

Kort over Juvre Dybs tidevandsområde

samt nogle

topografiske og hydrografiske problemer.

Af Jens Tyge Møller.

Hensigten med følgende lille artikel er at give en kort oversigt over topografiske og hydrografiske forhold i Juvre Dyb og dets tidevandsområde inden for øerne Rømø og Mandø. En del af betragtningerne er baseret på den ret sparsomme litteratur, der først og fremmest omfatter *N.H. Jacobsen*: Skibsfarten i Det Danske Vadehav, *Th. Petersen*: Det sønderjydske Vadehav og *A. Lundbak*: Det sydvestjydske Vadehavs Hydrografi (upubliceret). Hertil kommer målinger og iagttagelser foretaget i årene 1954—55 i forbindelse med det arbejde, der udføres af De Danske Vade- og Marskundersøgelser (VoM) fra afdelingen i Skærbæk. To felter inden for tidevandsområdet er i øjeblikket genstand for særlige undersøgelser og omtales derfor her kun med spredte bemærkninger. Det drejer sig først og fremmest om marsken langs tidevandsområdets østkyst og de topografiske og hydrografiske problemer, der opstår i forbindelse med denne, og endvidere om området nord for den vestlige ende af Rømedæmningen, hvor der findes et stort bassin, hvis afløb på grund af sin kraftige erosion truer Juvrediget med ødelæggelse.

Kort over Juvre Dybs tidevandsområde i 1:50 000.

Som støtte for beskrivelsen er der anvendt et oversigtskort (pl. 1)* over Juvre Dybs tidevandsområde, udarbejdet til brug for arbejdet ved VoM. Man har hidtil været henvist til at benytte kort fra Geodætisk Institut, der kun foretager opmålinger inden for kystlinien. Alt hvad der ligger udenfor, er overført fra søkortene, som kun medtager de afmærkede render, der til gengæld kan følges helt ned til de allersvageste spor i vaden. Mange af disse render er med-

*) Udslagsplanche hagest i bogen.

taget, fordi de engang har været sejlbare. I dag er de ganske uden betydning. Det kan nævnes, at der fra munden af Vester Vedsted Bæk er afmærket en rende ud mod Øster Dyb, trods det at vaden er helt tør ved lavvande. — Som følge af fremgangsmåden ved de forskellige kortlægninger er der således meget store arealer, som bogstaveligt talt ikke opmåles, nemlig vaderne, der er tørlagt ved lavvande, men oversvømmet ved højvande. Opmåling er for besværlig til, at man vil udføre den til brug i almindelige kort. På grund af tidevandet er arbejdstiden meget kort, transportvanskelighederne meget store, og endelig har der til vaderne ikke tidligere været knyttet interesser, der har givet anledning til, at man har villet ofre de midler, en opmåling vil koste.

Allerede på Johannes Mejers kort er der afsat en del løb, der med lidt god vilje kan henføres til de nu eksisterende. Det første virkeligt målte kort stammer fra 1807 og er tegnet af søløjtnanterne Holst og Tuxen. Her er indtegnet løbene med deres afmærkninger samt visse ankringspladser, men kortet giver ingen enkeltheder i vaders overflade. Det samme gælder senere søkort, der kun medtager Juvre Dyb og de to hovedløb Rømø Leje og Øster Dyb. Det er derfor naturligt, at man i forbindelse med de af VoM udførte kortlægningsarbejder på de kystnære vader kunne ønske at samle al topografisk viden om Juvre Dybs tidevandsområde i eet kort.

Kortet er udarbejdet i 1:20 000 med Geodætisk Instituts målebordsblade som basis. Fra disse kort er digegrave og andre let genkendelige terrængenstande overført til et grundlag, som derefter er suppleret først og fremmest med VoM's egne kort i 1:10 000 over kysten fra Mandø Ebbevej til Astrup Banke i en bredde af ca. 1,5 km. Disse kort, der er opmålt i årene 1953—55, er udført med 0,1 m-kurver. Området fra Astrup Banke syd på til Rømødæmningen er taget fra et kort i 1:10 000 (med 0,2 m-kurver), opmålt i 1953 af Vadehavsudvalget af 1941, og som slutter sig nøje til de af VoM udførte kort. Den sydlige del af området er overført fra et kort, opmålt 1936 i 1:20 000 (med 0,2 m-kurver) til betænkningen om Rømødæmningen. Dette kort slutter sig, hvor der er overlapning, forbavsende tæt til de tidligere nævnte kort, trods det er 20 år gammelt. 0 m-kurven er for eksempel kun rykket indtil 100 m mod vest fra det ældre til det nutidige kort, hvad der lige så godt kan være ændringer i topografien som usikkerhed i kortene. Tilsvarende kurver fra de to kort løber endvidere meget nær parallelt. Områderne langs Rømødæmningen, navnlig i Fuglegrøften og Rømø Leje, er naturligvis stærkt ændrede, således at kortene fra betænk-



Fig. 1. Prielen fra Fuglegrøftens nordlige del set mod nord fra luften under lavvande.

Fig. 1. The priel from the northern part of Fuglegrøften seen in the direction to the north from the air during falling tide.

ningen overhovedet ikke kan anvendes her. Fra Geodætisk Instituts målebordsblade (og dermed også fra søkortene) er dybdekurverne (mærket G. I. på kortet, pl. 1) i dybene samt vaderanden (lavvandslinien, der almindeligvis sættes til $\pm 0,7$ m over Dansk Normal Nul, DNN) taget. Herfra er også indtegnet højsandet Koresand, hvis vestkyst sandsynligvis er rigtig, hvorimod østkysten er meget usikker. Koresand ligner fra luften en banan, der vender den konkave side mod øst, idet der her kun tænkes på det egentlige højsande, der kun oversvømmes af ganske få højvander.

