Vågfronten anpassas efter djupkurvorna när de kommer in på grunt vatten, vågrefraktion. De bromsas kraftigare ju grundare det är. Detta får till följd att i en vågfront som anlöper stranden i sned vinkel mot djupkurvorna kommer de partier som först stöter på grunt vatten att bromsas först. Andra delar kan förtsätta ostörda ytterligare en bit. Denna process medför att vågenergi konvergerar mot grundare områden och utstickande uddar där det bildas ett högre vattenstånd och divergerar i submarina sänkor och bukter. (Pethick 1991). Det bildas en kustparallell ström för att utjämna dessa vattenståndsskillnader (Norrman 1967).

Medan vågorna har störst betydelse för att lösgöra sedimentpartiklarna transporteras det lösgjorda materialet normalt av strömmarna. Man kan dela upp sedimenttransporten längs en kust i en kustparallell och en vinkelrät komponent. Den långsiktiga förskjutningen av ett strandavsnitt styrs av den kustparallella transporten vilket också är den domine-

rande under huvuddelen av året (Davidsson 1963, Norrman *et al.* 1981a och Pethick 1991). Den vinkelräta transporten hör ihop med de nästan explosiva förändringarna i samband med svåra stormar och högt vattenstånd. På vissa stränder dominerar de korta tillfällena med höga transporter medan de långvariga lågtransporterande situationerna styr utvecklingen på andra. (Hansson *et al.* 1988).

Den kustparallella sedimenttransporten innanför bränningarna kan delas in i vågström ("longshore drift") och strandparallell transport ("beach drift") (Strahler och Strahler 1987).

Vågströmmen bildas av kraftiga vågor som anlöper en kust i sned vinkel varav de överflödiga vattenmassorna förs bort parallellt med stranden. Då vattentillförseln är störst där vågorna konvergerar bildas en gradient vilket medför att en kustparallell ström bildas, j.m.f. refraktion. Strömmens hastighet beror enligt Brunn (1951) på vågornas infallsvinkel där 35° - 50° ger de högsta strömhastigheterna, ca 45° vinkel enligt Norrman *et al.* (1981a). Är vinkeln större ökar transporten tvärs stranden och längstransporten minskar. Om vinkeln är mindre ökar vågrefraktionen så att vågenergin blir utspridd över en större strandlängd varigenom transportkapaciteten minskar (Danielsson 1963, Norrman *et al.* 1981a och Strahler och Strahler 1987). Korta höga vågor ger den största strömhastigheten. Men även lutningen på bottenprofilen är viktig där en brant kust får en mer koncentrerad ström. Flackare botten genererar en mer utspridd ström som är mindre effektiv materialstransportör (Albjär 1976).

Den strandparallella transporten sker däremot i svallzonen. Om vågorna kommer in i en sned vinkel mot stranden förs materialet snett upp för strandslutningen av svallet. En del dras sedan tillbaka av baksvallet vinkelrät mot kustlinjen p.g.a. gravitationen. Då uppsvallet alltid är kraftigast sker det en transport i vågrörelseriktningen (Snead 1982 och Strahler och Strahler 1987). Denna rörelse upprepas gång på gång då kusten vanligtvis attackeras från samma håll under en viss dag. Om den sammanfaller med vågströmmen kan det resultera i en betydande sedimenttransport. Då en kustrensa normalt har en dominerande strömriktning resulterar detta ofta i en massrörelse av sediment i en bestämd riktning (Snead 1982).

Nettotransporten in mot land kan inte enbart kompenseras genom den kustparallella strömmen. Huvuddelen av vattentransporten ut från stranden sker med utströmmar som går vinkelrätt ut från denna (Huntley och Bowen 1975 och Derbyshire *et al.* 1979). De uppkommer då de mot stranden uppträckta vattenmassorna övervinner det mot stranden riktade vågtrycket. Detta resulterar i en mer eller mindre katastrofal tappning av det uppträckta vattnet (Davis 1978) då vanligen också en hel del sediment följer med ut från stranden (Cook 1970). De är vanliga i de centrala delarna av en bukt där två kustparallella strömmar möts. Men de kan uppkomma på olika ställen gång efter gång då de är beroende av vågornas infallsvinkel (Shephard och Inman 1950).

Utom den av vågorna bildade vågströmmen finns det en kustström som normalt går utanför bränningarna. De har normalt ett relativt jämnt flöde, är ofta kustparallella och påverkar inte nämnvärt själva stranden (Davidsson 1963). I Östersjön är strömmarna vanligen vindgenererade eller hänger samman med storskaliga omflyttningar av vattenmassorna i Östersjön och Kattegatt. Vid Sandhammaren går kustströmmen ofta så nära land som 1-2 m djup. Strömmen kan enligt fiskare löpa i västlig riktning med en hastighet av 2.5-3.0 m/s med ONO-NO stormar och med väststormar i östlig riktning med en hastighet av 2-2.5 m/s. Strömmen följer vinden och kan nå så stora hastigheter beroende på de enorma vattenmassor som pressas fram under stormar mellan Sandhammaren och Bornholm, det s.k. Bornholmsgattet (Davidsson 1958, 1963).

Davidsson (1958) fann att det krävs en strömhastighet på ca 20 cm/s för att erodera den sand som täcker botten. Detta innebär att både våg- och kustströmmen kan erodera. För transport av sand ligger hastigheten några cm lägre än 20 cm/s. Med vågrörelser som stör sedimentkornen erfordras blott en strömhastighet om några cm/s för att förändringar skall inträffa. Omfattningen bestäms i sådana fall av strömningens varaktighet och storlek.

Vattennivån stiger ca 1 m i södra Östersjön med hårda vindar från NNO-O, då vattenmassorna pressas åt söder. Lågvattensituationer uppstår med hårda vindar från SV-V då vattenmassorna förs norr och österut. Stormfloder, exceptionellt högt vattenstånd, bildas när det har blåst hårda västvindar i några dagar vilket får till följd att enorma vattenmassor pressas in genom Öresund och de danska Bälten. Om sedan vinden ändrar riktning åt N-O är ett exceptionellt högt vattenstånd ett faktum. De tillfällen då svåra översvämningsskador uppkommit vid Löderups området har varit förenade med högvattenssituationer (Davidsson 1963 och Dackman 1975) då högre vågor kan nå den känsliga strandbrinken.

5. STATUSBESKRIVNING AV KUSTEN.

Kustens utveckling följdes under ett år från april 1991 till april 1992. Man kan dela in kusten i tre olika huvudtyper; (I) Kuststräcka skyddad med stenskoning där framförliggande skyddande sandstrand saknas; (II) Stenskoning där det sommaren 1991 fanns en framförliggande skyddande sandstrand och (III) Sträckor utan skydd, där havets krafter följaktligen kan spela fritt (fig. 5.2.).

(I) I den västra delen av området (fig 5.2., punkt 1-2), en 1000 m lång sträcka är kusten helt skyddad av skoningar bestående av stora stenar som blivit nedvräpta längs strandbrinken av fastighetsägarna. Strand saknas och havet når ända fram till strandskyddet (fig. 5.1.) Utanför skoningen blir det snabbt djupt då där sker en kontinuerlig djuperosion till skillnad från de långgrunda stränderna vid (II) och (III). Flera av husen ligger alldeles intill strandskyddet som reser sig från ca 1.5 till över 2.5 m över vattenytan. Skoningarnas lutning varierar starkt, vid parkeringsplatsen är den ca 45°, men den kan lokalt vara betydligt lägre. Av flygfotografier från 1940 framgår det att det tidigare varit en ca 50 m bred skyddande sandstrand framför brinken längs hela kuststräckan.



Fig. 5.1. Den västra delen av kusten är helt skyddad av stenskoningar (1-2, fig. 5.2.) (foto S. Osængius, 1992).

Vid en allmänning (A, fig. 5.2.) har anläggandet av strandskydd blivit stoppad. Havet har eroderat sig in i strandplanet och bildat en grund vik med en flack sandstrand (fig. 5.3., a-c.). Detta visar att erosionsbenägenheten har varit mycket stor utefter den skyddade kuststräckan. Erosionen i viken uppskattas dock inte ha varit lika stor som om det hade varit en helt öppen kustremsa. Vid den nu nerlagda Löderupskolonin (C) har man i stället för stenskoningar försökt bilda en sandstrand med hjälp av gabioner. Det har tidvis bildats en trågformation på gabionens bakre kant vilket visar att erosionen fortsatt bakom detta skydd. Vid (B) finns det rester kvar av kustdyner som blivit skyddade bakom skoningen.

(II) Sträckan 2-3 (fig. 5.2.), en 300 m lång kustremsa där strandskydd anlades först vintern 1990-91, då havet hotade att erodera bort den främsta husraden. En fastighetsägare ställde sig utanför anläggandet av strandskydden (D). En ny vik liknande den vid (A) har redan börjat bildas. Med undantag av de östligaste 80 metrarna fanns det sommaren 1991 en skyddande sandstrand kvar framför skoningarna längs hela kuststräckan. Stranden eroderades över 20 meter under en 2.5 månaders period från slutet av mars till mitten av juni 1991. Men erosionen är inte kontinuerlig, vid ett tillfälle byggdes stranden ut ca 5 meter bara under en dag. Under vintern 1991-92 försvann stranden fullständigt. En liknande utveckling som vid 1-2 med djuperosion utanför skoningarna är därför att vänta (fig 5.4., a-b.).

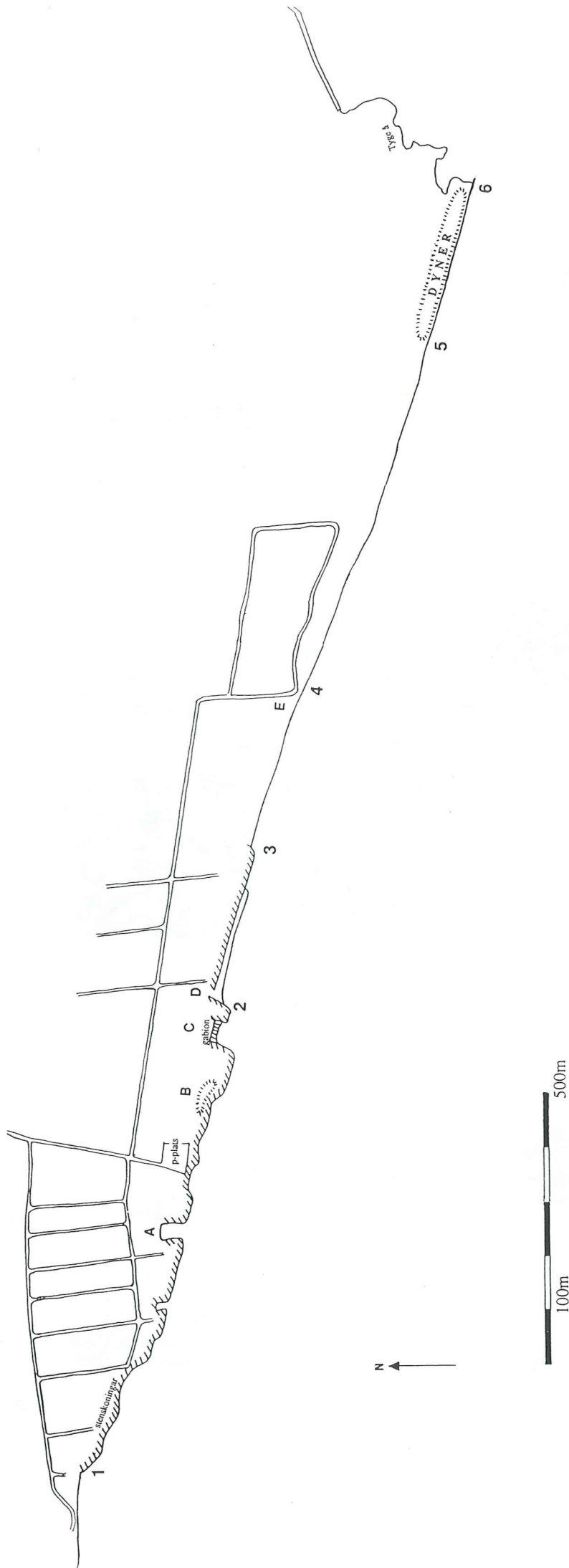


Fig 5.2. Strandskyddskarta, Löderups strandbad (S. Osængius 1992).



Fig. 5.3. Vid en allmänning har anläggandet av strandskydd blivit stoppad (A, fig 5.2.). Havet har eroderat sig in i strandplanet och bildat en grund vik. a; februari 1976 (foto R. Åhman), b; september 1980 (foto R. Åhman), c; april 1992 (foto S. Osængius).

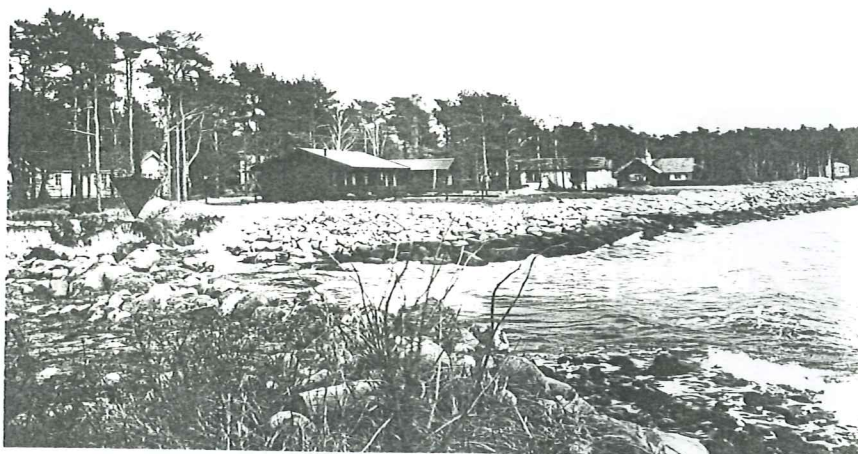


Fig. 5.4. Vid sträckan 2-3 (fig. 5.2.) anlades strandskydd först vintern 1990-91. a; Sommaren 1991 fanns det en sandstrand kvar framför skoningarna. Stranden eroderades ca 20 m från slutet av mars till mitten av juni. Pilen visar strandlinjens ungefärliga position mars 1991 (foto S. Osængius, juni 1991). b; Under vintern 1991-92 försvann stranden fullständigt. En ny vik liknande den vid (A) (fig. 5.2.) har börjat bildas (pil) (foto S. Osængius, april 1992).

