

FLOD OG EBBE VED GRØNLAND OG I POLHAVET

Af cand. mag. *Asger Lundbak*

Enhver grønlandsfarer har sikkert lagt mærke til de betydelige vandstandsændringer, der i løbet af få timer kan optræde langs den grønlandske kyst. Han har måske, idet han er gået fra borde, set bølgerne fredsommeligt slikke op ad de iøvrigt tørre klipper; ved sin tilbagekomst til skibet få timer senere er han da blevet overrasket over at se dette liggende dybt nede, omgivet af glatte, slimede klipper, som vandet har trukket sig væk fra.

Om vinteren er tidevandets rolle langs de grønlandske kyster noget anderledes. Den varierende vandstand bevirker nu, at det bælte af klippekysten, der berøres af tidevandet, forsynes med en bred bræmme af is, den såkaldte isfod. Mange steder udgør denne isfod den eneste forbindelsesvej for vinterens slædekørsel.

Det bør dog fremhæves, at tidevandets mest afgørende rolle er den, at det virker som »omrører« i havet; i de dybere vandlag sker herved en bestandig påvirkning og fornyelse, bl.a. med hensyn til luftindhold, som er af betydning for fiskenes levevilkår. Uden at gå nærmere ind herpå skal tilføjes, at de almindelige havbølger også bevirker en vis omrøring; imidlertid spiller havbølgerne ikke så stor rolle i arktiske farvande, idet havbølgernes opkomst hindres af isdække, og tidevandets rolle som »omrører« er da forholdsvis større i sådanne farvande. Et hermed forbundet og ret vigtigt fænomen er iøvrigt intermediære tidevandsbølger af betydelig bølgehøjde ved grænseflader i dybere vandlag; kun tidevandet ved havoverfladen vil dog blive behandlet i det følgende.

Først må da siges, at tidevandet er et naturfænomen, der er ret simpelt i princippet, men yderst kompliceret i sin udformning. Eksempelvis kan det være vanskeligt at afgøre, om tidevandet i et givet havområde er selvstændigt, d.v.s. skabes i selve dette havområde, eller om det tilføres fra et eller flere tilgrænsende områder. En problemstilling af netop denne art har i mange år været knyttet til Polhavet nord for Grønland og bl.a. været forbundet med problemet om eventuelle landmasser her. Den amerikanske tidevandsekspert Rollin A. Harris mente således i 1911 at kunne fastslå, at det arktiske tidevande, således som det kunne iagttages ved kysterne, måtte betinges af ret udstrakte landmasser – evt. store grunde områder – i Polhavet. Herom senere.

Idet tidevandets dominerende periode sædvanligvis er netop det halve af tiden mellem to ens stillinger – f. eks. to sydstillinger – af Månen, er erkendelsen af, at tidevandet har en vis forbindelse med Månen, utvivlsomt adskillige tusinde år gammel. Forståelsen af, at tidevandet – i hvert fald for en væsentlig del – skyldes Månens forskellige tiltrækning i forskellige punkter af Jorden, kom med Newtons tyngdelov, altså omkring år 1700. Endelig er en gennemgribende analyse af tidevandet sket i løbet af de sidste hundrede år; ved såkaldt harmonisk analyse er man i stand til at opløse tidevandet et vilkårligt sted i en række bølger, der benævnes partialbølger. Disses bølgehøjder varierer fra sted til sted, medens deres perioder er ganske konstante.

De almindeligst forekommende partialbølger og de dertil hørende konstante periode-længder fremgår af tabel I. Det ses, at hver af de fire først anførte partialbølger kommer igen med ca. et halvt døgn mellemrum, hvorfor de kaldes halvdaglige; for de følgende tre partialbølger er periodelængderne omkring et helt døgn, og for de sidste tre af længere varighed.

M ₂ -bølgen	Periodelængde:	12 timer	25 ¹ / ₄ minutter	
S ₂ -bølgen	»	12	» 00	»
N ₂ -bølgen	»	12	» 39 ¹ / ₂	»
K ₂ -bølgen	»	11	» 58	»
K ₁ -bølgen	Periodelængde:	23 timer	56 minutter	
O ₁ -bølgen	»	25	» 49	»
P ₁ -bølgen	»	24	» 04	»
Mf-bølgen	Periodelængde:	13 døgn	16 timer	
Mm-bølgen	»	27	» 13 ¹ / ₄	»
Ssa-bølgen	»	182	» 15	»

Tabel I

M₂-bølgen, der bevirker højvande eller flod med mellemrum af 12 timer og 25 ¹/₄ minut, er – som allerede berørt – den dominerende tidevandsbølge de fleste steder. S₂-bølgen, hvis bølgehøjde gennemgående er knapt halvdelen af M₂-bølgens, er bevis for, at også Solen medvirker til tidevandet, idet S₂-bølgens periodelængde er præcis halvdelen af et døgn. Langs de fleste kyster virker disse to bølger sammen et par døgn efter fuld- og nymåne og giver springtidevande med særlig høj flod og særlig lav ebbe, medens de modvirker hinanden og giver såkaldt niptidevande et par døgn efter første og sidste kvarter. Forskellen mellem spring- og niptidevande er gennemgående større i grønlandske farvande end f. eks. i nordvesteuropæiske farvande, hvor S₂-bølgen ikke er så stærkt udviklet.



Foto: A. Lundbak

Fig. 1. Landsfogedbroen i Godhavn er indrettet, så at dens yderste ende kan følge havets stigen og falden. I løbet af 6 timer kan vandstanden her blive 2 m højere eller lavere. Ved andre grønlandske byer forekommer endnu større vandstandsændringer.