Det kort, der er fremkommet ved sammentegning af de ovennævnte opmålinger, er derefter yderligere suppleret med lodrette luftbilleder, optaget 1954. Disse luftbilleder foreligger som forstørrelser i 1:10 000. Da de ikke er rettet op, er deres målestoksforhold kun tilnærmelsesvis rigtigt og ikke ens i alle retninger. (Ved opretning af luftbilleder korrigeres for afvigelser mellem optagelsesplanet og det vandrette plan samt for variationer i optagelseshøjden.) De har derfor måttet anvendes med stor varsomhed. Fremgangsmåden har været den, at billederne er lagt over forstørrede

målebordsblade (1:10 000), idet de er rettet ind efter digegrave, veje, vandløb og bygninger. Da billederne er optaget med en ret stor overlappning, har det været muligt i visse tilfælde at lægge dem sammen, således at der er medtaget områder, hvorfra der i forvejen ikke haves enkeltheder, for eksempel vaderne. Det følger af ovenstående, at sikkerheden aftager meget hurtigt med afstanden til i forvejen opmålte områder. Derfor har det ikke været muligt at korrigere Koresand. I det hele taget kan luftbillederne kun give fingerpeg om de topografiske forhold og er kun anvendt, da man ikke har bedre kort over de udstrakte vadeblader. Luftbillederne er endvidere kun benyttet til rettelser, hvor forholdene er ændret så meget, at det er åbenlyst, at de eksisterende kort ikke er korrekte. På grundlag af fotografierne er der foretaget rettelser i forlandskanten (vegetationsranden) på Mandø og Rømø, højsandene omkring Mandø og Rømø, afløbet fra den nordlige del af Fuglegrøften (fig. 1. Over navnet „Vesen“ ses den rende, der i 1953 blev gravet for at afvande området), samt visse løb og render ved Mandø.

Det er således et meget heterogent materiale, kortet er sammensat af. Dets hovedformål er at give en samlet oversigt over, hvad man i øjeblikket ved om Juvre Dybs tidevandsområde. En oversigt, der kan anvendes som arbejdsgrundlag ved undersøgelser fremover. Kortet må betragtes som en skitse, hvis forskellige deles nøjagtighed er meget varierende. Alligevel giver det flere nye oplysninger om dette landskab, hvor en fuldstændig kortlægning vil være så vanskelig og kostbar, at arbejdet næppe vil stå i rimeligt forhold til udbyttet. Efterhånden som der foregår undersøgelser i tidevandsområdet, er det hensigten stadig at supplere kortbilledet, hvor det er muligt. Mange løb og grænser i vadens overflade står så skarpt, at det vil være muligt at lægge dem ind på kortet ved hjælp af tilbageskæring og pejling (med sekstant eller kompas). Fra det store område mellem Hviding Nakke og Rejsby Stjert har det for eksempel ikke været muligt at fremskaffe oplysninger på nuværende tidspunkt, men der synes ikke at være noget større løb, der bryder vaderanden mod Øster Dyb. På steder, hvorfra Geodætisk Instituts kort har enkeltheder fra vaderne, synes de at være fuldt korrekte, selv om de er taget fra søkort, der foreligger i langt mindre målestok.

Navnestoffet er taget fra nye og gamle søkort og målebordsbladene. Endvidere er der benyttet lokalt anvendte navne. For at lette beskrivelsen er navnet Rømø Leje betragtet som omfattende hele løbet fra spidsen af Rejsby Stjert til Rømødæmningen, skønt det

egentlig kun anvendes for den sydlige del af løbet. Den nordlige del er sandsynligvis indbefattet i navnet Juvre Dyb, men da dettes to grene er nogenlunde lige store, synes det rimeligt at sætte Juvre Dybs grænse til området omkring Rejsby Stjert og betragte de to grene, Øster Dyb og Rømø Leje, som selvstændigt benævnte løb, særlig da navnet Øster Dyb omfatter hele den nordlige gren.

Tidevandsområdets topografiske forhold.

Juvre Dybs tidevandsområde begrænses naturligt af den jyske vestkyst, Rømødæmningen, østkysten af Rømø, Koresand og Mandø samt endelig Mandø Ebbevej mod nord. Ebbevejen ligger så højt, at den næppe passeres af større vandmængder under normale forhold. Højsandet Koresand, der kun oversvømmes ved særligt store højvander, lukker effektivt mod vest. Løbet mellem Koresand og Mandø, Mandø Gyde, er af for ringe dimensioner til, at det kan have nogen egentlig betydning for forbindelsen til Vesterhavet. Tidevandsområdet kan således betragtes som et stort, aflukket bassin af form som et rektangel, på hvis ene langside der findes en åbning, Juvre Dyb. Dette strækker sig fra et punkt nord for Bollert Sand på Rømø (i virkeligheden et højsand i forbindelse med Rømø) til et sted omtrent 10 km ude i Vesterhavet. Tidevandsområdet domineres helt af to meget store løb: Rømø Leje, der løber mod sydøst fra Juvre Dyb mod Rømødæmningen, og det nordøstgående Øster Dyb, der peger mod Ribe Å's gamle udløb. Mod det sted, hvor Rømø Leje og Øster Dyb forenes i Juvre Dyb, strækker sig som en vældig trekant en relativt højt beliggende vade, Rejsby Stjert. Medens Øster Dyb er uden større forgreninger, udgår der fra Rømø Leje to vigtige løb. Fra et bassin mellem det nordlige hjørne mellem Rømødæmningen og Jvrediget (i virkeligheden den nordlige, afspærrede del af det gamle løb, Fuglegrøften) strækker en meget kraftigt eroderende priel sig op mod det nordøstlige hjørne af Rømø, hvor det forener sig med Rømø Leje. Ikke langt herfra udgår Pajdyb (Paj er muligvis et gammelt navn for ålegræs, der her findes i store mængder) mod sydøst, pegende mod Bredåens gamle udløb umiddelbart nord for Rømødæmnings østlige ende. Dæmningen følger i sin østlige del det gamle vandstel mellem Lister Dyb og Juvre Dybs tidevandsområder og passerer herved Pajsand vest for Pajdyb. Efter at have afskåret Rømø Leje ligger dæmningen længere mod vest på banken Vesen og skærer derefter Fuglegrøften, medens det gamle vandstel følger Vesen nordvest om Fuglegrøften.

Af mindre render skal nævnes løbet fra Øster Dyb ind mod

Råhede Sluse langs nordsiden af Hviding Nakke, et langstrakt højtliggende område, der strækker sig fra Råhede Sluse over mod Mandø. Det minder en del om Rejsby Stjert, men er betydeligt mindre. Fra kysten vest for Åbølling Bæk strækker et løb sig mod det nordøstlige hjørne af Juvre Kog. Dette løb hedder i sin yderste del Brøns Løb, medens de indre dele på stedet kaldes Åbølling Lo, selv om betegnelsen „lo“ egentlig dækker tidevandsrender inden for vegetationsranden. Løbet har muligvis før i tiden været sejlbart ind mod munden af Brøns Å, der afvandedes til det sammen med Rejsby Å og Åbølling Bæk, der afvandedes gennem Rejsby Sluse. Åbølling Lo er iøvrigt i hele tidevandsområdet den eneste nogenlunde dybe og markerede rende, der fører vand bort fra de kystnære vader og den inddigede marsk.