(III) Den ca 1300 m resterande sträckan bort till Tyge å, punkt 3-6 (fig. 5.2.), saknar helt strandskydd och stranden utsätts följaktligen för en kraftig erosion. Brinken är hög och brant vilket indikerar att den eroderas aktivt. Brinkens höjd inklusive strandplanet lutning varierar stort från mindre än 1.5 m till över 2.5 m. I genomsnitt uppskattades den vara ca 2 m hög. Strandens bredd varierar likaså kraftigt från under 1 m till 15 m. Detta är delvis beroende på vågformig strandkontur. Men det observerades också att stranden ofta avsmalnade där brinken ökade i höjd och att den blev bredare och flackare där brinken var lägre. Strandplanet lutning uppskattades i genomsnitt vara ca 3-5° under sommaren 1991, ungefär det samma som i (II). Området väster om punkt 1 saknar också strandskydd. Stranden är bred men brinken är inte lika brant och skarp som vid de östra delarna. Detta indikerar att erosionen är lägre.

Vid 3-4, en knappt 300 m lång sträcka var stranden, sommaren 1991, framför den aktivt eroderande klinten mycket smal, mindre än 1 m. Längs hela sträckan låg det kullvältade tallar i vattenbrynet som blivit underminerade av havets vågor. Tallarna blev fler och fler under sommaren vilket visar att erosionen kan vara kraftig även under denna tid av året. Vid (E) stod några väggar kvar av den scoutstuga som förstördes under en storm

våren 1990 (fig. 2.6.). Trappan hade rasat ned för brinken och låg ute i vattnenbrynet. Erosionen var fortsatt hög under sommaren och vintern. Landförlusterna beräknades i genomsnitt uppgå till knappt 10 m från juli 1991 till april 1992 (fig. 5.5.). Vägkurvan strax öster om punkt (E) blev genombruten under en storm hösten 1991. Området mellan 4 och 5 hade under undersökningsperioden en ca 10-15 m bred strand och en mer eller mindre vertikal erosiv brink (fig. 5.6.). Från punkt 5 till Tyge å, punkt 6, skär brinken rakt genom stranddynerna. Dynernas höjd är ca 3-4 m och stranden var under sommaren 1991 mindre än 4 m bred (fig 5.7.). Det är den enda delen av undersökningsområdet där oskyddade stranddyner fortfarande finns kvar. Från äldre flygfotografier framgår det att dynerna tidigare sträckte sig betydligt längre åt väster och ursprungligen skyddade större delen av kusten. Så sent som i mitten av 70-talet var större delen av kusten från punkt 2 och österut skyddade av dyner.

En bottenundersökning från 1976 (Holmberg och Åhnberg 1977) visar att det löper två parallella revlar utanför vandringsreveln. En kontrollmätning mot flygfotografier från 1985 visar att ungefär samma förhållande fortfarande verkar råda. Men det har som tidigare nämnts skett en djuperosion invid kustskydden. En undersökning av Davidsson (1963) visar att det 1958-61 fanns tre parallella revlar utanför Löderups strandbad. En ny undersökning 1969 (Davidsson 1969) visade liksom den av Holmberg och Åhnberg (1977) att antalet revlar hade blivit reducerade till två. Samtidigt noterades att bränningarnas lutning hade ökat j.m.f med den tidigare undersökningen. Enligt bl.a. äldre fiskare bekräftsas uppgiften att det tidigare skall ha funnits en nu borteroaderad yttre revel där vågorna tidigare kanske bröts (Gatukontoret, Ystads kommun 1991, muntlig uppgift).

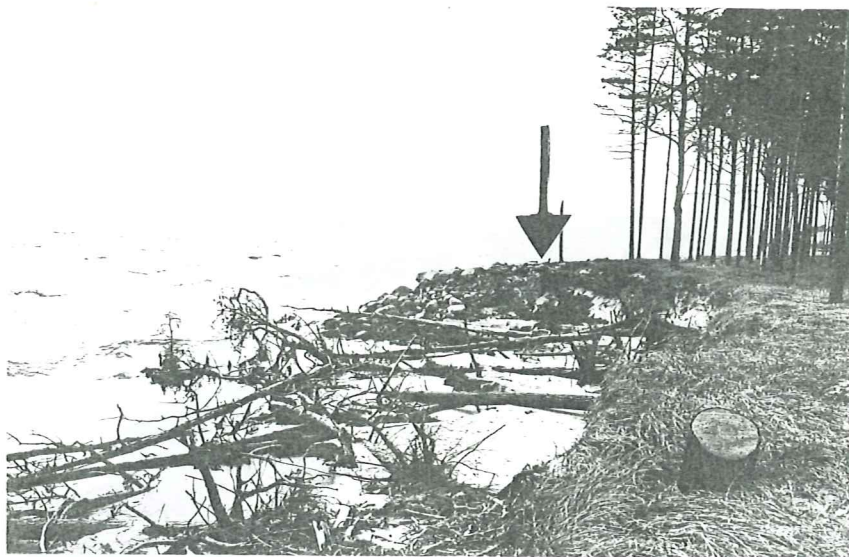


Fig. 5.5. Vid 3-4 (fig. 5.2.) beräknades landförlusten uppgå till knappt 10 m från juli 1991 till april 1992. Pilen visar brinkens position juli 1991 (foto S. Osængius, april 1992).



Fig. 5.6. Området mellan 4-5 (fig. 5.2.) har en skarp eroderande brink (foto S. Osængius, april 1991).



Fig. 5.7. I den östligaste delen av området finns fortfarande stranddyner kvar, 5-6 (fig 5.2.) (foto S. Osængius, april 1992).

6. STRANDFÖRSKJUTNINGSANALYS.

6.1. METODER OCH MATERIAL.

Strandlinjens position vid olika tidpunkter karterades med hjälp av flygfotografier tagna från normalhöjd, topografiska och ekonomiska kartor samt fältmätningar. Använt materiel är (årtal anger när de är uppmätta):

Generalstabskartan.	1858
Ekonomiska kartan över Kristianstads län.	1931
Flygfotografi.	1940
Fältmätning (Dackman 1975).	1950
Flygfotografi.	1961
Ekonomiska kartan.	1969
Flygfotografi.	1975
Flygfotografi.	1981
Gula kartan.	1985

Strandlinjens position för 1991 uppmättes vinkelrätt ut mot stranden med avvägningssinstrument från fasta punkter s.s. gathörn och husknutar. Analysen utfördes enligt Dolan *et al.* (1978, 1980) och Leitherman (1983). Strandens position för de olika tidpunkterna mättes i 26 traverser ca 100 m från varandra. De olika strandlinjerna överfördes till en grundkarta i skala 1:10 000. Resultatet undersöktes statistiskt med regressionsanalys.

Östersjön saknar tidvattensskillnader men kan trots detta vara utsatt för betydande vattenståndsvariationer. Det är inga större avvikelser vid fotograferingstillfällena, varför det inte har behövts göras någon justering av strandlinjen för skenbara strandlinjeförändringar. Undantag utgör bilden från 1940 där fotograferingsdatum och därmed även vattenstånd saknas.

Studien avsåg att även inbegripa Skånska rekognoseringskartan från 1812, men den anger kustlinjen med alltför bristande noggrannhet. Davidsson (1958, 1963) kom fram till samma slutsats. Äldre kartor från 1700-talet kunde av samma orsak inte inbegripas. I en tidigare undersökning av Dackman (1975) är Skånska rekognoseringskartan medtagen. En kontrollmätning visade emellertid att strandlinjens position var otillfredsställt återgiven även på denna karta.

En sedimentbudget baseras på förhållandet mellan tillskott och förluster av sediment till det kustnära området. I områden där klifferosion dominerar och bottenprofilen förblir ungefär konstant vid en strandförskjutning kan en sedimentbudget beräknas enligt en metod utarbetad av Pelnard-Considere (1956).

Det grundläggande antagandet för modellen är att bottenprofilen förblir oförändrad vid en strandförskjutning. Det är bara strandlinjens position som rör sig åt det ena eller andra hållet. Detta innebär att bara den kustparallella transporten av sand kan inbegripas. Ett annat viktigt antagande är att sanden rör sig aktivt till ett visst djup under vilken botten är stabil (CERC 1977, Kraus 1983 och Kraus och Harikai 1983). Davidsson (1963) och Petersen (1968) fann vid mätningar att detta ligger på ca 6 m vid Sandhammaren.

Fig. 6.1. visar tre ekvivalenta volymer, alla visande en nettoerosion på $h \Delta x$. Ur figuren framgår att man bara behöver känna till en punkt för att bestämma hela profilens utseende, i det här fallet strandlinjen.

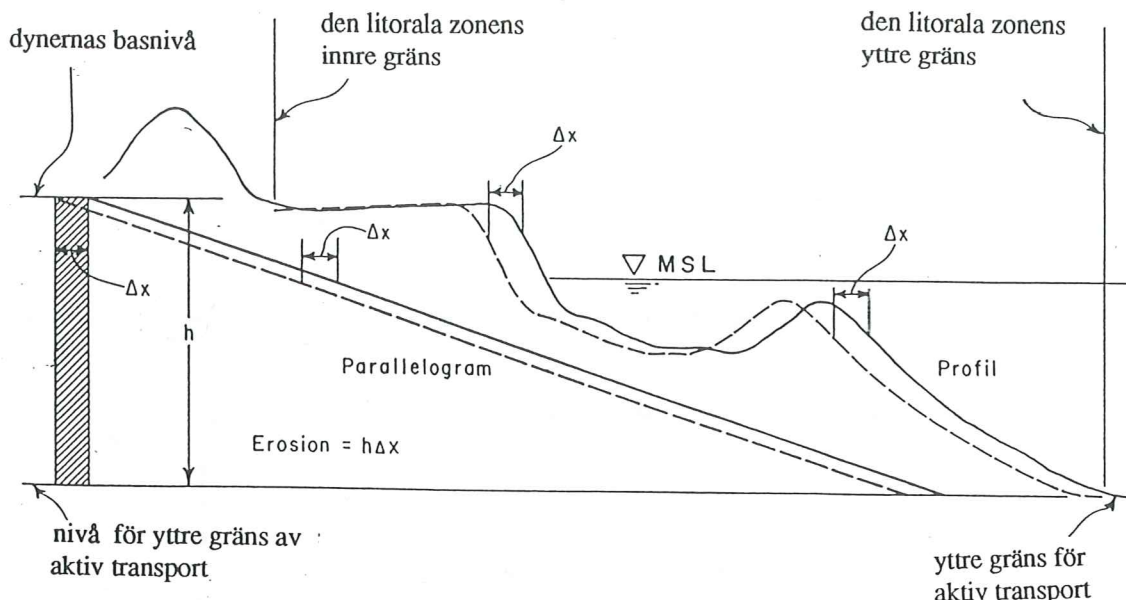


Fig. 6.1. Modell visande tre ekvivalenta volymer (CERC 1977).

Om man antar att denna teori är användbar för området kan en sedimentbudget beräkning utföras enligt;

$h \Delta x l$ (modifierad efter CERC 1977) där

h = det djup till vilket vågorna påverkar botten adderat med brinkens höjd.

Δx = strandens vertikala förskjutning.

l = längden av kustremsan.

Resultatet jämfördes statistiskt med regressionsanalys.

6.2. RESULTAT.

Strandlinjens fluktuationer från 1858 till 1991 redovisas i fig 6.2. och i tab. 6.1., 1931-1991 5 m ekvidistans, 1858 10 m ekvidistans. En regressionsanalys visar en klart signifikant nettoerosion 1858-1991 för samtliga traverser. Skillnaden i landförlusterna mellan de olika traverserna är ganska stor. Om man utgår ifrån 1931 varifrån man har en kontinuerlig mätserie finner man att de största strandförlusterna är registrerade dels för travers 1-4 i den västra delen samt i området öster om travers 10 där erosionen inte blivit stoppad av strandskydden. En regressionsanalys över landförlusterna 1931-91 längs den undersökta kusten visar ingen signifikant trend i endera riktningen. Regressionsekvation $75 + 0.8\text{år}$, $R = 0.3$ och $p = 0.13$.

Då strandskydden har stoppat erosionen i travers 1-10 under den senare delen av 1970-talet ger tab. 6.1. en delvis missvisande bild av kustens erosionsbenägenhet. Om man i stället studerar strandfluktuationerna från 1931 till 1975 (tab. 6.2.) finner man att landförlusten har varit störst i den västligaste delen av kuststräckan. De visar sedan en statistiskt signifikant minskning mot öster. Regressionsekvation $73 - 2.2\text{år}$, $R = 0.9$ och $p = 0.0001$.

