



Examensarbete inom Trädgårdsingenjörsprogrammet
2007-10: 18

(ISSN 1651-8152)

Vegetationslösningar och andra metoder mot stranderosion

Vegetation and Other Methods to Prevent Beach
Erosion



av
Paul Wallén

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

SLU-Alnarp

Vegetationslösningar och andra metoder mot stranderosion

Vegetation and Other Methods to Prevent Beach
Erosion

Av

Paul Wallén

15 hp (10 p)

Handledare: Helena Karlén
Examinator: Rolf Larsen
Område: Alnarp
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 44, 230 53 Alnarp

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

SLU-Alnarp

SAMMANFATTNING

Idag är 70 procent av världens sandstränder under recession på grund av erosion. Den globala uppvärmningen kan verka för att havsnivån höjs och att erosionen ökar på sandstränderna. För att bevara dessa sandstränder måste erosionen hindras. Kusterosionsskydd som gabioner, och strandskoning fungerar utmärkt för att skydda marken bakom sandstranden, men på grund av vågreflektionen som skapas framför dessa så kallade hårda erosionskydd, påskyndas erosionen av sandstranden framför. De senaste årtiondena har artificiell sandtillförsel blivit en mer vedertagen metod. Metoden fördröjer att erosionen biter sig inåt landet och bevarar även rekreatiomsområdet. För att hindra sandflykt kan vegetation användas. Växtarter som planteras för att binda sand till sanddynor är strandråg och sandrör. Växter har dessvärre inte förmåga att motverka erosion som orsakas av vågorna. Därför måste vegetation användas i kombination med artificiell sandtillförsel eller med annan metod. Metoder för att dämpa vågkrafter är friliggande vågbrytare, grund genom artificiell sandtillförsel, hövdar m.fl. För att skapa mer stadga vid nyplantering kan kokosnät användas. För att på lång sikt öka markens kväveinnehåll kan kvävefixerande växter användas. Sanden är dålig att hålla kvar näringsämnen och därför är långtidsverkande gödselmedel att föredra vid plantering av sandfixerande växter. Arbuskulär mykorrhiza har visat sig ha stor betydelse för etablering av de strandfixerande växterna och kanske kan inokulering av pluggplantor gynna etablering av strandfixerande växter vid restaurering av sandstränder? Eftersom manuell plantering är kostsam och tidskrävande, kan kanske arbetet effektiviseras genom att producera kokosnät med rhizomer från strandfixerande växter som enkelt kan placeras ut och täckas med sand?

SUMMARY

Today 70 percent of the world's sand beaches are under recession due to erosion. The global warming may have the effect upon the sea level increasing and the erosion increasing on the sand beaches. To save these sand beaches, the erosion must be prevented. Coast erosion shelters like gabions and sea walls are functioning extremely well to protect the land behind the sand beach, but due to the wave reflections, created in front of these so called hard erosion shelters, the erosion of the front beach is accelerated. During the last decades, artificial sand supply (beach nourishment) has been the adopted praxis. The method delays the erosion attacking shore side and also preserves the recreation area. To prevent the sand erosion, vegetation can be used. Plants that are used to prevent beach erosion are *Leymus arenarius* and *Ammophila arenaria*. Regretfully, plants do not have the ability to prevent erosion that is caused by the waves. For that reason vegetation has to be used together with beach nourishment or other method that prevent wave erosion on the sand dunes. Methods to moderate wave forces are breakwaters, sand banks created by artificial supply, etc. To make a more stable planting, coco-net can be used. To increase nitrogen in the long run, nitrogen fixing plants can be planted. The sand is poor in keeping the nutrients so when planting sand fixing plants longtime fertilizers are recommended. Arbuscular mycorrhiza has been shown to be very important when establishing sand fixing plants. Maybe arbuscular mycorrhiza could be inoculated in nursery plants for better establishment where beach restoration has been done. Because manual planting is expensive and time demanding, maybe the work can be made more effectively by producing coco-net with rhizomes from sand fixing plants, that could be easily placed and covered with sand?

Innehåll

INLEDNING	1
PROBLEMBILD/INTRODUKTION	1
MATERIAL OCH METODER.....	1
RESULTAT	2
VILKA ARBETAR MED STRANDEROSION I SVERIGE?	2
SANDSTRÄNDER.....	2
<i>En naturlig sandstrand</i>	<i>2</i>
<i>Den människopåverkade sandstranden</i>	<i>2</i>
SANDSTRANDSUCCESION	3
<i>För- och vita- sanddyner</i>	<i>3</i>
<i>Gråa sanddyner</i>	<i>3</i>
<i>Bruna sanddynerna</i>	<i>4</i>
OLIKA EROSIONSSKYDDANDE ÅTGÄRDER	5
<i>Hövd</i>	<i>5</i>
<i>Strandskoning.....</i>	<i>5</i>
<i>Friliggande vågbrytare.....</i>	<i>7</i>
<i>Strömreglering med fenor.....</i>	<i>7</i>
<i>Dräneringsrör.....</i>	<i>7</i>
<i>Tryckutjämningsrör</i>	<i>7</i>
<i>Strandstaket / Snöstaket.....</i>	<i>7</i>
<i>Tröskelinvallning</i>	<i>9</i>
<i>Artificiell sandtillförsel/Strandfodring</i>	<i>9</i>
<i>Underström stabilisatorer (Eng: Undercurrent stabilizers).....</i>	<i>10</i>
<i>Vegetation.....</i>	<i>10</i>
HISTORIK OM VEGETATION SOM EROSIONSKYDD	10
<i>Växtval vid erosionsskydd.....</i>	<i>10</i>
<i>Växtval för att stabilisera vita sanddyner.....</i>	<i>11</i>
<i>Sandrör.</i>	<i>11</i>
<i>Växtval för att stabilisera gråa sanddyner</i>	<i>13</i>
FÖRÖKNINGSMETODER AV PLANTOR.....	13
ETABLERING AV VEGETATION	13
FÖRETAGET VEG TECH	14
ETT ÅR SENARE.	14
GÖDSLING	15
<i>Gödsling med kvävefixerande växter.....</i>	<i>15</i>
<i>Etablering av kvävefixerande växter på plats med frön</i>	<i>15</i>
BETYDELSE AV ARBUSKULÄR MYKORRHIZA	16
DISKUSSION	17
TACK.....	17
KÄLLFÖRTECKNING	18

INLEDNING

Problembild/Introduktion

Eroderande stränder är ett globalt problem, av jordens sandstränder är 70 % under recession, mer sand försvinner än vad som tillkommer (Zhang K, 2004). Den globala uppvärmningen kan ytterligare förvärra situationen. Varmare vatten i världshaven leder till att havet utvidgas. Samtidigt ökar nersmältning av glaciärerna, vilket kommer att leda till höjda havsnivåer. Det beräknas att havsnivån generellt över världen kan höjas med ca 18 – 59 cm under perioden 1990 – 2100. Om hastigheten av nersmältningen av Antarktisk och Grönlands glaciärer går fortare än beräknat kan denna siffra ökas med 20 cm under samma period. I Sverige förväntas havsnivån i Skåne vara oförändrad eller höjas med 80 cm, i Mellansverige väntas en höjning på 50 cm eller en sänkning på 50 cm och i norra Sverige en sänkning på 90 cm tack vare landhöjningen. (SMHI,2007) En höjning av havsnivån orsakar ingen större erosion på strandbankarna men det är vågorna vid stormar som har förmåga att erodera högre upp (Zhang K, 2004).