Ret simple tidevandsforhold ville man have, hvis Jorden var helt dækket af et overalt lige dybt ocean. M_2 -bølgens størrelse eller bølgehøjde ville da være $48\frac{1}{2}$ cm ved Ækvator; den ville aftage til nul ved polerne og f.eks. være $3\frac{1}{4}$ cm på 75° nordl. bredde. De øvrige tidevandsbølger ville ved Ækvator alle være væsentlig mindre end M_2 -bølgen. Derimod ville på 75° nordl. br. størrelsen af f.eks. P_1 -bølgen være $4\frac{3}{4}$ cm, af O_1 -bølgen 10 cm og af K_1 -bølgen endda $14\frac{1}{4}$ cm. Endvidere ville Mf -bølgen, der som ovenfor angivet har en periode på $13\frac{2}{3}$ døgn og således bevirker en stigen af vandet i omtrent 7 døgn og derpå en falden af vandet i lige så lang tid, på 75° nordl. br. have bølgehøjden $7\frac{1}{2}$ cm. Vi måtte med andre ord, hvis det arktiske hav var et aflukket indhav, forvente omtrent de angivne forhold mellem de ovennævnte partialbølger, således at bølgerne med periode på ca. et døgn ville dominere. M_2 -bølgen ville derimod komme ret langt nede i rækken.

Nu er det arktiske hav ikke et aflukket indhav; imidlertid bekræfter bl. a. Mf -bølgen, at der er noget om snakken. Ved observation ved Mo i Rana (Nordnorge) af vandstanden gennem lang tid, så at andre effekter har kunnet elimineres, er påvist en Mf -bølge med bølgehøjde på ca. 8 cm, og ved Reykjavik er påvist en Mf -bølgehøjde på 6 cm (den teoretisk beregnede er her netop 6 cm). Gennem endnu længere observations-

rækker er ved både Grønlands og Norges kyster påvist den halvårige Ssa-bølge, idet dens bølgehøjde har vist sig at være af samme størrelsesorden som Mf-bølgens. Teoretisk skulle den kun være knapt halvdelen af Mf-bølgehøjden; men den er noget påvirket af årstidernes skiftende vejrforhold.

Foreløbig vil imidlertid M_2 -bølgen blive betragtet, og det vil være underforstået, at der netop er tale om denne, når ikke andet nævnes. På den sydlige del af Grønlands vestkyst, nærmere betegnet ved Julianehåb, vil M_2 -bølgen bevirke flod 6 timer efter, at Månen har stået i stik syd, og ligeledes 6 timer efter, at Månen har stået i stik nord (men under horisonten). Det er flod netop en time senere ved Godthåb, 3 timer senere ved Godhavn, og ved Thulebasen kommer floden ialt $6\frac{1}{2}$ time senere end ved Julianehåb. Da Månens syd- og nordstillinger indtræffer halvanden time senere ved Thulebasen end ved Julianehåb, kan man også udtrykke det på den måde, at flod ved Thulebasen kommer 11 timer efter Månens kulmination her; man siger, at havnetiden er 6 timer ved Julianehåb og 11 timer ved Thulebasen.

Tidevandet langs Grønlands vestkyst kan åbenbart opfattes på den måde, at en tidevandsbølge fra det nordvestlige Atlanterhav skyller op langs kysten og i løbet af $6\frac{1}{2}$ time når fra Julianehåb til Thulebasen. Da denne afstand er ca. 2000 km, må tidevandsbølgens gennemsnitlige fart altså være ca. 300 km i timen. I Labrador Havet, der ifølge vedtægt går til 64° nordl. br., er bevægelseshastigheden noget større end 300 km i timen. Nord herfor aftager dybden til en tærskeldybde omkring 675 m i Davis Strædet, og tidevandsbølgen bliver såvel langsommere som højere. Derefter bliver far-

Lokalitet	Havnetid		Tidevandets størrelse i m	
	timer	minutter	springtid	niptid
Julianehåb	6	20	2,4	1,1
Frederikshåb	6	20	3,8	1,6
Godthåb	7	00	3,7	1,6
Sukkertoppen	7	05	4,7	1,6
Holsteinsborg	8		3,8	2,0
Egedesminde	9		2,2	1,3
Godhavn	9	05	2,5	1,3
Jakobshavn	9	25	2,4	1,3
Upernavik	11		2,5	
Thule (North Star Bay)	11	05	3	0,6
Port Foulke (ved Etah)	11	15	3,0	2,3

Tabel II

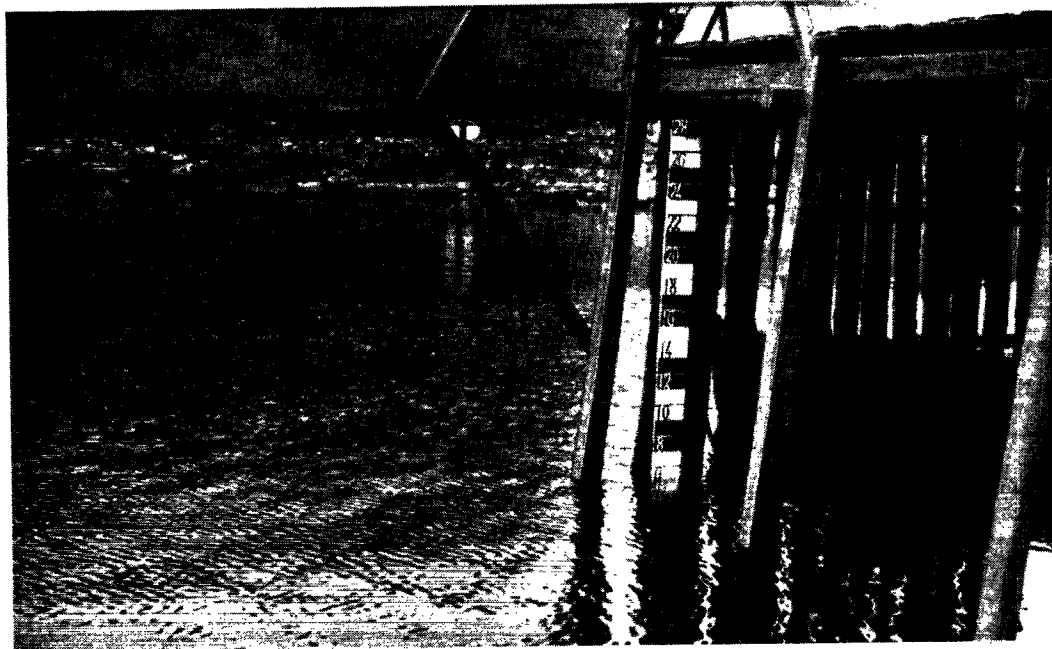


Fig. 2. Vandstandsbræt til aflæsning af vandstanden. Man anvender også selvregistrerende vandstandsmålere; men de er ikke helt så driftsikre i isfyldte farvande.