Den årliga genomsnittliga erosionen redovisas i tab. 6.3. En regressionsanalys (tab. 6.4) visar att det är en statistiskt signifikant ökning av erosionshastigheten 1931-91 för travers 1-3, 5, 7-9 och 14-16. Man måste beakta resultatet från speciellt travers 1 med stor försiktighet då det bygger på mycket få värden med ett icke signifikant p-värde. Tab. 6.3. visar en galopperande ökning av erosionen efter 1981 från travers 19 och österut. Tidigare har strandlinjen i detta område varit stagnant eller haft en positiv förskjutning.

Tab. 6.1. Kustlinjens förändring i förhållande till 1991 års strandlinje, 1931-91 5 m ekvidistans, 1858 10 m ekvidistans, (-) anger att upp gift saknas.

	1985	1981	1975	1969	1961	1950	1940	1931	1858
Travers:1	0	0	0	15	60	-	-	70	130
2	0	0	20	40	75	120	-	105	120
3	0	0	0	10	50	85	85	90	120
4	0	0	15	30	40	85	85	100	100
5	0	0	+5	5	5	40	40	45	90
6	0	0	0	15	15	45	45	50	100
7	20	35	50	60	55	100	95	95	140
8	0	0	25	35	45	65	60	60	120
9	0	0	10	30	35	50	50	60	120
10	0	0	0	25	15	40	40	45	100
11	5	5	15	35	30	-	60	70	130
12	20	20	50	60	60	-	85	95	160
13	15	25	50	55	65	-	85	100	150
14	20	40	65	70	85	-	100	110	170
15	20	45	75	80	90	-	105	110	170
16	30	55	80	70	90	-	95	110	180
17	40	30	70	70	90	-	80	105	170
18	25	35	65	65	85	-	70	100	150
19	25	55	60	75	85	-	65	90	140
20	20	60	50	60	70	-	70	75	140
21	30	70	50	65	85	-	80	80	120
22	30	75	60	60	80	-	85	85	130
23	30	65	55	55	75	-	85	85	110
24	30	75	65	55	80	-	90	90	110
25	35	70	70	50	80	-	95	95	110
26	35	70	70	45	90	-	95	95	90

Tab. 6.2. Kustlinjens förändring 1931-1975, 5 m ekvidistans.

	1931-75		1931-75
Travers:1	70	Travers:14	45
2	85	15	35
3	90	16	30
4	85	17	35
5	50	18	35
6	50	19	30
7	45	20	25
8	35	21	30
9	50	22	25
10	45	23	30
11	55	24	25
12	45	25	25
13	50	26	25

Tab.6.3. Årlig genomsnittlig förskjutning av stranden 1858-1991, 0.5 m ekvidistans. Saknas värde (-) är medelvärde beräknat för perioden efter.

	1985	1981	1975	1969	1961	1950	1940	1931	1858
	-91	-85	-81	-75	-69	-61	-50	-40	-31
Travers:1	±0.0	±0.0	±0.0	-2.5	-5.5	-	-	-0.5	-1.0
2	±0.0	±0.0	-3.5	-3.5	-4.5	-4.0	-	+1.0	±0.0
3	±0.0	±0.0	±0.0	-1.5	-5.0	-3.0	±0.0	-0.5	-0.5
4	±0.0	±0.0	-2.5	-2.5	-1.0	-4.0	±0.0	-1.5	±0.0
5	±0.0	±0.0	+1.0	-1.5	±0.0	-3.0	±0.0	-0.5	-0.5
6	±0.0	±0.0	±0.0	-2.5	±0.0	-2.5	±0.0	-0.5	-0.5
7	-3.5	-4.0	-2.5	-1.5	+0.5	-4.0	+0.5	±0.0	-0.5
8	±0.0	±0.0	-4.0	-1.5	-1.5	-2.0	+0.5	±0.0	-1.0
9	±0.0	±0.0	-1.5	-3.5	-0.5	-1.5	±0.0	-1.0	-1.0
10	±0.0	±0.0	±0.0	-4.0	+1.5	-2.5	±0.0	-0.5	-1.0
11	-1.0	±0.0	-1.5	-3.5	+0.5	-	-1.5	-1.0	-1.0
12	-3.5	±0.0	-5.0	-1.5	±0.0	-	-1.0	-1.0	-1.0
13	-2.5	-2.5	-4.0	-1.0	-1.5	-	-1.0	-1.5	-0.5
14	-3.5	-5.0	-4.0	-1.0	-2.0	-	-0.5	-1.0	-1.0
15	-3.5	-6.5	-5.0	-1.0	-1.5	-	-0.5	-0.5	-1.0
16	-5.0	-6.5	-4.0	+1.5	-2.5	-	±0.0	-1.5	-1.0
17	-6.5	+2.5	-6.5	±0.0	-2.5	-	+0.5	-2.5	-1.0
18	-4.0	-2.5	-5.0	±0.0	-2.5	-	+0.5	-3.5	-0.5
19	-4.0	-7.5	-1.0	-2.5	-1.5	-	+1.0	-3.0	-0.5
20	-3.5	-10.0	+1.5	-1.5	-1.5	-	±0.0	-0.5	-1.0
21	-5.0	-10.0	+3.5	-2.5	-2.5	-	±0.0	±0.0	-0.5
22	-5.0	-11.0	+2.5	±0.0	-2.5	-	±0.0	±0.0	-0.5
23	-5.0	-9.0	+1.5	±0.0	-2.5	-	-0.5	±0.0	-0.5
24	-5.0	-11.0	+1.5	+1.5	-3.0	-	-0.5	±0.0	-0.5
25	-6.0	-9.0	±0.0	+3.5	-4.0	-	-0.5	±0.0	±0.0
26	-6.0	-9.0	±0.0	+4.0	-5.5	-	±0.0	±0.0	±0.0

Av tab. 6.3. framgår det att 1930-talet kännetecknas av en relativt måttlig erosionshastighet, ibland avlöst av stagnation. I öster stagnerar förändringarna f.o.m. travers 21. Under 1940-talet är kusten stabil i travers 3-10. F.o.m. travers 11 är medelvärdena beräknade för 1940-61. Erosionen i travers 11-15 och 23-25 har sannolikt till stor del skett under 1950-talet, den kända sträckan, travers 2-10, visar en markant erosionsökning 1950-61. Utvecklingen 1858-1931 visar ett liknande förlopp som under 1930-talet, en relativt måttlig erosion som stagnerar längst i öster. Men man måste tolka utvecklingen under dessa 73 år med försiktighet, flera erosions- och depositionsperioder kan ha avlöst varandra.

Efter 1950 sker det som nämnts ovan en kraftig ökning av erosionshastigheten. Perioden 1961-69 kännetecknas av att erosionen har dragit sig österut så att hela kuststräckan nu ingår i erosionsområdet. Erosionen har varit speciellt kraftig i travers 1-3 där den utgör en direkt fortsättning från den föregående perioden, men även i den östligaste delen av området. I travers 5-7 och 10-12 står strandlinjen stilla eller visar en mindre påbyggnad. Under 1969-75 eroderas den västra delen av området kraftigast. Erosionen är obefintlig i travers 16-18 och f.o.m. travers 22 övergår den i ett depositionsområde.

1975-81 når stranden stenskonningarna i travers 2, 4-5 och 8-9. Erosionsbenägenheten för dessa traverser har därför troligen varit större än vad resultatet visar. Depositionsområdet har samtidigt utvidgats till travers 20. I traverserna 1, 3, 6 och 10 når stranden skoningarna något före 1975.

Efter 1981 är erosionen fullständigt stoppad i den västra skyddade delen, travers 1-10. Ett undantag utgör den oskyddade sträckan vid travers 7, en grund vik har snabbt ätit sig allt längre in i strandplanet. Det är en nollförskjutning i travers 11-12. Öster därom ökar erosionen kraftigt. Den största erosionshastigheten för hela mätserien noteras under dessa år från travers 19 och österut. Efter 1985 har erosionen minskat något men är fortfarande stor.

Tab. 6.4. Regressionsanalys av reultatet i tab. 6.3.

	Regression	Corr.Coff	p-värde		Regression	Corr.Coff	p-värde
Travers:1	174-0.1år	0.7	0.52	14	121-0.1år	0.7	0.05
2	169-0.1år	0.7	0.16	15	121-0.1år	0.7	0.06
3	150-0.1år	0.6	0.29	16	188-0.1år	0.8	0.30
4	49-0.03år	0.3	0.53	17	75-0.04år	0.2	0.62
5	104-0.1år	0.6	0.34	18	75-0.04år	0.4	0.39
6	71-0.06år	0.4	0.48	19	135-0.1år	0.5	0.22
7	115-0.1år	0.6	0.11	20	166-0.1år	0.5	0.30
8	159-0.1år	0.8	0.03	21	200-0.1år	0.5	0.26
9	74-0.04år	0.6	0.22	22	207-0.1år	0.5	0.28
10	108-0.1år	0.4	0.51	23	175-0.1år	0.5	0.30
11	-8-0.005år	0.1	0.90	24	200-0.1år	0.5	0.30
12	59-0.03år	0.3	0.44	25	183-0.1år	0.5	0.28
13	56-0.03år	0.5	0.24	26	184-0.1år	0.4	0.33

Samanfattningsvis kan man säga att erosionen är tämligen måttlig före 1950-talet. Efter 1950 ökar erosionen kraftigt, längst i öster alterneras erosions- och depositionsperioder. Efter 1975 har erosionen blivit fullständigt stoppad i den västra delen av området, travers 1-10. Samtidigt kan man efter 1981 notera en kraftig ökning av erosionen i den östra delen av kuststräckan. Idag har erosionen förskjutits till mer än 1 km öster om Tyge å.

I tab. 6.5. redovisas ytförändringen hos kusten. I tab. 6.6. redovisas resultatet av sedimentbudgetberäkningen. Höjden f.o.m. brinken till det djup där vågorna aktivt börjar påverka botten beräknades i genomsnitt vara ca 8 m. Resultatet visar att det skett en netto-sedimentförlust för alla tidsperioderna som är statistiskt säkerställd (tab. 6.7.). Det är däremot ingen signifikant ökning av de årliga sedimentförlusterna. Trots att erosionen blivit fullständigt stoppad i travers 1-10 under 1970-talet visar sedimentförlusten en kraftig ökning under 1980-talet.

Tab. 6.5. Total ytförändring och årlig genomsnittliga förändring, uttryckt i m².

	Totalt (m ²)	Årlig (m ² år ⁻¹)
1985	-45 000	-8 000
1981	-86 000	-10 000
1975	-112 000	-4 000
1969	-127 000	-3 000
1961	-171 000	-6 000
1940	-189 000	-1 000
1931	-227 000	-4 000
1858	-344 000	-2 000

Tab.6.6. Sedimentbudget. Total skillnad och årlig genomsnittlig förändring, uttryckt i m³.

	Totalt (m ³)	Årlig (m ³ år ⁻¹)
1985	-364 000	-61 000
1981	-690 000	-81 000
1975	-894 000	-34 000
1969	-1 015 000	-20 000
1961	-1 370 000	-44 000
1940	-1 509 000	-7 000
1931	-1 815 000	-34 000
1858	-2 750 000	-13 000

Tab. 6.7. Regressionsanalys av resultatet i tab. 6.6. 1931-91.

	Regression	Corr. Coff.	p- värde
Totalt	-46915+23år	1.0	0.0007
Årlig	289-0.2år	0.2	0.71

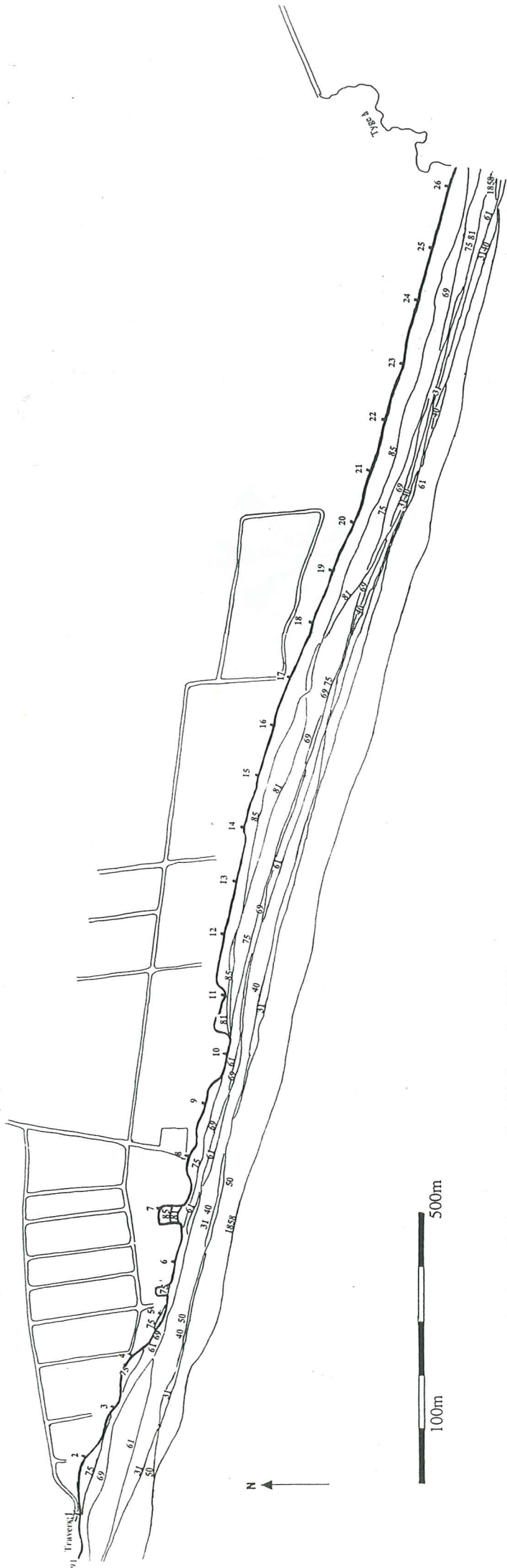


Fig. 6.2. Strandförskjutningskarta, Lóderups strandbåd (S. Osængius 1992).