Forlandskanten (vegetationsranden), der i disse områder må siges at udgøre kystlinien, er meget varierende i Juvre Dybs tidevandsområde. Mandøs og Røms østkyster er ret ensartede uden større indskæringer. Derimod er kysten fra Mandø Ebbelvej til Rømdæmningen uhyre indskåret. Som et gennemgående træk ved denne kyst kan peges på det forhold, at udvæksterne (klinerne, *Borge Jakobsen*) på forlandene har spidser, der fra begge sider peger mod Åbølling Lo i et område fra Astrup Banke til et punkt omtrent 1500 m syd for Råhede Sluse. På tilsvarende måde vender de gamle munding af Rejsby og Brøns Å.

Tidevandsstrømme.

I et forsøg på at klarlægge de kræfter, der styrer udviklingen i et tidevandsområde som det omtalte, vil det være nærliggende at mene, at det er tidevandsstrømmene, der er den altdominerende faktor. Det bliver dog imidlertid hurtigt klart for den, der arbejder i Vadehavet, at andre kræfter kan spille en ret betydelig rolle. Her tænkes navnlig på de vindfremkaldte strømme og på åernes skyllekraft. Den sidstnævnte får sin betydning ved, at den — selv svag — føjes til ebbestrømmenes eroderende virkning. Det følgende er i nogen grad baseret på teorien om en nordgående reststrøm i Vadehavet. Den er fremsat og underbygget af Lundbak, dels på grundlag af vandomsætningsundersøgelser, dels ved flyderforsøg og endelig ved vandstandsobservationer forskellige steder i Vadehavet. På grund af den venstredrejende amfidromi i Vesterhavet vest for Blåvands Huk, kommer højvandet i Lister Dyb henved en halv time før højvandet i Grådyb. Dette forhold fremkalder en nordgående strøm både inden for i Vadehavet og uden for øerne Fanø, Mandø og

Rømø, når vandet er stigende. Omvendt går strømmen mod syd ved faldende vande. Endvidere er forskellen mellem høj- og lavvande størst mod syd (Listerdyb 1,7 m og Grådyb 1,4 m). Ved fuld flod er vandstanden altså højere i de sydlige dele af Vadehavet end i de nordlige, medens den omvendt ved fuld ebbe er højere mod nord end mod syd. Dette fremkalder også en nordgående strøm ved højvande og en sydgående strøm ved lavvande, idet der i disse betragtninger tænkes på tiden før Rømødæmningsens bygning. Den sydgående strøm hindres imidlertid på grund af følgende. Ved lavvande er de højtliggende vade mellem øerne tørre (Mandø Ebbevej og det gamle vandstel mellem Rømø og fastlandet), i hvert fald er der kun meget små vandførende render. Uden for øerne er vandstanden så meget lavere ved ebbe end ved flod, at det giver sig udslag i betydelig mindre strømhastighed, idet denne aftager med afstanden til strømlejets sider og bund. Hertil kommer yderligere, at ebbestrømmen søger direkte mod løbene, altså bort fra kysten og ikke langs med denne som flodstrømmen, der søger ind mod kysten over de fladvandede områder (Lundbak). Som følge af de her nævnte forhold må der i Vadehavet være en nordgående reststrøm, der sikkert er årsagen til, at vandskellet mellem Juvre Dybs og Lister Dybs tidevandsområder lå nord for midten af Rømø, samt at Mandø Ebbevej, der følger vandskellet, ligger nord for Mandø. Ebbevejen ligger nu i et så højt niveau, at det sandsynligvis kun er meget ringe vandmængder, der passerer den ved normale højvander. Ifølge Lundbak skulle forholdet før Rømødæmningsens bygning være det, at der var overskud af indgående vand i Lister Dyb, medens Juvre Dyb havde overskud af udgående vand. Gennem Juvre Dyb skulle der i en tidevandsperiode løbe 150 millioner m³ vand ind og 160 millioner m³ ud, medens Mandø Ebbevej skulle passeres af henved 2 millioner m³. Disse tal kan dog kun angive størrelsesordenen og må anvendes med megen forsigtighed. Efter at Rømødæmningen er bygget, må Juvre Dybs tidevandsområde betragtes som et i det store hele aflukket bassin med Juvre Dyb som den eneste betydende forbindelse med Vesterhavet. Den nordgående tidevandsreststrøm har derfor nu kun betydning uden for øerne.

Vindfremkaldte strømme.

Der er som omtalt næppe tvivl om, at de vindfremkaldte strømme, bølgestrømmene, har ret stor betydning. Det vil her være nødvendigt at forsøge at finde frem til en anvendelig metode, hvorpå vindens indflydelse på strømretningen kan anskueliggøres. For at få et

fingerpeg om denne indflydelse, er det forsøgt at finde frem til den resulterende vindretning. Denne er tidligere beregnet på flere måder. I sin enkleste form er den anvendt af *Axel Schou*, der har kaldt den vindvirkeresultanten, som fremkommer ved, at man for hver vindretning multiplicerer hyppighedsprocenten med middeltallet på vindstyrken i beaufort for vindstyrker over 4, da det her drejer sig om direkte vindtransporteret materiale. De beregnede værdier er afsat som vektorer i forlængelse af hinanden i de rigtige kompasretninger. Linien, der forbinder begyndelses- og slutpunktet, er vindvirkeresultanten. Samme metode med vektordiagrammer blev anvendt 1918 af *Munch-Petersen*, hvis endelige formel for materialvandringen i en given retning er:

$$M = s^2 \cdot h \cdot \sqrt{f},$$

hvor M er materialvandringen, angivet som en ubenævnt størrelse, s er vindstyrken i m/sec, h hyppigheden i % for den undersøgte vindretning og f det frie stræk: afstanden til den nærmeste kyst i den undersøgte retning (indtil en vis grænse). Vindstyrken er her medtaget i anden potens, da det er vindens indflydelse på bølgehastigheden, der ønskes fremstillet, og denne er proportional med kvadratet på vindstyrken. Det betyder, at en enkelt kraftig storm har meget større virkning end længere tids svage vinde.

Ved de her anvendte diagrammer (fig. 2) er der benyttet en forenklet form af Munch-Petersens formel. Den resulterende strømretning, den ubenævnte størrelse R , beregnes som (s^2) , således at s er vindstyrken i m/sec, og R er summen af kvadratet på samtlige observerede vindstyrker, beregnet for hver af de 16 vindretninger. Derefter er vektordiagrammet konstrueret som tidligere nævnt. Det frie stræk f er udeladt af formlen, da det er umuligt at finde et udtryk for f i et område som det her behandlede. Afstanden fra et givet punkt til den nærmeste kyst i en given vindretning er ikke konstant, da vandstanden stadig ændres. I stedet for at tage hensyn til det frie stræk, er der her gjort det, at alle østlige vinde er skåret fra i vektordiagrammerne (NNØ—SSØ), således at man har situationen på en nord-sydgående kyst, der er fuldstændig ubeskyttet mod vest. Det frie stræk er uendeligt i denne retning.