Foto: A. Lundbak

vandet dybere og bredere igen i Baffin Bugten, og tidevandsbølgen bliver atter hurtigere og lavere.

Tabel II, der er et uddrag af »Den grønlandske Lods« (1948), illustrerer det her anførte; det må dog bemærkes, at ikke alle tabellens talangivelser er lige eksakte, da kun de færreste bygger på egentlige analyser. Det bør også anføres, at man for de anførte lokaliteter kan træffe lidt andre havnetider end de her anførte; imidlertid må man huske på, at floden ikke indtræffer samtidigt i de forskellige punkter af en fjord f.eks., omend lokalitetsangivelsen er den samme. Det fremgår iøvrigt af tabellen, at tidevandet forøges noget igen mod nord; dette skyldes rimeligvis tragtformen af Smith Sunds sydlige del.

Ved Grønlands østkyst synes tidevandet mere indviklet. Det er således flod ved Skjoldungen på $63\frac{1}{2}^{\circ}$ nordl. br. to timer tidligere end ved Julianehåb, inde i Scoresby Sund på $70\frac{1}{2}^{\circ}$ nordl. br. 4 timer senere end ved Julianehåb, ved Eskimonæs på 74° nordl. br. kun 3 timer senere end ved Julianehåb og ved Danmarkshavn på $76\frac{3}{4}^{\circ}$ nordl. br. kun $2\frac{1}{2}$ time senere end ved Julianehåb. Tidevandets størrelse er de nævnte steder i den angivne rækkefølge henholdsvis $1\frac{3}{4}$ m, $\frac{3}{4}$ m, knapt 1 m og godt 1 m.

Til forklaring tjener, at de tre sidstnævnte lokaliteter befinder sig nord for en undersøisk ryg, der strækker sig fra Grønland (nærmere betegnet fra Kangerdlugssuak-

området) over Island og Færøerne til Skotland, medens Skjoldungen befinder sig syd for denne ryg; ryggens tærskelværdier er omkring 500 m, medens dybder over 2000 m findes på begge sider af den. Herudover tjener Island som en vældig bølgebryder overfor den fra Atlanterhavet kommende tidevandsbølge.

Alt i alt sker der ved samvirken af flere tidevandsbølger det, at to af hinanden nogenlunde uafhængige tidevandsbølger slår ind mod Grønlands østkyst, den ene og højeste syd for den omtalte ryg, den anden og lavere – men til gengæld bredere – nord for ryggen, og da denne sidste nærmest bevæger sig fra øst mod vest, kommer den omtrent samtidigt til øen Jan Mayen og Danmarkshavn. Mellem Island og Grønland har den sydligste bølge overtaget; idet den rimeligvis kastes tilbage fra Grønlandskysten, giver den langs Islands nordkyst en fra vest mod øst vandrende tidevandsbølge.

Sammenfattende kan man sige, at tidevandet i de hidtil betragtede havområder er behersket af M_2 -bølgen. Med hensyn til de øvrige partialbølger kan bemærkes, at S_2 -bølgens rolle som tidligere angivet er den, at tidevandet er kraftigst efter fuld- og nymåne og svagest efter første og sidste kvarter. Om de heldaglige K_1 - og O_1 -bølger kan i denne sammenhæng angives, at de præger tidevandet ved Grønland på den måde, at floden om sommeren mange steder er særlig kraftig, hvis den indtræffer om aftenen, og mindre kraftig, hvis den indtræffer om morgenen, medens det er lige omvendt om vinteren. De heldaglige partialbølgers virkninger er særlig udpræget fra Godthåb og nordefter.

Inden den videre diskussion af tidevandsforhold kan der måske være grund til at kikke lidt nærmere på selve navnene på Polhavet og de omgivende farvande (sml. kortet fig. 3). For det første skal Polhavet, der også kaldes Det Arktiske Hav, Ishavet og Polarbassinet, angive den dybe del (dybder omkring 1000 m og mere) af havet omkring Nordpolen. Syd herfor, mellem Nansenryggen – der forbinder Nordøstgrønland og Svalbard – og Island, taler man om Grønlandshavet eller Grønlandsdybet, medens havet længere østpå og strækkende sig ned til Skotland sædvanligvis kaldes Norskehavet eller Norske-dybet; sammenfattende kaldes de to have Det Europæiske Nordhav. Havet syd for Island hedder Det Vesteuropæiske Hav; det går sydvest for Island over i Irmingerhavet, som atter gennem Danmarkstrædet står i forbindelse med Grønlandshavet.

Som det ses af kortet, grænser iøvrigt følgende randhave op til Polhavet, idet de nævnes i rækkefølge fra vest mod øst: Barentshavet, Vestsibiriske Hav, Laptev havet (før 1918 Nordenskjöldhavet), Østsibiriske Hav, Tsjuktsjerhavet og Beauforthavet. Det Vestsibiriske Hav kaldes også undertiden Nansenhavet; det går mod sydvest over i Karahavet.