7. EROSIONENS ORSAKER.

7.1. DEN LÅNGSIKTIGA FÖRSKJUTNINGEN.

En vindros (fig.7.1.) för samtliga vindar från Ystad 1961-75 visar att den dominerande vindriktningen är västlig, vindresultant 282° . Fig. 7.2. visar följdaktligen att det sker en dominerande östlig transport av sediment vid Löderups strandbad. Detta överensstämmer väl med de kustmorfologiska resultaten (j.m.f. fig 2.2.). En liknande analys för kusten väster om Käsehuvud (Petersen 1968) visar att materialtillskottet därifrån är obefintligt. Det uppgår till högst några tusen $m^3/år$. Denna långsiktiga sedimentförskjutning är troligen en fortsättning på den process som inleddes under litorinatrangressionen (Davidsson 1958, 1963 och Dackman 1975). Detta har närmare behandlats i kap.3, områdets bildning.

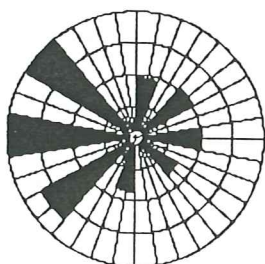


Fig. 7.1. Vindros för samtliga vindar, Ystad 1961-75.

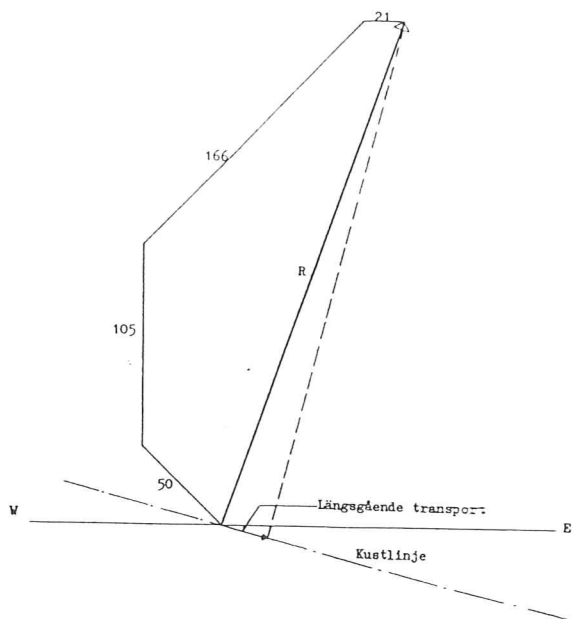


Fig. 7.2. Materialvandringsdiagram för Löderups strandbad (Petersen 1968).

7.2. FLUKTUATIONER AV EROSIONSHASTIGHETEN.

I kapitel sex konstaterades att det skett en statistiskt signifikant ökning av erosionshastigheten för flertalet av traverserna i den västra delen av undersökningsområdet där samhället ligger. Det är ingen signifikant ökning av erosionen i den östra delen. Men trots detta kan man notera en kraftig erosionsökning under det senaste decenniet.

Denna galopperande ökning av erosionshastigheten är inte unik för Löderupsområdet (t.ex. Bird 1981, 1985 och Norrman *et al.* 1981a,b). Orsaken till denna har därför givit upphov till mycket spekulerande och det är naturligt att man försöker finna en nytillkommen faktor. Det har t.ex. framförts att en minskning av havsbottnens tångvegetation skulle kunna vara en bidragande orsak.

Men det är nog mer naturligt att söka en förklaring i de direkta strandprocessrelaterande faktorerna. Dessa har sammanförts i tre grupper efter en sammanställning av för området relevanta faktorer efter Davidsson (1958, 1963), Lindh (1976), Kraft (1978), Åhman (1980), Bird (1985) och Norrman *et al.* (1981a,b); vind- och vågklimat, eustatiska förändringar samt mänskliga ingrepp.

7.2.1. VIND- OCH VÅGKLIMAT.

Metoder och material.

Vinden är den primära orsaken till vågor och strömmar vilka utlöser förändringarna. Medan de största förändringarna sker under stormar, ofta i kombination med exceptionellt högt vattenstånd, är svaga vindar f.a. aggraderande (Davidsson 1958, 1963, Lindh 1976, Kraft 1978 och Bird 1985). Det är därför en intressant fråga om stormfrekvensen, dess riktning och intensitet har ökat under mätperioden. Studien bygger på antal dagar med vindar på över 21 m/s i minst 10 minuter. Data har hämtats från SMHI:s väderstatistik (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Instituts årsbok 1931-87), för Smygehuk ca 45 km väster om Löderup (se fig. 2.1). Materialet har analyserats enligt Losjö *et al.* (1987) och Jönsson (1991). Stormdagar direkt efter varandra har räknats som ett stormtillfälle, om de överstiger tre dagar har de räknats som två. Resultatet testades med linjär regressionsanalys för att se om det fanns någon statistiskt signifikant trend av stormfrekvensen i den undersökta tidsserien.

Dominerande stormriktningar och vindresultanten undersöktes också både över hela tidsserien och uppdelad i delperioder efter strandförskjutningsanalysen. Vindresultanten anses representera dominerande vågriktning under stormar (Schou 1945, Norrman 1964 och Norrman *et al.* 1981a). Årstidsfördelningen av vindarna, deras riktning och eventuella förändringar under tidsserien undersöktes likaså. De månatliga vattenståndsfluktuationerna i Åhus hamn 1975-81 redovisas också. Erosionskatastroferna försökte även korreleras med vattenståndsnivån och stormtillfällen.

Resultat.

Det totala antalet stormar perioden 1931-87 visas i fig. 7.3. I tab. 7.1. redovisas resultatet av regressionsanalysen. Av denna framgår det att det skett en svag statistiskt signifikant ökning av stormfrekvensen perioden 1931-87.

Tab 7.1. Regressionsanalys av stormfrekvensen.

Regression	R-värde	p-värde
-253 + 0.1 år	0.6	0.0001

Av fig. 7.3. framgår det att det är en förhållandevis lugn period den första delen av mätperioden fram till 1960-talets slut. Det sker en markant ökning av stormfrekvensen i slutet av 1960-talet. De sista åren av 1970-talet är en något lugnare period före nästa topp i början av 1980-talet. Man kan även notera en minskad stormfrekvens de sista åren av mätserien.

Hela mätserien 1931-87 domineras av stormar från SV-VSV, det är även ett mindre maximum från V-VNV, vindresultant ca 45° mot kusten (fig. 7.4.a.). Om man delar upp resultatet i delperioder efter strandförskjutningsanalysen finner man att för de fyra första perioderna 1931-68 är riktningen på stormarna nästan uteslutande VSV-SV med tyngdpunkten på SV, vindresultant ca 50° (fig. 7.4.b.). Efter 1969 har stormmaximum förskjutits mot VSV, samtidigt har ett mindre V-VNV maximum uppkommit, vindresultant ca 40° (fig. 7.4.c.). Enligt Holmberg och Åhnberg (1977) följer revlarna strandlinjen vilket även framgår av flygfotografier från 1985. Detta innebär att vågorna refrakteras ungefär efter strandlinjen.

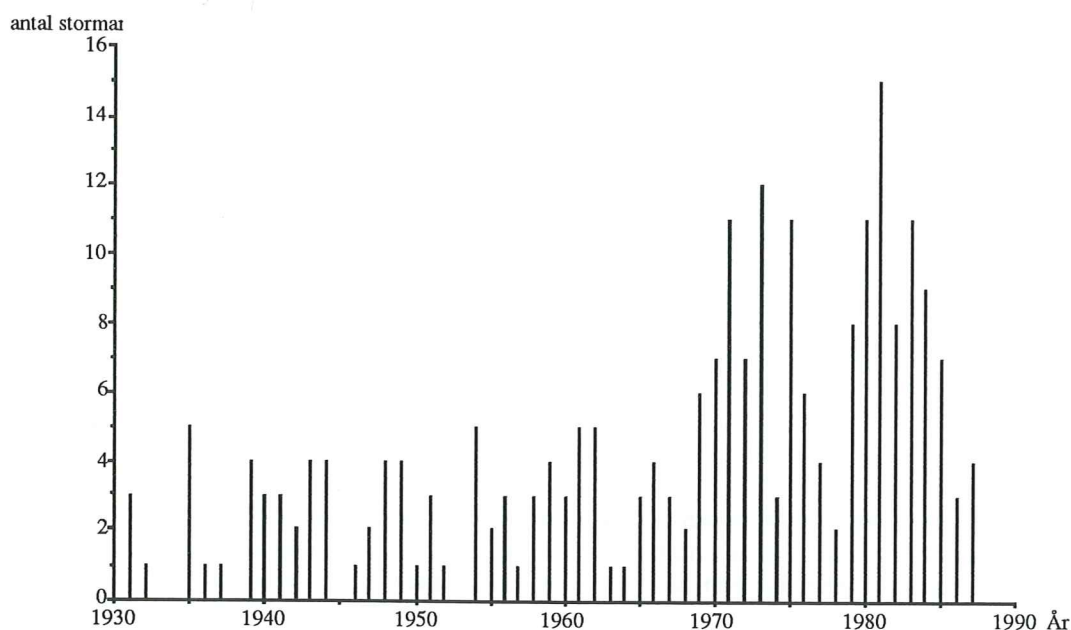


Fig. 7.3. Årlig stormfrekvens, Smygehuk, 1931-87.

De flesta stormarna inträffar under vinterhalvåret, perioden oktober-januari. Det sker en drastisk minskning februari-mars. April-juli är nästan stormfria, i augusti-september kan man notera en liten ökning. Detta är en tendens som håller i sig genom hela mätserien. Av fig. 7.5. framgår det att de högsta vattenstånden och största variationerna inträffar under vintermånaderna november-januari. Högsta och lägsta värden, $+1.1$ m respektive -0.9 m har båda registrerats för januari, 1976 och 1979. Dessa resultat kan jämföras med erosionshastigheten som också visar ett maximum under vinterhalvåret.

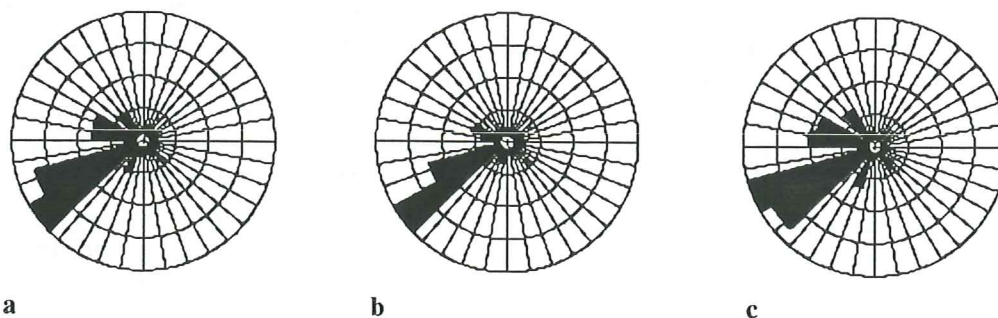


Fig.7.4. Vindrosor för stormfrekvensen, Smygehuk, a; 1931-87, b; 1931-68, c; 1969-87.

De båda stora genombrotten kan korreleras med extremt högt vattenstånd och stormvindar. Genombrottet 1974/75 skedde efter en NV storm, 1983 avlöses en SV storm av en från VNV.

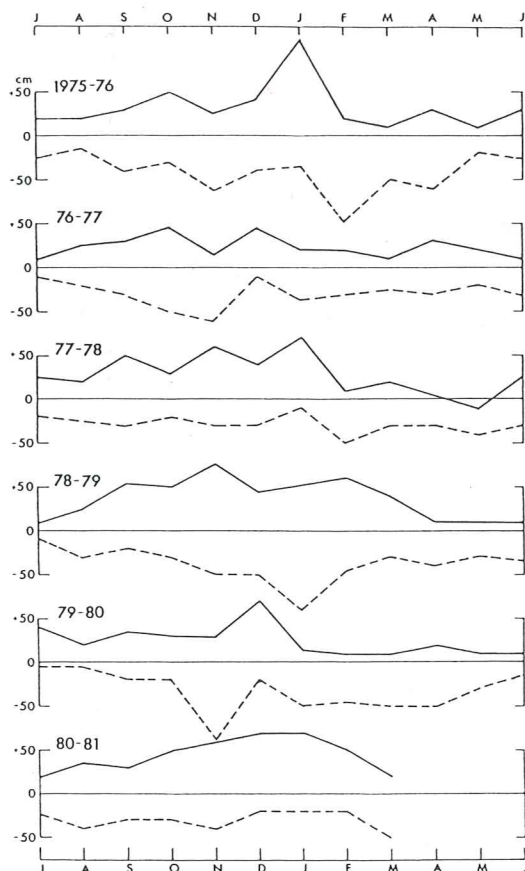


Fig. 7.5. Månatliga vattenståndsmaxima och -minima för Åhus hamn, från juli 1975 till mars 1981. De högsta vattenstånden och de största variationerna inträffar under vintermånaderna november-februari. Högsta och lägsta värden, +1.1 m resp. -0.9 m, har registrerats för januari, 1974 och 1976. (Norrman *et al.* 1981a)

7.2.2. EUSTATISKA FÖRÄNDRINGAR.

Flera undersökningar bl.a. av Bird (1981, 1985) och Paskoff (1983) visar att det sker en tillbakagång av stränderna värden över. Mer än 70% av världens sandstränder har eroderats de senaste decennierna. Åtskilliga av dessa har tidigare varit aggraderande, 10% visar en påbyggnad, medan den resterande delen 20-30% har varit stabila. Det är f.a. deltan och förlandsbildningar som byggs ut.

