

Undersøgelser vedrørende landvindingsmetoder i Det danske Vadehav.

Af B. Jakobsen og Kr. M. Jensen.

De kystnære vader i den sydlige del af Vadehavet er tilsyneladende af ret forskelligt udseende, men det drejer sig ofte mere om gradsforskelle end om væsensforskelle. Et gennemgående træk af principiel betydning for vurdering af landvindingsmuligheder og metoder er således det forhold, at de højestliggende vadestrækninger ikke er placeret direkte op til forlandet, men som regel findes nogle hundrede meter uden for dette. Det her sagte gælder ikke østkysten af Rømø, hvor vaderne har en helt anden udformning. Fig. 1 viser en konstruktion af et vadelandskab, hvor alle de enkelte elementer er samlet på eet kort, men i nogenlunde rigtige størrelses- og niveauforhold. Tidevandet i dette ideallandskab svarer nogenlunde til det, der hersker umiddelbart nord for Rømødæmningen. Den gennemsnitlige højvandslinie ligger omkring 0,85—0,90 m over D. N. N., og omkring 60 % af alle højvander når op over dette niveau; kun 1 % eller ca. 10 om året når op i en højde af 2 m og derover, og disse højvander optræder i størst antal i vintermånederne (se fig. 2).

Mellem de højtliggende vadevlak og forlandet findes et lavere liggende område — *slunden* eller *landprielen* — der stort set kan være udformet på to måder, enten som flade, indtil ca. 200 m brede lavninger eller som markerede, relativt dybe prieler. Landprierne følger forlandet på kortere eller længere strækninger og tjener som afvandingsområder for de udenfor liggende vlak samt for de i Vadehavet mundende, uregulerede vandløb.

De høje vader danner ikke helt sammenhængende banker langs med kysten, men afbrydes stedvis af flade, tragtformede lavninger eller større, markerede udløb, hvorigennem vandet fra landprierne søger ud til de dybere dele af Vadehavet. Vaderne uden for landprierne er ofte i en bredde af flere hundrede meter opbygget til et niveau, der stedvis når op til middelhøjvandslinien og på store

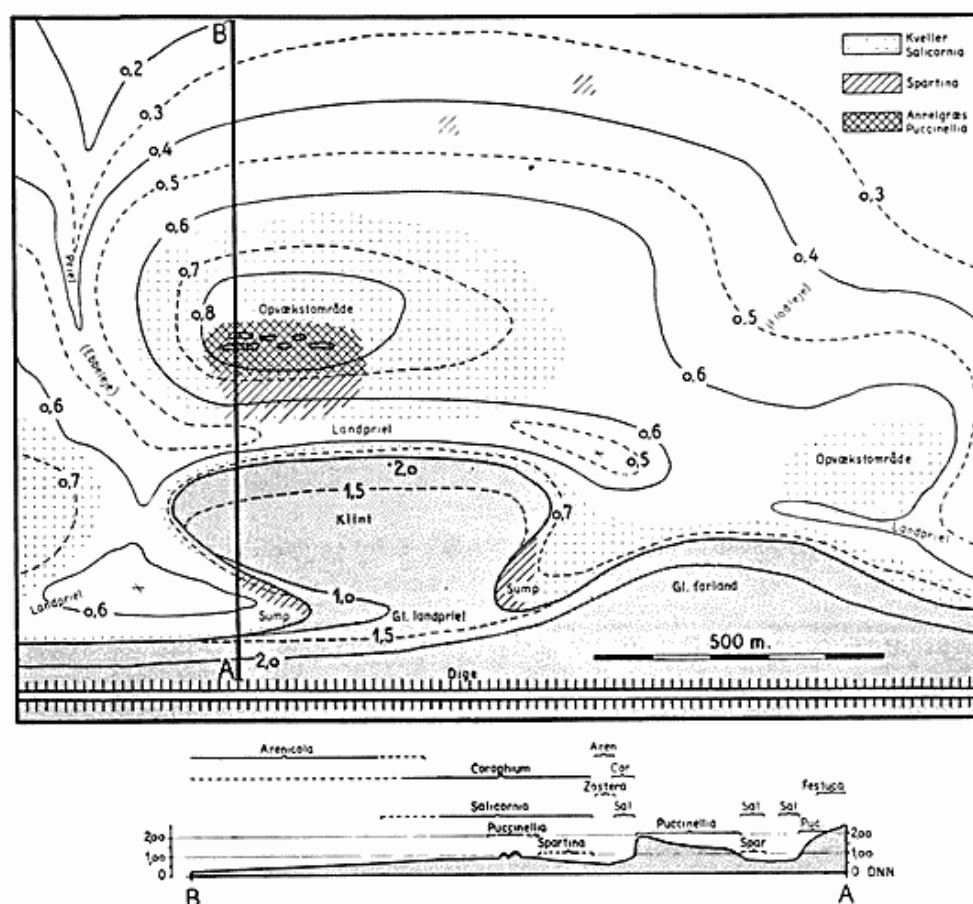


Fig. 1. Et konstrueret kort, der i nogenlunde rigtig målestok viser de typiske morfologiske elementer på de kystnære vader og på forlandet langs den sydvestjyske Vadehavskyst. Vadens niveauer og planternes udbredelse svarer til et middelhøjvande på ca. 0,85 m o. D.N.N., og alle koter er angivet i m i forhold til D.N.N. Derunder er tegnet en profil langs linien A—B, der ligger i vestlig retning fra diget. Her er angivet udbredelsen af de vigtigste planter og dyr, som forekommer i sammenhængende bestande. Højderne er også her opgivet i m o. D.N.N.

Fig. 1. A constructed map, showing the typical morphological elements of the tidal flats (waddens) and on the foreland alongside the Waddensea coast of south-western Jutland with a mean high tide of about 0,85 m above Danish Zero Level (D.N.N.). The profile along the line A—B indicates the distribution of the most important plants and animals. The heights are indicated in metres above D.N.N.

strækninger kun ligger 10—20 cm under denne. Det må i denne forbindelse nævnes, at middelhøjvandsliniens niveau omtrent svarer til den morfologiske kystlinie, der ved Vadehavets marskkyster ligger lige neden for marskens erosionskant.

De høje vadepartier ligger i et niveau omkring 60—90 cm over D. N. N. De er bevokset med *kveller* (*Salicornia*) over store områder

i niveauer ned til ca. 65 cm over D. N. N., og i de centrale dele findes tuer af *annelgræs* (*Puccinellia*). Hvis der dannes en sluttet strandengsvegetation, fortrinsvis med annelgræs, vil der efterhånden foregå en sedimentation dels af vadesand, men også af finkornet materiale, der i vegetationen kan fastholdes permanent og efterhånden omdannes til klæg. Når en sådan ø er vokset op, vil den være udsat for en stadig erosion på ydersiden, samtidig med at den vil brede sig ind mod det gamle forland. I det modne stadium opfyldes også den lavning (landprielen), som under hele opvæksten har holdt sig på læsiden af øen, og der er hermed knyttet en ny, såkaldt *klint* til den gamle marsk. Ifølge sin tilblivelse vil klinten være højest ud mod vaderne, som det tydeligt fremgår af såvel kotetallene på kortet som af profilet A—B i fig. 1. Landprielen dræner den opvoksende ø under hele dens udvikling; dette er et meget betydningsfuldt punkt i dannelsen af ny marsk, og man må derfor søge at bibeholde denne naturlige afvandingsrende, indtil øen er omdannet til et modent forland. Slutstadiet på landprielen må være en ret bred kanal, som er i stand til at dræne den sump, der ellers opstår mellem et opvækstområde og det gamle forland. Landprielen har som nævnt sit afløb mod en ret markeret priel — *ebbelejet* — og med undtagelse af enkelte tørre dage er dens bund altid vanddækket. Længere borte fra det gamle forland ligger de lave *sandormevader* (*Arenicola*-vader) i et niveau op til ca. 60 cm over D. N. N. Her findes ingen vegetation med undtagelse af spredte *Spartina*-tuer, der i ret ringe omfang optræder i vort vadehavsområde ned til ca. 40 cm over D. N. N. I lukkede lavninger med konstant vanddækning finder *ålegræs* (*Zostera*). Disse lave regioner gennemstrømmes som nævnt af flade prieler, som viser sig i kurvebilledet til venstre i kortet, men ellers er overfladen normalt jævnt skrånende med ret stor afstand mellem de enkelte kurver.

Vadens *sedimentologiske sammensætning* varierer noget efter niveauet, men dog mest efter beliggenheden i forhold til de høje vade-partier. Vaderne består overvejende af sand domineret af fraktionerne *finsand* (0,250—0,125 mm) og *meget fint sand* (0,125—0,06 mm). På de ydre vader udgør disse fraktioner 95—99 % af det samlede sediment, medens *slikindholdet* (under 0,06 mm) kun udgør 1—5 %. De høje vade-flak nær kysten har gennemgående et lidt større indhold af de finere partikler, men sandgrupper udgør stadig 90—95 %. Først i landprielerne kommer slikprocenten op på 15—20 %; endnu større slikindhold kan man træffe i de gamle åmundinger eller i sumpene bag klinerne. Her kan slikmængden

blive dominerende og stige til ca. $\frac{3}{4}$ af alt sedimentet, men sådanne forhold træffes kun inden for meget små områder, bortset fra en bræmme syd for Rømødæmningen, hvor meget slikholdige sedimenter findes over betydelige arealer (Kaj Hansen 1956). Langt den

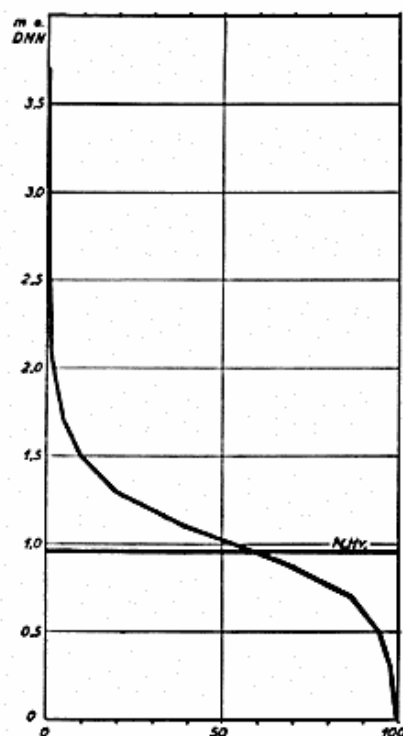


Fig. 2. Den procentvise fordeling af højvandene ved Højer Sluse for perioden 1941—1955. Middelhøjvande (M.Hv.) er i dette tidsrum 0,96 m o. D.N.N. Kun 1% går henholdsvis under 0 og over 2 m o. D.N.N.

Fig. 2. The distribution, expressed in percentages, of the high tide level at the Højer Sluice during the period 1941—1955. Mean high tide is 0,96 m. above Danish Zero Level.

største del af vaderne hører til de to første grupper med over 90 % sandet sediment. I *marskengen*, der altså dannes ved aflejring i den på de høje vader etablerede tætte strandengsvegetation, er den sedimentologiske sammensætning en helt anden end på vaderne. De yderste, høje dele er stærkt sandede med kornstørrelser, der nogenlunde svarer til den kystnære vade, men med en del meget tynde bånd af *klæg* (klæg har samme kornstørrelse som slik og opstår, når denne efter aflejring i vegetationen omdannes ved udtørring). Det sandede, ydre parti vil under opvæksten bortroderes mere eller mindre fuldstændigt, således at en moden marsk-„klint“ overvejende består af vekslende klæg- og sandlag med tiltagende

klægmængde ind mod den tidligere landpriel, hvor man kun træffer enkelte sandlag.

Den simpleste måde ved indvinding af nyt marskland vil være at stimulere den naturlige opvækst på de allerede eksisterende strandengsinitialer eller særligt højtliggende vader med tæt kvellervegetation. Dette kan gøres ved at foretage en grøbling med afløb indad til landprielen og eventuelt foretage mindre faskinforstærkninger på yderkysten. Denne fremgangsmåde har tidligere været meget benyttet — i forrige århundrede især på strækningen fra den nuværende Rømødæmning til Råhede, hvor der er opstået flere mindre nydannelser, der nu fremtræder som uregelmæssige klinger. Arbejdet er som regel udført af lokale landindvindingsselskaber. Selvom der her er opnået en betydelig forøgelse af forlandet, vil det ikke være tilrådeligt at fortsætte med denne metode, der set under en større synsvinkel frembyder en hel del ulemper. Den stærke opdeling af det nuværende forland med uregelmæssige halvøer og vige giver en uforholdsmæssig lang kystlinie, hvor der sker store landtab ved erosion, og et stærkt opdelt forland byder ikke de ældre diger den samme beskyttelse som et bredt, regulært forland. Om en inddigning af et således opstået forland kan der normalt ikke være tale, da der ikke ved de nævnte landvindingsarbejder er taget hensyn til de mellem klingerne liggende lavere vadestrækninger, der enten bestandig vil henligge som lave, sumpede og sure arealer eller først vil kræve en ikke ubetydelig indsats af landvindingsforanstaltninger for at blive omdannet til nogenlunde brugelig marsk. Hertil kommer, at de forskellige mindre områders samlegrøfter vil danne et meget uregelmæssigt system, der igen vil give en meget vanskelig og upraktisk fenne-inddeling, ligesom enkelte af disse foranstaltninger omkring mundingerne af de eksisterende vandløb har gjort fremtidige rationelle reguleringer meget vanskelige.

I det følgende behandles først den såkaldte grøblings betydning som landdannende foranstaltning og derefter faskinlån timers lægivende virkninger på den frie vade, idet der især lægges vægt på at vise, hvordan landvindingen griber ind i den naturlige vade, og hvordan man bør bestræbe sig for at lade disse indgreb følge de naturlige forhold så meget som muligt.

Til slut omtales fremgangsmåder og de resultater, man har opnået på landvindingsområdet omkring munden af Rejsby Å. Her blev i 1953 nogle vadestrækninger udlagt som forsøgsfelt for *De Danske Vade- og Marstkundersøgelser*.

Grøbling.