Idag finns ett stort behov av att undersöka vilka möjligheter det finns för att skydda våra kustområden från vatten- och vinderosion. Många kustområden har intilliggande bebyggelse vid stranden som är hotade av havet som eroderar sig längre inåt landet. Hur skall man skydda dessa byggnader? Hur skall våra sandstränder bevaras? I det här examensarbetet vill jag ge en överblick av de metoder som finns för att stoppa vattenerosion och vinderosion. Som student på Trädgårdsingenjörs-programmet vid Sveriges Lantbruksuniversitet lägger jag tyngdpunkten på möjligheterna att använda vegetation i förebyggande och restaurerande syfte.

Material och metoder

För att finna rapporter och undersökningar om strandfixerande växter har jag använt mig av databasen CAB abstract, Web of knowledge. I Web of Knowledge har jag i många fall använt sökord som har begränsat resultaten till de sandfixerande växter som finns i Sverige. Sökord som använts är de vetenskapliga namnen på sandrör *Ammophila arenaria* och på strandråg *Leymus arenarius*. Dessa arter finns såväl här i Sverige som globalt och används även på andra ställen för erosionskyddande åtgärder. Rapporter och undersökningar jag tagit del av, har varit från bland annat Danmark, Nya Zeeland, Island och Amerika. Eftersom det finns många rapporter och undersökningar om sandrör och strandråg har jag fått begränsa sökresultatet i Web of knowledge genom att i många fall kombinera de vetenskapliga namnen på växterna med ämnesord såsom erosion, sand, coastal, sand dunes, dunes, arbuscular mycorrhizae, mycorrhizae, fence mm.

Mina sökningar med sökmotorerna Web of Knowledge och Google har begränsats till svenska, engelska och de vetenskapliga namnen på växterna

I huvudsak har sökandet av information om vegetation begränsats till de växter som stabiliserar de vita sanddynerna, det vill säga sandfixerande växter som strandkvickrot, sandrör och strandråg, men jag har även tagit med några arter som växer på de grå och bruna sanddynerna för att ge en inblick i växtligheten på olika sanddynerna. Däremot har jag inte tagit med sjögräs som ålgräset som vid stort bestånd skall ha en reducerande effekt på vattenrörelser och stabilisera bottensediment. Men vid sökningar har jag inte hittat att plantering av sjögräs skulle motverka erosion i den grad att det skulle motsvara de erosionskyddande åtgärder mot vågor och strömmar jag har med i resultatdelen. Jag har sökt böcker på Alnarps bibliotek, Lomma bibliotek och Göteborgs stadsbibliotek.

Resultat

Vilka arbetar med stranderosion i Sverige?

I Sverige är det *Statens geotekniska institut* som har fått uppgiften att samordna stranderosionsfrågor och verka för minskad risk för erosion. I Sverige verkar även samarbetsorganet *Erosionsskadecentrum*, som är ett samarbete mellan kustkommunerna och andra organisationer för att utveckla flexibel, kostnadseffektiv och miljöanpassad erosionsskyddsteknik.

Sandstränder

Jag har valt att dela in sandstränderna i två olika kategorier, den naturliga sandstranden och den människopåverkade sandstranden. Den naturliga sandstranden är i balans med naturen och har möjlighet att återskapa eroderade sanddynor. Den människopåverkade sandstranden är påverkad av människan direkt eller indirekt och måste underhållas/skyddas för att inte försvinna.

En naturlig sandstrand

På en sandstrand där det råder ett jämviktsförhållande med naturen, återförs lika mycket sand med lugna vågor som försvinner med stormande vågor. En strand i balans har förmågan att torka upp så att havsbrisen kan föra sandkornen inlands där sanden hindras av gräset så att sanddynor byggs på eller skapas. Sanden skall ha en förmåga att lätt kunna transporteras i vattnet, men samtidigt lägga sig på stranden när vattnet drar sig tillbaka. Sanden måste även kunna transporteras lätt med vinden och när vinden avtar kunna ligga kvar på dynslutningarna. Bara några fraktioner av sand har denna förmåga och det är sandkorn med partikelstorleken 0,3 – 1 mm. Sanddynorna måste ha förmågan att kunna flytta eller ”rulla” tillbaka inåt landet och på så sätt lagra sand i reserv längre upp på stranden (Floor A, 2000).

Den människopåverkade sandstranden

Den människopåverkade sandstranden har inte de förutsättningar som en naturlig sandstrand har för att själv kunna reparera sig. Orsakerna kan vara flera: det kan vara hus eller skog som ligger strax bakom stranden som hindrar havsbrisen att blåsa upp sand på sanddynorna. Bebyggelse bakom stranden hindrar vinden att passera över sandstranden så att sand förs inlands och bygger på de bakre sanddynorna. Byggnader bakom stranden hindrar även förflyttningar av sanddynorna inlands vid en eventuell höjning av havsnivån. För tätplanterad vegetation på sanddynorna gör att vågorna gröper ut sanddynorna, därför att grässvålen håller fast det översta lagret. Det finns ingen möjlighet för sand att bygga på sanddynor som blivit urgröpta och där grässvål binder det översta lagret, vilket vore fallet om de var mer sparsamt bevuxna med sandfixerande gräs (Floor A, 2000). Andra orsaker som har en degraderande verkan på dynsystemet är återkommande bränning, skogsskövling, odling, överbetning av boskap, okontrollerad byggnation, slitage från rekreativ användare. Eftersom sandstränder ofta är öppna biotoper kan lätt främmande växtarter komma in och ändra på ekosystemet och även formen på sanddynorna (Greipsson S, 2002).

Sandstränder som inte har förmågan att kunna reparera sig själva måste underhållas/skyddas för att erosionen inte skall få dem att försvinna. Det finns flera metoder som kan sättas in som erosionsskydd med mer eller mindre bra resultat. De vattenerosionsskydd som används är hövd, strandskoning, friliggande vågbrytare, strömreglering med fenor, artificiell sandtillförsel, dräneringsrör, tryckutjämningsrör m fl. Vegetationslösningar av sanddynorna

används för att hindra vinderosion av sand. Metoden måste oftast kombineras med annat erosionsskydd eftersom vegetation inte kan hålla borta de enorma krafter som finns i vågorna vid stormar.

Sandstrandsuccession

Sandstrandens sanddyner i Östersjöområdet kan delas upp mellan för-, vita-, gråa- och bruna sanddyner. För- och vita sanddyner är bevuxna med pionjärväxter och de gråa och bruna sanddynerna är bevuxna med växter som kommer senare i successionen. Som namnen antyder så är de vita sanddynerna ljusa av sandens färg och de gråa sanddynerna är gråfärgade av humusämnen och ofta av en grå lavvegetation.

Tidsmässigt tar övergången mellan fördynstadiet till vita sanddyner ca fem år. Övergången från vita sanddyner till gråa sanddyner tar ca 10-20 års tid. Efter den första bildningen av fast jord på det översta lagret på de grå sanddynerna till ett brunt dynstadium med *Pyrola Pinetum* tar det ca 60 – 70 år (Hundt R, 1985). *Pyrola Pinetum* är en vintergrön strandskogs biotop med bland annat *Pyrola chloranth* (Karlén H, 2007).

Ett dynlandskap med för-, vita-, gråa-, och bruna sanddyner har en stor betydelse för kustskydd mot stormar. Om de vita dynerna skulle eroderas bort i en storm så tar de grå och bruna sanddynerna över försvaret mot havets krafter och på så sätt motverkar de översvämningar (Hundt R, 1985).