Materialet til beregningerne er taget fra Nautisk-Meteorologisk Arbogs opgivelser 1954 for Vyl Fyrskib vest for Esbjerg. Juni mangler, men er taget fra opgivelserne fra E. R. Fyrskib længere mod vest. Vyl Fyrskib er den meteorologiske station, der ligger nærmest ved det undersøgte område. Den har endvidere den fordel,

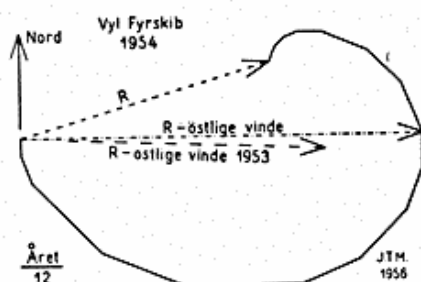


Fig. 2 a. Konstruktionen af den resulterende retning (R) af vindfremkaldte strømme for 1954 som middel af årets 12 måneder. Desuden er indtegnet R fraregnet alle østlige vinde (NNØ—SSØ) for 1954 samt denne størrelse ($R \div$ østlige vinde) for 1953. Diagrammets begyndelsespunkt er lige under nordpilen.

Fig. 2 a. The construction of the resulting direction (R) of currents produced by the wind for 1954 as average of the 12 months of the year. Further, the drawing includes R , apart from all eastern winds (NNE—SSE) for 1954 as well as this quantity ($R \div$ eastern winds) for 1953. The starting point of the diagram is just below the arrow head of the north point.

at der her udføres observationer hver fjerde time døgnet rundt i modsætning til landstationerne, hvorfra der kun offentliggøres een daglig observation. Det er yderligere en fordel, at stationen ligger frit for alle vinde. — Naturligvis kan der rettes mange indvendinger mod anvendelsen af en så fjerntliggende station, men dels er den beregnede, resulterende strømretning en ret usikker størrelse, der højst kan give visse fingerpeg om de bølgestrømfremkaldende vinde, og dels er vindobservationerne ikke noget særligt godt materiale. På mange stationer skønnes vindstyrken i beaufort og omsættes derefter til knob eller m/sec. Vindretningen skønnes også. — Trods alle svagheder er disse diagrammer sikkert den eneste mulighed for at give et nogenlunde indtryk af vindens indflydelse i et område.

Den resulterende retning af de vindfremkaldte strømme er beregnet for hver af de 16 vindretninger for hver måned (reduceret til 30 dage), samt for året som middel af de 12 måneder. Alle vindstyrker er medtaget, da det er vindens betydning som bølgefremkaldende kraft, der ønskes klarlagt. Selv ved vindstyrke 1 (1 m/sec) dannes bølger. Af hensyn til begrænset tid er beregningerne kun foretaget for eet år, 1954 (hvert år kræver behandling af over 2000 observationer). Dog er årsmiddel for 1953 også beregnet. Ved en nøjere undersøgelse er det naturligvis nødvendigt at foretage beregninger for en længere årrække. Det skal dog nævnes her, at erfaringer fra lignende undersøgelser viser, at middelretningen for hele året er nogenlunde konstant, medens månederne varierer betydeligt mere fra år til år, men holder sig alligevel inden for nogenlunde

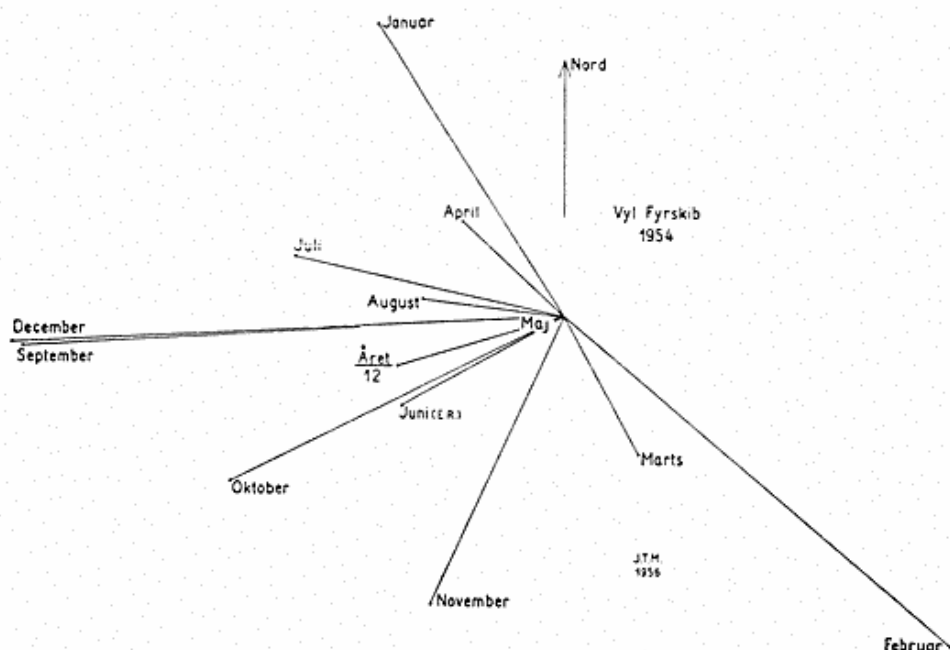


Fig. 2 b. Resultierende retninger af vindfremkaldte strømme angribende i eet punkt, beregnet for hver måned 1954, samt for året som middel af 12 måneder. Målestoksforholdet er $\frac{2}{3}$ af målestoksforholdet i fig. 2 a og c.