Grøbling består i, at vaden eller strandengen gennemskæres af et system af parallelle grøfter med en indbyrdes afstand på få meter. Materialet, der opgraves fra disse grøfter eller *grøbler* (holl. Grep-pel, tysk Grütze), lægges op på midten af de mellemliggende agre, således at disse får en hvælvet profil.

Hvorledes og hvornår grøbling er kommet til anvendelse i tidevandsområdet, vides ikke, men det er nærliggende at antage, at det blot drejer sig om en tillempning af en for landbruget fra gammel tid anvendt fremgangsmåde for afdræning af arealer med høj grundvandstand. Grøblelignende systemer kan endnu findes på lavtliggende arealer uden for marskområderne, f. eks. i N. V. Tyskland og i de hollandske tørvepoldere, der ikke er indvundet ved marin tilslikning. Måske er metoden først anvendt i de gamle indigninger, der skabtes på naturligt dannede modne marskarealer, hvor det var vanskeligt at få det overskydende vand bort. Det er tænkeligt, at man derpå har anvendt grøbling på de ubeskyttede forlande for at hindre den naturlige tendens til en uregelmæssig og vidtgående opdeling af tidevandsrender — *loer*; muligvis har man derefter påbegyndt en grøbling på et meget tidligt stadium af marskens opvækst og efterhånden udstrakt metoden til vaderne.

I den forbindelse kan det nævnes, at de gamle *koge* — også de, der er inddiget før midten af 15 hundrede-tallet — er grøblede, hvilket endnu fremtræder tydeligt, selv i dyrkede marker. Dette kan dog ikke umiddelbart tages som bevis for, at de er indvundet ved grøbling, da det her også kan dreje sig om et senere anlagt drænings-system for den inddigede marsk. Selvom det er åbenbart, at grøbling er en meget værdifuld landvindingsmetode, er det vanskeligt at gøre sig helt klart, hvilke fordele der faktisk opnås derved. Den almene opfattelse er dog i så henseende klar nok; grøbling betyder bedre dræning og en hævn af agrene med det opgravede materiale. Ofte anses sidstnævnte virkning for den betydeligste, hvilket understreges i udtrykket: „At grave landet op af vaden“.

Den nævnte opfattelse af grøbling rummer for så vidt alt, men den er som så mange lignende forklaringer summarisk; desuden er den kun delvis rigtig for alle vadetyper og ethvert stadium af landdannelsen, især hvis man lægger for megen vægt på betydningen af materialopgravningen. Det er givet, at man ikke uden videre skal anvende en ensartet metodik på alle lokaliteter og på alle stadier af opvæksten, og man må derfor vente, at der i planlagte landvindingsforetagender kan opnås fordele ved at tilpasse metoderne til de for-

håndenværende forhold. Det skal straks siges, at den praktiske landvinding allerede i ældre tid har anvendt grøblingen på forskellig vis, f. eks. særligt dybe og brede grøbler og smalle agre på lavtliggende arealer, og under opvæksten har man efterhånden ændret grøblernes dimensioner, så de tilsidst optræder som smalle dræningsgrøfter i det modne forland. Der er dog grund til at tro, at man gennem et nøje kendskab til grøblingens virkninger kunne få en endnu bedre tilpasning til den på det enkelte sted givne situation og derved hurtigere stabilisere opvæksten og nedsætte omkostningerne.

Vaderne og de uinddigede marskenge vil alt efter niveauet overskylles hyppigt eller sjældent. De højeste dele af vaden ligger som nævnt omtrent i niveau med middelhøjvandet; de vil blive vanddækkede af ca. 60 % af samtlige højvander og kun være tørre i en eller flere højvandsperioder, når der er fralandsvind eller ved niptid under rolige vejrforhold. Allerede på et ca. 20 cm lavere niveau, d. v. s. omkring kvellerens nedre grænse, dækkes vaden af ca. 85 % af højvanderne (se fig. 2).

Indvandringen af vandet i flodperioden og vandets afstrømning under ebben medfører, at der på vaderne dannes strømlejer, hvis beliggenhed og form er ret konstant. Under flod stiger vandet op over vaderne over en bred front, men trænger dog hurtigst ind mod kysten gennem lavninger, hvis åbninger har retning ud mod det indkommende vand. Disse lavninger er gennemgående brede og flade og fremtræder ikke som tydelige render. De inderste dele af lavningerne er som regel karakteriseret ved forskellige revledannelser, og de afsluttes normalt med en mere eller mindre udtalt barre. Gennem sådanne lavninger, der betegnes som *flodskår* eller *flodlejer*, transporteres en hel del materiale ind mod kysten.

I ebbeperioden søger vandet bort fra vaderne, men følger ikke helt de samme strømveje som floden. Naturligvis søger en væsentlig del af vandet ud over de svagt skrånende flader, men efterhånden som de højeste dele af vaderne bliver tørre, søger vandet ud gennem lavningerne mellem disse. De tidligere omtalte flodlejer modtager en hel del vand fra de omgivende flak, men den nævnte barredannelse, der omgiver et flodlejes øvre ende, vil på et eller andet tidspunkt løbe tør, således at vandet i de indenfor liggende lavninger ikke kan komme ud denne vej. Disse vandmasser holder sig derfor i begyndelsen bag ved de høje vader og finder efterhånden vej ud til dybene på læsiden af flakkene. Sådanne strømlejer, der fortrinsvis fører ebbevand, og som efterhånden bliver til ret mar-

kante vandløb, kan betegnes som *ebbeskår* eller *ebbelejer*. Betegnelsen *priel* (undertiden *lo*) for tidevandsrenderne i vaden gælder sådanne løb med overvejende ebbestrøm.

Kendskabet til flodens og ebbens strømveje over vaderne er endnu ret begrænset og i ringe grad baseret på eksakte målinger. For de højere vaders vedkommende er det den direkte iagttagelse af vandets bevægelser og studiet af bundrelieffet i lavningerne, der er grundlaget for beskrivelsen ovenfor. Da alle lavninger i vaden både fører flod- og ebbevand, er den brugte terminologi ikke helt entydig, men for forståelsen af vandbevægelsen på de højereliggende vader og på landvindingsområderne er det vigtigt at gøre sig klart, at overskylningen og den derpå følgende naturlige dræning ikke følger det samme mønster, og at der er forskel på vadernes strømførende lavninger, sådan at nogle fortrinsvis er indfaldsveje for vand og sediment, medens andre overvejende tjener som afløb.

Afstrømningen af den sidste del af vandet fra de store, jævne vader er langsom og som regel ufuldstændig, dels fordi faldet er meget ringe, og dels fordi den naturlige vadeoverflade har talrige flade pytter og huller, hvori vandet holdes tilbage. Men selvom vadeoverfladen løber tør, er sedimentet helt vandfyldt til at begynde med, og på grund af det ringe terrænfald og den korte ebbeperiode vil grundvandet kun synke få cm ned under overfladen på plateauer og revler, medens de mellemliggende pytter sjældent når at blive tørre. Undtagelser herfra er særligt høje vaderygge og områder, der ligger i nærheden af prieler og lavninger.

Gennemskæres en vade af et grøblesystem, er det første indtryk, at vaden bliver mere tør under lavvande. Det viser sig også, at denne tilstand indtræder hurtigere end på en naturlig vade, idet overfladevandet samles i grøblerne, hvorfra i hvert tilfælde det meste vand fjernes gennem samlegrøfterne.

En tør vadeoverflade synes altid højere end en tilsvarende våd vade, hvorfor et grøblet område alene af den grund antages at være forhøjet og fejlagtigt giver anledning til den opfattelse, at grøblingen straks medfører en forøget sedimentation. Ved opgravningen af grøblerne er agrenes midterparti ganske vist hævet noget, men den opgravede materialmængde må dog ikke overvurderes, især når det drejer sig om de sandede vader, hvor agerbredden sædvanligvis er 6 m og grøblernes dimensioner er 25×60 cm med skråt afskårne kanter. Den opgravede jordmængde bliver da ca. $\frac{1}{8}$ m³ pr. løbende m, hvilket fordelt på en 6 m bred ager giver en forhøjning af overfladen på ca. 2 cm i gennemsnit. Så vidt muligt søger man at pla-



Fig. 3. Nygrøblet vade med en agerbredde på 6 m. Grøblingen sker med plov, og bag denne skimtes landprielen, der her virker som samlegrøft.

Fig. 3. Newly ditched wadden, which has been ditched by means of a plough.

cere materialet fra grøblerne i en vold midt på agrene. Denne udprægede reliefændring er i almindelighed af kort varighed på de sandede vader. Sandmaterialets modstandskraft over for strøm- og bølgepåvirkning er ringe, således at overfladen hurtigt udflades og agrene kun står tilbage som svagt hvælvede forhøjninger og grøblerenderne som flade, brede lavninger. Ved et forsøg i Rejsby i efteråret 1953 viste det sig, at et grøblesystem med render på 30×60 cm i løbet af 6 uger på den ubevoksede del af vaden blev udjævnet så meget, at dybden kun var 4—5 cm midt i renderne og bredden godt 100 cm. Sættes gennemsnitsdybden til ca. 2 cm, vil det sige, at kun ca. $\frac{1}{50}$ m³ af materialet er blevet tilbage på ageren pr. løbende m, hvilket giver en meget lille forhøjning på midten. Selv ganske betydelige, opgravede sandmængder formår ikke at give noget større forøgelse af agrenes midterparti på den rå sandvade. Dette fremgår af et tilsvarende forsøg med en agerdmension på 30×100 cm, altså en opgravet jordmængde på næsten $\frac{1}{3}$ m³ pr. løbende m. I dette tilfælde udjævnedes grøblen til 6×140 cm, svarende til ca. $\frac{1}{25}$ m³ materiale.

Spørgsmålet bliver da, om denne meget stærke udjævning af grøblerne gør dem nytteløse på de nøgne, sandede vader. Dette er dog ingenlunde tilfældet; det viser sig, at selv de svage niveauforskelle mellem agrene og de udjævnede grøbler medfører udprægede ændringer i afløb, grundvandsforhold og overfladestruktur.

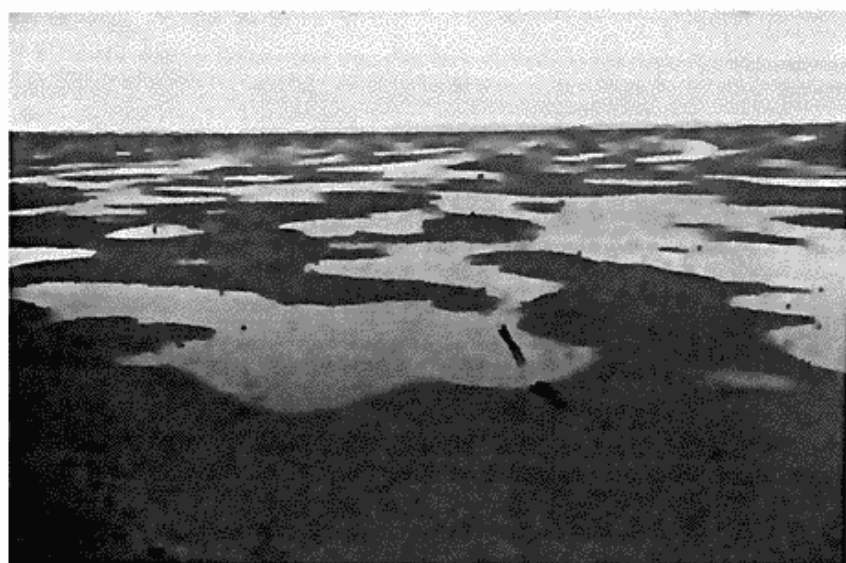


Fig. 4. En naturlig pytvade dannet ved sammenspillet mellem bølgeslags-erosion og indvandrende revler. Niveauforskellen mellem pytternes bund og „plateauerne“s overflade er kun et par cm. På grund af den dårlige dræning og den hyppigt skiftende konfiguration får overfladen ikke samme faste karakter som på en grøblet vade (sammenlign fig. 6).

Fig. 4. A natural „puddle“-wadden formed as a consequence of the interplay between wave erosion and sand bars moving towards the coast. Owing to the bad drainage and the frequently shifting configuration, the surface does not get the same firm character as on a ditched wadden (compare fig. 6).

Det materiale, som efter opgravningen aflejres i grøblerne, har ikke samme kompakte truktur som den naturlige vadebund, men nærmest karakter af flydesand med en langt større vandkapacitet. Denne tilstand bevares meget længe, og det er en gammel erfaring, at naturlige eller kunstige render på vaderne, som er tilsandede og reliefmæssigt tilsyneladende helt forsvundet, stadig kan spores som bløde partier med stor vandfylde i sedimentet, selvom dettes kornstørrelse ikke afviger fra omgivelsernes (se fig. 5).

Det umiddelbare indtryk af forskellen mellem en naturlig vade og en tilsvarende grøblet, selv hvor renderne næsten er udjævnede, er, at vandet fra sidstnævnte forsvinder hurtigst; det sidste overfladevand samles i grøblelavningerne, hvor vandstanden er langsomt synkende under resten af ebber. I modsætning til den naturlige vade, hvor overfladen er opdelt i talrige pytter og plateauer, og hvor kun de sidstnævnte bliver tørre under ebber, er en procentvis meget større del af den grøblede vade, nemlig det meste af agrene, tør. Sænkningen af grundvandspejlet i agrene og på de naturlige plateauer skyldes sikkert i stor udstrækning den fordampning, der

foregår fra den fugtige vade; det forhold, at et grøblet område hurtigt befries for overfladevand, bevirker, at fordampningen kommer til at tære på grundvandet i en længere periode under lavvande end på pytvaden, hvor ca. halvdelen af overfladen ikke løber helt tør. Resultatet bliver derfor, at den delvis udjævnede, grøblede vade får en større sænkning af grundvandet under hvert lavvande end den ugrøblede vade.

En nærmere undersøgelse af forskellen mellem den grøblede og ugrøblede vade viser desuden, at grundvandet under ebben synker til et noget lavere niveau i agrene end i pytvadens plateauer. Dette er formentlig en vigtig årsag til, at agrenes overflade virker fastere end de naturlige vaders tørre partier, og dette gør dem mere modstandsdygtige for erosion og giver bedre mulighed for udvikling af et konstant alge-diatomelag i overfladen (E. Wohlenberg, 1954).