Successionen av växter kan gå till på följande sätt beskrivet nedan, indelat i de fyra successionstadiet: för-, vita-, gråa- och bruna sanddyner.

För- och vita- sanddyner

Strandkvickrot *Elytrigia juncea* och strandråg *Leymus arenarius* är pionjärväxter på försanddyner. De är mycket salttåliga, och klarar att växa närmare vattnet än många andra gräs. De två är de första som börjar stabilisera sanddynerna med sina rötter och fångar upp sand med deras bladverk. Men efterhand som sanden ackumuleras så klarar strandkvickroten *Elytrigia juncea* och strandrågen *Leymus arenarius* inte av att växa tillräckligt snabbt och blir då begravda. Detta händer vid platser där sand ackumuleras högre än 30 cm per år. På dessa platser har sandröret *Ammophila arenaria* en större förmåga att klara sig och den blir då den huvudsakliga sandbindaren. Sandröret *Ammophila arenaria* genomborrar sanddynerna vertikalt och horisontalt med sitt rotsystem. Den stabiliserade sanddynen gör det möjligt för andra pionjärväxter att börja växa. Det är växter som har en större förmåga att kunna binda det yttersta sandlagret på sanddynerna. Det är växter så som: sandstarr *Care aren*, Martorn *Eryngium maritimum* L, strandvinda *Calystegia soldanella* St och på de mer varma slänterna kan man även hitta törelväxter så som: Fetbladstörel *Euphorbia paralias* och Porlandstörel *Euphorbia portlandica* L. Andra växter som kan komma in på den outnyttjade sandmarken är ofta växter från familjen *Compositae* som har fallskärmsförsedda frön, maskrosor, fibblor, korsörter mm (Offwell Woodland & Wildlife Trust, 2004).

Hädanefter så används enbart det svenska växtnamnen strandråg, strandkvickrot och sandrör.

Gråa sanddyner

De gråa sanddynerna finns i den bakre delen av stranden medan eventuellt nya vita sanddynerna byggs upp längre fram mot havet. Eftersom sanden har slutat att ackumuleras har sandröret försvunnit på dessa gråa sanddyner. Beroende om det finns pulveriserade snäckskal eller inte i sanden påverkar vilka växter som kommer att trivas härnäst (Offwell Woodland & Wildlife Trust, 2004).

I de snäckskalförsedda dynerna skapas en torr, sandig och kalkhaltig biotop som kallas sandstäpp eller basisk sandgräshed. Sandstäppar i sin bästa utvecklade form förekommer på

kustnära sandbackar mellan Vitemölla och Degeberga i Skåne. Andra sandstäppar finns i Skåne, på Öland och på Gotland. På sandstappen växer karaktärsarten för sandstappen tofsäxingen *Koeleria glauca* (Nordström H, 1990) och andra arter som kan finnas i den här kalkrika biotopen är blåeld *Echium vulgare*, salepsrot *Anacamptis pyramidalis*, flockarun *Centaureum erythraea*, nattljus *Oenothera* (Offwell Woodland & Wildlife Trust, 2004).

På de gråa sanddynerna utan det söndersmulade snäckskalerna finns kalkskyende växter så som: ljung *Calluna vulgaris*, blodrot *Potentilla erecta*, lundgamander *Teucrium scorodonia* (Offwell Woodland & Wildlife Trust, 2004) och biotopens karaktärsart borsttåtel *Corynephorus canescens*. Denna biotop brukar ibland kallas sur sandgräshed (Nordström H, 1990).

Det är rikedomen på mattbildande mossor och med sina grågröna färger i senare dynstadiumet som ger dynstadiet sitt namn. Laverna är i huvudsakligen *Cladonia*- och *Peltigara*-arter (Sjörs H, 1981).

Bruna sanddynerna

Efter alla stadier med växtlighet börjar sanddynen få tillräckligt med humus så att buskar kan växa. Man börjar kalla stadiet buskdynstadium eller sanddynerna för bruna sanddyner. Nu har marken näring och vattenhållning så att buskar och betesgräs kan växa. Buskar som kan växa här är bland annat: trubbhagtorn *Crataegus monogyna*, fläder *Sambucus*, björnbär *Rubus L.*, havtorn *Hippophae rhamnoides*, liguster *Ligustrum vulgare*, (Offwell Woodland & Wildlife Trust, 2004) ärttörnearter *Ulex*, slån *Prunus spinosa*, pimpinellros *Rosa pimpinellifolia* (Sjörs H, 1981).

Havtorn *Hippophae rhamnoides* har ofta introducerats för att stabilisera sanddyner. De har en utmärkt förmåga att växa på näringsfattig mark med hjälp av kvävefixerande bakterier. Men man bör tänka på dess snabba utbredning, snåriga växtsätt och att den tränger undan mycket av den andra vegetationen. Tall kan användas i sista steget för att stabilisera sanddyner. Även om inte träd planteras kommer de bruna sanddynerna tillslut att bilda ett skogslandskap ändå (Offwell Woodland & Wildlife Trust, 2004). Svarttall *Pinus nigra* och vanlig tall *Pinus silvestris* har planterats allmänt på vissa områden som till exempel nordöstra Skottland. Bergstall *Pinus mugo* kan även den användas för sin sandbindande förmåga. På sanddyner i Nederländerna var det tidigare jordar som glasbjörk förekomma. I Skåne kan även ekskogar utveckla sig (Sjörs H, 1981).

På 1900-talet fram till 1930-talet planterades tallar så att de täckte Seftons sanddyner i nordvästra England. Tallarna trädskronor växte till sig och skuggade ut växterna på marken. Många växter och djur, som hade trivts på dessa marker innan, försvann. Tallbarren på marken skapade en sur jord till motsats den ursprungliga basiska sandjorden. På senare tid sattes ett projekt igång för att återskapa den gamla miljön genom att ta bort en del av tallarna närmast vattnet (Liverpool Hope University College, ?). Liknande åtgärder för att frilägga sandmarker görs på Hallands kust i sanddynsreservaten. Där tar man bort björk, al, ljung, vresros, bränning förekommer och återkommande röjningar. I de öppna sandmarkerna gynnas arter som fältpiplärka *Anthus campestris*, strandpaddan *Bufo calamito*, svampen dynspröding *Psathyrella ammophila*, sanbin och andra vämeälskande insekter (Kill P, 2007).

Vresros *Rosa rugosa* är en införd växt från Japan, som trivs på sanddyner. Första observationerna av växten i Sverige på inlandet var 1918 och vid kusten 1928. Vresrosen är bra på att ta plats och kan snabbt begränsa den ursprungliga floran. Den påverkar då indirekt djurarter som är beroende av vissa växtarter. Den har bra förmåga att sprida sig i sanddyner tack vare sin salttålighet, och sprider sig med god tillväxt via rhizomer och frön. Fröna har en utmärkt flytförmåga i flera veckor i både havsvatten och sötvatten (Danish Forest and Nature

Agency, 2007). En annan orsak till dess snabba spridning är tångdumpning i sanddynerna, luftföroreningar och brist på skötsel. Tångdumpning och luftföroreningar skapar en mer näringsrik jord, som gör att kväve gynnande växter så som vresros *Rosa rugosa*, tistlar, mållor trivs även uppe på sanddynerna (Larsson K, 2006).