Hvad Polhavets tidevande angår, er der som allerede nævnt, dels mulighed for et selvstændigt tidevande med en dominerende virkning af de heldaglige partialbølger, dels muligheder for indtrængende tidevandsbølger fra forskellige sider. De forskellige

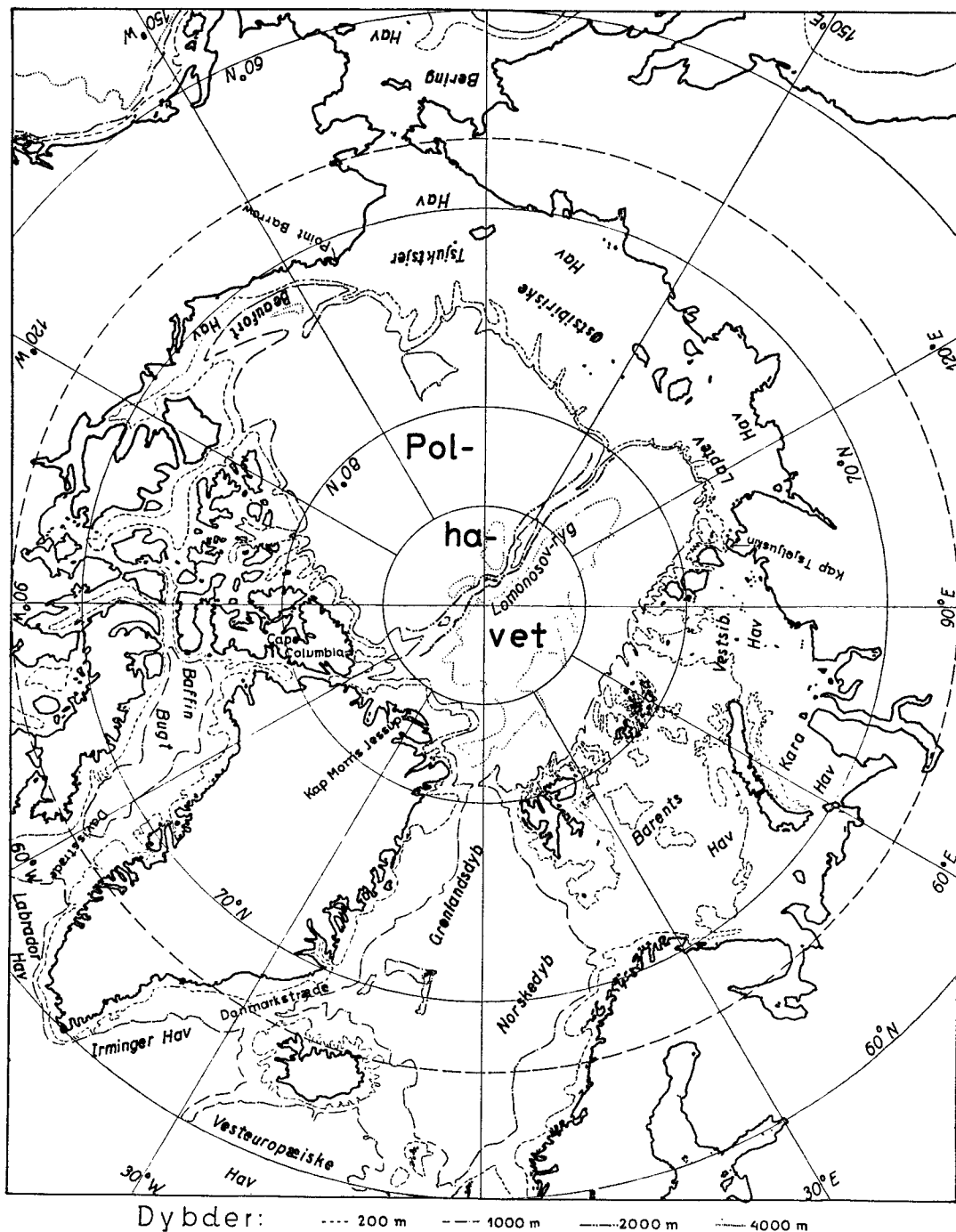


Fig. 3. Polhavet med omgivende have, efter nyere tilgængelige kilder. Der er tegnet dybdekurver for 200, 1000 og 4000 m's dybde; endvidere er på begge sider af Lomonosovryggen angivet kurverne for 2000 m's dybde. Udover de vigtigste breddecirkler er med stipleet signatur angivet den nordlige polarkreds.

muligheder er følgende, og de er – idet vi foregriber begivenhedernes gang lidt – ordnet efter aftagende betydning:

1. Indtrængende tidevande fra farvandene ml. Grønland og Norge.
2. Selvstændigt tidevande, skabt i selve Polhavet.
3. Indtrængende tidevande fra Baffinbugten.
4. Indtrængende tidevande fra Beringhavet.

Måske vil det forbyde, at det indtrængende tidevande fra Beringhavet er det, der har mindst betydning for Polhavets tidevande. Beringstrædet er dog ca. 100 km bredt på sit smalleste sted, d.v.s. mere end det dobbelte af Kanalens bredde mellem Dover og Calais. Imidlertid er dybden ringe, mellem 30 og 40 m på det dybeste sted, og de tilgrænsende randhaver – Beringhavet mod syd og Tsjuktsjerhavet mod nord – er også ret grunde (sml. kortet). En sydfra kommende bølge vil derfor tabe det meste af sin kraft undervejs.

En nærmere undersøgelse godtgør da også, at den tidevandsbølge, som fra Stillehavet skyller ind i Beringhavet, kun ganske få steder i Beringhavet har bølgehøjde over 1 m. Et af disse steder er Beringhavets østlige tragtformede hjørne, kaldet Bristolbugten, hvor der til gengæld opnås hele 4 m i bølgehøjde. I selve Beringstrædet er bølgehøjden faldet til $\frac{1}{4}$ m i den østlige (amerikanske) side og til det halve heraf – ca. $\frac{1}{8}$ m – i den vestlige (asiatiske) side. Denne tidevandsbølge taber sig ret snart nord for Beringstrædet.

Den næstsidste af de nævnte muligheder, nemlig indtrængende tidevande fra Baffinbugten, spiller heller ikke nogen afgørende rolle for Polhavets tidevande. Skønt der er ret gode bølgehøjder af tidevandet i Baffinbugtens nordlige del, bliver højderne af de bølger, som når frem til Polhavet, dog alligevel små, fordi sundene mellem Baffinbugten og Polhavet er smallere end f.eks. Beringstrædet. Kun to af disse sunde eller forbindelsesveje, der begge er dybere end Beringstrædet, er særlig omtale værd i denne forbindelse.