En anden forskel mellem grøblet og ugrøblet vade er en tilsyneladende større konstans i relieffet på den førstnævnte. Når den nygrøblede, ubeskyttede vade nogle gange har været udsat for urolige vandforhold, er grøblerne udjævnede til det tidligere omtalte format, men dette svage relief holder sig meget længe og slettes kun sjældent fuldstændigt; dette skyldes sikkert, at strømmen over vaden koncentrerer sig i disse gennemgående lavninger og undertiden forårsager, at de igen træder tydeligt frem. På de fleste pytvader er forskellen i resistens mellem pytter og plateauer ikke nær så udtalt, hvorfor pytternes beliggenhed og form stadig ændres. På nogle højtliggende vader er pytternes omfang dog nogenlunde konstant i lange perioder, og her får de mellemliggende plateauer en fastere og mere modstandsdygtig overflade af lignende udseende som agrenes.

De her meddelte iagttagelser og undersøgelser er foretaget på vader, der ligger ca. 10—25 cm under middelhøjvandslinien, men som endnu ikke har de for den begyndende naturlige marskdannelse særlige overflade og biologiske forhold. Disse vader ligger noget højere eller har bedre naturlige afvandingsforhold end de egentlige sandormevader (se fig. 1), selvom sandorme også forekommer her i et vist omfang. Niveauforholdene tillader kvelleren (*Salicornia*) at vokse her, men den er ikke udbredt overalt og forekommer nogle steder kun i meget spredt bevoksning. Sedimentet er overvejende sand, og betydelige arealer har karakter af pytvader. Grunden til netop disse vaders særlige interesse er, at langt den overvejende del af de arealer, der skal bearbejdes, hvis man går i gang med større landvindingsforetagender, har denne karakter, medens de endnu



Fig. 5. En næsten udslettet grøblerende giver sig til kende ved sedimentets store vandindhold. Billedet viser to rækker fodspor; til venstre på ageren, hvor der kun samles lidt vand i selve fodsporene og til højre i en opfyldt grøblerende.

Fig. 5. A ditch which has practically disappeared makes itself known through the big water content of the sediment.

højere liggende vadestrækninger med begyndende marskopvækst er af mindre omfang og umiddelbart lettere at indvinde.

Hidtil har omtalen kun drejet sig om den første grøbling af naturlige vader, og bortset fra de nævnte ændringer i overfladens dræningsforhold og struktur har de hidtidige undersøgelser ikke vist væsentlige forandringer af vaden ved grøbling. Således har der ikke på forsøgsfeltet kunne påvises, at de grøblede områders gennemsnitlige niveau er hævet synderligt i forhold til de ugrøblede områder; muligvis er der foregået en mindre sedimentation af materiale, der er kommet andetsteds fra, men i så fald drejer det sig kun om få mm. Man har heller ikke med sikkerhed kunnet konstatere, at pionerplanten *Salicornia* foretrækker agrene på de nygrøblede arealer frem for tilsvarende pytvaders plateauer, men iagttagelserne har pågået under en relativt kort periode, og desuden kan en grøbling, især hvis den foretages om foråret, medføre en beskadigelse og løsrivelse af et betydeligt antal kimplanter, og på sparsomt bevokset vade kan dette i første omgang virke stærkt forringende på bestanden. Der er dog noget, der tyder på, at det på agrene etablerede diatomelag allerede på et tidligt stadium kan fastholde lidt materiale.

Et synligt bevis for, at grøblingen medfører en ændring på vaden, er en fortrængning af sandormen, hvis tilstedeværelse på vaderne røbes af ekskrementhobene og de karakteristiske små, tragtformede huller i overfladen på de steder, hvor den suger overfladematerialet med dets indhold af mikroorganismer til sig. Selv den første grøbling viser en tydelig tilbagegang i antallet af individer på agrene, medens de tilsyneladende trives godt i renderne. Dette må tages som bevis for en større fasthed i overfladematerialet, hvilket medfører, at sandormen ikke kan suge det til sig. For de udjævnede grøbleområders vedkommende kan det i hvert tilfælde ikke skyldes, at vaden tørrer ud helt ned til sandormens opholdssted, da vandet kun synker nogle få cm under overfladen.

Efter den første behandling af en vade bør man grøble igen allerede det følgende år, og i mange tilfælde vil der da vise sig en meget tydelig ændring, sammenlignet med den ugrøblede vade. Den ved de første grøbninger forårsagede styrkelse af ageroverfladen medfører, at de nye grøblerenders oprindelige profil bevares noget bedre end tidligere. Det på ageren opgravede materiale udjævnes ret hurtigt og fordeles over denne i et tyndt lag, men den mere fuldstændige udtørring under ebben og de forbedrede livsmuligheder for diatomeerne medfører, at der ret hurtigt dannes en ny overfladeskorpe. På de steder, hvor den gamle skorpe er bevaret, er der altså nu flere modstandsdygtige lag i de øverste få mm eller cm. Hvor udviklingsforløbet er som ovenfor beskrevet, har ageren nu en svagt buet, næsten jævn overflade. Det i anden og følgende omgange opgravede materiale vil normalt indeholde lidt mere finkornet sediment end de almindelige vader, fordi det over vaderne transporterede fine materiale fortrinsvis samles i grøblerne. Fint, helst leragtigt materiale vil ved udtørring på ageren delvis dehydreres irreversibelt og derved styrke overfladen. Forholdene på de grøblede områder er nu stærkt afvigende fra de ugrøblede, selvom niveauet ikke er ændret ret meget. Den normale tidevandsstrøm kan ikke længere bevæge overfladematerialet, og bølgeslaget danner ikke store, flade pytter på agrene, men som regel relativt små huller med stejlt afskårne kanter, hvor man lige som ved randen af grøblerne tydeligt ser de gamle „overflader“, og større erosionshuller dannes fortrinsvis i grøblerenderne. På udsatte steder kan bølgeerosion dog medføre en næsten fuldstændig oprivning af agrenes overflade, og her er læforanstaltninger nødvendige for at igangsætte landdannelsen. Hvis der ikke i forvejen findes en naturlig kvellerbestand på vaden, skulle der efter disse første grøbninger være skabt mulighed



Fig. 6. Bølgeslagserosion i et grøblet område, 1956. Man ser her, hvordan erosionshullerne på agrene står med skarpe kanter på grund af det faste overfladelag. Grøblerenderne, der er opgravede 1954 og 1955, er nu delvis tilsandede, men virker dog endnu som markerede dræningsrender. Kvelleren er den eneste makroskopiske vegetation. Mange steder ses kvellerplanterne at stå midt i erosionshullerne, og de er endog ofte årsagen til ødelæggelsen af overfladen.

*Fig. 6. Wave erosion in a ditched area. Here it is seen how the erosion holes in the fields appear with sharp edges on account of the firm surface layer. At many places *Salicornia* is seen growing in the middle of the erosion holes, and often these plants are even the cause of the destruction of the surface owing to the eddies around the plants.*

for plantens indvandring. En tæt kvellervegetation vil være af stor værdi for stabiliseringen, medens en spredt vegetation ofte kan have den modsatte virkning, idet der omkring de enkelte planter opstår erosionshuller.

På nuværende stadium kan grøblefeltet kun betragtes som tempo-
rært stabiliseret. Hvis den arbejdsmæssige indsats opgives, må man regne med, at størstedelen af arealet i løbet af få år igen antager karakter af naturlig vade. Anderledes forholder det sig, hvis det lykkes at etablere et plantedække af flerårige strandengplanter, først og fremmest af *annelgræs* (*Puccinellia*). Planten kommer nogle steder af sig selv, når niveau og vandforhold er passende, men den naturlige indvandring, der ofte skal gå mod den fremherskende vind- og strømretning, d. v. s. udad fra kysten, er åbenbart vanskelig. Annelgræssets stabiliserende og sedimentationsfremmende egenskaber er betydelige, og med et nogenlunde godt græsdække kan selv

et misrøgtet landvindingsfelt klare sig ret godt; dog må man i så fald vente et betydeligt tab ved erosion på de ydre partier, og udviklingen vil i det hele taget følge den naturlige marskopvækst (litt. B. Jakobsen).

Det fremgår af ovennævnte beskrivelse, at grøblingens betydning under landvindingens første stadier hovedsageligt ligger i den forbedrede dræning af vaderne, medens højnelsen af agrene kun spiller en mindre rolle. Efterhånden som agre og grøbler stabiliseres, og *Salicornia-Puccinellia*-vegetationen bliver nogenlunde dækkende, kommer sedimentationen til at spille en større og større rolle. Grøblerne vil i udstrakt grad fungere som sedimentfælder, hvorfra materialet opgraves på agrene, og her kan også det af vandet medførte materiale nu aflejres og fastholdes i vegetationen. Normalt vil der også påbegyndes en sedimentologisk ændring af jordbunden, idet der foruden det sædvanlige vadesand også kan fastholdes finkornet og rent organisk materiale. Her er der en tydelig modsætning til de naturlige vader, hvor man hyppigt træffer fint materiale som mere eller mindre flokulerede klumper og flager eller som ekskrementboller fra mollusker. Som regel er dette materiale koncentreret i lavninger og mellem rippler, men det forsvinder igen ved strøm og bølgevirkning. På landvindingsfeltet bliver dette sediment fastholdt og omdannes under indflydelse af udtørringen under lavvande til den sædvanlige marskklæg. Denne kommer også til at indeholde betydelige mængder sand, men er alligevel meget mere erosionsresistent end vadesedimentet.

Når det er lykkedes at etablere en delvis bevokset vade, er den egentlige marskdannelse i gang, og grøblesystemet må nu vedligeholdes for at bevare de nævnte gunstige forhold. Efterhånden som niveauet stiger, overskyldes agrene mindre hyppigt, og den daglige tidevandsbevægelse foregår kun i renderne. På mange lokaliteter synes den største materialmængde at forekomme med vandstigninger over middelhøjvandsniveauet, hvorfor agrene stadig modtager en væsentlig del af sedimentet direkte; men alene for at vedligeholde dræningen, der har stor værdi for at undgå forsumpning og svækelse af vegetationen, må grøblerne stadig oprenses.

Endelig kan rendernes værdi for en hurtig oversvømmelse under flod være af betydning. Den vandfront, der bevæger sig op over vaderne, skrider frem med ca. 15—25 cm/sec., men i grøblerne vil vandet koncentreres og får derved et hurtigere forløb og en større transportevne. Når vandet fra grøblerne stiger op over agerkanterne, vil hastigheden aftage, og hvis agrene desuden er bevoksede, vil det

medførte materiale aflejres næsten fuldstændigt. Når vandet falder igen, vil det synke roligt over agrene, således at bortfjernelsen af materiale herfra er meget ringe.

På de naturlige vader forekommer den største sedimentation på lokale vandskel, hvor opgående vand fra to sider mødes. På landvindingsfelterne og især på sådanne, hvor det almindelige agerniveau er hævet noget over normal vadehøjde, optræder agrene som talrige småvandskel, hvilket giver en mere jævn fordeling af sedimentet end på den naturlige vade.

I almindelighed anses det for værdifuldt, at det opgravede materiale placeres som en vold på agerens midte; dette er for så vidt rigtigt, da der ved vandets udjævnende virkning fremkommer en passende buet agerprofil. Opgraves grøblerne med maskinplov, kan det være noget vanskeligt at få det opgravede materiale placeret midt på agrene, men det er nu lykkedes at fremstille en fuldt tilfredsstillende grøbleplov til dette arbejde. For de eksponerede sandvaders vedkommende, hvor selv store, håndopgravede agerrygge i de første faser hurtigt udjævnes, er der derfor ikke grund til at stile mod en markant vold, der vanskeligt kan frembringes af grøbleploven. Voldenes kortvarige eksistens gør også deres lævirkning problematisk. På de nævnte vader er dræningen den vigtigste virkning i de første faser, og det viser sig, at vegetationen ikke fortrinsvis etablerer sig på toppen af agrene og især ikke, hvis det opgravede materiale bevarer voldkarakteren. Sædvanligvis trives planterne bedst langs med kanterne af grøblerne, hvilket også stemmer med forholdene ved de naturlige render. Det er vanskeligt at forklare, hvorfor høje agerrygge ikke tiltrækker vegetationen, et forhold, som også kendes fra veludviklede landvindingssystemer. For nærværende kan man pege på tre faktorer, der kan have betydning i den forbindelse: a) Udtørringen på højt opragende volde kan være for kraftig, især da disse periodisk ikke oversvømmes i dagevis, hvilket måske kan forårsage for store svingninger i saltkoncentrationen; b) Voldinger, der ikke hurtigt nederoderes, får et meget fast og glat algetæppe, hvor kimplanter og udløbere vanskeligt kan få rodfæste; c) Undertiden findes store algemængder drivende i Vadehavet, under høj vandstand kan disse aflejres på de høje agerrygge, hvor de i lange tider ligger som halvtørre, faste dækker. Det er nogle gange iagttaget, at den sparsomme vegetation på ryggen helt er blevet ødelagt af sådanne algeaflejringer.

Hvis man under landvindingen ønsker at inddrage områder, der ligger for lavt til, at en ringe forhøjning af overfladen eller en for-

bedring af afløbsforholdene kan give betingelse for vegetationens indvandring, må de første grøblinger stile mod opgravning af så meget materiale, at det nødvendige niveau opnås. Dette kan ifølge det foregående meget vanskeligt lade sig gøre på åbne vadestrækninger med overvejende sand. Forudsætningen for, at det opgravede materiale kan bevares på agrene, er enten, at der er megen læ for strøm og bølgevirkning, eller at sedimentet har et betydeligt indhold af fint slikmateriale, således at det har stor sammenhængskraft, som yderligere vil forøges ved udtørningsprocesserne. I praksis betyder det, at denne anvendelse af større grøbler fortrinsvis bruges i lavtliggende områder i læ af klinger eller meget højtliggende vade-flak, helst med begyndende opvækst. På sådanne lokaliteter, f. eks. de omtalte landprieler og i bugter og gamle åmundinger er sedimentet i forvejen ret „fedt“. Det faktiske niveau kan være ret højt, men på grund af de vanskelige afdræningsforhold løber de sjældent tørre ved ebbe. Tilstandene på sådanne steder kan derfor forbedres meget, hvis man blot sørger for god afvanding, men dette er meget vanskeligt, hvis man ikke samtidig eller i forvejen gennem landvindingsforanstaltninger har kontrol over de omkringliggende vader.