Olika erosionsskyddande åtgärder

Hövd

Hövd är en konstruktion som formats så att den står vinkelrätt ut i havet. Den hindrar att sand fraktas sidleds jäms med kusten. Ofta bygger man flera hövdar på en kuststräcka. Sand samlas upp på sidorna av hövdarna och skapar en så kallad sågad kustlinje. Hövdar hör till den vanligaste formen av kusterosionsskydd. För att mer passa in i miljön kan de utformas till bryggor och användas till bad och fiske (Statens geotekniska institut, 2003). De bästa exemplarer på hövder som är funktionella finns längst Nordsjökusten utmed Nederländernas och Tysklands kuster (Davis R, 1996).



(Wykes N, 2005) Trä hövdar.



(Kemp W, 2007)

Strandskoning

Strandskoning skiljer vattnet från land. Den skyddar mot erosion, jordskred och ras. Den vanligaste strandskoningsmetoden är sprängsten som placeras jäms med kusten. Strandskoning kan även vara uppbyggd av sandfyllda säckar, betongplattor, sprängstensfyllda stålburar (gabioner) eller betongelement. Strandskoning är en bra metod för att skydda bocomliggande mark, men kan ha en erosions accelererande effekt på framförliggande mark. Vågor som slår mot skoningen reflekteras tillbaka och kan skapa bottenerosion. För att

minska våg reflektioner skall man lägga strandskoningen i en svag lutning (Statens geotekniska institut, 2003). Betongmadrass är en annan typ av strandskoning. Denna metod går ut på att i en nylonväv tillverkad madrass fylls med betong på plats. Konstruktionen är försedd med filter och på så sätt vattengenomsläpplig.

Fördelar med stenskning är att den har en låg kostnad och en lång livslängd. Stenskingen hindrar effektivt mot erosion och om konstruktionen skulle sätta sig är det lätt att fylla på med nytt material. Nackdelen är att badstränder i de flesta fall är obefintliga (Ystad kommun, 2004). År 1900 omkom 6000 invånare i Staden Galveston i Texas och en stor del av staden förstördes av en orkan som skapade översvämning. Efter denna händelse beslutades att bygga en strandskoningsvägg av betong utmed kusten. Man passade även på att höja upp tusentals byggnader så att de hamnade i jämnhöjd med strandskoningsväggens topp. Sedan strandskoningsväggen byggdes har den skyddat Galveston från en stor orkan 1915 och andra oväder (Davis R, 1996).



Stenskning.



Gabioner.



Strandskoningsvägg vid Galveston.

(Wilson B, 2006)

Friliggande vågbrytare

Friliggande vågbrytare placeras i vattnet framför stranden där dess uppgift är att minska våghöjden och ändra vågriktning (Statens geotekniska institut, 2003).

Fördelar med vågbrytare är att den kan döljas under medelvattenytan och att den gör så att stranden innanför byggs på. Konstruktionen är dock dyr att uppföra och att underhålla då arbete måste ske i vatten (Ystad kommun, 2004).

Strömreglering med fenor

Metoden går ut på att fästa konstruktioner som kallas ”fenor” i vattnet som reglerar strömmarna och därmed minskar erosionen på stränderna. Konstruktionen har med framgångar använts i amerikanska vattendrag. Utanför Ystads kust har man testat en konstruktion med ”fenor” men fästansordningen på foten har inte klarat av vattnets påfrestningar. Denna metod är ny och under utveckling speciellt i havsmiljöer (Statens geotekniska institut, 2003).

Dräneringsrör

Dräneringsrör läggs ut under sandstranden för att minska vattnets krafter. Metoden kräver att vattnet pumpas ut från dräneringsrören och kontinuerlig drift och uppsikt. Som erosionsskydd har dräneringsrör visat varierande resultat (Statens geotekniska institut, 2003).

Tryckutjämningsrör

Ett danskt företag har utvecklat vertikala tryckutjämningsrör som placeras ut på stranden. De minskar trycket på det utgående grundvattnet och skall på så sätt minska erosion av finpartiklar ut i havet. I dagens läge finns det inga konkreta resultat hur metoden kan förhindra erosion (Statens geotekniska institut, 2003).

Strandstaket / Snöstaket

Staket som fånga upp den flygande sanden i dyner. Strandstaketen fångar upp olika mängder sand beroende på: staketets höjd, längd mellan pålar och vindhastighet (Department Of Soil Science). Metoden kan användas till att skapa främre sanddyner men måste kompletteras med vegetation för att stabilisera sanddynerna (Nonpoint Source Management Manual Boston, Massachusetts, 1993). Det har visat sig att vanliga snöstaket fungerar att användas för att fånga upp den flygande sanden. Bäst fungerar det med staket som har en porositet på 50 %. (Statens geotekniska institut, 2006). Tekniken har använts på Louisianas Holly Beach där var den med gott resultat har skapat snygga sanddyner i framkanten av stranden. De nya sanddynerna lindrade skadegörelsen när orkanen Rita slog till i området. Metoden fungerar olika bra beroende på hur stark erosionen är. På starkt utsatta stränder är erosionen så stark, att sanddynerna inte hinner byggas upp förrän de eroderas bort. Metoden är väldigt kostnadseffektiv (Holtcamp W, 2006). Jäms med Texas golfkust har man kommit på idén att lägga förbrukade julgranar framför sanddynerna för att fånga sanden och förstärka sanddynerna (Davis R, 1996).



Strandstaket.

(Kirchner M, 2006)



(robinart.com, 2006)



(Sanchez J, 2008)

Tröskelinvallning

Tröskelinvallning är en kombination av strandskoning, vågbrytare och sandutfyllnad. En låg vågbrytare byggs runt badstället ute i vattnet. Vågbrytaren håller den artificiellt placerade sanden på plats tack vare att vågbrytarens överdel är försedd med klack. Vågbrytaren är så pass låg att den släpper in och ut vatten. På land bakom stranden används strandskoningsmetoden. Tröskelinvallning ser till att sandstranden återskapas och att det blir en barnvänlig badstrand tack vare den omringande vågbrytaren. Metoden är dock kostsam att installera. På Löderups strandbad har man installerat tröskelinvallning (Ystad kommun, 2004).

Artificiell sandtillförsel/Strandfodring

De sista årtiondena har trenden varit att försöka använda mer naturliga metoder för att hindra erosionen. Metoder som artificiell sandtillförsel och stabilisering av sanddyner med hjälp av vegetation har börjat bli en mer använd metod (Davis R, 1996). Vid artificiell sandtillförsel kan sanden fyllas på direkt på stranden på så sätt skapa sandbankar och/eller en bit ut för att skapa ett grund, sandbankarna och grunden reducerar vågornas höjd och energi, och de är byggda i förhoppning att sanden som bärs av vågorna skall läggas sig på stranden (Kaspersen J, 2000). Metoden är relativt ekonomisk och på så när återskapa stranden ursprungliga utseende på kort tid. Erosionen kommer fortfarande att verka med samma kraft så påfyllning av sand måste pågå med jämna intervaller (Statens geotekniska institut, 2003). För att få en mer långvarig effekt måste metoden kombineras med andra erosionsskydd som dämpar vågornas eller strömmarnas krafter.

Med begreppet Strandfodring ingår alla åtgärder för att utvinna och fylla materialet inklusive undersökning, kontroll och tillståndsprövning (Statens geotekniska institut, 2006). Tidigare har lite tid ägnats åt materialets struktur eller områdenas särarter. Det har medfört att det artificiellt tillagda materialet har snabbt spolats bort. Nu fokuserar man mer på strandens läge, närliggande djup och vågrörelser. Materialet som tillförs stranden väljs ut så att det är så lika det ursprungliga materialet som möjligt (Davis R, 1996). 1980 åter skapades över 15 km sandstrand på Miami beach för en summa av 65 miljoner dollar med hjälp av artificiell sandtillförsel. Än idag är stranden lika bred som den var när den anlades, men nu har det även tillkommit vegetation som förstärker sanddyner på den bakre delen av stranden (Davis R, 1996). Om Ystads kommuns policy antas kommer kommunen i framtiden i huvudsak att använda sig av mjuka skydd dvs. strandfodring och växter (Ericsson A, 2007).



