DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

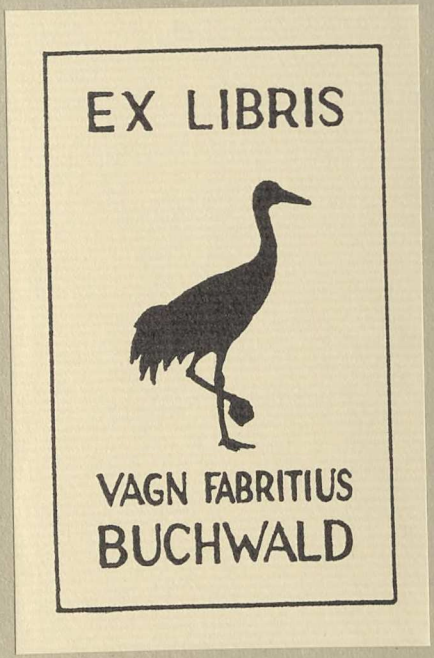
Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

DTU Bibliotek Danmarks Tekniske Universitet | Anker Engelunds Vej 1 2800 Kgs. Lyngby | Tlf. 45 25 72 50 | bibliotek@dtu.dk www.bibliotek.dtu.dk

A. Colding
Stormfloden 1872


EX LIBRIS
VAGN FABRITIUS
BUCHWALD

Nogle Undersøgelser

over

Stormen over Nord- og Mellem-Europa

af 12te — 14de November 1872

og over den derved fremkaldte

Vandflod i Østersøen

af

Professor, Dr. **A. Colding.**
Stadsingenieur i Kjøbenhavn.

Med 23 Planer og Kort.

Udgivet med Understøttelse af Indenrigsministeriet.

Avec un résumé en français.

Vidensk. Selsk. Skr., 6. Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. I. 4.

Kjøbenhavn.
Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri.
1881.

Da der i sin Tid til Regjeringen var indgivet et Andragende fra Grosserer A. W. Andersen af Kjøbenhavn om Koncession for et Aktieselskab paa at udvide Kjøbenhavns Havn imod Syd ved Anlæg af et Havnebassin, Uddybning af et Skibsløb langs igjennem Kallebodstrand ud til Kjøgebugt samt Opfyldning og Landdannelse af en Deel af det derværende flade Vand, blev jeg i Embeds Medfør opfordret af Kjøbenhavns Magistrat til at afgive Betænkning over dette Andragende, navnlig med Hensyn til Spildevandsafløbene fra Kjøbenhavn og Omgivelser til Havnen.

Ved denne Sags Behandling var der blandt Andet opstaaet Spørgsmaal om, hvilke forandrede Strømforhold i Kjøbenhavns Havn bemeldte Plans Udførelse vilde foranledige paa Grund af den paatænkte betydelige Indsnævring af Vandløbet gjennem Kallebodstrand, og særligt, om ikke de nye Anlæg vilde udøve en skadelig Indflydelse paa Reenheden af Vandet i Kjøbenhavns Havn ved til daglig Brug at formindske de Vandmængder, som hidtil have strømmet frem gjennem Havnen over de flade, men udstrakte Grunde i Kallebodstrand — en Indflydelse, som man maatte have stor Betænkelighed ved at tillade, fordi saadant vilde kunne indvirke skadeligt paa Sundhedstilstanden i Staden.

Tvende modsatte Anskuelser om Aarsagerne til Strømforholdene i Havnen bleve den Gang fra forskjellige Sider gjorte gjældende, og da Anskuelserne vare diametralt modsatte, førte de naturligvis ogsaa til ganske modsatte Antagelser om Anlæggenes Indflydelse paa Strømforholdene i Kjøbenhavns Havn.

Paa den ene Side gik man nemlig ud fra, at naar man indskrænker Strømløbets Brede i Kallebodstrand, saa bliver Følgen den, at Vandstanden ved Indløbet vil indstille sig saa meget højere, at Vandet kan faa det Fald, som er fornødent, for at den bestemte Vandmængde, der i alle Tilfælde skal passere gjennem Havnen, — det være sig fra Syd eller fra Nord, — kan passere igjennem denne, og i saa Tilfælde vilde det paatænkte Anlæg Syd for Kjøbenhavns Havn derfor ingen mærkelig Indflydelse udøve paa Vandets Reenhed i samme.

Paa den anden Side forudsattes det derimod, at den Kraft, som driver Vandet gjennem Kallebodstrand og Kjøbenhavns Havn kun i en ganske uvæsentlig Grad afhænger

af, om Vandet i Kallebodstrand har et mere eller mindre frit Afløb, hvoraf da ligefrem følger, at en Indskrænkning af det nuværende Strømprofil i Kallebodstrand vil formindske Vandføringen gjennem Kjøbenhavns Havn.