I disse slikfyldte lavninger er metoden den, at man graver meget brede og dybe grøfter, f. eks. indtil 2 m brede og 25 eller 50 cm dybe, og eventuelt anvendes kun en agerbredde på 4 m. Derved dannes et system af meget høje agre, hvor vegetationen eventuelt kan indvandre, og de dybe grøbler danner gode sedimentationsbassiner, hvorfra yderligere materiale kan opgraves. Efterhånden kan man så formindske grøblernes dimensioner, således at systemet antager det sædvanlige udseende. Er området meget lavtliggende, kan det anbefales at lægge alt materialet fra to grøbler på een ager, der således forhøjes noget, medens hver anden ager ikke forhøjes. Når de høje agre derpå er stabiliserede, kan man anbringe alt det opgravede materiale på de resterende agre, indtil hele området er i ensartet opvækst.

I det danske vadehav har man ikke hidtil forsøgt at drive landvinding på meget lave, yderligt liggende vader, der normalt overvejende består af sand. Den omtalte metode med opgravning af store materialmængder vil her kræve bygning af kraftige lælånninger i form af slikgårde, og denne metode vil, sammenlignet med landvindingen på de højere vader, være meget kostbar.

Den hidtidige landvinding langs med Sønderjyllands marskkyst har som nævnt været lokale foretagender af mindre omfang. Man

har fortrinsvis koncentreret sig om at vinde de højestliggende vade lige uden for kysten og kun drevet landvinding mellem dem og den gamle forlandskant for at få landforbindelse til de nyvundne arealer, medens man ikke har gjort noget ved de resterende, lave områder.

I fremtidige større landvindingsforetagender, der bør planlægges og udføres som større enheder, må man sørge for at vinde sådanne lave arealer samtidig med de store ydre flak, først og fremmest for at få større, sammenhængende arealer. Man må samtidig stile imod, at den niveaumæssige og jordbundsmæssige forskel mellem den marsk, der opstår på de høje vade-flak, og den, der dannes i de lave, kystnære lavninger, ikke bliver så stor som ved de ældre landvindingsforetagender. Også derfor er det nødvendigt at få de lave og sumpede områder med fra begyndelsen. Det finkornede materiale i disse bugter og landprier udsættes ved tørring og belastning for en meget betydelig skrumpning i forhold til det meget sandblandede sediment på de ydre opvækstområder, og det gælder derfor om, at denne proces igangsættes på et ret tidligt stadium, således at der stadig kan tilføres sediment til at erstatte denne reduktion af niveauet. Hvis man, hvad der sædvanligvis har været tilfældet, først på et sent stadium grøbler i landprieren, vil man være tilbøjelig til at opgive den store, arbejdsmæssige indsats, så snart en nogenlunde god landforbindelse med de ydre, højere områder er etableret. Det lave områdes jordbundsmæssige udvikling bliver derfor ikke fuldført, og der er en tydelig tendens til, selv på steder, hvor de høje dele af klinterne vedligeholdes godt, at lade de indre lave dele forsumpe. Der tilføres her stadig en del sediment under store højvander, men det synes kun nogenlunde at holde trit med skrumpningen. Hvis man derimod i en lang periode vedligeholder dybe og brede grøbler her, er der mulighed for at få oparbejdet et højere niveau, end tilfældet er ved de nuværende klinter. Dehydrering og andre jordbundsudviklende processer, bl. a. under indvirkning af plantedækket, vil også kunne finde sted over en længere periode end hidtil og under gunstigere dræningsforhold. Hvis man tænker på i fremtiden at inddige de vundne marskområder, er det dobbelt vigtigt, at en væsentlig del af skrumpningen er tilendebragt allerede under dannelsen, ligesom dræningen af et inddiget areal lettes meget, hvis niveauforholdene ikke er for uensartede. Om det også er muligt at fremme en mere homogen sedimentologisk sammensætning af indvundne arealer, end tilfældet nu er, må endnu betragtes som problematisk.

Til et grøbleområde vil man normalt knytte en eller flere større afløbsrender, samlegrøfter, som ofte er placeret således, at et afsnit af grøblesystemet har alle grøblerne mundende ud i en på systemet tværgående samlerende; eventuelt ledes vandet herfra videre til en større samlegrøft, der sluttelig fører vandet ud til naturlige lavninger eller prieler. Visse steder kan man i begyndelsen klare sig uden samlegrøfter, hvor der fra det grøblede areal er et godt fald ned mod en naturlig lavning — f. eks. hvor landprielerne er veludviklede inden for høje flak.

Samlegrøfterne er forudsætningen for, at man får den fulde udnyttelse af grøblevirkningen, hvorfor det er meget vigtigt, at man ved udarbejdelsen af en landvindingsplan og senere under udførelsen har opmærksomheden rettet mod at placere samlegrøfterne således, at de dels har passende fald, dels ikke tilstoppes af de indgående vandmassers revle- og barredannelser. Den rette placering volder ofte store vanskeligheder og ganske særligt i landvindingens første periode, hvor samlegrøfterne anlægges på den rå vade og derfor er udsat for hurtigt at få udjævnet profilet ligesom de første grøbler. Dette er mere katastrofalt end for grøblernes vedkommende, og som det fremgår af den tidligere beskrivelse, kan selv udjævnede grøbler bevare en vis positiv virkning, medens samlegrøfterne, der er afledningskanaler for større arealer, praktisk taget er uden værdi i opfyldt tilstand.

For at planlægge et landvindingssystem må man først og fremmest have et godt kendskab til vadens topografi, men forholdene er ikke altid så enkle, at man kan planlægge grøbler og samlegrøfter alene under hensyn til terrænhældningen. Visse steder er det dog forholdsvis let at anlægge et områdes dræningssystem, f. eks. hvor højtliggende vader er adskilt fra forlandet ved den tidligere beskrevne landpriel. Et naturligt dræningssystem placeres her bedst således, at grøblerne som tidligere omtalt har afløb til landprielen. Efterhånden som grøblingen fortsættes ud i landpriellavningen, indsnævres denne og erstattes snarest muligt med en samlegrøft. Da landprielens forbindelse til større, udadgående priellavninger ikke altid er særlig god, således at landprielsystemet under lavvande er helt eller delvis uden afløb, må man skaffe afløb videre ud; dette kan ikke gøres uden ret store og bekostelige anlæg, hvilket er hovedårsagen til, at de tidligere lokale landvindingsforetagender langs med den sønderjyske marskkyst har de lave, vandlidende områder mellem opvækstområdet og det ældre forland. Hvis samlegrøften i landprielen ikke kan ledes frem til et naturligt løb, må man nøjes

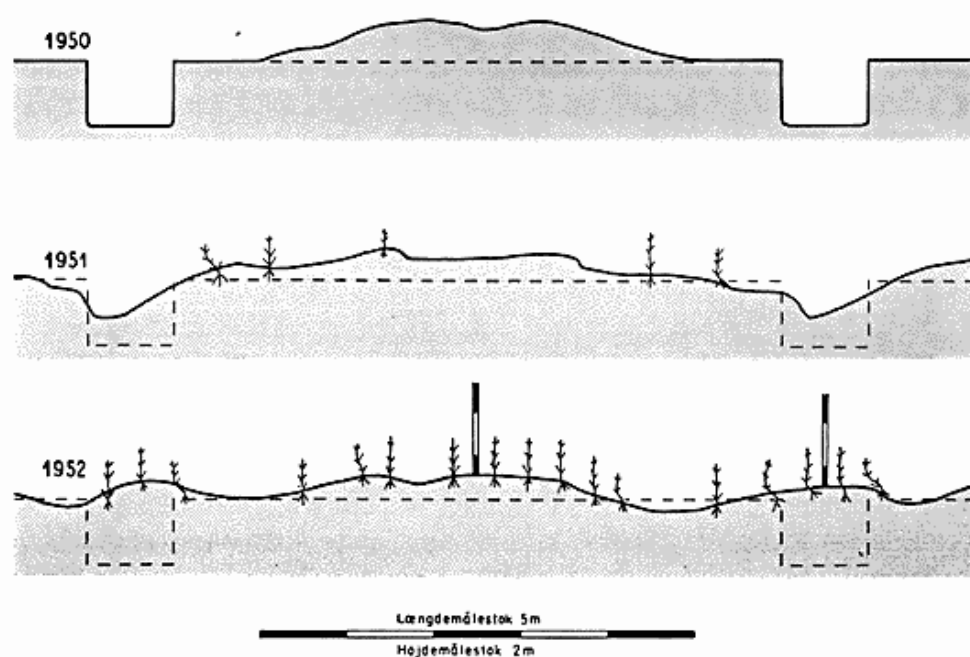


Fig. 7. Profilændring af en grøblet vade ved erosion og revlevandring — fra højre. Den efterhånden ret tætte kvellervegetation forhindrer ikke en fortsat forskydning af rygge og lavninger, hvilket fremgår af, at planterne på læsiden af ryggen er delvis begravede, medens de på stødsiden undertiden er løsrevne. De indtegnede stokke har en lignende placering som på fig. 8.

Fig. 7. Alteration of the profile of a ditched wadden, caused by erosion and moving of mega ripples — from the right. The sticks which have been sketched in have a similar position as that shown in fig. 8.

med at føre en større samlekanal ud gennem et højere vadeområde; dette kan kun gøres i forbindelse med opgrøbling af vader, således at området stabiliseres.

Man kan vanskeligt give almene retningslinier for grøbblers og samlegrofters placering, da terræn, vandbevægelse og sedimentvandring varierer fra sted til sted. Foreløbig skal kun omtales forskellige erfaringer ved undersøgelser på landvindingsfelter i det sydlige Vadehav, herunder Rejsby-området.

På det relativt højtliggende vader, hvor landvinding nu finder sted, er grøblesystemets retning som tidligere omtalt normalt nogenlunde vinkelret på kysten. Det viser sig, at de inderste dele af et sådant grøblesystem omtrent fra vadens højeste parti og ind mod landprielområdet fungerer upåklageligt, idet der her er naturligt fald og ingen væsentlig sandvandring. Ligeledes stabiliseres i dette område hurtigt en tæt vegetation. Anderledes forholder det sig for den del af grøblesystemet, der anlægges ud over midterpartiet af den høje vade. Ganske vist er her et naturligt fald udad, men dette



Fig. 8. Grøblet kvellervade. I baggrunden er den oprindelige forskel mellem grøbler og agre bevaret. I forgrunden, hvor der foregår en revlevandring, er der nu kvellerbevoksede rygge i tidligere grøbler, medens agerryggene er delvis udjævnede. Stokkene angiver henholdsvis midten af ager og grøble, jvf. fig. 7.

Fig. 8. Ditched wadden with Salicornia herbacea (Danish: kveller). In the background the original difference between ditches and interjacent fields is preserved. In the foreground, where a moving of mega ripples takes place, ridges covered with Salicornia herbacea are now found in previous ditches, while the field ridges are partly eliminated. The sticks indicate the middle of the field and the middle of the ditch, respectively, compare fig. 7.

områdets ringe overfladestabilitet og tendensen til revledannelse medfører, at grøbleprofilen udfladiges, og at den ydre ende hurtigt fyldes med sand, der indvandrer udefra. Den bedst fungerende del af dette ydre grøbleområde er et bælte umiddelbart uden for det høje vadeblaks midterparti. Derimod er de højeste dele af vaden ofte præget af lange, relativt markante revler, som undertiden danner lange rygge parallelt med kysten, og disse revler, der naturligvis gennemgraves ved grøblingen, opstår igen, i hvert tilfælde så længe der endnu ikke er dannet et tæt vegetationsdække udenfor, og dette skal endog helst bestå af annelgræs, da større sandrevler i denne zone tilsyneladende ikke hæmmes særligt af kveller. Det vil altså sige, at man kun kan skaffe afløb ind til landprielområdet ved meget hyppigt, helst flere gange om året, at opgrave den høje vades midterparti.

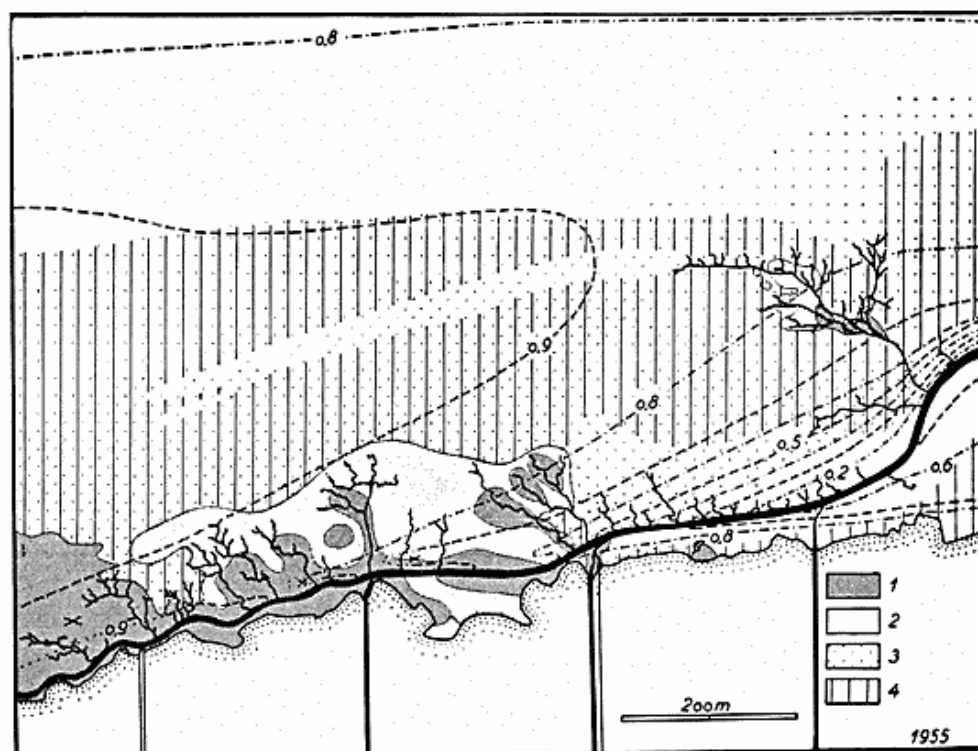
For at undgå at lede vandet gennem denne ryg vil det være nærliggende at forsøge at anlægge en eller flere samlegrøfter parallelt med landprielens, men uden for vadens højeste parti, hvor der synes

at være en konstant svag lavning, der må tydes som begyndelsen til en ny landpriel. Det ideale ville være at anlægge en samlegrøft vinkelret på grøblesystemet med forbindelse til grøblernes ydre ender, men dette kan ikke lade sig gøre på en ubeskyttet vade. Som det senere skal omtales, må dette gøres i forbindelse med opsætning af lælån timer og eventuelt i tilknytning til en grøbling af den endnu lavere vade udenfor.