(Jumelet, A) Artificiell sandtillförsel.

Underström stabilisatorer (Eng: Undercurrent stabilizers)

Dick Holmberg har utvecklat en metod som sägs återskapa eroderade stränder. Sand eller betong fyllda geotextil ”korvar” ligger ut från stranden till en bit ut i havet. Genom att matta av strömmar och vågreflektioner så sägs avlagringen av sediment öka och därför byggs stranden upp igen. Kritikerna till metoden menar att sanden som lagras på stranden genom underströms stabilisator gör att kustområden längre fram förlorar denna sand. Dick Holmgren menar att den största sanden kommer från havet och inte från grannstränder (Kaspersen J, 2000).

Vegetation

Sanddynen är naturliga försvaret mot vågornas och vindens krafter. De absorberar stormarnas svallvågor och hindrar eller fördröjer översvämningar. Sanddynen med vegetation fungerar även som sandlagringsplatser som förser eroderande stränder med sand under stormar och fångar upp omkringflygande sand och saltstänk (Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control, 2006). Vegetation har en god effekt på vinderosion men på områden med direkt vågpåverkan måste plantering av växter kombineras med annat erosionskydd (Ystad kommun, 2004). Vid användandet av vegetation som erosionskydd eller mot genombrott på sanddynen bör man tänka på, att det ofta tar 2 – 5 år för växterna att få ett utbyggt rotsystem eller vegetationstäckelse som ger ett fullgott skydd (Statens geotekniska institut, 2006). Trots att sanddynsväxter klarar hårda växtförhållanden, är de känsliga för tramp och fordon. Dessa aktiviteter krossar skott och rötter (Department Of Soil Science at NC State University).

Historik om vegetation som erosionskydd

Metoder för att stabilisera sanddynen med vegetation har används sedan länge. Redan 1423 planterade man sandrör på ön Vorne i Nederländerna för att skydda dynerna från sanderosion (Van der Putten, 1990). I Danmark på 1800-talet kom sanden in från Kattegatt och bildade sanddynen som förflyttade sig miljontals in i landet och kastade sig över byar och fält. En dansk folkrörelse bildades för att plantera sanddynerna med gräs (Gregoriusson G, 1979). 1868 introducerade det europeiska Sandröret till Norra Amerika för att stabilisera sanddynen runt San Francisco. Genom planteringar och självspredning är den nu vanlig över hela Amerikas nordvästkust. Introduktionen kom då från Australien där den hade blivit introducerad tidigare från Europa. Andra platser där sandrör har blivit planterade är Nya Zeeland, Syd Afrika, Falklandsöarna, Norfolk Island, Argentina och Chile. I Amerika har man försökt att begränsa utbredningen av det Europeiska sandröret eftersom växtsättet utanför det europeiska klimatet haft ett tätare växtsätt som har haft begränsande effekt på den inhemska floran (Wiedemann A, 1998). På Island har plantering av strandtråg räddat flera fiskebyar från att ödeläggas av sand. Även i Storbritannien, Danmark och Polen har strandtråg används (Greipsson S & Davy Anthony J, 1994).

Växtval vid erosionskydd

Beroende på område och val av erosionskydd så måste man använda växter som är anpassade för metoden. Om områden är utsatta av flyktsand skall växterna tåla att få ackumulerande sand över sig. Detta tål inte alla växter men gräsen sandrör, strandtråg och strandkvickroten är anpassad för det. Om man skall täcka gabioner eller sanddynen så är det att rekommendera att man använder sig av stabiliserande väv för att skapa stadga åt plantorna.

I Ystads kommun har man täckt vissa betongmadrasser och gabioner med *Sedum* – arter levererade från företaget *Vegtech*. Fördelen med *Sedum* – arter är att de kräver i princip ingen jord eller regn för att dölja betongmadrasser/gabioner. De är även estetiskt tilltalande. *Sedum*-

arterna har dock ingen verkan för att hindra vattenerosion och de kan inte växa där vattenerosion råder (Ericsson A, 2007).

Växtval för att stabilisera vita sanddyner

Sandrör och strandråg är de gräs i Sverige som har mest betydelse för sin sandbindande förmåga i sanddyner. Sandröret har rotskott som växer upp som en kvast och sanddynerna blir på så sätt genomväxta. Sandröret anses vara en bättre sandbindare än Strandrågen vars rot är krypande och därför inte binder lika mycket sand (Gregoriusson G, 1979). Sandrörens rhizomer kan växa genom en meter sand per år. Sandrör växer bara på sandstränder medans strandrågen inte är saltkrävande och kan den emellanåt påträffas i inlandet (Nordström H, 1990). Sandröret sprids uteslutande med hjälp av rhizomer (University of California).

På vissa ställen kan man finna hybriden östersjörör *Ammocalamagrostis x baltica* som är ganska ovanlig men lokalt talrik (Naturhistoriska riksmuseet, 2007). Östersjörör är mer vital än sandrör men är helt steril så den kan bara förökas vegetativt (Agate E och Brooks A, 2000).

En annan sandbindare är strandkvickroten som ofta bildar små fördyner framför de mer saltkänsliga gräsen. (Gregoriusson G, 1979)

Eftersom växterna utsätts för salt som förs med havsvindar så är de växterna i sandstrands biotopen anpassade till att växa i salthaltig jord. Strandråg kan tåla saltkoncentration högre än 12 %, strandkvickrot 6 % och sandrör endast 2 % (Greipsson S, 2002).

Sandråg, sandrör och strandkvickrot är vanligt förekommande på Skandinavians kuster (Nordiska Ministerrådet, 1998).



Sandrör.

(Liedén U)



Strandkvickrot.

(Liedén U)



(FotoFinnaren, 2005) Strandråg.



(FotoFinnaren, 2005) Strandråg.

Växtval för att stabilisera gråa sanddyner

Om de bakre sanddynerna, som även kallas de gråa sanddynerna, måste repareras, rekommenderas den Skotska landsbygds kommitté (Commission for Scotland), att man använder sig av en så-mix av 60 % rödsvingel *Festuca rubra*, 30 % engelskt rajgräs *Lolium perenne* L., 5 % ängsgröe *Poa pratensis* och 5 % vitklöver *Trifolium repens*. (Agate E och Brooks A, 2000) Rödsvingel, engelskt rajgräs, ängsgröe och vitklöver är vanligt förekommande över näst intill hela Sverige (Naturhistoriska riksmuseet, 2007). Rödsvingeln används för att den är salttålig, klarar att bli trampad på, betad och den sprider sig via rhizomer. Det engelska rajgräset skapar fort en grön matta snabbt men dör så småningom ut och ersätts av den mer dragtåliga Rödsvingeln. Vitklövern ökar jordens kväve innehåll (Agate E och Brooks A, 2000).