Denna nutida erosion skulle eventuellt kunna vara en ny oscillation av havsytan som har fortgått genom hela kvartärtiden. Men det skulle också kunna vara ett led i en global höjning av vatten- och lufttemperaturerna som en följd av en höjning av CO₂-halten i atmosfären, en s.k. "växthuseffekt" (Bird 1981, 1985, Barnet 1983 och Paskoff 1983). Flera undersökningar visar att temperaturen kommer att stiga med mellan 1.5-4.5°C om CO₂-halten fördubblas (Current Issues in Atmospheric Change 1987, Pearman 1988 och Intergovernmental Panel on Climate Change 1990). Detta skulle kunna leda till en havsyttehöjning p.g.a. ökad isavsmältning (Carter 1988 och Miller och deVernal 1992). Flera undersökningar visar att havsytan kommer att höjas med 1-1.5 m till år 2050 (Carter 1988). Enligt Brunns lag (Brunn 1962) skulle en vattenståndshöjning på 1 m åstadkomma en ca 70 m djup erosion av Skånes sandstränder (Hansson *et al.* 1988).

Andra, bl.a. Schneider (1992), instämmer inte med dessa teorier. Han hävdar att en framtida temperaturhöjning inte nödvändigtvis behöver resultera i en vattenståndshöjning. En sådan skulle effektivt kunna motverkas av en ökande nederbörd i polartrakterna. Havsytan skulle t.o.m. kunna komma att sänkas.

Mörner (1973) har sammanställt en kurva över fluktuationerna av vattennivån i världshaven, baserad på mätningar i Nordosteuropa från 1700 fram till våra dagar (fig. 7.6.). Kurvan visar en klart markerad höjning av vattennivån efter 1850. Denna transgression avslutas efter 1950 varefter de eustatiska förändringarna varit små eller visat en något negativ utveckling. Transgressionen kan korreleras med en allmän klimatförbättring efter den "lilla istidens" avlutning i mitten av 1800-talet (Budyko 1977 och Lamb 1982). Denna vattenståndshöjning stämmer inte för större delen av Skandinavien då där pågår en isostatiskt betingad landhöjning. Men för den skånska sydkusten är denna sedan länge avslutad och har övergått i en landsänkning, den uppgår för nuvarande till 0.6 mm/år (Gula kartan 1990).

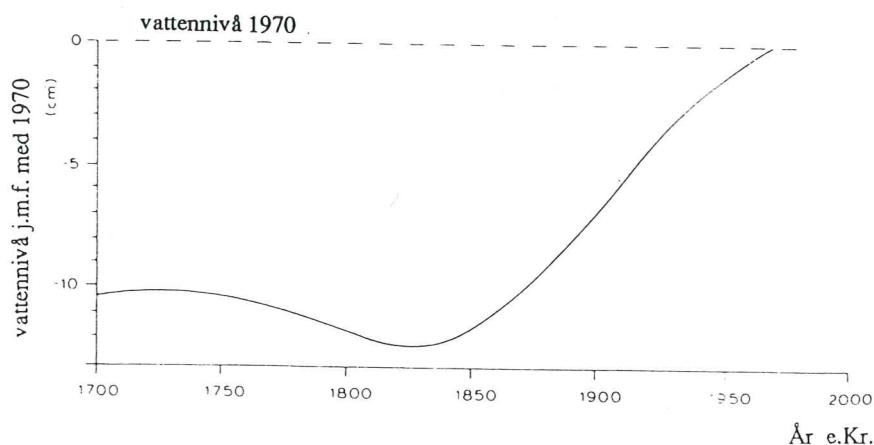


Fig. 7.6. Eustatiska vattennivåförändringar de senaste 250 åren (Mörner 1973).

Om ett jämviktsförhållande har bildats och havsvattenytan sedan stiger strävar strömningsrörelsen att kompensera det ökade vattendjupet över hela den submarina profilen. Materialet kan endast tas från stranden som eroderas (Brunn, 1962). Detta betyder att en höjning av världshavens nivå kan leda till erosion även om stranden befinner sig i jämvikt. Om havsbotten som vid Löderups strandbad är långgrund blir längden av den profil som skall kompenseras mycket stor liksom stranderosionen. Det borteroserade materialet transporteras vanligen med kustströmmen längs med stranden och ackumuleras vid förlandsbildningar (Snead 1982) som Sandhammaren.

7.2.3. MÄNSKLIGA INGREPP.

Detta avsnitt ämnar ge en kort översikt över människans påverkan på erosionsförloppet och hur eventuella framtida ingrepp kan komma att påverka strandområdet. Enligt Lindh (1986) kan man dela in människans tekniska ingripanden som påverkar kusters stabilitet i två olika kategorier; anläggningar vars uppgift inte är att förstärka kusten, t.ex. hamnar och artificiella kustförstärkningar som t.ex. stenskoningar, gabioner och groins.

Anläggningar.

Den enda större artificiella anläggningen i området är fiskehamnen vid Kåseberga. Hamnar utgör ofta ett effektivt stopp av den kustparallella transporten av sediment (CERC 1977 och Pethick 1991). De nuvarande hamnpirarna anlades i slutet av 1800-talet. Vad som kan göra detta intressant är att Kåseberga ligger väster om Löderups strandbad i samma riktning varifrån sedimenttransporten kommer. Studier av flygfotografier liksom en fältkontroll visar dock att ingen större sandackumulering skett vid pirarna. Det har tidigare framgått att sedimenttransporten inte är betydande från områdena väster om Kåsehuvud. Då hamnen ligger i skydd bakom Kåsehuvud är det också mycket möjligt att en eventuell kustström sveper förbi en bra bit utanför pirarna utan att nämnvärt påverkas av dessa.

Sandsugning pågår eller har skett vid bl.a. vid Falsterbohalvön och Tobisviken (Erlingsson och Mårtensson 1983, Lindh 1986 och Vellinge kommun 1987) men inte vid Sandhammaren eller dess närmaste omgivning. Det är inte heller helt klarlagt om sandsugning i den omfattning den nu bedrivs påverkar kustprocesserna i de angränsande områdena (Lindh 1986). Större sedimentförande vattendrag (Pethick 1991) där en eventuell reducering av sedimentmängden p.g.a. artificiella konstruktioner skulle kunna bidra till att öka erosionen saknas för området.

Artificiella kustförstärkningar.

Huvuddelen av de skoningar som idag skyddar kusten längs det bebyggda området började anläggas i stor skala först efter 1975 då en sommarstuga förstördes under en storm. Vid kolonin (C, fig. 5.2.) anlades för att förbättra badmöjligheterna 1976 en 160 m² stor gabion istället för stenskoning (Holmberg och Åhnberg 1977).

Tidigare hade man försökt skydda sig mot havet bl.a. genom att slå ner pålrader både längs med strandbrinken och vertikalt ut i vattnet som en slags enkla groins (fig. 7.7.) (Dackman 1975). Men dessa underhölls aldrig vilket delvis kan förklara varför de bröts ner så snabbt. Man kan fortfarande se rester som sticker ut här och var ur skoningarnas stenmassor. På de mest utsatta kustavsnitten hade man lokalt redan några år före 1975 börjat tippa sten framför brinken.

En stor nackdel med skoningar och gabioner är att de bara skyddar strandbrinken och inte strandplanet framför. Stranderosionen fortsätter därför vanligen ända fram till själva konstruktionen (Snead 1982 och Pethick 1991). Skoningarna vid Löderup har troligen blivit uppförda i allt för branta lutningar. Av detta följer att de ger upphov till vågreflektion med tillhörande djuperosion framför och vid sidan av dem då vågenergin vanligen reflekteras parallellt. Allt kraftigare kustströmmar kan bildas vid stranden vilket leder till att ändå mer material förs bort i bränningszonen (Goldsmith 1972, Dolan 1973, Godfrey och Godfrey 1973 och Leatherman, 1976 och Hansson 1991). Även om man åtminstone tillfälligtvis lyckas rädda det enskilda objektet, blir resultatet ofta att erosionsproblemet flyttas till en annan strand i den dominerande strömriktningen som i sin tur måste skyddas (CERC 1977 och Hjort 1986).

Trots strandskydden har erosionen fortsatt på vissa platser. Skoningarna måste därför bättras på med ny sten med jämna mellanrum. Strandskydden utgör ingen permanent lösning av erosionsproblemet och kan eroderas bort eller undermineras ganska snabbt av översköljande vågor vid stormtillfällen (Åhman 1980 och Snead 1982).

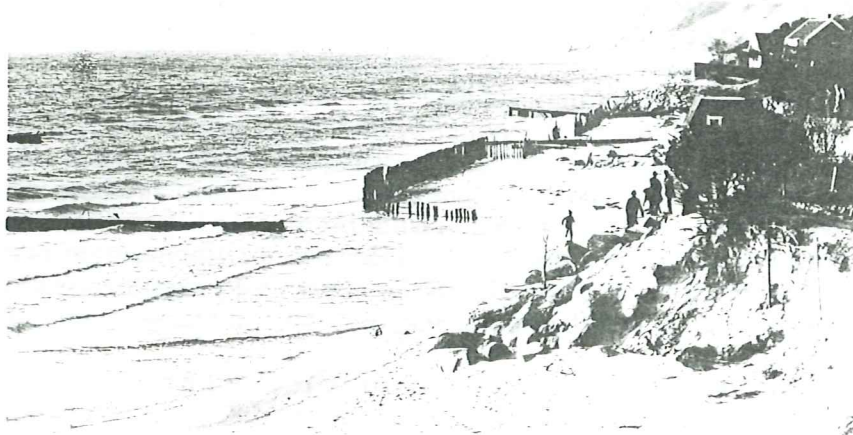


Fig.7.7. Löderups strandbad i mitten av 1970-talet. Stenskingarna har börjat uppföras, man kan fortfarande se rester av de pålrader och groins som tidigare skyddade kusten (foto R. Åhman).

Utarbetade strandskyddsförslag.

Det har utarbetats åtskilliga förslag till mer permanenta kuststabiliseringsskydd, bl.a. av Petersen (1968), Davidsson (1969) och Länsstyrelsen i Kristianstads län (1970). Men inget av dessa har av olika anledningar kommit till utförande.

Det nuvarande aktuella skyddsförslaget har utarbetats av Ystads kommun i samarbete med Lunds tekniska högskola (Hansson *et al.* 1988 och Hansson 1991). Detta innebär att erosionen skall stoppas samtidigt som en sandstrand skall återskapas för att möjliggöra bad och rekreation. En 1600 m lång skoning eller gabion med en betydligt lägre lutning än de befintliga skydden skall enligt förslaget uppföras i de västra delarna av kustavsnittet för att säkerställa kustlinjens nuvarande läge. Dessa skall kombineras med två stora groins, en vid parkeringsplatsen och en strax öster om samhället. Meningen är att dessa med tiden skall fyllas med sand och bilda badstränder. Då detta kan ta tid kan de eventuellt komma att kombineras med en artificiell sandutfyllnad på uppströmssidan.

Endast en mindre mängd sand kommer att förloras från det skyddande strandavsnittet enligt de tekniska beräkningarna. Stranden öster om skyddet, vid Hagestads naturreservat, kommer därför troligen att fortsätta att erodera i samma takt som för närvarande. Om kustskyddet däremot inte kommer till stånd kommer fördjupningen av botten att fortsätta utanför strandskyddet p.g.a. den stora reflektionen mot skoningarna. Detta kommer enligt Hansson (1991) att föranleda en ökning av erosionstakten vid Hagestads naturreservat.

8. DISKUSSION.

Strandförskjutningsanalysen visar att erosionen har varit kontinuerlig åtminstone sedan mitten av 1800-talet. Jämfört med andra sandiga kuster i södra Sverige tycks erosionen vid Löderups strandbad ha varit ovanligt stor (t.ex. Davidsson 1963, Norrman *et al.* 1981a,b och Erlandsson och Mårtensson 1983). Den har varit stor även ur ett internationellt perspektiv (Bird, 1981, 1985) vilket är anmärkningsvärt med tanke på att Östersjön är ett innanhav där vågklimatet aldrig kan bli lika extremt som i t.ex. Atlanten och Nordsjön.

Även om det inte är några större vattenståndsvariationerna vid karteringstillfällena måste man ändå reservera sig för smärre variationer av kustlinjen. Fältmätningen visade att strandlinjen aldrig är stabil, det pågår ständigt en cykel med erosion och deposition. Under stormar eroderas stranden och byggs sedan upp igen under lugnare väder. Den senare processen tar betydligt längre tid. Enskilda mätresultat kan därför visa en situation som inte alls är representativ för den speciella perioden. Påbyggnaden i travers 17, 1981-85, kan utgöra ett exempel på en sådan tillfällig förskjutning. Man måste även reservera sig för mindre mätfel samt f.a. 1940 och 1858 års strandlinjers lägre noggrannhet.

Utvecklingen från 1858 till 1931 är osäker då det är en stor tidsskillnad mellan registreringarna. Flera erosions och depositionsperioder kan därför ha avlöst varandra. Tiden efter 1931 är däremot ganska väl återgiven. Men det har troligen varit smärre depositions- och erosionsfaser även mellan dessa registreringar. Frånvaron av en signifikant ökning av erosionen för flertalet av traverserna öster om samhället kan delvis förklaras med att erosionen ökat markant först under 1980-talet längs denna del av kusten. Tidigare har detta område karakteriserats av erosionsperioder avbrutna av stagnation eller påbyggnad.