Den naturlige grøbleretning er altså i almindelighed på tværs af vaderyggenes længdeakse og i hvert tilfælde omtrent i retning mod det indgående vand. Sandtransporten, der i stort omfang foregår som revlevandring, medfører som nævnt, at en afvanding udad stort set er umulig. Alligevel er denne placering af grøblerne langt at foretrække for et system vinkelret her på, altså i sandrevlernes længderetning. I så fald bliver grøblerne ikke alene udjævnet ved erosion og af den indgående materialvandring, men den ved grøbling skabte overfladeprofil vil eventuelt forstærke revledannelses-tendensen, og efterhånden vil de langsomt vandrende revler helt udlette den oprindelige grøble-agerprofil, således at man på et givet tidspunkt kan finde revler på tidligere grøbblers plads og lavninger på agrene. Dette forhold er undersøgt på den høje sandvade Paj-sand nord for Rømødæmningen. Fig. 7 og 8.

I visse tilfælde har der vist sig vanskeligheder med at bevare samlegrøfter, der ikke blot har et betydeligt fald, men også anlægges ned mod relativt markante strømlejer; dette forhold er endnu ikke nærmere undersøgt. Udjævningen af samlegrøften i et sådant tilfælde skyldes formentlig, at der enten foregår en revlevandring langs med kanten af visse strømlejer, eller at den del af et leje, man har ført samlegrøften ned til, nærmest har flodskårskarakt er med overvejende indgående vand og deraf følgende overskud af sand-sedimentation.

Af ganske særlig interesse er problemet vedrørende bortledning af vandet fra de lave områder langs med kysten, hvortil der føres vand fra mindre åer og bække. Hvis der ikke er umiddelbar forbindelse til større, konstante prieler, er vandets afløb i ebbeperioden ikke blot et spørgsmål af betydning for den eventuelle landvinding, men i lige så høj grad for marskområderne omkring vandløbenes nedre løb. Vanskeligheden ved at få ferskvandet til at løbe ud over vaden kan være betydelig, hvilket erfaringerne fra Brøns og Rejsby Å viser. Vaderne uden for disses munding er tærskler med niveauer på henholdsvis 50—60 cm og 60—70 cm over D.N.N., hvilket kun er 15—35 cm under det stedlige middelhøjvandsniveau.



Afløbet sker som en meget fladvandet strøm, der ikke formår at erodere et afløbsleje gennem tærsklen, selv hvor vandet umiddelbart udenfor samles i en markant priel (se planche 1). Årsagen hertil er, at de kræfter, der opbygger de højere vader, er langt stærkere end åvandets erosionskraft. Dette forhold er gjort til genstand for forskellige undersøgelser for Rejsby Å's vedkommende i nær tilknytning til landvindingen. Endnu er man ikke nået til helt almengyldige metoder for en enkel løsning af landvindingsproblemet, hvorfor dette forhold vil blive omtalt senere under beskrivelsen af forsøgsområdet ved Rejsby.

At det ikke blot er vandføringen, der er afgørende for vandløbenes afløbsmuligheder, viser forholdene ved et så ubetydeligt vandløb som Råhede Bæk. Denne udmunder i en landpriel inden for høje flak med naturlige, nydannede marsk-øer; bunden af landprielen ligger i niveauet 40—50 cm over D.N.N., men står uden tærskel mod nord i direkte forbindelse med en større priel på nordsiden af Hviding Nakke.

Ved de eneste betydelige vandløb i det sydlige vadehavsområde — Brede Å og Vidå — der begge har gravede udløb, for Vidåens vedkommende støttet af betydelige låninger, er det vanskeligt at sige, om de oprindelige, naturlige munding har haft barrierer nær ved kysten, eller om de har haft en naturlig fortsættelse i prieler. Under de nuværende forhold er det ikke let at blive klar over, hvilken rolle de nævnte åers relativt betydelige vandmasser spiller for tilvejebringelsen af nogenlunde dybe afløb.

De øjeblikkelige afløbsforhold ved disse åer er langt bedre end ved Brøns Å og Rejsby Å; uden for Ballum Sluse og Højer Sluse kan vandstanden ved lavvande synke et godt stykke under 0,0 D.N.N. Dette medfører, at landprierne inden for de omkringliggende høje vader får gunstige afvandingsmuligheder ned til åkanalerne, og på grund af det ret stærke fald fremtræder de her som markante prieler og ikke som de sædvanlige brede lavninger. Når vandstanden i landprierne kan synke til omkring 0,0 D.N.N. eller endnu lavere, bliver der et betydeligt fald fra de høje vader ned mod prielen, hvilket kan give anledning til dannelse af sideprier. Denne meget betydelige dræning gør, at den naturlige indvandring af planter foregår på et lavere niveau, end hvad ellers er tilfældet (se fig. 9).

De gode drænings- og opvækstmuligheder omkring åmundinger med gode afløbsforhold giver naturligvis glimrende betingelser for grøbling, hvorfor fremskaffelsen af gode, dybe afløbsrender for åerne er af den største betydning for landvindingen.

Lån timer.

I de fleste tyske og hollandske landvindingsforetagender anvendes lån timer i meget betydeligt omfang, idet man i disse egne opdeler landvindingsområderne i relativt små, delvis lukkede bassiner. Disse såkaldte *slikgårde* indrammes af høje, tætte faskinlån timer, og ved hjælp af mindre faskinværker eller jor ddæmninger opdeles slikgårdene ofte igen i mindre sektioner. Vaden inden for slikgården grøbles, og et system af hovedgrøfter sætter de enkelte afsnit i forbindelse med en større samlegrøft.

Formålet med dette betydelige anlægsarbejde er at skaffe så tilpas rolige vandforhold, at langt den største del af det af vandet medførte materiale bundfældes og ikke igen fjernes ved strøm og bølgeerosion, hvilket netop er ulempen på de fleste åbne vader, hvor i hvert fald det finkornede materiale sjældent aflejres permanent. Man opnår desuden, at grøfter, agre og samlegrøfter ikke udjævnes i samme grad af bølgeslaget som på de tidligere omtalte åbne vader. Grøblerne i slikgårdene kan derfor straks gøres dybe og brede, hvilket yderligere betyder, at arealet opdeles i talrige mindre bassiner med særdeles gode sedimentationsbetingelser for slikmaterialet. Forholdene minder altså stærkt om de tidligere omtalte bugter og landpriel-lavninger inden for klinerne, hvor man også anvender store grøbler, og hvor der uden vegetationens hjælp aflejres fint materiale.

I området mellem Rigsgrænsen og Vester Vedsted kunne man utvivlsomt med god virkning anvende de omtalte slikgårde, der har givet så gode resultater i andre tidevandsområder. Når man ved de hidtidige forsøgsmæssige landvindingsforanstaltninger ved Rejsby og landvindingsforslaget for vaden ved Højer ikke foreløbig har regnet med at anvende slikgårds metoden, er der flere grunde af økonomisk og praktisk art. Anlæggelsen af slikgårde med de meget udstrakte lån timerarbejder og dermed forbundne vedligeholdelser er ret kostbar, og desuden kræver de hertil hørende grøblearbejder flytning af meget store jordmængder. Skal grøblingen udføres som håndarbejde, bliver den dyr, og vil man anvende grøbleplov eller grab, hvad der nu er almindeligt i Holland, må der investeres betydelige summer i materiel, hvorimod den på dansk område anvendte lette grøbleplov er billig i anskaffelse og kan trækkes af en kun lidt tilpasset, større traktor. Helt bortset fra anskaffelsen af særligt gravemateriel må man regne med, at anlægssummen for landvindingsområder efter slikgårds metoden pr. ha vil være mindst 5 gange så stor som ved de hidtidige danske anlæg. Det siger sig selv, at en så betydelig investering ikke har gjort det muligt eller forsvarligt

at bygge slikgårde på forsøgsområdet ved Rejsby; dette ville have forudsat, at man umiddelbart havde ønsket at anlægge betydelige landvindingsforetagender, og at der ikke fandtes andre og billigere fremgangsmåder.

Det tidligere beskrevne forhold, at der uden for forlandet er store højtliggende vadestrækninger, der i mange tilfælde står lige på overgangen til en begyndende, naturlig marskdannelse, er ikke et almindeligt træk for alle dele af det nordvesteuropæiske vadehav. I nogle dele er den sediment- og terrænmæssige udformning helt anderledes end her, og langs med store dele af marskkysterne i vore sydlige nabolande er de højtliggende vader forlængst indvundet, således at man i nutiden driver landvinding på lavtliggende vader.

De høje vaders eventuelle mangel på vegetation hidrører som omtalt ofte fra utilstrækkelige afvandingsforhold samt mangel på tilstrækkelig tilførsel af frø eller unge planter. Under omtalen af grøblingen er det vist, hvorledes denne kan stimulere etableringen af et tæt vegetationsdække og dermed fremme sedimentationen. Det er også omtalt, hvorledes opvæksten først etableres på vadevlakkenes højeste dele og derpå breder sig indad mod landprielen, hvortil det eventuelle grøblesystem drænes, og at der umiddelbart uden for en nydannet marsk udformes en ny landpriellavning med endnu et akkumulationsflak udenfor. Da landvinding i større omfang ikke overalt kan afvente dannelsen af nye opvækstetaper uden for det allerede grøblede areal, bl. a. fordi en sådan nydannelse af det naturlige profil kan tage lang tid, og fordi form og beliggenhed af de nye opvækstområder normalt bliver uregelmæssig, er det et naturligt ønske, om man dels kunne accelerere dannelsen af de høje flak og dels kunne bestemme, på hvilket sted dettes ydre og højeste opvækstzone skulle være.

Det er givet, at der er ret snævre grænser for muligheden af at gribe ind i denne proces, bl. a. fordi den vigtigste faktor er tilførslen af sand udefra. Det er ikke for nærværende muligt at afgøre, hvor store sandmængder der i et bestemt tidsrum transporteres indad mod et kystafsnit. Man kan dog ikke se bort fra, at en del af det materiale, der medgår til opbygningen af de høje flak, under naturlige forhold ophvirvles og igen føres længere ud i Vadehavet. Hvis man med passende foranstaltninger kan nedsætte dette sedimenttab, vil opbygningen gå noget hurtigere; dette kan kun gøres ved hjælp af slikgårde eller ved på tidligst mulige stadium gennem grøbling at stimulere den beskrevne stabilisering af overfladen og indvandringen af planter. En af vanskelighederne for dræning af eksponerede



Fig. 10. Læbanken bag en faskinlåsning på vaden ved Rejsby. Længs låningen er der sket en kraftig udkolkning, og materialet er aflejret i en afstand af 2—40 m bag den. Denne bank giver gode betingelser for kvellerplanterne og skal virke som „frøbed“ for områderne indenfor. Opsætningen af låningen fandt sted i efteråret 1953, og billedet er taget i sommeren 1954. Den senere udvikling ses af fig. 11. Bruddet på låningen skyldes drivende vraggods.

Fig. 10. The lee-bank behind a fascine fence. This bank provides good conditions for the growth of Salicornia. The erection of the fascine fence took place in the autumn 1953, and the photo was taken in the summer 1954. The further development is seen from fig. 11.

vader er som beskrevet det forhold, at vandet ikke kan ledes udad, selvom der er fald i den retning, medens afvanding indad mod landpriellavningen vanskeligt lader sig gennemføre for de dele af grøbterne, der ligger uden for vadens højeste del. Hvis det højeste midterparti af en vade blot ligger i så stor afstand fra landprielen, at man kan få tilstrækkeligt lange agre, er opgaven ret lige til; er dette ikke tilfældet, eller hvis et tydeligt, højt midterparti med de karakteristiske revleophobninger endnu ikke er dannet, vil det være nødvendigt at stimulere en sådan opbygning i passende afstand fra det indenfor liggende forland.