Förökningsmetoder av plantor

Det finns tre metoder som sandrör kan förökas på, sticklings strån, frön och rhizomer. Förökning med strån är den vedertagna metoden. Sådd av sandrör har gjorts med hyfsat resultat, men på mer exponerade platser har det gett ett sämre resultat på grund av vinderosion. Temporär sandstabilisering kan göras med halm för att minska erosionstrycket. I en rapport kommer W. H. Van Der Putten fram till, att det förväntas att nå god etablering av rhizomer genom att disk-harva rhizomer i en kombination av sandstabiliserande halm och långtidsverkande gödslingsmedel (Van Der Putten, 1990). Tillgången på frön är ofta sparsam hos det sandfixerande gräset. Men med hjälp av kvävegödsling har växterna fått mer frön. Överdriven kvävegödsling kan dock öka förekomsten av konkurrerande arter. Frön kan samlas in manuellt eller med speciella skördemaskiner. Frön torkas, tröskas och tvättas innan de lagras på en torr plats. Det är viktigt att tänka på att använda växter/frön som har genetisk variation och som är lokalt anpassade (Greipsson S, 2002).

Delning är i dagsläget det billigaste och mest effektiva sättet att etablera dynbildande gräs. Det bästa stället att ta Sandrör är på baksidan av de redan fixerade dynerna där beståndet är vitalt. Dessa platser är rätt så erosions resistenta när man tar plantor selektivt och inte glesar ut för mycket. I östra Lothian i Skottland har försök att glesa sandrörs beståndet med över 90 % för transplantering gjorts, kvarvarande 10 % sandrören visade väldigt bra nytillväxt efteråt (Agate E och Brooks A, 2000).

En livsduglig sticklings strå skall ha blad och åtminstone 15 – 30 cm av rhizom och det är viktigt att man inte skadar bladen under delningen och planteringen (Greipsson S, 2002).

Etablering av vegetation

Plantering av växter kombineras ofta med en stadgande väv, som ibland kan vara preparerad med frön. I Ystad har man använt en biotextilväv från företaget Greentex International som består av naturligt sisal eller jute, samt cellulosaavadd med frön och gödsel. Fastsättning i marken har gjorts med videträpinnar. Fördel med vegetation är att metoden är ekonomisk och plantering kan även göras på befintliga skydd för att få en mer estetisk tilltalande effekt (Ystad kommun, 2004).

Veg Tech var med vid uppbyggnad av sanddyner i Ängelholm. Där användes kokosnät och plantor av strandråg (Petersson A, 2007). Med kokosnätet blir det en stabil säkring på erosionsbenägna ytor. I partier med måttlig erosion går det att kombinera kokosnät med frösådd för att få ett effektivt erosionsskydd (Veg Tech, 2007). Livslängden på jute väv är ca 1- 2 år och livslängden på kokosnät är normalt 3-5 år (bg Byggros AB, 2007).

Vid manuell plantering av sandrör planteras två strån i 25 – 30 cm djupa hål. Det skall inte vara mer än två plantor i varje hål annars blir det för hård konkurrens om näringen. Det skall vara 45 cm mellan planteringsgroparna och 45 cm mellan raderna. Planteringen skall helst vara i en lutning för största vinderosionsskydd (Delaware Department of Natural Resources

and Environmental Control, 2006). Det finns även uppgifter om att sandrörs rhizomer inte skall planteras djupare än 20 cm och för strandråg ett maximaldjup på 10 cm (Greipsson S, 2002).

Frösådd av sandfixerande växter lämpar sig när det är större områden som skall planteras därför att manuell plantering av sticklings strån skulle blivit allför kostsam (Greipsson S, 2002).



Företaget Veg Tech har i Ängelholm varit med och byggt upp sanddyner med strandråg och kokosnät.

(Veg Tech AB, 2007)



Ett år senare.

(Veg Tech AB, 2007)

Gödsling

Sanddyns bildande gräs är anpassade att växa i näringsfattig jord, så gödsling är inget krav för planterade sticklingar eller omplantering av delade plantor. Men med gödsling ökar deras vitalitet, tillväxthastighet och skottbildning. Däremot är det viktigare att gödsla där det sandfixerande gräset är sått, det för att få ökad etablering och tillväxt (Agate E och Brooks A, 2000). Försök med näringsämnen har visat att sandrör får en ökad växtkraft med kvävegödning och en viss ökning skedde även med fosfat och kalium (Mitchell A, 1974).

För att inte näringsämnena skall urlakas ur sanden för snabbt, används långtidsverkande gödsel. Företaget *Scottish Agricultural Industries* har tillverkat ett långtidsverkande gödningsmedel som används vid sandrörs bevuxna dyner eller vid sådd av respektive. Gödningsmedlet heter Enmag och innehåller 5 % kväve, 24 % fosfor, 10 % kali och 10 % magnesium i oorganisk form. Tillverkaren rekommenderar att 10-15 gram Enmag per planta strös runt basen av plantan eller att gödslingen sprids med 70 gram per kvadratmeter. Vid nyplanterade sticklingar eller sådd rekommenderas tre gödslingstillfällen, t.ex. vid höstsådd, på våren och vid midsommar. Det har inte fått samma snabba gödningseffekt med strandråg, som med sandrör (Agate E och Brooks A, 2000). Företaget Veg Tech använder långtidsverkande gödslingsmedlet multicote, som har en verkan på 8 månader vid plantering med strandråg i kokosnät (Petersson A, 2007).

Gödsling med kvävefixerande växter

För att få ökad kväveförhållanden i sanddynerna används i vissa fall kvävefixerande växter. De kvävefixerande växterna har en symbios med bakterier som gör att växterna kan fixera kväve från luften. När växterna vissnar tillförs sandjorden humus, kväve och andra näringsämnen. Fördelen med kvävefixerande växter är att man minskar behovet att använda underhållsgödsling och växterna på sanddynerna får en ökad växtförmåga.

På Nya Zeeland har man tidigare använt sig av *Lupinus arboreus* Sims för att samplantera med sandbindande växter t.ex. sandrör. Under 80-talet reducerades beståndet av *Lupinus arboreus* Sims med 60 – 90 procent av svampen *Colletotrichum gloeosporioides*. För att hitta ersättningsväxter har det på Nya Zeeland undersökts med 18 kvävefixerande växter. I undersökningen kommer gruppen fram till, att de växter med liknande attribut som *Lupinus arboreus* är *Dorycnium hirsutum*, *D. Pentaphyllum*, *D. rectum*, kärringtand *Lotus corniculatus*, Stor kärringtand *L. Pedunculatus* och Smal kärringtand *L. Tenuis*. Rosenvial *Lathyrus latifolius* var en av 18 legumer som skulle bidra mest kväve till ekosystemet och den visade sig också väldigt hårdig. Dessvärre var det den växten som skulle fått stämpeln för störst ogräspotential med sitt envisa och klättrande växtsätt (Douglas G.B, 2004).

I England rekommenderar Skotska landsbygdskommittén (Commission for Scotland) att använda 5 % vitklöver *Trifolium repens* i sina så-mix av växter för att de gynnar markens kväveinnehåll och därmed tillväxten på de andra växterna (Agate E och Brooks A, 2000).

Etablering av kvävefixerande växter på plats med frön

En forskargrupp undersökte 2001 möjligheterna av direktsådd av 8 olika kvävefixerande växter. Växterna är hårdiga till kustklimatet, så det var grobarheten av växterna som skulle undersökas. Undersökningen skedde i Nya Zeeland med växterna: Tårakacia *Acacia saligna*, *Acacia sophorae*, Kikvedel *Astragalus cicer*, *Chamaecytisus palmensis*, *Dorycnium hirsutum*, Rosenvial *Lathyrus latifolius* L., Stor kärringtand *Lotus pedunculatus* och Teline stenopetala. I undersökningen var det låg etablering av växterna, så slutsatsen var, att använda sig av kvävefixerande växter från plantskolor (Gadgil R. L, 2001).