Da begge disse Anskuelser stode lige overfor hinanden uden at det med Bestemthed kunde afgjøres, hvad der var det Rigtige, eftersom de afgjørende Forsøg manglede, var det ikke muligt for mig uden videre at udtale nogen sikker Dom om Anlægets Indflydelse paa Kjøbenhavns Havn, og for at komme til Klarhed i Sagen, fandt jeg det derfor nødvendigt at undersøge de forhaandenværende Strømforhold i Havnen og de Aarsager, som fremkalde disse Forhold, før jeg kunde afgive den forlangte Erklæring til Magistraten.

Jeg besluttede mig altsaa til at lade foretage en Række af Iagttagelser over de ved Vindens Virkning frembragte Vandbevægelser i Kjøbenhavns Havn og i de samme omgivende Farvande, og de Resultater, jeg ved disse Undersøgelser erholdt, vare i høj Grad oplysende og syntes mig fuldkommen tilstrækkelige til at afgjøre, hvilken Indflydelse det paatænkte Havneanlæg vilde faae paa Vandbevægelsen i Kjøbenhavns Havn. Jeg har derfor troet det hensigtsmæssigst, forinden jeg gaaer over til at fremstille Resultaterne af mine Undersøgelser over Stormen og Vandfloden af 13de November 1872, at indlede disse Undersøgelser med at give en kort Oversigt over de Resultater, hvortil jeg den Gang kom, og jeg betænker mig saa meget mindre derpaa, som det netop var det Syn paa Strømningsforholdene, som hine Undersøgelser gave mig, der har givet mig Lyst og Mod til nærmere at studere det langt mere storartede Naturfænomen af lignende Art, som Stormen og Vandfloden den 13de November 1872 frembød, for gjennem en grundig Behandling af alle derover gjorte Iagttagelser muligvis at komme til Erkjendelse af, hvad der var Aarsag til denne overordentlige Naturbegivenheds Fremkomst.

I Henhold til min Betænkning til Kjøbenhavns Magistrat af 12te November 1858 skal jeg med Hensyn til Undersøgelserne i Anledning af den saakaldte Andersen'ske Plan bemærke Følgende:

De udførte Observationer bleve anstillede tre Gange daglig — Kl. 7 Formiddag, Kl. 12 Middag og Kl. 5 Aften — paa følgende Steder: 1) ved Trekroners Østside, 2) ved Nyholms Bom nord for Kjøbenhavns Havn, 3) ved Gammelholm, 4) ved Langebro i Kjøbenhavns Havn, 5) ved Gasværket, 6) ved Strandegaard, 7) ved Hundinge Strand Syd for Havnen paa den sjællandske Kyst, 8) ved Kongelunden paa Amagers Vestkyst, samt 9) ved Dragør paa Amagers Østkyst.

For alle de observerede Vandstandshøjder blev Dagligt Vande i Kjøbenhavns Havn taget som Nulpunkt, og alle Vandhøjder over dette Nulpunkt betegnede som positive, medens Vandhøjder under samme ere betegnede som negative.

Strømhastighederne observeredes med særlig Nøjagtighed ved Gammelholm, ved Strandegaard og ved Dragør.

Strømretningen iagttoges paa alle Stationer undtagen ved Trekroner og Gasværket, og Vindens Styrke og Retning observeredes ved Nyholms Vagt.

Resultaterne af de udførte Observationer, som alle anstilledes i Tiden fra 18de Oktober til 1ste November 1858, findes angivne i den omstaaende Tabel I.

For at anskueliggjøre de saaledes observerede Strømforhold, fremstillede jeg i sin Tid hver enkelt Række af Forsøg ved en grafisk Figur, hvori Afstandene mellem de forskjellige Observationssteder bleve afsatte som Abscisser med Vandspejlshøjderne over daglig Vande som Ordinater. En saadan fuldstændig Fremstilling af samtlige Observationer er let at udføre ved Hjælp af den angivne Tabel, men det vil formentlig her være tilstrækkeligt blot at anvende denne Fremstillingsmaade paa nogle af de mest betegnende Vandstands- og Strømningsforhold, og disse enkelte Fremstillinger findes saaledes tilligemed et Situationskort over Terrainet angivne paa Plan I. Til nærmere Forstaaelse af bemeldte grafiske Fremstillingsmaade skal her bemærkes:

Paa en horizontal Linie, der fremstiller «dagligt Vande» i Stranden, har jeg (see Plan I) angivet alle Observationsstederne paa Sjællandssiden, fra Hundinge til Trekroner, proportional med deres indbyrdes Afstande, og som Ordinater for disse Punkter afsat de for disse observerede Vandhøjder. Disse Vandhøjder ere derpaa forbundne med en jevn krum Linie, som saaledes angiver det ved Observationerne bestemte Vandspejl langs den sjællandske Kyst. Paa lignende Maade har jeg paa Plan I angivet Vandspejlets Beliggenhed fra Toldboden til Kongelunden paa Amagers Vestside, samt fra Trekroner til Dragør paa Amagers Østside. De paa de forskjellige Steder observerede Strømretninger ere paa Planen angivne ved Pile.