På vaden ved Rejsby har man i perioden 1953—55 bl. a. beskæftiget sig med at accelerere dannelsen af sådanne nye opvækstinitialer på svagt udadskrånende, høje vader, hvor man vidste, at der foregik en indadgående sandtransport, men hvor en naturlig bankedannelse formentlig først vil opstå efter en længere årrække. Der er anvendt

to fremgangsmåder, hvoraf kun den ene har vist sig at give tilfredsstillende resultat. Ved det ene forsøg opgravedes en række kunstige revler parallelt med kysten, men 100—150 m længere ude, end man efter en undersøgelse af niveau- og overfladeforhold ville vente, at en naturlig, stationær revlezone kunne opstå. De kunstigt op-

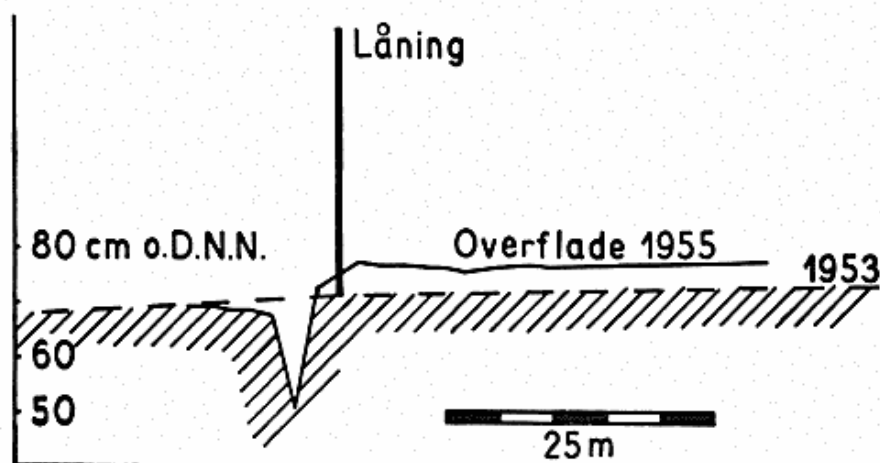


Fig. 11. En faskinlån timer s virkning over en to-årig periode. Profilen er taget ved lån timer I på Rejsby Slikland (se planche 1) på næsten samme sted som fig. 10. Vest for lån timer blev der i 1954 gravet en samlegrøft, og materialet herfra har næsten udfyldt den udkolkning, man ser på lån timer s inderside på fig. 10.

Fig. 11. The effects of a fascine fence I (plate 1) during a period of two years (compare fig. 10).

gravede revler, der var ca. 100 m lange, var forbavsende resistente, men de gav ikke anledning til yderligere materialophobning og blev efter et års forløb næsten helt udjævnede, hvorfor man har opgivet at gå videre med dette forsøg. Det andet forsøg har derimod i den forløbne periode givet lovende resultater. Fremgangsmåden er den, at man parallelt med kysten omtrent vinkelret på den indadgående strømretning har opført faskinlån timer på steder, hvor nye opvækstzoner var ønskelige. Hensigten hermed har kun i mindre omfang været at skabe en almindelig lævirkning for den indenfor liggende vade, men at fremkalde en begrænset akkumulation af vadesand på læsiden af lån timer. Virkningen af en sådan lån timer er den, at der efter etableringen snart dannes en udkolkning af materiale umiddelbart foran og omkring lån timer; det oprodede materiale aflejres i en 10—40 m bred zone på læsiden, hvor der således kunstigt dannes en flad banke eller revle. Som regel er det en fordel straks at grave en samlegrøft lige uden for lån timer og lægge materialet ind bag denne; man opnår herved en hurtig opbygning af banken, og

det ser ud til, at udkolkningen omkring selve låningen ikke bliver slet så kraftig som ellers, hvilket er en fordel med henblik på anvendelsen af lavningen uden for låningen som samlegrøft for eventuelt endnu et udenfor liggende grøbleafsnit. Det afgørende er nu, om banken kan bevares og yderligere optage det udefra kommende materiale, således at sandvandringen længere ind formindskes og der efterhånden opstår en vade med svag skråning indad.

Som det fremgår af fig. 11, der viser udviklingen for 1953—55 ved låning I på Rejsbyfeltet (se kortet planche 1), er der i nævnte tidsrum aflejret ret betydelige sandmængder ud over, hvad der oprindeligt blev opgravet foran låningen. På billedet, fig. 10, ses, at der allerede er etableret en tæt kvellerbestand på revlen og vaden umiddelbart indenfor, medens der inden opførelsen af låningen kun var meget få kveller i dette område. Årsagen til, at den kunstige revle har en relativ tæt vegetation, er, foruden en vis lokal lævirkning, at lavningen udenfor giver en udmærket dræning af overfladen. Annelgræs kan faktisk allerede nu vokse på banken, hvilket er vist ved udplantning, men is-ødelæggelser, bølgeerosion og især den ret betydelige pålejring af nyt materiale har foreløbig ødelagt størstedelen af de nye planter.

På grundlag af de ovennævnte forsøg kan det fastslås, at det er muligt at etablere opvækstzoner længere ude, d. v. s. på lavere niveau, end hvor de dannes af sig selv. Under skyldigt hensyn til vadens niveau og type kan man altså igangsætte landvinding uden for de allerede eksisterende opvækstområder og selv bestemme beliggenheden af en landvindingsetapes ydergrænse. Ved hjælp af faskinlåninger ændres vadeprofilet, således at grøblerne inden for en etape kan drænes indad, samtidig med at der i den ydre del skabes et vegetationsbælte, hvorfra det indenfor liggende område kan tilføres frø og planter. Lavningen uden for låningen må betragtes som samlegrøft for en eventuel ny landvindingsetape. Med disse låninger opnår man desuden, at hæmme erosionen på ydersiden af nye opvækstområder, så man undgår den stedvise, meget betydelige tilbagerykning af kysten, som kendetegner de ældre landvindingsområder.

De til dette formål anvendte låninger er relativt lave med 1 eller 2 faskinbundter, og de er derfor billige at opføre. På grund af beliggenheden er låningerne udsat for gennembrud, ledsaget af dybe erosionshuller. For at undgå disse har man udført en del af låningerne ved Rejsby i 8 m lange elementer, afbrudt af 1 m brede åbninger; herved undgås de dybe huller, og oprivningen af et enkelt af-



Fig. 12. Isskruninger på Rejsbyvaden langs låning II (se planche 1). Skruningerne dannes oftest af ganske tynde islag, men kan dog opbygges til flere meters højde. De hæver sig her 1—1,5 m over vaden stoppet af låningen. Ødelæggelserne på pæleværkerne afhænger mest af forholdene under isgangen, idet et stort højvande kan sætte disse mægtige ismasser i bevægelse ind mod kysten. I et sådant tilfælde kan låningerne ikke modstå trykket. En anden fare ligger i, at pælene fryser fast i isen og trækkes op under isgangen.

Fig. 12. Ice packs on the Rejsby wadden alongside fascine fence II (compare plate 1). Most often the ice packs consist of quite thin ice-layers; however, they may reach a height of several metres. In this case, they rise 1—1,5 m above the wadden, where they are stopped by the fascine fence.

snit medfører ikke som ved sammenhængende låninger, at større dele rives med. Det har vist sig, at den tilsigtede revledannende virkning er lige så god for de afbrudte som for de sammenhængende låninger. På steder, hvor man ønsker, at låningerne effektivt skal hæmme vandbevægelser eller optræde som ledelåninger for større kanaler, må man naturligvis gøre dem sammenhængende og eventuelt af kraftigere konstruktion.

Hovedformålet med de låninger, der tænkes anvendt ved landvindingsarbejder på de højtliggende vader, er således at ophjælpe og systematisere den ringe ændring i vadens niveau og profil, der, hvis den suppleres med grøbling, normalt vil give mulighed for en hurtig indvandring af strandengsplanter, hvorefter næsten alt det tilførte sand og en overvejende del af slikmaterialet vil aflejres.

Som nævnt kan de få og lave låninger ikke udøve en generel lævirkning over større arealer, men det har dog vist sig, at de alligevel

yder en vis beskyttelse. De store ismængder i Vadehavet i vinteren 1954—55 og især 1955—56 har på udsatte steder forårsaget store ødelæggelser af forlandskanterne og af låninger, der i flere tilfælde er blevet næsten udslettede. Det ser dog ud til, at selv meget betydelige ismasser stoppes af låningerne, selvom disse efterhånden knækkes og oprives; derved skånes de indenfor liggende grøblearealer og låninger meget. Dette er tydeligt iagttaget på den udsatte Rejsbyvade, hvor låning II (fig. 12) blev meget ødelagt af indgående is-skruninger i vinteren 1955—56, medens låning I og kanallåningen kun fik få skader.

Forsøgsområdet ved Rejsby.

Landvindingsforsøgene under De Danske Vade- og Marskundersøgelser blev ganske naturligt placeret i forbindelse med og i fortsættelse af den prøveflade, som var grøblet med maskinplov i 1952. Feltet lå fra begyndelsen umiddelbart nord for udløbet af Rejsby Å på det såkaldte Rejsby Slikland. Det oprindelige grøbleområde var 200×200 m og kun et forsøg med anvendelse af grøbleplov og dennes muligheder på en sandvade.

Grøblefeltet ved Rejsby er nu gennem hånd- og maskingrøbling i 1953 og 1954 og store maskingrøblinger i foråret 1955 udvidet til at omfatte 80 ha med en udformning som vist på planche 1. Beliggenheden af de enkelte felter hænger sammen med, at forsøgsgrøblingen helst skulle vise tilstanden under så forskelligartede omstændigheder som muligt, og heri ligger også den væsentlige begrundelse for, at forsøgene netop er foretaget i dette område. Niveau- og strømforholdene ud for Rejsby Å er meget afvekslende; man har tydeligt udviklede klinger, der er store flak adskilt fra forlandet af landprieler og dybe render, og samtidig sker der udstrømning af fersk vand gennem Rejsby Å, hvilket ikke er uden betydning ved vurderingen af landvindingsmulighederne. Man har således her en chance for at fravriste naturen visse af dens hemmeligheder gennem indgreb af forskellig art, og man har yderligere den mulighed, at virkningerne af indgrebene viser sig hurtigere i dette område end andre steder, bl. a. fordi de enkelte elementer i Vadehavets morfologi kommer tydeligt frem i forsøgsfeltet, og fordi den relativt eksponerede beliggenhed er skyld i en hurtig materialomsætning. Man står her over for en af de vigtigste retningslinier i udforskningen af naturen — dette at angribe et problem, hvor det optræder i sit grænseområde, for hurtigere at se reaktionerne på indgrebene.

I meget nær tilknytning til forsøgsgrøblingen forelå den opgave

at fremme afvandingen af Rejsby Å. Dennes forløb er tidligere blevet ændret, idet man har spærret det oprindelige åløb ved roden af Kærbølling Klint. Forholdene i niveaumæssig henseende var, som det er vist gennem kortets kurvebillede på grundlag af opmålingerne i efteråret 1953 (planche 1). I selve åmundingen lå et lavt bassin, som imidlertid både mod nord og syd blev afskåret af barrer på over 60 cm D.N.N. De muligheder, der forelå for bortledning af åvandet, var følgende fire: Man kunne lede det mod nord langs forlandskanten inden for Rejsby Slikland og derfra videre til prielen ud for sydenden af Rejsby Klint. Dette krævede gravning af en kanal på 1000—1500 m. Som anden løsning kunne vandet ledes gennem en kanal vinkelret på kysten ud mod lavningen på nordsiden af Rejsby Stjert, hvor man ligeledes i en afstand af 1000 m ville nå ned på dybder omkring 40—50 m D.N.N. Denne løsning blev imidlertid meget hurtigt forkastet, da kanalen ville blive ført ud i et flodleje, hvor store vandmasser og dermed også sedimenter føres ind; det må derfor påregnes, at tilsanding ville blive et konstant problem. Endelig var der den mulighed at lede vandet mod syd til den gren af Åbølling Lo, som strakte sig frem vest for Kærbølling Klint. Som en fjerde teoretisk udvej kunne man tænke sig at opgrave det oprindelige åleje inden for Kærbølling Klint; denne løsning måtte betragtes som den sikreste, men da man derved ville afskære Kærbølling Klint fra det øvrige forland, var vejen ikke farbar.

Hydrografiske undersøgelser, som desværre kun gik for sig i kort tid, viste, at der løb næsten lige meget vand mod nord og mod syd. Afgørelsen faldt dog på den sydlige priel, Åbølling Lo, da denne var kraftigst udformet, og man her hurtigst nåede ned på dybder omkring 40—50 cm D.N.N. Opgaven var dermed at forbinde åmundingen og den sydlige priel med en kanal, samt selve kanalens placering. Det sidste spørgsmål løstes gennem en række undersøgelser af vandets naturlige vandringsveje ud over barren vest for Kærbølling Klint, og kanalen gravedes derefter 200×50 cm i en længde af 680 m.

Ved opgravningen sænkedes niveauet i kanalen til 50 cm under den omgivende vade, idet man dog var klar over, at et sådant tværsnitsprofil på 200×50 cm ikke kunne holde. I løbet af kort tid var bredden den dobbelte og dybden til gengæld kun ca. 20 cm. Begrundelsen for at grave dybere er den, at man gerne ville fremme vandets erosion i bunden; og det løse materiale, der nu er samlet i bunden, er meget lettere erosibelt end de klæg- og tørveaflejringer, som var der oprindeligt. Rent umiddelbart kan det ret flade tvær-

profil måske synes at have en ringe virkning på afstrømningen, men man må betænke, at ikke alene kan der strømme mere vand over barren i den periode, hvor vandet tidligere stod højt nok til at strømme over barren, men afløbstiden er også forlænget ganske betydeligt. Under rolige vejrforhold var barren ud for Kærbølling Klint tidligere tør 4—5 timer under hver lavvandsperiode, og i hele dette tidsrum udnyttedes nu kanalen som afløb for Rejsby Å. Med selv svag sydvestlig vind mødte vandet tidligere en betydelig modstand på barren, og næsten al bevægelse ophørte, så snart vanddybden kom ned på 5—7 cm. Under lignende forhold er kanalløbet nu stadig virksomt, idet svage vinde kun kan holde vandet tilbage, hvor det er grundt. Resultatet af denne kanalgravning er, at de udstrømmende vandmængder fra Rejsby Å umiddelbart efter højvande løber sydpå for mere end to trediedele vedkommende, medens resten strømmer mod nord; når vandniveauet går ned til 60—65 cm over D.N.N., sker afstrømningen nu udelukkende mod syd.

Vandløb i Vadehavet har overalt en tendens til at trænge sig ind mod og støtte sig til et højereliggende område, f. eks. forlandskanten. Det var derfor naturligt at støtte kanalen med en faskinlåsning på indersiden for at imødekomme denne tendens. Det første år tillod tiden kun opførelsen af en låsning på 200 m, men de gode resultater heraf har senere dannet grundlag for fortsættelse af låsningen, så den nu strækker sig langs hele kanalen fra Kærbølling Klint til begyndelsen af Åbølling Lo mod syd, ialt ca. 700 m.