Betydelse av arbuskulär mykorrhiza

Sandrör har utvecklat en symbios med svampar och samarbetet kallas arbuskulär mykorrhiza. Arbuskulär mykorrhiza ger sandrör större förmåga att ta upp näringsämnen, större vattenupptagningsförmåga, skyddar rötterna från rotskadegörare och patogener, och dessutom förbättrar mykorrhizan markstrukturen (Rodriguez-Echeverria S, Freitas H, 2006). Arbuskulär mykorrhiza är det vanligaste formen av mutualistiska förhållandet mellan svampar och växter. Svamparna som är olika arter av algsvampar, zygomyceter, växer in i växternas rötter och kan på så sätt få kolhydrater från växten och växten erhåller fosfater eller andra näringsämnen som tagits upp av svampen (Botaniska institutionen, 2007).

En rapport från Island visade att inokulering med inhemsk arbuskulär mykorrhiza gav strandrågssticklingar större tillväxt. Det nämns även i rapporten, att många utplanteringsprojekt av gräsvegetation misslyckas på grund av avsaknad av arbuskulär mykorrhiza. Groddkroppar av arbuskulär mykorrhiza saknas oftast i sand där det inte finns växtlighet (Greipsson S och El-Mayas, 2000).

Den vanligaste metoden för att inokulera mykorrhizasvampar är att vid uppdragning av utplanteringsväxter använda sig av blandning av sporer, infekterade rötter och odlingssubstrat. Inokulering i fält är möjlig i praktiken men förekommer inte så ofta eftersom det skulle krävas mer inokulum, då odlingssubstratet inte kan begränsas som vid odling i kruk (Caspersen S, 2007).

Marksvamp som har symbios med nematoder kan reducera fördelarna som de strandfixerande gräsen har fått genom symbios med arbuskulär mykorrhiza. Van der Putten och Peters rekommenderade 1995 att sanddynor med degraderande sanddynor av patogen angripet gräs skall sås med resistent gräs för att hindra framtida erosion (Greipsson S and El-Mayas, 2002).

Diskussion

Erosion kommer att pågå på våra stränder och mycket av strändernas fortlevnad beror på uppbyggnad av erosionskydd. Vid flera erosionskydd kan vegetation användas för att stabilisera sand mot vinderosion eller för att ge ett mer estetiskt tilltalande utseende. Gabioner kan täckas med växtmattor eller väv med plantering för att ge stranden ett mer naturligt utseende. Stränder med artificiellt tillförd sand kan få sanddyner stabiliserade med sandfixerande växter. Vid de stränder där vågbrytare har placerats kan restaurering av eventuellt eroderade sanddyner återskapas, då vågornas och strömmarnas kraft har mattats av.

Stränder som har fått artificiellt tillförd sand tror jag i många fall kan sakna arbuskulär mykorrhiza. Sanden är ofta hämtad från andra biotoper. Vid sandstränder med artificiellt tillförd sand tror jag att plantering av sandrör eller strandråg inokulerade med inhemsk arbuskulär mykorrhiza vid uppdragning skulle ge frodigare växter, och till och med ett krav för att växterna skall överleva. Frodigare växter skulle göra att växterna får större mängd blad som fångar upp mer sand och mer snabbväxande rhizomer som penetrerar och stabiliserar sanddynerna.

Även professor Sigurdur Greipsson har kommit fram till att ett ekologisk sunt tillvägagångssätt, är att använda arbuskulär mykorrhiza vid restoration av sanddyner och speciellt där målet är att skapa ett självunderhållande ekosystem. Sigurdur har bland annat gjort flera undersökningar med strandråg för att bekämpa sanderosionen på Island (Greipsson S, 2002)

För att effektivisera plantering av sandrör som sker manuellt har jag funderat om man kan använda rhizomer fastsatt i kokosnät vid plantering. Kombinerat med långtidsverkande gödselmedel skulle detta kanske bli en effektivt och billigt sätt att plantera sandrör. Istället för att mäta upp hål var Sandrören skall planteras används istället ”rhizommattan” som läggs ut och täcks med ett lager sand. Eftersom kokosnätet är preparerat med långtidsverkande gödsel, är skötselbehovet minimalt. I lutningar kan även pinnar användas för att sätta fast kokosnätet för bättre stabilitet.

Tack

Jag vill tacka de lärare jag har haft, dels på trädgårdsutbildningen på Dingles Naturbruksgymnasium och nu på Sveriges Lantbruksuniversitet. Utan den kunskap jag har fått ta del av under dessa utbildningar skulle jag inte haft kunskapen, eller fått idén att skriva detta examensarbete.

Stort tack till Helena Karlén som varit min handledare. Helena har alltid funnits där och besvarat frågor gällande växtlighet och struktur på examensarbetet.

Professor Sigurdur Greipsson vill jag tacka för att han har låtit mig ta del av buntvis med intressanta forskningsrapporter om strandråg och sanderosion.

Och slutligen tack till de personer som har svarat på mina telefonsamtal och e-post angående stranderosion och vegetation.

KÄLLFÖRTECKNING

Agate E och Brooks A. (2000) Sand Dunes. British Trust for Conservation Volunteers [online]. Tillgänglig: <http://handbooks.btcv.org.uk/handbooks/index/book/137>

Allen J Michael (ed.) (1992) Mycorrhizal Functioning London. Chapman and Hall

bg Byggros (2007) Biologiska erosionsmattor och nät. Tillgänglig: <http://se.byggros.com/sider/206> [2007-10-18]

Botaniska institutionen (2007) Naturbetesmarkernas växter, Ekologi, artrikedom och bevarandebiologi [online]. Tillgänglig: http://www.botan.su.se/content/1/c6/02/00/35/PlantsEcology_2007_1.pdf [2007-10-20]

Caspersen, Siri. Forskare, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. E-post oktober 2007

Committee on Costal Erosion Zone Management (1990) Managing Costal Erosion, Washington, Dc, USA, National academies Press

Danish Forest and Nature Agency (2007) Rosa rugosa [online] Tillgänglig: http://www.nobanis.org/files/factsheets/Rosa_rugosa.pdf [2007-10-14]

Davis, Richard A. (1996) The Evolving Coast. New York. Scientific American Library

Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control (2006) Dune Protection and Improvement [online]. Tillgänglig: <http://www.dnrec.state.de.us/DNREC2000/Divisions/Soil/BeachGrass/grass.htm> [2007-09-30]

Department Of Soil Science at NC State University (?) Restoration and management of coastal dune vegetation [online]. Tillgänglig: http://www.soil.ncsu.edu/lockers/Broome_S/ram.html [2007-09-17]

Douglas G.B. med flera (2004) Relative Performance of 18 Nitrogen-Fixing Plant Species at Three Unstable Coastal Sand Dune Sites in New Zealand. *New Zealand journal of forestry science*. 34(3) 219-237

Floor Anthoni (2000) Our Disappearing Beaches [online]. Tillgänglig: <http://www.seafriends.org.nz/oceano/beachgo.htm> [2007-09-17]

Ericsson, Ann-Sofi. Utredningsingenjör, Ystads kommun, Ystad E-post november 2007

Gadgil R. L med flera (2001) Establishment of Nitrogen-Fixing Plants from Seed on Partially Stabilised Coastal Sand. *New Zealand Journal of Forestry Science* 31(3), 339-346

Greipsson S (2002) Coastal dunes. *Handbook of Ecological Restoration volume 2, Restoration in Practice*. Cambridge University Press