Den ene af disse forbindelsesveje for tidevandet går lige nordvest om Grønland. Følger man den fra Baffinbugten til Polhavet, benævnes den successivt: Smith Sund, Kane Bassin, Kennedy Kanal, Hall Bassin og Robeson Kanal. I Smith Sund er tidevandets bølgehøjde ca. 2 m i middel, i Robeson Kanal ca. 1 m. Iøvrigt indtræffer flod omtrent samtidigt disse to steder samt i farvandene derimellem, nemlig umiddelbart før Månen kulminerer. Grunden til denne samtidighed er højst sandsynligt, at tidevandsbølgen fra Baffinbugten her tårner sammen med en fra Polhavet kommende – men noget svagere – tidevandsbølge.

Den anden forbindelsesvej fra Baffinbugten til Polhavet går fra Baffinbugtens nordvestlige del og nærmest stik vest gennem det kanadiske arkipelag, udmundende nord for Banks Island. Også denne forbindelsesvej er opdelt i delstrækninger med forskellige navne, der fra øst mod vest er: Lancaster Sund, Barrow Stræde, Melville Sund (egentlig ret bredt indhav) og Mac Clure Stræde.

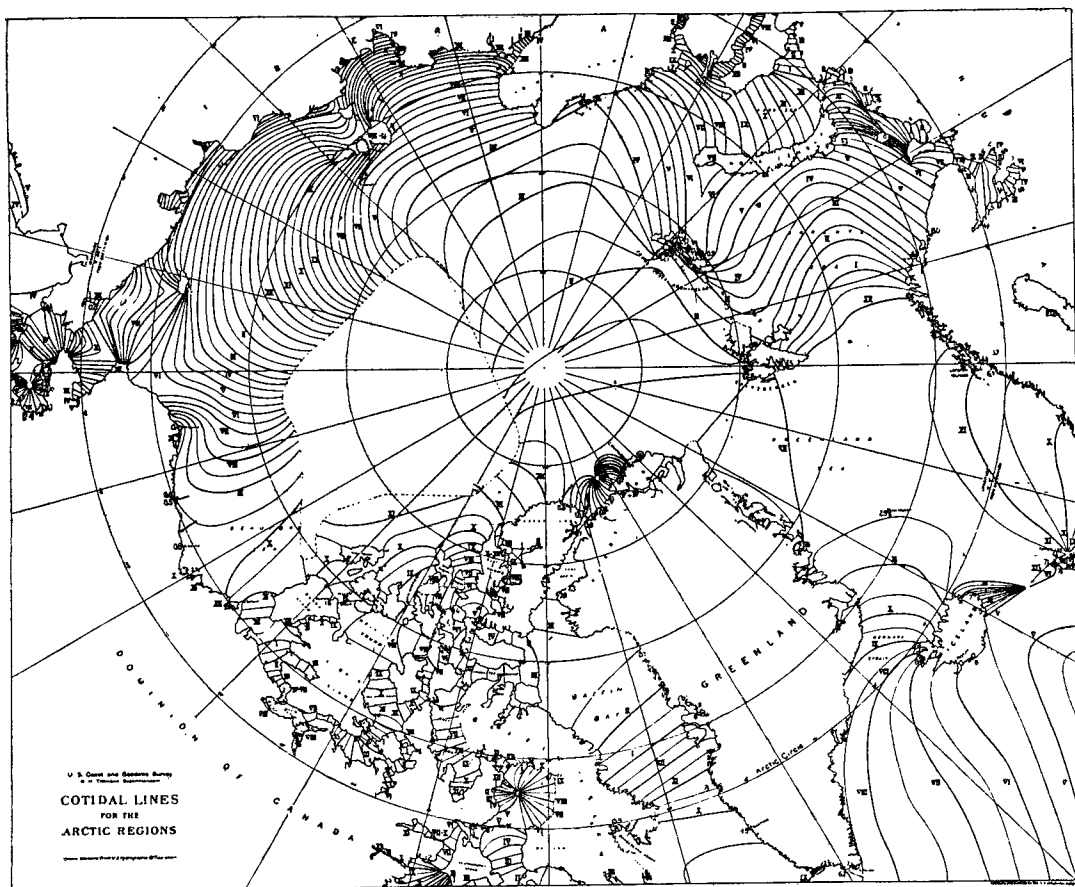


Fig. 4. Man ser den af amerikaneren Harris forudsagte (men ikke eksisterende) ø* mellem Nordpolen og Alaska, idet dens konturer er angivet ved den stiplede linie. De talrige fuldt optrukne linier viser flodbølgens fremadskriden efter Harris' opfattelse, idet tidsforskellen mellem to nabolinier er en halv månetime, d.v.s. ret nær 31 almindelige minutter.

En omtrent 2 m høj tidevandsbølge slår ind i Lancaster Sund godt 7 timer efter, at den har passeret Julianehåb. Den gennemløber hele forbindelsesvejen i løbet af 5-6 timer, hvilket betyder, at den når den vestlige ende af Mac Clure-strædet, netop som den påfølgende tidevandsbølge ankommer til Julianehåb. Dens bølgehøjde er da aftaget til knapt en halv m, og den kan derfor ikke i særlig grad gøre sig gældende i Polhavet. For fuldstændighedens skyld skal bemærkes, at nogle svagere udløbere af den nævnte bølge drejer mod nord på tidligere tidspunkter og når Polhavet gennem smallere løb.

Dybdeforholdene i det kanadiske arkipelag kendes kun ret sporadisk; den ovenfor betragtede tidevandsbølge, som når Polhavet – eller rettere Beauforthavet – nord om

* Det var denne ø, som kaptajn Ejnar Mikkelsen søgte efter på sin ekspedition til Beauforthavet nord for Alaska. Red.