Fig. 2 b. Resulting directions of wind-produced currents attacking at a single point, calculated for each month of 1954 and for the year as an average of 12 months. The scale is $\frac{2}{3}$ of the scale in fig. 2 a and fig. 2 c.

snævre intervaller. Mellem de enkelte måneder inden for et år er der derimod meget store afvigelser. Resultatet af beregningerne ses på figur 2. Fig. 2 a viser som eksempel konstruktionen af årsmiddel. Af hensyn til pladsen er fig. 2 b gengivet i målestoksforholdet 2:3 i forhold til fig. 2 a og c. Endvidere er kun de resulterende retninger medtaget, tegnet som om de angriber i eet punkt. I fig. 2 b er samtlige vindretninger medtaget, i fig. 2 c er alle østlige vinde skåret fra, således at figuren viser forholdet på en tænkt nord-sydgående kyst. Det er iøjnefaldende, at der er meget stor forskel på de enkelte måneder (fig. 2 b). Denne forskel understreges yderligere ved vandstandens betydning for strøm og bølger. Ved østlige vinde presses vandet bort fra Vadehavet, således at vaderne tit ligger tørre i længere tid. De måneder, der har overvejende vestlige vinde, må derfor tillægges den største vægt, selv når de østlige vinde i diagrammet er filtreret fra (fig. 2 c). De stærke storme i efterårs- og vintermånederne har givetvis den største betydning, men om nogle af disse stormmåneder er dominerende, er det umuligt at afgøre på nuværende tidspunkt. Det er muligt, at året skal inddeles endnu finere, således at man måske kan udskille visse „stormsæsoner“.

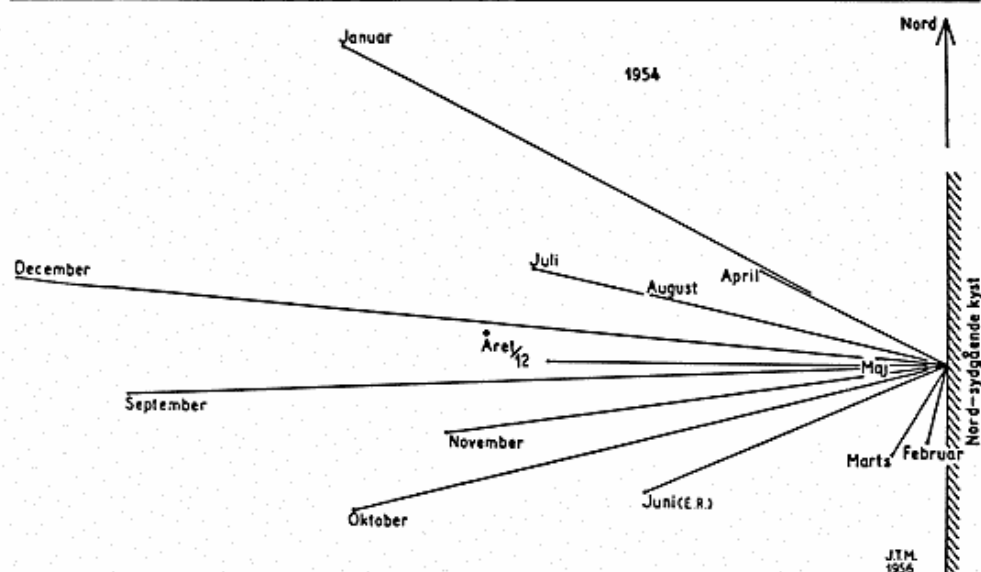


Fig. 2 c. Som fig. 2 b, blot er alle østlige vinde skåret fra, således at figuren viser forholdene på en nord-sydgående kyst, frit udsat for vestlige vinde, som den sydvestjydske kyst til en vis grad er det.

Fig. 2 c. Like fig. 2 b, with the exception that in fig. 2 c all eastern winds are left out; thus, the figures shows the conditions on a coast situated in a north-southerly direction, exposed to western winds, which to a certain extent is true of the south-western coast of Jutland.

Sandsynligvis er de resulterende strømretninger en række indviklede kombinationer af kraftige storme af stærkt varierende retninger og de dermed afhængende læforhold i Vadehavet. Det fremgår tydeligt, at hydrografiske undersøgelser bør finde sted i efterårs- og vintermåneder, og ikke, som det tit er tilfældet, i de mere behagelige sommermåneder.

Medens den resulterende strømretning for hele året er vestlig, nærmest vinkelret på kysten, ses det, at yderpunkterne (januar og oktober for 1954) ligger i sydvest og nordvest. Det er som nævnt de meget stærke storme, der får stor vægt gennem den anvendte beregningsmetode, der viser sig her. De kraftige storme har deres store betydning ved, at en mængde ændringer i Vadehavets morfologi sker som følge af „katastrofer“ (udtrykket skal kun dække begrebet pludselige ændringer som følge af pludseligt opståede vejr- og tidevandssituationer af en vis voldsomhed). Sådanne ændringer i bundrelieffet kan ske meget brat, og det varer længe, før den oprindelige situation nåes igen. I mange tilfælde vil de oprindelige tilstande aldrig vende tilbage, men et helt område vil finde en ny ligevægtsform med den pludseligt opståede påvirkning som udgangspunkt. Er for eksempel et løb først dannet og har eroderet sig et leje, således at det kan føre store vandmængder og eventuelt over-

tage et ældre løbs funktioner, vil hele det omliggende areal undergå meget store forandringer, indtil det nye løb finder sin ligevægtsform. Dette er tilfældet med den førømtalte nordlige del af Fuglegrøften, hvorfra Rømodæmningen afskar det oprindelige afløb. Her er der fremkaldt en kunstig katastrofesituation, som det sandsynligvis vil tage meget lang tid at afvikle. Det stærkt meanderende løb ligger nu tæt ved Juvrediget (fig. 1).

Strømretninger i og uden for Juvre Dyb.

Betragter man Rømos vestkyst, viser det sig, at fra et punkt på højde med Havneby har hovedparten af tidevandsrenderne de ydre dele vendt mod nord, hvad der kan tydes som, at materialvandringen, og dermed den resulterende strømretning går mod nord, uanset hvad der så er årsagen. Forholdet afspejler sig i nogen grad på kortet over Juvre Dybs tidevandsområde og Geodætisk Instituts kort, men er langt mere udpræget i virkeligheden. Efter den vindfremkaldte strøms retning at dømme (fig. 2) skulle denne ikke medføre nogen materialvandring mod nord langs kysten af større betydning, selv om den resulterende strømretning kan svinge noget fra år til år (1953 synes den at være rettet svagt mod syd). På Skallings vestkyst, hvor tidevandsstrømmene har mindre betydning, er der en kraftig materialførende bølgestrøm mod syd, hvad der også er i overensstemmelse med den vindfremkaldte strøms resulterende virkning på Skallings kyst, hvis retning er nordvest-sydøst. På Rømos vestkyst går materialvandringen mod nord og må derfor alene skyldes tidevandsstrømme med resulterende nordlig retning, som det også er påvist af Lundbak. Denne strømretning fortsætter til det nordvestlige hjørne af Rømø eller mere korrekt til et punkt lige vest for Bollert Sand, hvor materialvandringen bremses af Juvre Dybs kraftige strømme, og en stor del af materialet bundfældes. Ved faldende vand føres materiale med den udgående strøm mod vest ud i Vesterhavet, hvor det aflejres efterhånden som hastigheden aftager. På denne måde er Rømø Flak sikkert dannet som en langstrakt ryg, der er tør ved lavvande, og som kan spores mere end 6 km mod vest på den side af løbet, hvortil der stadig føres materiale. Fænomenet genfindes i Søren Jessens Sand syd for Grådyb. Ved dannelsen af det nord for Grådyb liggende flak Tørre Bjælke, er materialet tilført af den førømtalte sydgående bølgestrøm.