- Greipsson S och Davy Anthony J (1994) *Leymus arenarius*. Characteristics and Uses of a Dune-Building Grass. *ICEL. AGR. SCI.* 8, 41–50
- Greipsson S och El-Mayas (2000) Arbuscular Mycorrhizae of *Leymus arenarius* on Coastal Sands and Reclamation Sites in Iceland and Response to Inoculation. *Restoration Ecology* (8) no2, 144-150
- Gregoriusson, Gullan (1979) Växter från havsstrand och strandäng. Helsingborg AB Boktryck
- Holtcamp W (2006) Beach Building. *Texas Parks & wildlife magazine*. [online]. Tillgänglig: <http://www.tpwmagazine.com/archive/2006/nov/scout1/> [2007-09-20]
- Hundt R (1985) Phytosociological and Ecological Aspect of the Dunes on the Isle of Rügen, Baltic Sea. *Vegetatio* 61, 97 – 103
- Karlén, Helena. Universitetsadjunkt, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. E-post oktober 2007
- Kaspersen, Janice (2000) Beachfront Reinforcement. *Erosion Controle*. [online] Tillgänglig: http://www.forester.net/ec_0007_beachfront.html [2007-10-23]
- Larsson, Krister (2006) Skötselplan för restaurering av öppna sanddyner och hedar på Skummeslövs tångallmanning [online] Tillgänglig: <http://www.laholm.se/upload/Sk%C3%B6tselplan%20Skummesl%C3%B6v%202006-01-22%20med%20bilder.pdf> [2008-01-22]
- Liverpool Hope University College(?) The sand of time. [online] Tillgänglig: <http://www.sandsoftime.hope.ac.uk/succession/pines.htm> [2007-10-08]
- Mitchell A (1974) Plants and Techniques Used for Sand Dune Reclamation in Australia. *Int. J. Biometeor* 18(3) 168 -173
- Naturhistoriska riksmuseet (2007) Den virtuella floran. [online] Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html> [2007-10-09]
- Nonpoint Source Management Manual Boston, Massachusetts (1993). Sand Fence. [online] Tillgänglig: <http://projects.geosyntec.com/NPSManual/Fact%20Sheets/Sand%20Fence.pdf> [2007-09-17]
- Nordiska Ministerrådet (1998) Vegetationstyper i Norden. TemaNord 1998:510.
- Nordström, Henrik (1990) Gräs. Stockholm, Natur och Kultur
- Offwell Woodland & Wildlife Trust (2004) Coastal Sand Dunes an Example of Primary Succession. [online] Tillgänglig: <http://www.countrysideinfo.co.uk/successn/primary2.htm#Notes> [2007-10-06]
- Petersson, Anette. Teknisk säljare (Hortonom), Veg Tech AB. E-post oktober 2007

- Persson, Kill (2007) Sandmarker och konsten att lära om [online]. Tillgänglig:
http://www.n.lst.se/NR/rdonlyres/68DABE49-EEAF-438F-82AA-F07F5E372BFF/71726/Artikel_sandmarker.pdf [2008-01-23]
- Rodriguez-Echeverria S och Freitas H (2006) Diversity of AMF Associated with *Ammophila arenaria* ssp *arundinacea* in Portuguese Sand Dunes. *Mycorrhiza*.16, 543-552
- Sjörs Hugo (1981) Vår vilda flora i Norden och västra Europa. Glasgow, Förlags AB Wiken
- SMHI (2007) Havsnivå [online]. Tillgänglig:
<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=9664&a=27955&l=sv> [2007-09-23]
- Statens geotekniska institut (2003) Stranderosionsskydd, dimensionering – modellering.[online] Tillgänglig:
<http://public.swedgeo.se/upload/Publikationer/Varia/pdf/SGI-V532.pdf> [2007-09-17]
- Statens geotekniska institut (2006) Strandfodring, Skydd för kuster mot erosion och översvämningar.[online]. Tillgänglig:
<http://public.swedgeo.se/upload/Publikationer/Varia/pdf/SGI-V562.pdf> [2007-09-20]
- University of California (?) *Ammophila arenaria* [online] Tillgänglig:
<http://ucce.ucdavis.edu/datastore/detailreport.cfm?usernumber=5&surveynumber=182> [2007-09-18]
- Van Der Putten, W H (1990) Establishment of *Ammophila arenaria* From Culms, Seeds and Rhizomes. *Journal of applied ecology*. 27, 188-199
- Veg tech (2007) Erosionsskydd. [online] Tillgänglig:
http://www.vegtech.se/dokument/VegTech_Erosionsskydd2007.pdf [2007-10-18]
- Wiedemann A (1998) *Ammophila arenaria* (L.) Link (European Beach Grass, Marram Grass) On The Northwest Coast of North America. *Botanical Electronic News* [online] Tillgänglig:
<http://www.ou.edu/cas/botany-micro/ben/ben183.html> [2007-09-30]
- Ystad kommun (2004) En nulägesbeskrivning av erosionssituationen i Ystad kommun. [online] Tillgänglig:
[http://www.ystad.se/ystadweb.nsf/wwwpages/6273097010F6DC66C1256D8000302F3A/\\$File/ErosionsrapportYstad.pdf](http://www.ystad.se/ystadweb.nsf/wwwpages/6273097010F6DC66C1256D8000302F3A/$File/ErosionsrapportYstad.pdf) [2007-10-10]
- Zhang K med flera (2004) Global Warming and Coastal Erosion. *Climate Change* 64, 41-58

Fotografier

FotoFinnaren (2005) Strandråg, bild på ax. [online] Tillgänglig:
<http://fotofinnaren.se/displayimage.php?pos=-3107> [2008-02-28]

FotoFinnaren (2005) Strandråg, helbild. [online] Tillgänglig:
<http://fotofinnaren.se/displayimage.php?pos=-3108> [2008-02-28]

Jumelet, Andries (?) Artificiell sandtillförsel. Rijkswaterstaat Zeeland. E-post Sveriges geotekniska institut februari, Bengt Rydell, 2008

Kemp, Will (2007) Timber breakwaters. Harwich and Dovercourt. [online] Tillgänglig:
<http://www.flickr.com/photos/willkemp/498408704/> [2008-02-28]

Kirchner, Mark (2006) Dune fence Stone Harbor. New Jersey. [online] Tillgänglig:
<http://www.flickr.com/photos/makz/363593174/> [2008-02-28]

Liedén, Ulf (?) Strandkvickrot, Öland. [online] Tillgänglig:
http://www.floracyberia.net/spermatophyta/angiospermae/monocotyledoneae/poaceae/elytrigia_juncea_2.html [2008-02-28]

Liedén, Ulf (?) Sandrör. Kappeln, Schleswig-Holstein [online] Tillgänglig:
http://www.floracyberia.net/spermatophyta/angiospermae/monocotyledoneae/poaceae/ammophila_arenaria.html [2008-02-28]

robinart.com (2006) Gulf islands national seashore. [online] Tillgänglig:
<http://www.flickr.com/photos/robinart/299008180/> [2008-02-28]

Sanchez, Jessica (2008) More and more dune fences on the northern beaches, Tucker. [online] Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/41868367@N00/2251844862/> [2008-02-28]

Veg Tech AB (2006) Sanddyner, Ängelholm. Veg Tech AB. E-post oktober, Anette Petersson, 2007

Wilson, Beth (2006) Sea Wall. Galveston, Texas. [online] Tillgänglig:
<http://www.flickr.com/photos/mirsasha/174274727/> [2008-02-28]

Wykes, Neil (2005) The groins of Worthing. Worthing, West Sussex, UK [online] Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/neilwykes/43514142/> [2008-02-28]