Banks Island, giver imidlertid (idet den antages at være en frit fremadskridende bølge) den vigtige oplysning, at middeldybden for den gennemløbne strækning fra Baffinbugten må være omkring 400 m, altså en ret betydelig dybde.

Det kan altså fastslås, at to af de fire ovennævnte muligheder med hensyn til Polhavets tidevande spiller en meget beskeden rolle; tilbage er dels muligheden for indtrængende tidevande fra farvandene mellem Grønland og Norge og dels selvstændigt tidevande med oprindelse i selve Polhavet. Et kendetegn for dette sidste skulle som allerede nævnt være en dominans af de heldaglige partialbølger.

Til belysning af dette spørgsmål er i tabel III opført bølgehøjder i cm for to halvdaglige og to heldaglige partialbølger, grundende sig på observationspunkter langs randen af Polhavet og dets randhave.

<i>Lokalitet</i>	<i>Bredde</i>	<i>Længde</i>	<i>M₂</i>	<i>S₂</i>	<i>K₁</i>	<i>O₁</i>
Virgohamn, Svalbard	79° 43' N	10° 52' E	83	29	5	2
Teplitz Bay, Franz Josephs Land	81° 48' N	57° 55' E	32	12	7	2
Kap Sjelanja, Novaja Zemlja	76° 56' N	68° 58' E	30	14	3	5
Domaschnij-øen, Severnaja Zemlja	79° 30' N	91° 08' E	21	8	11	3
Samuel-øen (ved Kap Tsjeljuskin)	77° 26' N	106° 40' E	31	13	15	2
Kotelni-øen, Novaja Sibir	75° 22' N	137° 10' E	15	9	1	1
Firsøjle-øen, Ostrova Medvjesji	70° 44' N	162° 30' E	2	1	1	1
Pitlekaj (ved Kap Dsjenretlen)	67° 03' N	173° 30' W	5	2	2	3
Point Barrow, Alaska	71° 18' N	156° 40' W	10	4	3	3
Cape Kellett, Banks Island	72° 00' N	125° 44' W	15	9		
Cape Columbia, Ellesmere Land	83° 07' N	69° 40' W	23	10	10	7
Kap Morris Jessup, Peary Land	83° 40' N	33° 35' W	8	5	15	11
Brønlunds Fjord, Nordøstgrønland	82° 10' N	30° 30' W	21	8	13	5

Tabel III (angivende partialbølgehøjder i cm)

Det ses af tabel III, at kun et af de anførte observationspunkter – nemlig Kap Morris Jessup – udmærker sig ved, at de heldaglige K₁- og O₁-bølger har større højder end de halvdaglige M₂- og S₂-bølger. Ved de fleste punkter er de halvdaglige bølger tydeligt fremherskende, og dette må da fortolkes således, at Polhavets eget tidevande, der netop skulle have dominans af K₁- og O₁-bølgerne, er underordnet i forhold til det fra Nordhavet indtrængende tidevande.

Et andet forhold er karakteristisk, nemlig det, at det hovedsagelig er på den godt 400 km brede strækning mellem Nordøstgrønland og Svalbard, at tidevandet trænger ind,

medens der ikke er så stor indtrængen mellem Svalbard og Franz Josefs Land eller mellem Franz Josefs Land og dobbelt-øen Novaja Zemlja. Årsagen er åbenbart, som det fremgår af kortet fig. 3, at dybderne er forholdsvis små øst for en linie, der kan trækkes fra Lofoten i Norge til Svalbard; det betyder, at tidevandsbølgerne i Barentshavet og længere østpå møder ret stor modstand og taber en væsentlig del af deres energi, inden de når frem til Polhavet.

Mellem Nordøstgrønland og Svalbard er dybderne til gengæld ret store; ganske vist ligger Nansenryggen her, men dens midterparti er dog godt 1 km under havets overflade.

Man kan beregne, at den vandmængde, som ved flod strømmer ind i Polhavet over Nansenryggen i løbet af få timer, er af størrelsesorden fem hundrede tusinde millioner tons, svarende til halvdelen af Kattegats totale vandmængde; det drejer sig åbenbart ikke om nogen bagatel. Ved ebbe strømmer en lige så stor vandmængde tilbage igen, og nogen opblanding eller »omrøring« må der åbenbart ske herved. Det strømmende vands hastighed ved flod eller ebbe overstiger dog næppe 1 knob (svarende til en halv m pr. sekund); denne hastighed er langt mindre end selve bølgens forplantningshastighed.

I tidernes løb er udkastet forskellige teorier om denne tidevandsbølges udbredelse i Polhavet. Eet træk har disse teorier tilfælles, nemlig det, at den pågældende bølge først og fremmest tager retning mod nordøst, idet den hermed forbundne drejning mod højre hænger sammen med jordrotationens indflydelse. Bølgen kommer til de nordligste Franz Joseph-øer halvanden time efter, at den har passeret Virgohamn ved Svalbards nordvestlige hjørne, og den kommer til farvandet lige nordøst for Kap Tsjeljuskin efter endnu 1 1/2-2 timers forløb. Bevægelseshastigheden for bølgen må da i gennemsnit være ca. 600 km i timen. Hertil svarer en gennemsnitsdybde på omkring 3 km.

Fra tidevandets udbredelsesforhold kan man altså slutte, at den del af Polhavet, der vender mod Europa, må have udpræget oceankarakter, hvad dybdeforhold angår. Den nyeste tids dybdemålinger (sml. kortet) har jo bekræftet dette.

Tidevandets videre udbredelse i Polhavet har de forskellige teorier ikke kunnet enes om. Ved bedømmelsen heraf har man da også indtil for nylig været hæmmet af, at man ikke har vidst særlig meget om dybdeforholdene i de to trediedele af Polhavet, der vender mod Alaska og Beringstrædet.