Under indgående vand i Juvre Dyb føres materialet mod øst. Denne østgående materialvandring forstærkes meget kraftigt af de overvejende vestlige vinde (fig. 2). De ydre dele af tidevandsren-

derne på nordkysten af Rømø vender alle mod øst. Tilsvarende østgående materialvandring gør sig stærkt gældende på nordkysten af Fanø og Sild (Albuen). Retningen af rendernes ydre dele underbygger stærkt den allerede nævnte opfattelse, at flodstrømmen søger ind mod kysten og de høje vader. Hvis ebbestrømmen havde blot ringe indflydelse inde under forlandskanten, ville tidevandsrendernes ydre dele være vendt mod vest, da ebbestrømmen eroderer meget kraftigere end flodstrømmen, der sikkert opbygger. En stor del af de mindre tidevandsrender på vest- og nordkysten af Rømø løber et stykke fra lavvandslinien næsten parallelt med denne henholdsvis mod nord og øst. Denne del af renderne må som nævnt være dannet under indflydelse af den resulterende nordgående strøm på vestkysten under stigende vande, og af det stigende vand i forbindelse med den østgående bølgestrøm på nordkysten. Den yderste del af tidevandsrenderne er derimod vinkelret på lavvandslinien og må være dannet under ebbe, når loerne tømmes, efter at vandet iøvrigt har trukket sig tilbage fra området. I dette tilfælde sker der en enkelt dræning, hvor vandet uden hindringer kan søge den korteste vej mod de dybe områder. De små tidevandsrenders inderste del, der forløber næsten parallelt med kysten, er altså dannet under stigende vande, medens deres yderste dele, der er vinkelret på kysten, dannes under faldende vande. Foruden de her nævnte virkninger, medfører den østgående bølgestrøm på nordkysten af Rømø, at afløbet fra Fuglegrøftens nordlige del viser tendens til at blive preset mod øst.

Strømretninger inden for Juvre Dyb.

Juvre Dybs tidevandsområde er som nævnt domineret af de to hovedløb Øster Dyb og Rømø Leje, mellem hvilke flakket Rejsby Stjert strækker sig frem som en vældig trekant. Uanset på hvilken måde Rejsby Stjert oprindelig er dannet, udgør det sandsynligvis en ligevægtsform sammen med de to dyb. Den har i hovedtrækkene ikke skiftet form siden den første pålidelige opmåling fra 1807. I et rektangulært tidevandsbassin som Juvre Dybs tidevandsområde, som kun har een åbning, hvor igennem der stadig strømmer vand ud og ind, vil der efterhånden dannes render fra åbningen mod de to fjernest beliggende hjørner af bassinet (Lundbak), da vandet herfra har den længste vej at løbe, før flod- eller ebbeniveauet er nået. I disse hovedretninger bliver de største vandmasser transporteret. Hertil kommer, at hvis Rejsby Stjert ikke var en ligevægtsform, vil den omgående ændres, da den består af materiale, der



Fig. 3. Ringformet muslingebanke (*Mytilus edulis*) i det afspærrede bassin syd for Rejsby Stjert, der ses i baggrunden. På grund af østlige vinde er bassinet næsten tørt.

*Fig. 3. Ring-shaped mussel bed (*Mytilus edulis*) in the enclosed basin south of Rejsby Stjert, which is seen in the background. On account of eastern winds the basin is almost dry.*

er meget let at transportere for strømmene i det pågældende område. De to hovedrender med det mellemliggende trekantede flak genfindes i Grådybs (Lilho Sand) og Lister Dybs (Jordsands Flak) tidevandsområder, men Rejsby Stjert inden for Juvre Dyb er langt det kraftigst udviklede.

Strømretningerne inden for Juvre Dyb er vanskelige at udrede. I det følgende vil det blive forsøgt at gøre rede for nogle af de veje, vandet strømmer i løbet af en tidevandsperiode. Som tidligere nævnt, har forlandet på tidevandsområdets østkyst nogle udvækster, hvis spidser fra begge sider vender mod Åbølling Lo. Tilsvarende gjaldt for mundingerne af Rejsby og Brøns Ær, før diget blev bygget. Dette kan tydes, som om der sker en materialvandring mod Åbølling Lo fra begge sider. Det transporterede materiale må så være bundfældet, før den transporterende strøm når frem til området ved Åbølling Lo, eller også fjernes det øjeblikkeligt herfra. Sandsynligvis minder forholdene her om de før nævnte render på vest- og nordkysten af Rømø. Det synes at være givet, at det er

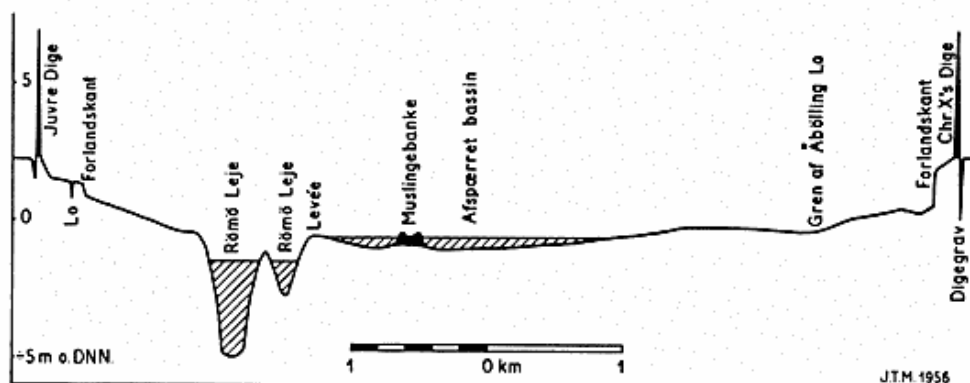


Fig. 4. Snit gennem tidevandsområdet fra det gamle udløb af Åbølling Bæk til den nordlige del af Juvrediget.