Den tillfälliga nollförskjutningen 1961-69 i travers 5-7 kan vara orsakad av de skyddande pårader som placerats längs kusten. Påbyggnaden i travers 5, 1975-81, är resultatet av en förstärkning av kustskyddet. Nollförskjutningen i travers 11-12, 1981-85, är möjligen en läeffekt bakom stenskydden. Den minskning av erosionen som kan noteras längst i öster efter 1985 j.m.f. med 1981-85 skulle eventuellt kunna vara orsakad av att stranden skär genom stranddynerna, eventuellt i kombination med en förändring av vindklimatet. När dynerna väl är genombrutna skulle man åter kunna förvänta sig en erosionsökning.

Den utförda sedimentbudgetberäkningen är naturligtvis ganska grov och det är många faktorer som påverkar dess storlek. Det är f.a. djupet som gör resultatet osäkert, medan ytberäkningen kan göras mer exakt.

Strandbrinkens höjd är av naturliga skäl inte konstant, det är en svag lutning upp mot åsen (Richter 1936). Höjden varierar dessutom i längdsled, den har t.ex. bitvis gått genom dyner som nu till stor del har blivit borteroderade. Detta har naturligtvis medfört att sedimentmängden per ytenhet har varierat.

Men det största felet beror på förändringar av bottenprofilen. Det sker en fortgående djuperosion utanför stenskydden. Vidare finns det uppgifter om att bottenens lutning har ökat och att antalet revlar har minskat. Nedre gränsen för vågornas aktiva påverkan av botten är bara ett ungefärligt värde som är svårt att beräkna, dess djup kan naturligtvis också variera. I områden med starka bottenströmmar kan sediment aktivt transporteras på betydligt större djup än gränsen för vågornas aktiva påverkan, påvisat t.ex. vid Falsterbo av Hörnsten (1977).

Detta skulle i så fall kunna tyda på att den använda metoden inte stämmer helt överens med kusten ifråga. Men trots dessa felkällor ger resultatet troligen ändå en ganska god bild av sedimentförlusterna. Den ökande erosionen utanför strandskydden får till följd att storleken på erosionen efter 1975 snarare är något högre än vad som anges i resulta-

tet. Saknaden av en signifikant ökning av den årliga sedimentförlusten kan möjligen delvis förklaras med att sedimentförlusterna visat en markant ökning först under 1980-talet. Samtidigt har stenskoningarna stoppat erosionen i den västra delen under senare år.

Då botten aktivt börjar påverkas av vindar från ca 8 m/s (Davidsson 1958, 1963 och Norrman *et al.* 1981a) visar inte stormfrekvensanalysen en helt korrekt bild av frekvensen för samtliga aktiva vindar. Men de stora förändringarna, genombrott och stora sedimentomflyttningar, inträffar under stormar ofta i kombination med högt vattenstånd. En ökning av stormfrekvensen speglar troligen också en allmän försämring av vindklimatet.

Den dominerande vindriktningen kan visa en viss variation från redovisade resultat, då aktiva vindar under 21 m/s kan ha en annan riktning. Fig. 7.1. indikerar dock ett allmänt västvindsklimat. Stormvindarna når kusten i genomsnitt med ungefär 45° vinkel. Detta ger goda förutsättningar för en optimal sedimenttransport. Den förskjutning av vindresultanten mot kusten som noterats sedan slutet av 60-talet är delvis orsakad av att antalet NV stormar har ökat, men det sker även en allmän västlig förskjutning av den dominerande vindriktningen. Mätstation är belägen vid Smygehuk 45 km väster om Löderups strandbad. Detta kan naturligtvis också påverka trovärdigheten, men båda platserna ligger öppet vid havet på sydkusten varför vindklimatet bör vara ungefär det samma.

Erosionens orsak kan troligen sökas i geologiska och meteorologiska förhållanden. Den långsiktiga förskjutningen med erosion vid Löderups strandbad och deposition längre österut vid Sandhammaren och Mälarhusen är sannolikt en fortsättning på den process som inleddes när Sandhammaren bildades under litorinatrangressionen. Sediment förskjuts av de vindinduserade kustströmmarna i dominerande strömriktning som här är ostlig. En kornstorleksanalys av sedimentet längs den aktuella kuststräckan skulle naturligtvis bättre kunna klargöra detta förhållande.

När havsytan närmade sig den nuvarande kustlinjen avtog erosionen av åsen varvid också sedimenttillgången för kustprocesserna minskade. Tillskottet av sediment väster om Kåsehuvud är nästan obefintligt. Detta måste som Dackman (1975) påpekade ha medfört att erosionsområdet gradvis förskjöts mot öster från Kåsebergaåsen till Löderups strandbad. Innan kustskydden anlades var landförlusterna störst i den västra delen av området. Förlandsbildningen utgör ett bevis på att Löderups strandbad tidigare ingick i ackumulationsområdet. Det faktum att kustdynerna har blivit borteroderade visar att erosionen aldrig fortgått så långt sedan dessa anlades, troligen under litorinatinen.

Erosionen har troligen inte varit konstant utan har snarare, som Davidsson (1963) påpekade, fortgått i ett cykliskt förlopp där korta perioder (geologiskt sett) med kraftig erosion avlösts med mera stabila förhållanden och långsammare förändringar. Orsaken till dessa variationer av erosionen kan troligen sökas i mindre tillfälliga variationer av vindregimen. Detta medför att även de sedimenttransporterande kustströmmarna ändras. Vid Sandhammarens fyr eroderades 200-300 m av stranden bort under vintern 1980-81 för att sedan åter byggas ut under följande år.

Möjligen finns det ett samband mellan den ökade stormfrekvensen i slutet av 1960-talet och en ökning av erosionshastigheten. Norrman *et al.* (1981a,b) kom fram till en liknande slutsats för Hanöbukten, även Davidsson (1963) hade liknande hypoteser som han dock aldrig bekräftade. Erosionen sker ryckvis med ett maximum under vintersäsongen, då stormfrekvensen är högst och de högsta vattenstånden registreras. Under stormar med högt vattenstånd når vågorna längre in över strandplanet och kan lättare erodera brinken. Om ett jämviktsförhållande har bildats och vattenytan sedan stiger t.ex. efter en storm strävar strömningsrörelserna att kompensera det ökade djupet genom tillförsel från stranden, erosion uppstår. Enligt Brunns lag (Brunn 1962) innebär detta att erosionen blir betydligt större än vad som enbart betingas av den stigande vattenytan. Sediment kan även transporteras ut från kusten under stormiga perioder och deponeras utanför bränningarna. Även detta leder till ökad erosion då sedimentförlusten kompenseras med material från stranden.

De bottenförändringar som har noterats sedan 1960-talet är troligen orsakade av det kärvarare vindklimatet. En brantare profil och en reducering av antalet revlar medför i sin tur att större vågor kan bryta närmare kusten och att strömmarna blir kraftigare och mer koncentrerade. Det hade därför varit intressant att göra en ny bottenundersökning i syfte att jämföra med t.ex. den av Holmberg och Åhnberg (1977).

Erosionshastigheten visar en ökning redan under 1950-talet då stormfrekvensen fortfarande är låg. Detta skulle eventuellt kunna förklaras med att det är en hög frekvens av aktivt eroderande vindar under 21 m/s. En undersökning av Jönsson (1992) baserad på frekvensen vindar över 9 m/s under vårmånaderna och försommaren vid Smygehuk visar en hög frekvens i början av 1950-talet. Frekvensen sjunker under 1960-talet för att åter öka under 1970- och 80-talen. Man måste också komma ihåg att det inte bara är antalet stormar som avgör erosionens storlek. De största negativa förändringarna inträffar ofta i kombination med andra för erosionen gynnsamma förhållanden. Detta skulle t.ex. kunna vara högt vattenstånd, för erosionen gynnsam vindriktning, eller att flera starka stormar följer tätt efter varandra, så att stranden inte hinner byggas ut mellan dessa.

Erosionens storlek påverkas uppenbarligen av fler faktorer än bara vinden. Den troligaste faktorn är strandskoningarna som började byggas i mitten av 1970-talet. Att konstruktioner längs kuster ofta orsakar en förskjutning av erosionen i strömriktningen har påvisats av bl.a. CERC (1977), Bird (1985) och Carter (1988). Denna hypotes bekräftas av att den stora erosionen i de östra delarna uppträder först några år efter det att stranden nått klintskydden i den västra delen av området. Det sker en fortlöpande bottenerosion utanför stenskingarna vilket innebär att den kustparallella strömmens hastighet liksom erosionen nedströms ökar allteftersom djuperosionen fortskrider. De ovanligt starka strömmarna i det s.k. Bornholmsgattet som ofta går relativt nära land kan naturligtvis också utgöra en bidragande förklaring till att sedimenttransporten är så stor för området.

Den fortsatta erosionen vid travers 7 och bottenerosionen utanför skoningarna visar att erosionsbenägenheten är fortsatt hög längs den skyddade kuststräckan. Man kan dock inte använda denna vik som referens för erosionsbenägenhetens storlek för en naturlig öppen kust utan kustskydd. Viken utgör en skyddad miljö för både vågor och strömmar, detta visas av att den är otroligt grund. Markförlusterna skulle troligen ha varit betydligt större om kusten hade fått utvecklas naturligt. Det är därför möjligt att en stor del av bebyggelsen i den västra delen av samhället hade varit förstörd idag om kusten hade fått utvecklas naturligt. Strandförskjutningarna öster om samhället hade troligen varit likartade de under 1960 och början av 1970-talet, en måttlig erosion som kanske avbrutits av stagnations- och depositionsperioder. Man kan även tänka sig att slitage av dynernas vegetation av gästande badgäster kan ha medverkat till att öka vågornas erosiva förmåga på brinken.

Den världsomfattande eustatiska vattenståndshöjning som enligt Mörner (1973) skulle ha börjat i mitten av 1800-talet kan mycket väl ha bidragit till att öka erosionens intensitet. Men man kan troligen inte söka erosionens orsak i denna. Däremot skulle den kunna bidra till att öka våg- och kustströmmens erosiva effekt, f.a. med tanke på att erosionen blir betydligt större än vad som enbart betingas av vattenståndshöjningen.

Om denna eustatiska höjning kommer att intensifieras i framtiden p.g.a. den s.k. "växthuseffekten" kommer naturligtvis förhållandena att helt förändras längs kusten. En stor del av förlandsbildningen kan komma att eroderas bort ganska snabbt. Den accelererande ökningen av erosionshastigheten som noterats för flera traverser de senaste decennierna skulle eventuellt delvis kunna vara resultatet av början på denna förväntade globala vattenståndshöjning. I så fall är det möjligt att den nuvarande stora erosionen ytterligare kommer att intensifieras i framtiden. Men det är som tidigare framgått inte fullständigt klarlagt hur den globala temperaturhöjningen kan komma att påverka havsnivån. Vattenytan kan t.o.m. komma att sänkas.

De nuvarande kustskydden medför att erosionen kommer att fortsätta att accelerera och förskjutas allt längre österut. Den stora erosion som har noterats mellan punkt 3-4 (fig. 5.2.) det senaste året är troligen en effekt av de nyanlagda skydden mellan punkt 2-3. En liknande effekt som vid punkt 1-2 med djuperosion utanför skoningarna är därför att vänta. Strandskydden utgör inte heller någon permanent lösning på erosionsproblemet även om samhället åtminstone tillfälligt blivit skyddat. Efterhand som det blir djupare kommer allt större vågor att bryta mot strandskydden. Detta medför att både djuperosionen och strömmarnas storlek utanför skydden kommer att öka liksom risken för undermineringar. Vid nästa större storm kan vågorna komma att slå över skydden varvid dessa undermineras. En sådan genombrytning innebär att stranden kan komma att eroderas mycket snabbt p.g.a. en s.k. långtidseffekt.

Det stora problemet med dagens kustskydd är att erosionen inte har stoppats utan endast förskjuts österut. Ett annat problem är att den kommer att fortsätta att accelerera och förskjutas allt längre österut p.g.a. djuperosionen utanför stenskydden. Dagens situation är därför ohållbar och två alternativ är tänkbara.

Det ena är att konstruera stabila strandskydd som effektivt stoppar bottenerosionen och därmed minskar effekterna längre österut. Det föreslagna kustskyddet är konstruerat för att tillgodose dessa krav. Faktum kvarstår att erfarenheter från liknande projekt visar att de trots allt ofta har givit en ökad negativ förskjutning på angränsande kuststräckor (j.m.f. t.ex. CERC 1977, Snead 1982 och Carter 1988). Det bör också observeras att de föreslagna skydden enligt beräkningarna enbart kommer att stoppa den pågående ökningen av erosionshastigheten öster om strandskydden, inte stoppa erosionen som kommer att fortgå med samma hastighet som idag.

Det andra alternativet är därför att rasera de nuvarande strandskydden och flytta bebyggelsen så att kusten kan utveckla en naturlig strand. Detta alternativ är naturligtvis den mest lämpade ur en naturvetenskaplig synvinkel. Men det finns naturligtvis också en social aspekt i det hela. Både de befintliga och de föreslagna konstruktionerna innebär in facto ett skydd mot de naturliga processerna. Detta kan få oanade konsekvenser för Sandhammaren och Hagestads naturreservat i framtiden. Dessa har ett stort värde både vetenskapligt och som ett naturskönt bad och rekreationsområde i ett landskap där allemansrätten är starkt begränsad. Den lämpligaste åtgärden för att i framtiden undvika liknande problem är att inte tillåta bebyggelse vid dynamiskt aktiva kuster, och att riva eller flytta byggnader som kräver stabilisering av stranden.