Ser man f. eks. på tidevandet langs Alaskas nordkyst, fremgår det, at dets bølgehøjde her er forholdsvis lille, ved Point Barrow således 10 cm for M_2 -bølgen. Endvidere indtræffer denne bølge her ca. 9 timer efter, at den har passeret Virgohamn. Forudsat at tidevandsbølgen tager den direkte vej fra Svalbard til Alaska, må den gennemsnitlige bevægelseshastighed være ca. 350 km i timen; hertil skulle svare en vanddybde på ca. 1 km. Imidlertid er det ovenfor fastslået, at vanddybden til at begynde med er betyde-

ligt større; efter dette skulle vanddybden i de omtalte to trediedele af Polhavet gennemgående være under 1 km.

Den allerede nævnte amerikanske tidevandsekspert *Rollin A. Harris* drog en endnu videregående slutning. Han fremsatte i 1911 den formodning, at der i Polhavets centrale del forefandtes en ret stor ø, som tidevandsbølgen måtte løbe udenom for at nå frem. På fig. 4 ses inden for den stiplede linie til venstre for Nordpolen den tænkte ø, hvis areal endda skulle være ca. halvdelen af Grønlands. Linierne deromkring viser *Harris'* opfattelse af tidevandets udbredelse, idet romertallene angiver bølgekammens timevise fremadskriden.

Nordmanden *J. E. Fjeldstad* har senere forsøgt at drage slutninger om Polhavets dybdeforhold på basis af tidevandsforholdene. Til sin rådighed har han bl.a. haft såvel dybde- som tidevandsmateriale fra de sibirske randhaver. Dette materiale er for en stor del fremskaffet ved ekspeditioner 1918–25 med det norske ishavsskib »Maud« under ledelse af *H. U. Sverdrup*.

Det mest direkte resultat af Maud-ekspeditionerne er konstateringen af, at en ca. 800 km bred kontinentalsokkel strækker sig mellem Kap Tsjeljuskin og Alaska og skiller størstedelen af Asiens nordkyst fra det egentlige Polhav; til kontinentalsokkelen regner man gerne den del af havet, der går ud til ca. 200 meters dybde. Tidevandet fra Polhavet vil da svækkes stærkt på sin vej ind mod Asiens kyst. Det bekræftes af tabel III ved betragtning af de to observationssteder Firsøjle-øen og Pitlekaj, hvor tidevandet kun vanskeligt kan observeres med det blotte øje. Endvidere viser det sig, at tidevandet bruger 6–14 timer for at nå ind til den østsibiriske kyst over kontinentalsokkelen. Heraf beregnes middeldybder fra 100 til 20 m, hvilket stemmer godt med de observerede dybder. Om tidevandet her fastslår *Fjeldstad* iøvrigt, at det skifter noget i årets løb i takt med årstiderne.

Observationsstedet på Kotelni-øen ligger nærmere Polhavet (ligesom de to nærmest foranstående observationssteder i tabel III), hvorfor tidevandet her er noget større end ved den betragtede del af Sibiriens kyst. Under Maud-ekspeditionerne konstateredes yderligere, at tidevandet nord for De Nysibiriske Øer (Novaja Sibir), d.v.s. nærmere endnu ved kontinentalsokkelens rand, havde bølgehøjde af størrelsesordenen een meter, samt at tidevandet her indtraf ca. 4 timer senere end ved Virgohamn. Det må da sluttes, at tidevandsbølgen også her kommer den mest direkte vej, altså tværs over Polhavet fra Svalbard.

I forbindelse med tidevandsbølgens sene ankomst til Alaskas nordkyst skriver *Fjeldstad* i en publikation 1936: »En mulig forklaring ville være, at der nord for Beauforthavet forefandtes en ryg med forholdsvis ringe dybder. Den omstændighed, at tidevandet kommer næsten samtidigt til hele Alaskas nordkyst, medfører, at denne hypotetiske ryg – evt. plateau – strækker sig ubrudt fra den sibirske kontinentalsokkel til det kanadiske arkipelag«.