Fig. 4. Cut through the tidal area reaching from the old mouth of Aabølling Bæk to the northern part of the Juvre Dike. (Muslingebanke = mussel bed. Forlandskant = border of the foreland.)

det stigende vand, der på sin vej langs kysten opbygger forlandene, medens Åbølling Lo er den rende, der er dannet vinkelret på kysten af det hurtigt udstrømmende ebbvand. Sikkert er det i hvert fald, at vandet fra Rejsby og Brøns Åer og fra de områder uden for digerne, som de to åer afvander, strømmer mod Åbølling Bæk og gennem denne ud mod Rømø Leje. Under østenvind kan en del af vandet fra Brøns Å strømme direkte over vaden mod vest, men som følge af de dominerende vestlige vindretninger (fig. 2), vil vandet langt den største del af året være presset ind mod Vadehavets østlige kyst og vil således være tvunget til at søge ud gennem Åbølling Lo ved faldende vande og derigennem holde den dybe rende, som iøvrigt er den eneste af nogenlunde format i Juvre Dybs tidevandsområde. Dens bund ligger indtil 0,5 m under omgivelserne, og 0,1 m- (over DDN) kurven når indtil 100 m fra forlandskanten. Å-vandet er ganske sikkert skyld i, at renden er så markeret. Det kan indvendes, at de mængder vand, der kommer fra de to åer, er meget små i forhold til de store vandmængder, der transporteres i løbet af en tidevandsperiode, men å-vandet kommer som et overskud oven i ebbestrømmen og giver herved den spulevirkning, der er nødvendig for at holde en rende. Over alt i Vadehavet, hvor der går markerede render vinkelret ind på kysten, finder dette sted i forbindelse med udløb af åer. Denne skyllevirkning vil kunne udnyttes betydeligt mere, hvis sluserne blev holdt lukket, til efter vandet er begyndt at falde.

Åbølling Lo fører som omtalt vand fra Rejsby og Brøns sluser, fra hvilke vandet mødes nogle få hundrede meter fra forlandskanten. Den kan derefter følges som et markeret løb omtrent 2 km mod vest,

hvor den ender i et meget fladvandet bassin, der strækker sig helt til Rømø Leje og i virkeligheden omfatter Brøns Løb. I dette bassin kan der ikke spores nogen form for gennemgående render. I det ydre område findes en del ringformede muslingebanker (fig. 3), langs hvilke der er svage spor af fordybninger. Bassinets dybdeforhold er præget af stor ensformighed. Fra sin østlige del ved kysten og henved 2 km mod vest er faldet i Åbølling Lo fra ca. 0,5 m (over DNN) til ca. $\pm$ 0,5 m. Vest på gennem bassinet er der ikke noget væsentligt fald, idet vanddybden kun sjældent overstiger 0,3 m, og der er ingen strømme. Farvestof, udlagt i vandet ved laveste vandstand, bevæger sig overhovedet ikke. Bunden i de laveste dele af bassinet kan derfor med nogen sikkerhed sættes til at være fra $\pm$ 0,5 m til $\pm$ 0,8 m over DNN. Grunden til at bassinet aldrig afvandes, er den, at der langs Rømø Leje ligger en lav bank (tør ved lavvande), der ganske givet er en levéedannelse; altså opbygget som følge af det fald i hastighed, der finder sted, når flodvandet breder sig ud til siderne fra de store løb.

Fig. 4 viser et snit gennem tidevandsområdet fra diget ved Åbølling Bæks gamle udløb til den nordligste del af Juvrediget. Profilet er tegnet med en overhøjning på 200, da man ellers ikke vil kunne få enkeltheder frem i det flade terræn. Over alt, hvor det har været muligt, er snittet tegnet i overensstemmelse med de oplysninger, man har om forholdene i de eksisterende målinger. Derimod er levéen langs Rømø Leje, det afspærrede bassin og muslingebanker kun at betragte som skitser, der dog er inden for de grænser, der er skønnet rimelige for de pågældende størrelser.

Tilsvarende afspærringsbassiner findes andre steder i tidevandsområdet, blandt andet mellem Rejsby Stjert og Hviding Nakke. Levéerne er så brede og ligger så lavt, at de ikke når at blive gennembrudt under ebbe, bortset fra ganske enkelte render, der ikke er i stand til at afvande de store flade bassiner, hvor en dræning er meget vanskelig. De få eksisterende render fører ved laveste vandstand en meget kraftig strøm, der giver sig udslag i dannelsen af store strømribber.

I den nordlige del af Juvre Dybs tidevandsområde findes to sluser, ved Vester Vedsted Bæk og ved Råhede Bæk, den tidligere skelbæk. Ingen af vandløbene fører større vandmængder, og fra begge fører kun svagt markerede, fladvandede render i vaden. Vester Vedsted Bæks afstrømningsområde er efter regulering af Råhede Bæk delvis overtaget af denne, hvorfra vandet løber nord om Hviding Nakke til Øster Dyb. En nordgående strøm langs forlandskanten

synes at kunne spores til et punkt omtrent 1500 m syd for Råhede Sluse. Syd for dette synes vandet at løbe mod syd mod Åbølling Lo. Dette forhold har muligvis sin årsag i, at det indgående vand, kraftigt forstærket af de dominerende vestlige vinde, presses ind mod den jyske vestkyst, hvor det så breder sig mod nord mod afløbet fra Råhede Sluse og mod syd mod Åbølling Lo og følger disse retninger, når vandet igen falder. Dette er dog kun en teoretisk betragtning, og problemerne er i øjeblikket genstand for en nøjere undersøgelse. Problemet vindens betydning for vandets veje skal sikkert løses i meget nøje forbindelse med en undersøgelse af øers og højsandes lægivende virkning for de forskellige vindretninger.

SUMMARY

The map of the tidal area of Juvre Dyb in the scale: 1:50.000 (pl. 1, at the back of the journal) has been worked out on the basis of the topographical maps (1:20.000) executed by the Geodetic Institute of Copenhagen and maps carried out in 1953/55 in collaboration with De Danske Vade- og Marskundersøgelser (The Danish Wadden and Salt Marsh Researches) (1:10.000), maps from Vadehavsudvalget af 1941 (The Waddensea Commission of 1941) as well as vertical air photographs.

In order to illustrate the importance of the wind, the directions determined by the currents produced by the wind have been figured out in the way that for each of the 16 wind directions the sum of the velocities squared has been calculated for the total number of wind observations carried out in 1954. The results obtained have been drawn as vectors in the true compass directions (partly according to Munch-Petersen, Fig. 2). The resulting current direction (the line from the starting point to the terminal point in the diagram) for the 12 months of the year shows that the wind conditions are extremely varying (fig. 2 a), even when the eastern winds on account of the situation of the tidal area have been left out (fig. 2 b).