Låsningen langs kanalen er så meget mere nødvendig, som kanalen i sin længderetning danner front mod de indgående vandmasser fra nordvest gennem flodlejet på nordsiden af Rejsby Stjert. Kanal-låsningen er udsat for undergravning af de indgående vandmasser, især på det stykke, der ligger lige ud for flodlejet. Fra samme retning sætter også isen ind med sin nedbrydende virkning. Der kan imidlertid ikke herske nogen tvivl om, at kanallåsningen er af ret betydelig værdi som støtte for kanalen, og den er bl. a. med til at fordele de fra nordvest indkommende vandmasser på langs af kanalen i stedet for at lade dem strømme på tværs. Som en naturlig følge af vandløbenes tendens til at søge støtte langs en forlandskant, en låsning, o. s. v. undgår man den tilsanding på ydersiden af låsningen, som måske kunne forventes, et forhold, der, som nævnt, også udnyttedes ved hovedgrøfter langs de øvrige låsningsanlæg i forsøgsfeltet.

De enkelte etaper i landvindingsforsøget er anlagt efter lidt afvigende synspunkter. Den del af grøblefeltet, som ligger inden for

(øst for) låning I samt mellem I og II danner næsten prototypen på landvindingsanlæg. Vaden danner på dette sted en naturlig bank, som hæver sig helt op til 80—90 cm over D.N.N., og man har her et initialområde for landdannelse. Denne naturlige „ødannelse“, som sikkert efterhånden ville vokse op og forme en klint selv uden menneskets indgriben, omend meget langsommere, har en udstrækning på ca. 300 m i øst-vestlig retning. At klinterne — Kærbølling Klint, Rejsby Klint, o. s. v. — nu kun har en bredde af ca. 200 m skyldes en stadig erosion på den vestvendte side, samtidig med at landprielen, som endnu ses tydeligt inden for begge, udfyldes til en højde af ca. 120 cm over D.N.N. Formålet med at bygge låninger (I og II) har været at fremme den naturlige landdannelse, som beskrevet side 47, og placeringen af låningerne er dikteret af disse omtalte, „naturlige“ størrelsesforhold på ca. 300 m.

Låning I skulle altså støtte opvæksten øst for denne, og låning II afslutter et nyt vækstområde vest herfor med en bredde på 250 m. At dette sidste bælte senere er udbygget mod syd langs kanalen, skyldes bestræbelserne for at beskytte kanalen udad og dermed stabilisere afvandingen af Rejsby Å. Endnu har det ikke været muligt at grøble helt frem til kanalen på grund af for store vand-samlinger omkring denne, men efterhånden kan man udvide grøble-systemet og koncentrere løbet i selve kanalen. Det skal her påpeges, at grøblefeltet på Rejsby Slikland (omkring låning I) ikke stemmer med idealplanen, idet man så måtte kræve, at hele øen blev taget ind på een gang. Men dette er et forsøgsområde, og man har ønsket at bevare halvdelen uberørt ved siden af grøblefeltet for at følge den forskellige udvikling.

Grøblearealerne i forbindelse med låningerne på Rejsby Stjert afviger ligeledes fra princippet om at begynde fra en ende af, men her er forsøgt, om det var muligt at drive et landvindingsområde langt ud på det ret høje flak, der strækker sig flere kilometer ud fra forlandet. Kvellerplanter forekom før forsøget, omend i en uhyre tynd bevoksning, og det var ideen at fremme denne vegetation for om muligt at få et „frøbed“ i stor afstand fra kysten, hvorfra kvellerfrøene kunne spredes ind over kystnære landvindingsarealer. Muligvis skal der større læforanstaltninger til for virkelig at skabe landdannelse herude, selvom niveauet er højt (op til 80 cm over D.N.N.), men endog ret forøgede omkostninger vil sikkert være forsvarlige, hvis det er muligt at bringe dette felt frem, på grund af dets gode strategiske beliggenhed.

Endelig vil det støtte kanalen ganske betydeligt, om man kunne



Fig. 13. Luftbillede af kanalområdet ved munden af Rejsby Å (se planche 1). Midt i billedet ses Kærbølling Klint, og i øverste venstre hjørne ligger resterne af det gamle åløb. Foran Kærbølling Klint ligger det nuværende åløb, der indtil 1953 blev stoppet af tærskelen i midten til højre. Denne tærskel, som nu er gennemgravet, viser sig her ved et ret skarpt afgrænset kanalførløb. Ind mod Kærbølling Klint er kanalen støttet af en låning, og i områderne vest for er opvæksten og overfladens stabilisering fremmet ved grøbling og låninger. Øverst i billedet ses de inderste dele af Åbølling Lo, hvortil åvandet ledes gennem kanalen.

Fig. 13. Air photo of the canal area at the mouth of the Rejsby river (compare plate 1).

få en sammenhængende vegetation over Rejsby Stjert, og specielt om det var muligt at hæve niveauet i flodskåret nord for stjerten, så der ikke strømmede så store vandmasser ind gennem det.

Til fremme af vegetationens udbredelse er der foretaget mindre plantninger af annelgræs. En stor del af annelgræssets formering sker gennem lange udløbere, som i naturtilstanden rives løs og spredes med vandet ud over vaden, hvor de i heldige tilfælde får fodfæste. På dette punkt har kvelleren en vigtig funktion ved at „fange“ anneludløberne og holde dem fast. Disse udløbere har man plukket og derefter plantet på høje partier, hvor betingelserne for deres vækst iøvrigt var i orden. Uheldet har villet, at annelgræsset næsten ikke har sat udløbere i de to sidste år, arbejdet har gået for sig, så plantningerne ikke har kunnet udføres i større omfang, men fra tidligere forsøg på Pajsand ved Rømødæmningen kender man

fremgangsmåden og resultaterne af dette arbejde. Det har især været tanken at plante annelgræs på bankerne bag låningerne, efterhånden som disse banker når deres endelige udformning.

Som det vil fremgå af denne redegørelse for landvindingsarbejdet på forsøgsfeltet ved Rejsby Å, skal hver enkelt etape nøje passes ind i helheden, og et landvindingsprojekt må derfor være en „levende organisme“, der tager hensyn til alle de lokale afvigelser. Der må også være en naturlig fremadskridende linie i arbejdet, som det f. eks. har været tilfældet ved udførelsen af kanalen til afvanding af Rejsby Å. Først gennembrød man den ydre og højeste tærskel og forsøgte at støtte dette løb med låninger, og efterhånden som løbet blev bragt ind i en fast bane, fremkom nye problemer — nye tærskler — nærmere åmundingen. Tidligere, da vandet aldrig kunne synke under 60—65 cm D.N.N., bemærkede man knap den tærskel, som findes mellem Kærbølling Klint og øen i åmundingen på ca. 50 cm D.N.N., og yderligere var det praktisk talt umuligt ved håndkraft at grave en rende, medens vandet til stadighed stod over hele fladen. Men i sommeren 1955 var vandet sunket så meget, at det var åbenbart, at situationen nu var moden til at grave denne tærskel igennem. Det skete som vist på kortet, idet gennemskæringens placering blev fastlagt på grundlag af opmåling over det naturlige hovedstrømleje; derfor er denne del af kanalen noget bugtet. Endvidere byggedes en ganske kort, sammenhængende låning for at koncentrere de udgående vandmasser i løbet samt støtte sedimentationen på og ved øen i ålejet, hvor der også grøbles. En opbygning af en fast forlandskant her vil i høj grad stabilisere udløbet. Lignende foranstaltninger vil efterhånden blive nødvendig i bassinet længere ind mod slusen, og i tilslutning hertil opgrøbledes den lave bugt inden for Kærbølling Klint i efteråret 1955. Hvis ålejets indre del efterhånden kan indsnævres, vil det blive meget lettere i fremtiden at holde den oprenset. Muligvis kan man så, hvis det skønnes fordelagtigt, grave en lige kanal fra slusen ud til munden mellem Kærbølling Klint og øen nord herfor, hvilket i øjeblikket kun kan gennemføres med stort gravemateriel og, så længe det indre bassin ikke er stabiliseret, kun med ringe udsigt til at lykkes.

Et generelt træk i hele dette arbejde er de små indgreb, der foretages; men på de steder, hvor naturen har sine grænseområder, skal der normalt kun små ændringer til for at forskyde ligevægten i en eller anden retning. Opgaven er således mangesidig, idet man først må finde frem til de ligevægtstilstande, der lader sig påvirke, og derefter foretage indgrebene på en sådan måde, at ligevægten for-

skydes i den rigtige retning. Hvis det lykkes, ser man da, at forskydningen sker ret hurtigt, indtil man igen har en stabilisering på et nyt niveau. Man behøver blot at tænke på indførelsen af kveller på en nogen vade, der står lige på vippen til at blive bevokset, og så det forholdsvis korte åremål, der går, inden man har opbygget et forland. Ved Råhede er denne proces gået for sig i løbet af 15—20 år under naturlige forhold, og der er her skabt en ny ligevægts-tilstand efter springet fra den nøgne vade til det modne forland.

Undersøgelserne i den sydlige del af Vadehavet i perioden 1953—55 har haft til formål at kortlægge de kystnære vader for at fastslå omfanget af de højtliggende vadestrækninger, der egner sig for landvindingsforetagender. Desuden har man ved forsøgsanlæg og talrige andre undersøgelser skaffet sig klarhed over, hvilke fremgangsmåder man bør anvende på de enkelte lokaliteter. Som et første praktisk resultat er der udarbejdet en detaljeret landvindingsplan for Højer-vaden efter de her angivne retningslinier (Geografisk Tidsskrift, bd. 55). Lignende fremgangsmåder kan anvendes på vaderne mellem Ballum og Vester Vedsted, hvor der lige som ved Højer er store, højtliggende vadestrækninger. Ved vurderingen af et områdes landvindingsmuligheder og udarbejdelsen af den endelige landvindingsplan er en omhyggelig kortlægning af uvurderlig betydning, men den er som regel ikke helt tilstrækkelig, når man skal tage stilling til, hvor store arealer man har udsigt til at indvinde, ud over de i øjeblikket eksisterende tydelige opvækstvader. Anvendelsen af de omtalte metoder til fremme af en gunstig niveauforskydning og profildannelse på de lidt lavere vader beror på, at der her er en opvæksttendens, d. v. s. en indadgående sandtransport. Hvor store materialmængder der transporteres ind mod kysten, er naturligvis afgørende for, hvor hurtigt efter hinanden og hvor mange gange man kan anlægge nye landvindingsetaper uden for de sikre og let tilgængelige områder.

Ved at supplere opmålingen, der helst også bør omfatte de udenfor liggende lavere vader, med omhyggelige undersøgelser af vadens småformer, f. eks. revletyper, samt sedimentanalyser og undersøgelser af vadens biologisk forhold og hydrografi, kan man med ret stor sikkerhed afgøre, om en vade er under opbygning, og dermed få et rimeligt grundlag for at bestemme, hvor langt man kan drive landvindingen ud.

De til arbejdet hørende anlæg betyder et indgreb i vadernes naturforhold, og virkningerne kan undertiden spores ud over de egentlige

landvindingsarealer Det vil derfor være værdifuldt, om man under selve landvindingsperioden også undersøger, hvilke ændringer der foregår på de omgivende vader, således at man straks kan udnytte en fortsat tendens til opvækst på nye arealer, eller man kan imødegå en eventuel negativ virkning.

I forslaget til landvinding ved Højer har man opdelt indvindingen af vaden i tre etaper. Første etape omfatter fortrinsvis de områder, der allerede er i naturlig opvækst med igangværende vegetationsindvandring. I næste fremstød regner man kun med at drive landvindingen ud på sådanne niveauer, hvor kveller faktisk kan vokse, men eventuelt ikke forekommer på grund af mangelfuld dræning eller utilstrækkelig tilførsel af frø. Det vides, at der foregår en betydelig sandtilførsel ind mod Højer-området, hvorfor man forventer, at indvindingen af anden etape kan foregå efter planen. Visse lavere dele af vaden slutter sig naturligt til anden etape, men kan formentlig ikke vindes i samme tempo som denne, hvorfor man her regner med en tredje etape. Det vil i øjeblikket være uklogt at regne med yderligere fremstød udad; om dette er gør ligt med de planlagte metoder, vil afhænge af, om vaden uden for etape 2 og 3 viser tegn til at genopbygge det for en opvækstvade naturlige profil.

Problemet vedrørende landvinding på vader, der ligger så lavt, at strandengsplanterne ikke kan vokse der, vil trænge sig på, hvis man går i gang med større landvindingsforetagender, selv om man først vil tage lokaliteter, der forholdsvis let kan vindes. For at få relativt velafgrænsede, sammenhængende arealer med henblik på eventuelle fremtidige inddigninger og som beskyttelse for de nyvundne arealer kan det blive nødvendigt at søge at fremme sedimentationen på sådanne lavtliggende områder. Her tænkes ikke så meget på de tidligere omtalte, isolerede landprielrester og bugter, men på visse åbne, tragtformede lavninger, der nogle steder trænger sig helt ind til den ældre forlandskant, f. eks. i den sydlige del af Højer-vaden lige ved Rigsgrænsen og i området ved Højer Kanal samt flere steder på strækningen mellem Rømødæmningen og Vester Vedsted. På sådanne lokaliteter kan man kun i begrænset omfang regne med hævnning af vaden ved indadgående sandtransport langs med bunden; her må man også sørge for at få det opslemmede, fine materiale bundfældet, og da niveauet er for lavt for marskplanterne, må man anvende en eller anden form for slikgårde. På grund af de store omkostninger ved disse bør eventuelle anlæg af den art overvejes nøje og tillempes efter forholdene de enkelte steder.

På dansk område har man ikke anvendt egentlige slikgårde; gan-

ske vist har man ved Røødæmningen bygget et betydeligt antal låninger vinkelret på dæmningen, og nogle af disse er også delvis lukkede udad med tværlåninger, men mellem de enkelte afsnit er der ikke foretaget en indre opdeling i mindre bassiner, ligesom grøblingen heller ikke er af det omfang, der normalt anvendes i slikgårde.