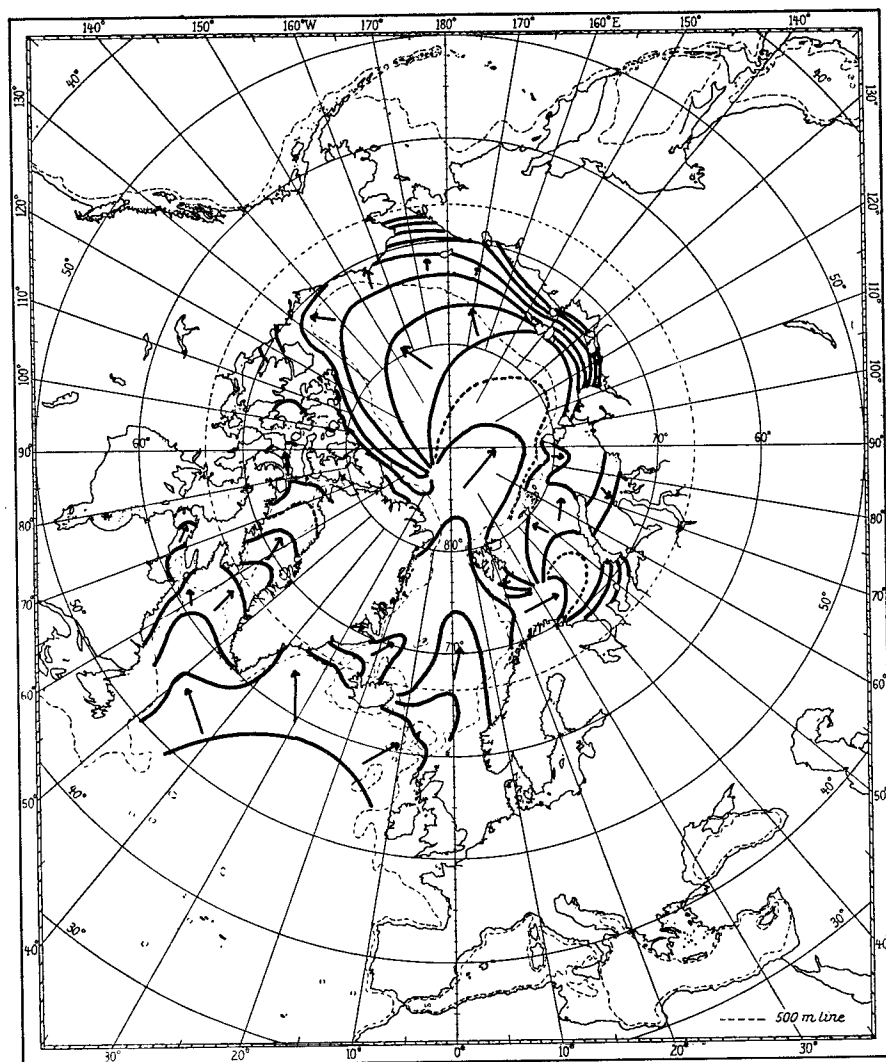


Fig. 5. Tidevandets udbredelse i Polhavet med randhavs samt i havene omkring Grønland. De indtegnede linier viser, hvorledes en tidevandsbølge fra Atlanterhavet efterhånden udbreder sig i de nordligere have. Tidsforskellen mellem to på hinanden følgende af de fuldt optrukne linier er 2 timer (almindelige timer á 60 minutter; ofte anvendes til sådant formål de lidt længere månetimer) og forestiller man sig, at linierne angiver bølgekammens plads til forskellige tider, viser den første linie - den vest for England - lidt forenklet, hvor det er flod 8 timer inden månens kulmination i Greenwich, de derpå følgende linier - hvoraf den ene forbinder Skotland og Island - tidevandets bølgekam eller flod 6 timer inden månens Greenwich-kulmination, o. s. v. De bølgekamme, hvoraf den ene forbinder Nordnorge med Nordøstgrønland, den anden findes sydvest for Disko-øen, og den tredje i den østlige ende af strædet mellem Labradorhavet og Hudsonbugten, er netop samtidige med månens Greenwich-kulmination. Den sydligste af de tegnede linier i Tsjuktsjerhavet nord for Beringstrædet må da angive bølgekammens plads 18 timer efter månens kulmination i Greenwich; det tager altså ialt 26 timer eller godt et døgn for tidevandsbølgen at nå fra den førstnævnte position i Atlanterhavet og hertil. De punkterede linier - i sydøstlige Barentshav, i Polhavet, i Baffinbugten samt lige nordøst for Hudsonbugten - viser, hvor bølgekammen befinder sig, hvor det altså er flod, når månen passerer 45° vestlig længde, d. v. s. ved månekulmination for det sydlige Grønland. Man ser de roterende anfidsromier (sml. teksten) i Polhavet og i Barentshavet; muligvis optræder også mindre anfidsromier sine steder. Tidevandet ved Nordøstgrønland, specielt ved Kap Morris Jessup, synes påvirket af både en nordfra kommende anfidsromibølge og en østfra kommende mere direkte tidevandsbølge. I Beauforthavet og i Tsjuktsjerhavet er tidevandsforholdene muligvis også lidt mere komplicerede end angivet, idet henholdsvis tidevande skabt i selve Polhavet og tidevandet fra Beringhavet kan spille ind disse steder.

Gennem amerikanske og russiske undersøgelser af Polhavets dybdeforhold og specielt ved de observationer, der er foretaget fra drivende isflager, har Fjeldstads hypotese om en ryg tværs gennem Polhavet fået en smuk bekræftelse. Dens beliggenhed fremgår af kortet fig. 3, og den ses at opdele Polhavet i to bassiner, hvoraf det smalleste og dybeste vender mod Europa, medens et bredere bassin med dybder på 2–3 km befinder sig nord for Alaska mellem det kanadiske arkipelag og den sibiriske kontinentalsokkel. Det er foreslået at kalde de to bassiner henholdsvis *Angarabækkenet* og *Laurentiabækkenet*; men disse navne er ikke almindeligt accepterede.

Selve den fundne ryg har russerne opkaldt efter den russiske videnskabsmand *Mikhael V. Lomonosov*, som levede 1711–1765. For skandinaver ville det måske være mere naturligt at bringe et navn som Fjeldstadryggen i forslag. Iøvrigt kan det tilføjes, at man også af andre grunde har haft mistanke om den pågældende ryg, idet temperaturen i de dybere vandlag i den mod Alaska vendende del af Polhavet har vist sig at være $1/4$ – $1/2$ ° højere, end den skulle være, hvis disse dybe vandlag stod i direkte kontakt med lige så dybt vand nord for Svalbard.

Hvor velkommen den nævnte ryg end måtte være, er det dog tvivlsomt, om den helt løser det arktiske tidevandes gåder. Nærværende forfatter er mest tilbøjelig til at beskrive tidevandets udbredelsesforhold som på fig. 5. Her er gjort den antagelse, at såvel tidevandet i Barentshavet nord for Norge og Rusland som tidevandet i selve Polhavet beherskes af roterende tidevandsbølger, såkaldte amfidromier. Disse opstår gennem kombineret virkning af flere, sædvanligvis fremadskridende og tilbagekastede tidevandsbølger, og de kommer på grund af jordrotationen normalt til at dreje i modsat retning af viserne på et ur. I Beauforthavet er der rimeligvis en vis medvirken af en tidevandsbølge, der er skabt i selve Polhavet; herved bevirkes en drift af tidevandet fra øst mod vest. Rimeligvis gør Polhavets eget tidevande sig også i nogen grad gældende på den sibiriske kontinentalsokkel. De indtegnede linier på fig. 5 er tænkt at angive bølgekammens position hveranden time.

Med fig. 5 og den tilhørende figurtekst er da nærværende beskrivelse afsluttet. Genstanden for beskrivelsen, nemlig Polhavets tidevande, går derimod videre, dag efter dag og år efter år, som et gigantisk pulsslag under Polhavets evige isdække.