9. SLUTSATSER.

Stranderosion har länge utgjort ett stort problem för många kuster i södra Sverige. Erosionen har varit speciellt svår vid Löderups strandbad där mer än 100 m av stranden har försvunnit sedan 1858. Det undersökta området består av en 2.6 km lång kuststräcka. I den västra delen där samhället ligger har stranden blivit skyddad av stenskoningar sedan mitten av 1970-talet. Flera hus har trots dessa skydd blivit förstörda av vågor under stormar.

Syftet med uppsatsen har varit, att beskriva strändernas status och förändringar under en årscykel från april 1991 till april 1992, att fastställa strandförskjutningarnas storlek och att beräkna en budget över sedimentförändringarna. Syftet har också varit att diskutera tänkbara orsaker till erosionen, därför utfördes en undersökning av vindklimatet, eustatiska förändringar och mänsklig påverkan.

Strandförskjutningsanalysen utfördes som en jämförande studie av kartor och flygfotografier, den äldsta från 1858, den yngsta från 1991. Strandförskjutningarna mättes i 26 traverser, ca 100 m från varandra. Det är en signifikant ökning av erosionshastigheten för en majoritet av traverserna i den västra delen av området från 1931, varifrån mätserien är kontinuerlig. Ingen ökning kunde med vissa undantag påvisas längre österut. Trots detta har erosionen visat en markant ökning längs denna del av kusten det senaste decenniet. En sedimentbudgetberäkning visade ingen signifikant ökning av sedimentförlusterna, även om man kunde notera en drastisk ökning under 1980-talet.

Den långsiktiga förskjutningen av sediment från Kåsebergaåsen till Sandhammaren har sannolikt pågått ända sedan området bildades under litorinatransgressionen. Allt eftersom landhöjningen fortskred avtog erosionen från åsens kliff. När sedimenttillskottet från denna minskade blev följden att erosionsområdet långsamt förskjöts österut till Löderups strandbad. Sedimentet transporteras österut med den dominerande strömriktningen mot Sandhammaren som byggs ut. Målet är att uppnå ett jämviktstillstånd som dock troligen aldrig har existerat.

Orsaken till variationen av erosionshastigheten och den ökning som har noterats de senaste decennierna kan troligen sökas i vindregimen. En stormfrekvensanalys visade en markant ökning av antalet stormar sedan slutet av 1960-talet. Under det senaste decenniet har erosionsområdet förskjutits österut. Detta är med all sannolikhet ett resultat av strandskydden. Andra faktorer som kan påverka erosionsförloppet i f.a. ett längre perspektiv är den pågående eustatiskt betingade höjningen av vattenytan på 0.6 mm/år.

Problemet med de befintliga strandskydden är att erosionen kommer att fortsätta att accelerera och förskjutas allt längre österut. Detta beror på en kontinuerlig bottenerosion utanför skoningarna. Detta medför att strömmarna och därmed erosionen öster om skoningarna ökar. Nya mer stabila strandskydd med lägre lutning som skall stoppa bottenerosionen och därmed erosionsökningen öster om skoningarna har därför blivit föreslagna. Faktum kvarstår att erfarenheter från liknande projekt har visat att de trots allt ofta har givit en negativ effekt på angränsande kuststräckor. Det bör också observeras att de föreslagna strandskydden enligt beräkningarna enbart kommer att stoppa den pågående ökningen av erosionshastigheten, erosionen kommer därför att fortsätta med samma hastighet som idag. Det bästa sättet att lösa problemet hade därför varit att radera de nuvarande kustskydden och flytta bebyggelsen till en mer skyddad plats så att kusten åter kan utveckla en naturlig strand.

ENGLISH SUMMARY.

Beach erosion has for long created a great problem for many coasts in south Sweden. The erosion has been particularly severe at Löderup seaside resort. More than 100 m of the beach have disappeared since 1858. The studied area consists of a 2.6 km long sandy coastline. In the western part of the area, the coast has been protected by sea-walls since the middle of the 1970's. Despite these constructions several houses have been destroyed by wave action during storms.

The aim of the study has been to describe the status and changes of the coastline during one year from April 1991 to April 1992, to determine the extent of the coastline changes and to calculate a budget over the sediment dynamics, the period of 1858-1991. The aim has also been to discuss possible reasons and variations of the erosion intensity. Therefore an investigation of the windclimate, eustatical changes and human interferences was made.

The coastline fluctuations were measured in 26 traverses. Maps and airphotos from different periods were used. A significant statistical increase of the annual erosion rate was found for most traverses in the western part of the coastline from 1931. No such trend could, with some exemptions, be found further eastwards. Despite this, one can find an increased erosion rate for a majority of the traverses in the eastern part during the last decade. A budget of the sediment dynamics was also calculated. There is a significant loss of sediment the period of 1931-91. But no significant increase of the annual loss of sediment could be found.

There is a long-term eastward displacement of sediment from the area of the Kåseberga ridge to Sandhammaren. This process has probably progressed since the area was formed during the litorina transgression. When the land continued to rise after the ice age, the sediment supply from the ridge was gradually reduced. The area of erosion has consequently been moved eastwards to the area where Löderup seaside resort is situated today.

Variations of the frequency and intensity of hard winds which induce waves, streams and bottom changes are believed to be the most important factor affecting the variation of the erosion and deposition pattern. A storm-frequency investigation showed a marked increase of the number of storms since the end of the 1960's. Another important factor is the sea-walls. They have transferred the problem with erosion eastwards into the former deposition area. There is a continuing deep-erosion outside the sea-walls due to increased wave reflection. This will give rise to stronger streams which further will increase the erosion east of the sea-walls.

There is a eustatic sea-level rise of 0.6 mm/yr. on the Scanian southcoast. This can also be an important factor for the evolution, especially in a long perspective. If this sea-level rise will increase in the future due to the predicted "green-house" effect, the conditions can be totally changed. The present foreland can be destroyed rather rapidly.

The problem with the present sea-walls is that they rather transfer the problem with erosion eastwards than stop it. They are neither permanent, sooner or later they will be undermined and destroyed by waves during storms. New more permanent constructions which better fulfil this requirements have been proposed. Results from other similar projects have however shown that this has not always been the case. Scientifically the best way to solve the problem is to demolish the sea-walls so a natural dynamic shore can be formed again and to move the settlement to another more protected place.

REFERENSER.

- Albjär, G. (1976) *Kustmorfologiska och sedimentologiska studier i Mellbystrand*. Seminarieuppsats, Naturgeogr.inst., Uppsala.
- Barnet, M.G. (1983) *Shoreline protection*. Thomas Telford, London, s 119-126.
- Bascom, W.H. (1954) Characteristics of Natural Beaches. i *Proc. 4th Conf. Coastal Engng*, s 163-80.
- Bird, E. C. F. (1981) Recent Changes on the World's Sandy Shorelines. i Bird, E. C. F. och Kolke, K. (eds.). *Coastal Dynamics and Scientific Sites*. Komazawa University, Tokyo. s 5-30.
- Bird, E. C. F. (1985) *Coastline Changes, a Global Review*. John Willey & Sons, Chichester, England.
- Brunn, P. (1951) Materialvandring på havskyster. i *Ingengören, Vol 10*.
- Brunn, P. (1962) Sea Level Rise as a cause of Beach Erosion. i *J. of the Waterways and Harbours div. Proc. Amer. Soc. Civil Eng.*, 88, s 117-130.
- Budyko, M.I. (1977) Climatic Change. i *American Geophys. Union*, Washington D.C.
- Carter, R.W.G. (1988) *Coastal Environments, An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines*. Academic Press, London.
- (CERC), U.S. Army Coastal Engineering Research Center (1977) *Shore Protection Manual*. Department of the Army Corps of Engineers, Virginia, USA. 3 vol.
- Cook, D.O. (1970) The Occurance and Geologic Workout of Rip Currents of Southern California. i *Mar. Geol.* 9, s 173-186.
- Cronberg, B. (1762) *Oeconomisk Beskrifning öfver Mälarne uti Skåne*. C.M. Trozelii, Lund.
- Current Issues in Atmospheric Change (1987) *National Academy*. Washington, D.C.
- Dackman, T. (1975) *Stranderosion inom Ystads kommun, Beskrivning och förslag*. Länsstyrelsen i Malmöhus län.
- Dahlbom, M. (1778) *Karta med text bilagd förrättningsprotokoll vid Ingelstads härads vinterting den 2 Martii 1779*.
- Daniel, E. (1986a) *Beskrivning till jordartskartorna, Tomelilla SO/ Simrishamn SV, Ystad NO/ Örnahusen NV*. Sveriges geologiska undersökning, Uppsala.
- Daniel E. (1986b) Den nuvarande erosionsituationen på österlen sedd i ett geologiskt tidsperspektiv. i Hansson, H. (ed.). *Utnyttjande och skydd av sandkuster, Dokumentation från en konferens i Ystad 27-28 maj 1986*. Institutionen för teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola/Lunds universitet och Ystads kommun, s 135-144.
- Davidsson, J. (1958) Sandhammaren, några synpunkter på marin uppbyggnadsmekanik. i *Svensk geografisk årsbok, Årg. 34*. Lund, s 50-66.
- Davidsson, J. (1963) *Littoral Processes and Morphology on Scanian Flat-coasts*. Medelande från Lunds Geografiska institution, Glerups Universitetsbokhandel, Lund.
- Davidsson, J. (1969) "Yttrande om utredning om kustskydd vid Löderups strandbad". Länsstyrelsen i Kristianstads län.
- Davis, R.A, Jr. (1978) Beach and Nearshore Zone, i Davis R.A, Jr (ed.). *Coastal Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, New-York Inc, USA., s 237-286.
- Derbyshire, E., Gregory, K.J. och Hails, J.R. (1979) *Geomorphological Processes*. Dawson & Sons Ltd., Kent.
- Dolan, R. (1973) Barrier islands: natural and controlled. i Coates, D.R. (ed.). *Coastal Geomorphology. Pub. i Geomorphology*. State Univ. of New York.
- Dolan, R., Hayden, B. och Heywood, J. (1978) *Coast. Eng.* 2, s 21-39.
- Dolan, R., Hayden, B., May, P. och May, S. (1980) *Shore Beach* 48 (4), s 22-29.
- Erlingsson, U. och Mårtensson, U. (1983) Kustprocesser och kustmorfologi i Tobisviksområdet norr om Simrishamn. *Rapporter och Notiser No56*. Lunds Univ. Naturgeogr. inst., Lund.
- Godfrey, P.J. och Godfrey, M. M. (1973) Comparison of Ecologic and Geomorphic Interactions between altered and unaltered Barrier Island Systems in N. Carolina. i Coates, D. R. (ed.). *Coastal Geomorphology. Pub. i Geomorphology*. State Univ. of New York.
- Goldsmith, V. (1972) *Coastal Processes of Barrier Island Complex, and Adjacent Ocean floor: Monomoy Island nasset Sit, Cape cod*. Mass. Ph.D. thesis, Geol. dept. Univ. of Mass, Amherst.
- Goudie, A. G. (1985) *Environmental Change*. Clarendon Press, Oxford.
- Goudie, A. G. (1988) *The Nature of the Environment*. Basil Blackwell Ltd., Oxford.
- Hansson, H. (1991) *Erosionsproblem vid Löderups strandbad, synpunkter och prelimenärt förslag till lösning*. Institutionen för teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola/Lunds universitet, Lund.