The tidal area of Juvre Dyb is, broadly speaking, to be considered as a rectangular basin with Juvre Dyb as the only opening of any importance towards the North Sea. The basin is dominated by the two big channels, Rømø Leje and Øster Dyb, which reach from Juvre Dyb to the farthest corners of the basin. Between the two main channels is situated the flat Rejsby Stjert, which together with the deeps forms an equilibre on account of the shape of the area and the forces which are active there.

Juvre Dyb is provided with material from the south as a consequence of a tidewater current, the results of which are effective towards north alongside the western coast of Rømø. The drift of material is checked by the powerful currents in Juvre Dyb, and at outgoing tide the material is carried towards west, where little by little it contributes to the building up of the Rømø Flat. At ingoing tide the material is transported

towards east alongside the north coast of Rømø, where the mouths of the existing tidewater creeks in the course of time are pressed towards east. The lastmentioned wandering of material is strongly intensified by the prevailing western winds. The shape of the tidal creeks seems to indicate that in the wadden sections next to the coast the rising tide normally follows the coast and shapes the inner parts of the tidewater creeks, which run almost parallel to the coast, whereas the falling tide tends outwards towards the deeps in directions which are at a right angle to the coast line, thereby shaping the outer parts of the tidal creeks.

An example of such an ebb-creek we have in Aabølling Lo, which is situated at a right angle to the coast; Aabølling Lo is supplied with water both from Rejsby River and from Brøns River, the washing power of which is sufficient for maintaining this watercourse as a relatively deep and pronounced channel. Aabølling Lo continues from the Rejsby Dike over a distance of almost 2 km towards west and debouches into a big, shallow basin, which stretches as far as to Rømø Leje, from which it is separated by a very broad levée, which will not be penetrated during ebb-tide.

KILDER

- Betænkning angaaende Dæmning mellem Rømø og Fastlandet og Landvindingsarbejder i Vadehavet inden for Rømø. København 1938.
- Bruun, Palle: Bølger og Strøms Evne til at transportere Materiale. Ingeniøren, no. 30. København 1909.
- Bruun, Per: Coast Stability. København 1954.
- Holst og Tuxen: Kort over Jyllands Vestkyst. Skallingen—List. Opmålt 1807.
- Jacobsen, N. H.: Skibsfarten i Det Danske Vadehav. D. K. D. G. S. Kulturgeografiske Skrifter, bd. II. København 1937.
- Jakobsen, Børge: The Tidal Area in South-Western Jutland and the Processes of the Salt Marsh Formation. Geografisk Tidsskrift, bd. 53. København 1954.
- Johnson, D. W.: Shore Processes and Shoreline Development. New York 1919.
- Lundbak, Asger: Det sydvestjydske Vadehavs Hydrografi. Upubliceret.
- Munch-Petersen, J.: Bølgebevægelse og Materialbevægelse langs Kysten. Fysisk Tidsskrift, bd. 16. København 1918.
- Nautisk-Meteorologisk Årbog 1953 og -54. København 1954 og -55.
- Nørlund, N. E.: Johannes Mejers Kort over det danske Rige. II bd. Geodætisk Instituts Publikationer II, København 1942.
- Petersen, Thade: Det sønderjydske Vadehav. Geografisk Tidsskrift, bd. 29, København 1926.
- Pettersson, H.: Oceanografi. Stockholm 1939.
- Schou, Axel: Det marine Forland. Folia Geogr. Danica, Tom. IV. København 1945.
- Svendsen, S.: Munch-Petersens Formel for Materialvandring. Stads- og Havneingeniøren. København, december 1938.

Koter i forhold til D.N.N.

towards east alongside the north coast of Rømø, where the mouths of the existing tidewater creeks in the course of time are pressed towards east. The lastmentioned wandering of material is strongly intensified by the prevailing western winds. The shape of the tidal creeks seems to indicate that in the wadden sections next to the coast the rising tide normally follows the coast and shapes the inner parts of the tidewater creeks, which run almost parallel to the coast, whereas the falling tide tends outwards towards the deeps in directions which are at a right angle to the coast line, thereby shaping the outer parts of the tidal creeks.

An example of such an ebb-creek we have in Aabølling Lo, which is situated at a right angle to the coast; Aabølling Lo is supplied with water both from Rejsby River and from Brøns River, the washing power of which is sufficient for maintaining this watercourse as a relatively deep and pronounced channel. Aabølling Lo continues from the Rejsby Dike over a distance of almost 2 km towards west and debouches into a big, shallow basin, which stretches as far as to Rømø Leje, from which it is separated by a very broad levée, which will not be penetrated during ebb-tide.

KILDER

- Betænkning angaaende Dæmning mellem Rømø og Fastlandet og Landvindingsarbejder i Vadehavet inden for Rømø. København 1938.
- Bruun, Palle*: Bølger og Strøms Evne til at transportere Materiale. Ingeniøren, no. 30. København 1909.
- Bruun, Per*: Coast Stability. København 1954.
- Holst og Tuxen*: Kort over Jyllands Vestkyst. Skallingen—List. Opmålt 1807.
- Jacobsen, N. H.*: Skibsfarten i Det Danske Vadehav. D. K. D. G. S. Kulturgeografiske Skrifter, bd. II. København 1937.
- Jakobsen, Børge*: The Tidal Area in South-Western Jutland and the Processes of the Salt Marsh Formation. Geografisk Tidsskrift, bd. 53. København 1954.
- Johnson, D. W.*: Shore Processes and Shoreline Development. New York 1919.
- Lundbak, Asger*: Det sydvestjydske Vadehavs Hydrografi. Upubliceret.
- Munch-Petersen, J.*: Bølgebevægelse og Materialbevægelse langs Kysten. Fysisk Tidsskrift, bd. 16. København 1918.
- Nautisk-Meteorologisk Årbog 1953 og -54. København 1954 og -55.
- Nørland, N. E.*: Johannes Mejers Kort over det danske Rige. II bd. Geodætisk Instituts Publikationer II, København 1942.
- Petersen, Thade*: Det sønderjydske Vadehav. Geografisk Tidsskrift, bd. 29, København 1926.
- Pettersson, H.*: Oceanografi. Stockholm 1939.
- Schou, Axel*: Det marine Forland. Folia Geogr. Danica, Tom. IV. København 1945.
- Svendsen, S.*: Munch-Petersens Formel for Materialvandring. Stads- og Havneingeniøren. København, december 1938.