Det kan måske være på sin plads her at bemærke, at forholdene på sydsiden af dæmningen med den usædvanligt store sedimentation af slikmateriale er ganske enestående i Vadehavet, og at man skal være varsom med at drage sammenligninger mellem udviklingen i dette område og de i denne beskrivelse omtalte kystnære vader. Årsagen til denne særlige opvæksttype skyldes, at dæmningen er anlag på vandskellet mellem Lister Dybs og Juvre Dybs tidevandsområde, og de store sedimentophobninger på dæmningsens sydside er da et overvejende hydrografisk fænomen, kun lidt påvirket af de derværende landvindingsarbejder. Udviklingen ved Røødæmningen — og lignende forhold ved Hindenburgdæmningen — er bevis for, at der i denne del af Vadehavet er meget betydelige sedimentmængder, der inden bygningen af dæmningerne ikke i væsentligt omfang er blevet aflejret, men er gået tabt, d. v. s. efter passage over vandskellet er ført ud i Nordsøen.

Også andre iagttagelser tyder på, at der flere steder i Vadehavet transporteres lignende mængder af finkornet materiale, som kun lejlighedsvis bliver aflejret. En del af dette sedimenteres i de naturlige strandenge og på landvindingsområder i den kystnære zone; men alt tyder på, at størstedelen af dette slikmateriale går tabt. Der skulle således være gode muligheder for, at man efter indvindingen af de højere vader ved yderligere, men også dyrere foranstaltninger, vil kunne vinde store områder. Det ligger uden for den nærværende opgave at komme nærmere ind på disse forhold, men man kan pege på muligheden af i så tilfælde at anlægge kraftige låninger på visse større, lokale vandskel og iøvrigt en eller anden form for slikgårde. Dette ville dog forudsætte et noget større kendskab til vand- og sedimentomsætningen på de ydre vader, end vi nu har.

SUMMARY

During the later years in the southern part of the Danish Waddensea one of the principal objects of the investigations going on is to estimate the possibilities of land-reclamation — especially alongside the coast between the Danish-German frontier and the ebb-road to Mandø about 40 km to the north. Another object of these investigations is to establish

the methods which should preferably be brought into use for such a land-reclamation

For that purpose large parts of the tidal flats (waddens) off this coast have been carefully surveyed, and maps have been drawn with contours for each 10 cm. Furthermore, investigations have been carried out concerning the sedimentation, the hydrography, and the distribution of plants on the waddens. With a view to testing the methods of land-reclamation, an experimental land-reclamation area of about 190 acres has been established at the mouth of the Rejsby river at a distance of about 10 km north of the Rømø dam.

The waddens nearest to this coast are normally situated at a high level; however, they are separated from the salt-marsh coast by a constantly water-bearing channel, the so-called "landpriel". The very sandy waddens just outside the landpriel are at places situated at a level which approximates to mean high tide level. At such places, a natural formation of salt marsh can take place provided that a dense vegetation dominated by *Glyceria maritima* immigrates. In the vegetation, sand and fine material (silt and clay) is deposited, and in the course of time an elevation of the surface takes place, the level thus exceeding that of the wadden.

On the seaward side of a newly-formed salt-marsh area the wave erosion creates a new landpriel, and further growth of vegetation takes place on the wadden outside this landpriel. Fig. 1. (Litt. Jakobsen 1954). Immigration of salt-marsh plants on the wadden is greatly dependent upon the duration of the dry phase of the surface during the ebb-period. Normally the innermost parts of the high-lying waddens are easily drained to the landpriel. Fig. 9.

The easiest way of reclaiming land on the high-lying waddens is to improve the drainage. For that purpose is applied a system of parallel ditches (Danish: grøble; Dutch: Greppel; German: Grütze). These ditches are made by means of a plough in the dimensions 25×60 cm at intervals of 6 m at a right angle to the landpriel. The material from the ditches is deposited on the interjacent fields. On the sandy waddens the effects of the ditching is less dependent upon the elevation of the surface of the fields than on the drainage, which — even if the profile is levelled — results in a strengthening of the surface of the field; through this process the diatom-cover becomes more constant, and a proportionately larger part of the surface is dry at low tide than is the case on a natural "puddle"-wadden. Fig. 4—5—6.

On the exposed coast the high-lying waddens are built by sand-bars moving from the west; as a consequence, the outer end of the ditches is closed and the ditch only has an outlet from the end facing the landpriel, from where it is often difficult to drain off the water. Owing to the migration of sand towards the coast, ditches on naked, unprotected waddens cannot, as a rule, be oriented parallel to the coast. Fig. 7—8.

In order to stimulate the growth of high tidal-flat bars, to which immigration of plants can take place, fascine fences are erected parallel to the coast. Behind these fences, lee-banks are formed from which ditches are leading to the landpriel. In front of the fences the erosion causes

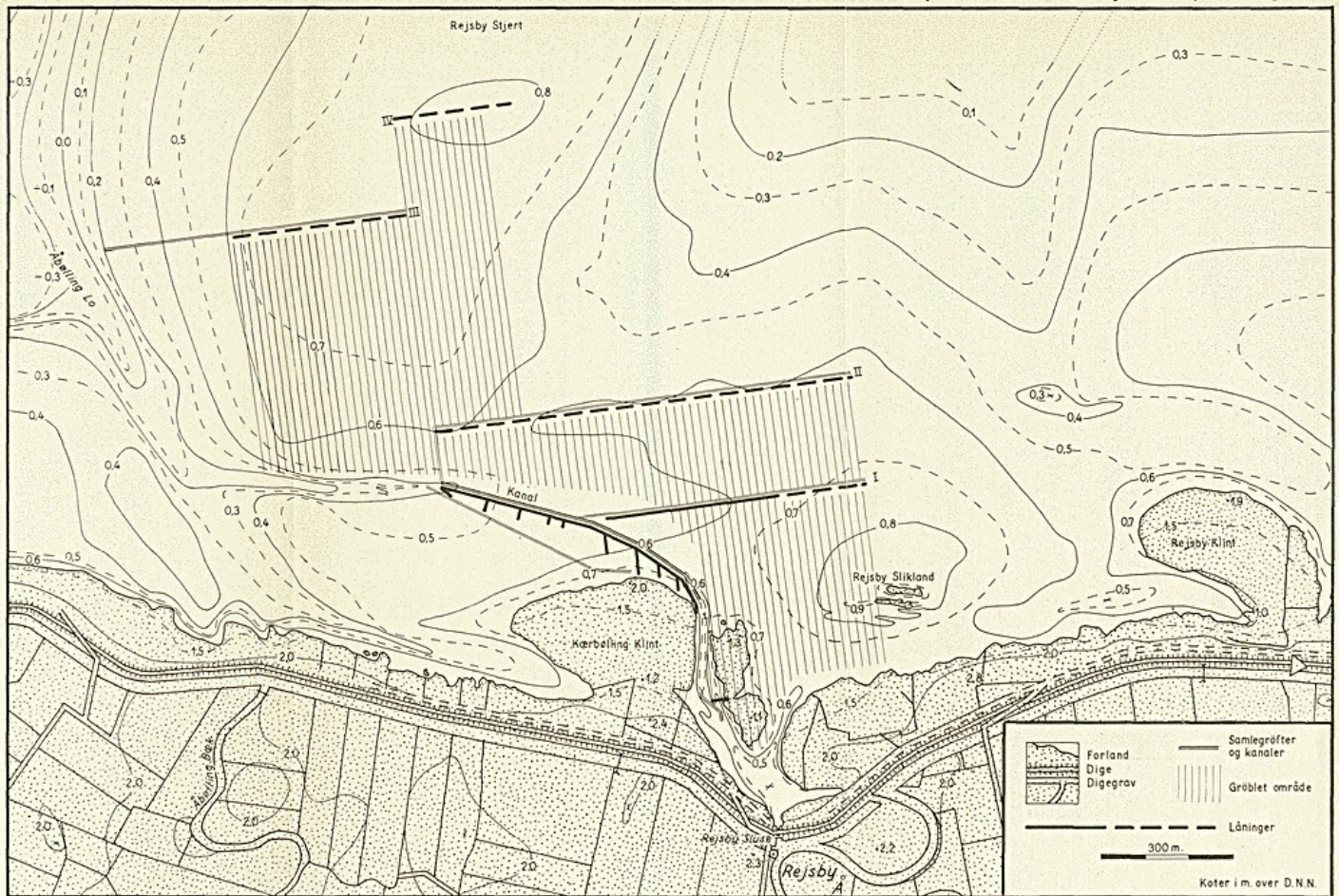
the formation of an artificial landpriel, and outside this landpriel, in some cases, new series of fascine fences are established, from which ditches lead to the last-mentioned channel. Fig. 10—11 and plate 1.

Real sedimentation basins, which are used to a large extent in Germany and in Holland (Litt. Verhoeven 1952), require a great number of high fascine fences; they are very expensive and are not considered necessary for land-reclamation works on the high-lying waddens mentioned above; however, on low-lying waddens such basins will be of practical use.

One of the problems which is to be faced on this coast is the outlet of the water from the landpriel. Even if this priel also receives water from the small water-courses of the salt-marshes the water is unable to erode a channel in the high-lying waddens built up by the in-going water. In the experimental field — plate 1 — it has been a problem how to construct an outlet from the Rejsby river at little cost. It will not be possible to maintain a canal in westward direction because it would lead direct into a "flood-bed". The canal is led to the pronounced "ebb-priel" towards the south, and supported by a fascine fence on the east side; this fence prevents the canal from being sanded up, according to the same principle as applies to the above-mentioned fences.

LITTERATUR

- Hansen, Kaj*: Preliminary Report on the Sediments of the Danish Wadden Sea. Medd. fra Geol. For. Bd. 12, hefte 1. København 1951. — Medd. fra Skall.-Lab. Bd. XIII. København 1952.
- Hansen, Kaj*: The Sedimentation along the Rømø-dam. Medd. fra Geol. For. Bd. 13, hefte 2. København 1956.
- Jakobsen, B.*: The Tidal Area in South-Western Jutland and the Process of the Salt March Formation. Geografisk Tidssk. Bd. 53. København 1954.
- Jakobsen, B.*: Det sydvestjyske vadehavsområde og den nye opfattelse af marskens dannelse. Dansk Hjemstavn, nr. 16. 1954.
- Nielsen, Niels*: Nogle Bemærkninger om Marskdannelsen i det danske Vadehav, Geografisk Tidssk. Bd. 41. København 1938. Medd. fra Skall.-Lab. Bd. VI. København 1940.
- Nielsen, Niels*: Vade- og Marskproblemer i Danmark. Ingeniøren, nr. 34. København 1954.
- Kamps, L. F.*: Enige Gegevens over de Sedimentatie in het Waddengebied ten noorden van de Provincie Groningen. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. Deel LXVII, Afl. 3. 1950. (Summary in English.)
- Verhoeven, B.*: Embankment and Cultivation of Marine Foreland. Soil Science. Vol. 74. Nr. 1. 1952.
- Wohlenberg, E.*: Sinkstoff, Sediment und Anwachs am Hindenburgdamm. Die Küste. Jahrg. 2, Heft 2. 1954.
- Nielsen, N., Jakobsen, B., Jensen, Kr. M.*: Forslag til landvindingsarbejder langs den sønderjyske vadehavskyst. Geografisk Tidssk. Bd. 55. København 1956.



the formation of an artificial landpriel, and outside this landpriel, in some cases, new series of fascine fences are established, from which ditches lead to the last-mentioned channel. Fig. 10—11 and plate 1.

Real sedimentation basins, which are used to a large extent in Germany and in Holland (Litt. Verhoeven 1952), require a great number of high fascine fences; they are very expensive and are not considered necessary for land-reclamation works on the high-lying waddens mentioned above; however, on low-lying waddens such basins will be of practical use.

One of the problems which is to be faced on this coast is the outlet of the water from the landpriel. Even if this priel also receives water from the small water-courses of the salt-marshes the water is unable to erode a channel in the high-lying waddens built up by the in-going water. In the experimental field — plate 1 — it has been a problem how to construct an outlet from the Rejsby river at little cost. It will not be possible to maintain a canal in westward direction because it would lead direct into a "flood-bed". The canal is led to the pronounced "ebb-priel" towards the south, and supported by a fascine fence on the east side; this fence prevents the canal from being sanded up, according to the same principle as applies to the above-mentioned fences.

LITTERATUR

- Hansen, Kaj*: Preliminary Report on the Sediments of the Danish Wadden Sea. Medd. fra Geol. For. Bd. 12, hefte 1. København 1951. — Medd. fra Skall.-Lab. Bd. XIII. København 1952.
- Hansen, Kaj*: The Sedimentation along the Rømø-dam. Medd. fra Geol. For. Bd. 13, hefte 2. København 1956.
- Jakobsen, B.*: The Tidal Area in South-Western Jutland and the Process of the Salt March Formation. Geografisk Tidssk. Bd. 53. København 1954.
- Jakobsen, B.*: Det sydvestjyske vadehavsområde og den nye opfattelse af marskens dannelse. Dansk Hjemstavn, nr. 16. 1954.
- Nielsen, Niels*: Nogle Bemærkninger om Marskdannelsen i det danske Vadehav, Geografisk Tidssk. Bd. 41. København 1938. Medd. fra Skall.-Lab. Bd. VI. København 1940.
- Nielsen, Niels*: Vade- og Marskproblemer i Danmark. Ingeniøren, nr. 34. København 1954.
- Kamps, L. F.*: Enige Gegevens over de Sedimentatie in het Waddengebied ten noorden van de Provincie Groningen. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. Deel LXVII, Afl. 3. 1950. (Summary in English.)
- Verhoeven, B.*: Embankment and Cultivation of Marine Foreland. Soil Science. Vol. 74. Nr. 1. 1952.
- Wohlenberg, E.*: Sinkstoff, Sediment und Anwachs am Hindenburgdamm. Die Küste. Jahrg. 2, Heft 2. 1954.
- Nielsen, N., Jakobsen, B., Jensen, Kr. M.*: Forslag til landvindingsarbejder langs den sønderjyske vadehavskyst. Geografisk Tidssk. Bd. 55. København 1956.