- Hansson, H., Alm, E., Lindh, G. och Åkesson, M. (1988) *Arbetsgruppen för strandskydd, Resultatet av ett års arbete*. Institutionen för teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola/Lunds universitet, Lund.
- Hedar, P. A. (1986) Landvinning och erosionskydd. i Hansson H. (ed.) *Utnyttjande och skydd av sandkuster, Dokumentation från en konferens i Ystad 27-28 maj 1986*. Inst. för teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola/ Lunds universitet och Ystads kommun, s 91-106.
- Hjort, P. (1976) Behovet av beredskapsplaner. i Hansson H. (ed.) *Utnyttjande och skydd av sandkuster, Dokumentation från en konferens i Ystad 27-28 maj 1986*. Inst. för teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola/ Lunds universitet och Ystads kommun, s 45-50.
- Holmberg, R. och Åhnberg, H. (1977) *Stranderosion vid Löderups strandbad*. Institutionen för Teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola, opubliserat examensarbete.
- Huntley och Bowen (1975) i Hails, J.R. och Carr, A.P. (eds.). *Nearshore Sediment Dynamics and Sedimentation*. Wiley-Interscience, Chichester, s 69-109.
- Hörnsten, Å. (1977) *SGUs inventering av sand- och grustillgångar i Öresund*. Stenc. rapport. Sveriges geologiska undersökning.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (1990) *Scientific Assessment of Climate Change*. IPCC Working Group 1. WMO, Geneva.
- Jönsson, P. (1991) Can Climate Trends Explain the Damage in Central Swedish Lowland Forests?. i *Scand. J. For Res.* 6. s 153-160.
- Jönsson, P. (1992) Vinderosion på betareal 1948-88. i *Betodlaren* 55, s 119-123.
- Kraft, J.C. (1978) Coastal Stratigraphic Sequences, i Davis R.A, Jr (ed.). *Coastal Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, New-York Inc, USA., s 361-384.
- Kraus, N.C. (1983) Application of a Shoreline Prediction Model, in Proceedings of Coastal Structures, i *American Society of Civil Engineers Vol. 110 No. WW2*, s 276-282.
- Kraus, N.C. och Harkai, S. (1983) Numerical Model of the Shoreline Change at Oarai Beach. i *Costal Engineering Vol 7 No1*, s 1-28.
- Lamb, H.H. (1982) *Climate, History and the Modern World*. Univ. Pbks., London.
- Leatherman, S.P. (1976) Barrier Island Dynamics: Overwash Processes and Eolian Transport. i *Proc. 15 Int. Coast. Eng. Conf.*, Honolulu.
- Leatherman, S.P. (1983) *Shore. Beach 51 (3)*, s 28-33.
- Lindh, G. (1976) Aspects of the Beach Erosion Problem in south Sweden. i *Svensk Geografisk årsbok (SGÅ), Årg. 52*. Lund, s 5-19.
- Lindh, G. (1986) Stranderosionsproblem- ett globalt perspektiv. i Hansson H. (ed.) *Utnyttjande och skydd av sandkuster, Dokumentation från en konferens i Ystad 27-28 maj 1986*. Inst. för teknisk vattenresurslära, Lunds Tekniska högskola/ Lunds universitet och Ystads kommun, s 15-24.
- Lindström, M., Lundqvist, J. och Lundqvist, Th. (1991) *Svensk Geologi från urtid till nutid*. Studentlitteratur, Lund.
- Losjö, K., Johansson, B., Vedin, H. och Eriksson, B. (1987) Skogsskador-klimat. i *Hydrologi no.17*. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping.
- Lundqvist, G. (1957) *C-14 analyser i svensk kvartärgeologi*. SGU C 557. Uppsala.
- Länsstyrelsen i Kristianstads län, (1970) *Utredning om skyddsåtgärder mot erosion vid Löderups strandbad, Löderups kommun, Kristianstads län*. Länsstyrelsen i Kristianstads län.
- Löfström, F. (1946) *Kring Sandhammaren*. Lund.
- Miller, G.H. och de Vernal, A. (1992), Will Greenhouse Warming lead to Northern Hemisphere ice-sheet Growth?, i *Nature* 355, s 244-246.
- Mörner, N.-A. (1973) Eustatic Changes in last 300 Years. i *Palaeogeogr. palaeoclimat. Palaeoecol.* 13, s 1-14.
- Nilsson, T. (1978) *Grundkurs i kvartärgeologi*. Studentlitteratur, Lund.
- Norrman, J.O. (1964) Lake Vättern, Investigations on Shore and Bottom Morphology. i *Geogr. annaler, häfte 1-2*.
- Norrman, J.O. (1967) Strandens och kustens morfologi och de formskapande processerna. i *Ymer, Årsbok No 87*, Stockholm, s 147-211.
- Norrman, J.O., Agrell, H. och Albjär, G. (1981a) *Stranderosion vid Espet i Hanöbukten*. Naturgeogr. inst., Uppsala univ. och Länsstyrelsen i Kristianstads län.
- Norrman, J.O., Agrell, H. och Albjär, G. (1981b) Stranderosion i Hanöbukten –oförklarligt fenomen eller naturlig utveckling. i *Skånes natur, Årg. 68*. Skånes Naturvårdsförbund. Lund, s 23-34.
- Olsson, H. (1972) Vegetationsförändringar inom Sandhammarenområdet. i *Skånes natur No 59*. Skånes Naturvårdsförbund. Lund. s 92-105.
- Paskoff, J. (1983) L' érosion des plages. i *La Recherche, 1 No 40, Janvier*, s 20-28.

- Pearman, G.I. (ed.). (1988) *Greenhouse: Planning for Climate Change*. CSIRO, Melbourne.
- Pelnard-Considere, R. (1956) Essai de Theorie de l'Evolution des Forms de Rivage en Plage de Sable et de Galets. i 4 *J. de l'Hydraulique, Les Energies de la Mer, Question III, Rapport No.1*, s 289-290.
- Petersen, J. (1968) *Kystsikring ved Löderup strandbad*. Vandbygningsdirektoratet, Köpenhamn.
- Pethick, J. (1991) *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Edward Arnold, London.
- Richter, H. (1934) Studier av den yttre strandzonens dynamik och morfologi inom södra Östersjöområdets flack-kust. i *Svensk Geografisk årsbok (SGÅ), Årg. 10*. Lund, s 7-55.
- Richter, H. (1936) Studier av den yttre strandzonens dynamik och morfologi inom södra Östersjöområdets flack-kust (forts.). i *Svensk Geografisk årsbok (SGÅ), Årg. 12*. Lund, s 7-69.
- Schneider, S.H. (1992) Will Sea levels Rise or Fall?. i *Nature, Vol. 356*, s 11-12.
- Schou, A. (1945) Det marine foreland. i *Folia geographica Danica. IV*. Köpenhamn.
- Shephard, F.P. (1950) Beach Cycles in S. California. i *U.S. Army Corps of Engineers BEB Tech. Memo 20*. Department of the Army Corps of Engineers, Virginia, USA.
- Shephard, F. och Inman, D. (1950) Near-shore Circulation Related to Bottom Topography. i *Trans. Am. Geophys. Un. 31:4*, s 555-565.
- Shephard, F.P. och LaFond, E.C. (1940) Sandmovements near the Beach in Relation to Tides and Waves. i *Am. J. Sci. 238*, s 272-85.
- Snead, R.E. (1982) *Coastal Landforms and Surface Features, A Photographic Atlas and Glossary*. Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania.
- Strahler A. N. och Strahler A. H. (1987) *Modern Physical Geography*. John Wiley & Sons, New York.
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Årsbok (1931-87), Väder och vatten f.o.m 1984.
- Vellinge kommun (1987) *Sandflyttan, synpunkter på planerad täktverksamhet*. VIAK, Malmö.
- Åhman, R. (1980) Stranderosion vid Löderup, iakttagelser och synpunkter. i *Svensk Geografisk Årsbok (SGÅ), Årg. 56*, Lund, s 38-46.

Kartmaterial och flygfotografier.

- Skånska rekognoseringskartan, VI Ö 209 (uppmätt 1812, utgiven 1986) Lantmäteriverket och Krigsarkivet, Gävle.
- Generalstabskartan, Cimbrishamn IIÖ 42 (uppmätt 1858, utgiven 1861) Generalstabens litografiska anstalt, Stockholm.
- Ekonomiska kartan över Kristianstads län, Sandhammaren. 91 (uppmätt 1931, utgiven 1934) Generalstabens litografiska anstalt, Stockholm.
- Ekonomiska kartan, 013 88 1D 8i, Hagestadsborg (flygfotograferad 1969, utgiven 1974) Rikets allmänna kartverk, Stockholm.
- Gula kartan, 1D:88, Löderup (flygfotograferad 1985, utgiven 1991) Lantmäteriverket, Gävle.
- Flygfotografier tagna från normalhöjd (4600m), Lantmäteriverket, från år 1940, 1961, 1975 och 1981.

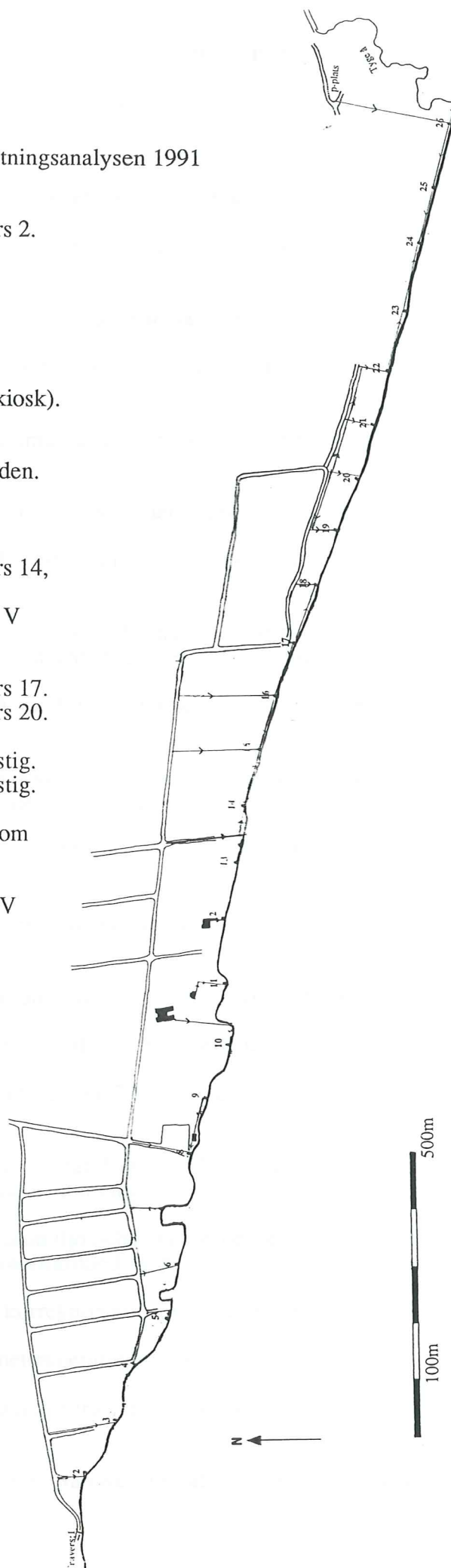
Muntliga uppgifter.

- Gatukontoret, Ystads kommun 1991 och 1992.

APPENDIX.

Nedan presenteras de för strandförskjutningsanalysen 1991 uppmätta traversernas position.

1. 20 m från väg, 100 m V om travers 2.
2. 45 m från väggors, 10 m åt Ö.
3. 115 m från väggors, 10 m åt Ö.
4. 10 m från väggurva.
5. 40 m från väggors, 15 m åt V.
6. 70 m från väggors.
7. 55 m från väg.
8. 110 m från väg, 20 m V om hus (kiosk).
9. 100 m Ö om travers 8.
10. 90 m från kolonistuga, 30 m åt V.
11. 20 Ö om hus (rött), 50 m till stranden.
12. 25 m från hus (grått).
13. 140 m från väg, 45 m åt V.
14. 130 m från väg, 50 m åt Ö.
15. 150 m från väg, 95 m Ö om travers 14, 95 m åt V om travers 16.
16. 165 m vinkelrät ut från väg, 90 m V om travers 17.
17. 10 m från väggurva.
18. 45 m från väg, 110 m Ö om travers 17.
19. 50 m från väg, 110 m V om travers 20.
20. 60 m från väggurva.
21. 95 m Ö om travers 20, 60 m från stig.
22. 95 m Ö om travers 21, 60 m från stig.
23. 110 m Ö om travers 22.
24. 120 m Ö om travers 23, 100 m V om travers 25.
25. 120 m V om travers 26.
26. 220 m från parkeringsplats, 40 m V om Tyge ås mynning.



(S. Osengius 1992).

Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser.

Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 13, 223 62 LUND.

1. **Pilesjö, P.** (1985): Metoder för morfometrisk analys av kustområden.
2. **Ahlström, K. & Bergman, A.** (1986): Kartering av erosionskänsliga områden i Ringsjöbygden.
3. **Huseid, A.** (1986): Stormfällning och dess orsakssamband, Söderåsen, Skåne.
4. **Sandstedt, P. & Wällstedt, B.** (1986): Krankesjön under ytan - en naturgeografisk beskrivning.
5. **Johansson, K.** (1986): En lokalklimatisk temperaturstudie på Kungsmarken, öster om Lund.
6. **Estgren, C.** (1987): Isälvsstråket Djurfälla-Flädermo, norr om Motala.
7. **Lindgren, E. & Runnström, M.** (1987): En objektiv metod för att bestämma läplante-ringars läverkan.
8. **Hansson, R.** (1987): Studie av frekvensstyrd filtringsmetod för att segmentera satellitbilder, med försök på Landsat TM-data över ett skogsområde i S. Norrland.
9. **Matthiesen, N. & Snäll, M.** (1988): Temperatur och himmelsexponering i gator: Resultat av mätningar i Malmö.
10. **Nilsson, S.** (1988): Veberöd. En beskrivning av samhällets och bygdens utbyggnad och utveckling från början av 1800-talet till vår tid.
11. **Tunving, E.** (1989): Översvämning i Murcia provinsen, sydöstra Spanien, november 1987.
12. **Glave, S.** (1989): Termiska studier i Malmö med värmebilder och konventionell mätutrustning.
13. **Mjölbo, Y.** (1989): Landskapsförändringen - hur skall den övervakas?
14. **Finnander, M-L.** (1989): Vädrets betydelse för snöavsmältningen i Tarfaladalen.
15. **Ardö, J.** (1989): Samband mellan Landsat TM-data och skogliga beståndsdata på avdelningsnivå.
16. **Mikaelsson, E.** (1989): Byskeälvens dalgång inom Västerbottens län. Geomorfologisk karta, beskrivning och naturvärdesbedömning.
17. **Nilén, C.** (1990): Bilavgaser i gatumiljö och deras beroende av vädret. Litteraturstudier och mätning med DOAS vid motortrafikled i Umeå.
18. **Brasjö, C.** (1990): Geometrisk korrektion av NOAA AVHRR-data.
19. **Erlandsson, R.** (1991): Vägbanetemperaturer i Lund.
20. **Arheimer, B.** (1991): Näringsläckage från åkermark inom Brååns dräneringsområde. Lokalisering och åtgärdsförslag.
21. **Andersson, G.** (1991): En studie av transversal moräner i västra Småland.

22. **Skillius, Å.** (1991): Water havesting in Bakul, Senegal.
23. **Michelson, D.** (1991): Land Use Mapping of the That Luang – Salakham Wetland, Lao PDR, Using Landsat TM-Data.
24. **Malmberg, U.** (1991): En jämförelse mellan SPOT- och Landsatdata för vegetationsklassning i Småland.
25. **Mossberg, M. & Pettersson, G.** (1991): A Study of Infiltration Capacity in a Semiarid Environment, Mberengwa District, Zimbabwe.
26. **Theander, T.** (1992): Avfallsupplag i Malmöhus län. Dränering och miljöpåverkan.
27. **Osængius, S.** (1992): Stranderosion vid Löderups strandbad.