Ved en Betragtning af Resultaterne af de anstillede Forsøg og navnlig ved Betragtning af Forsøgene den 19de Oktober, som ere udførte under en 2-rebet Merssejls-Kuling af Øst med c. 45 Fods Vindhastighed (see herom nærmere S. 262), seer man, at medens Vandstanden i Øresund ved denne Vind, der virkede lodret paa Sundets Retning, stod fra 9″ over dagligt Vande ved Dragør til 4″ under dagligt Vande ved Trekroner, saa stod Vandstanden i Kjøgebugt fra Amager henimod Sjælland opstemmet desto højere over dagligt Vande, jo mere man nærmede sig til den sjællandske Kyst, hvor Vandspejlet stod omtrent 3 Fod højere end ved Toldboden, og det bemærkes fremdeles, at under disse Forhold bevægede der sig en meget stærk Strøm fra Syd til Nord gjennem Øresund baade Øst og Vest for Amager med Hastigheder henholdsvis = c. $4^1/_2$ og $2^1/_2$ Fod pr. Secund.

Betragte vi dernæst Forsøgene den 29de og 30te Oktober, da Vinden var Nord-Nord-Ost og ligeledes 2-rebet Merssejls-Kuling, saa findes det, at ogsaa denne østlige Vind frembragte en stærk Opstemning i Kjøgebugt imod Land; men det viser sig tillige, at ved denne Vind var Opstemningens Højdepunkt mod Sjællands Kyst rykket sydligere i Kjøgebugt end i det foregaaende Tilfælde, samt at den nordligere Vind fremkaldte en Opstemning

Tabel I. Observationer over Vind- og Strøm-Forholdene

Vandstands-Højden o. d. V. er

1858. Oktober.	Klokkeslet for Observationerne.	Vindens Retning.	Vindens Styrke (Kuling).	Trekroner. Vandstand.	Toldboden. Vandstand. Strømretning.	Gammelholm. Vandstand. Strømretning.	Langebro. Vandstand. Strømretning	Gasværket. Vandstand.
18de	7 Form.	V.	Bramsejls	+ 5	+ 3¾ nordgaaende			
	12 Middag	N. V.	laber Bramsejls	0	0 sydgaaende	+ ½ nordgaaende	— ½ nordgaaende	
	5 Efterm.	N. V. t. N.	laber Bramsejls	+ 10	+ 5½ sydgaaende	+ 10½ nordgaaende	+ 10½ nordgaaende	+ 11
19de	7 Form.	O. N. O.	Mersseljs	+ 1½	+ ¼ nordgaaende	0 nordgaaende	+ 1½ nordgaaende	+ 6
	12 Middag	O.	2-rebet Merssejls	— 4	— 3 sydgaaende	— 5 nordgaaende	— 1½ nordgaaende	
	5 Efterm.	O.	rebet Merssejls	— 2¾	— 4¼ sydgaaende	— 2 nordgaaende	+ 3¾ nordgaaende	+ 15
20de	7 Form.	O.	stiv Bramsejls	— 1½	— 1 nordgaaende	— 2 nordgaaende	— ¼ nordgaaende	+ 6
	12 Middag	S. O.	Merssejls	— 6	— 6 nordgaaende	— 7¼ nordgaaende	— 4½ nordgaaende	+ 5½
	5 Efterm.	O. S. O.	Merssejls	— 5¼	— 3 nordgaaende	— 4½ nordgaaende	— 2½ nordgaaende	+ 5
21de	7 Form.	O.	Bramsejls	— ½	— 1 nordgaaende	+ 1½ nordgaaende	+ 1¼ nordgaaende	+ 5
	12 Middag	O. N. O.	laber	0	— 1 nordgaaende	— 2¼ nordgaaende	— 1 nordgaaende	+ 1
	5 Efterm.	N. O.	Bramsejls	+ 5½	+ 2 nordgaaende	+ 1 nordgaaende	0 nordgaaende	+ 3½
22de	7 Form.	N. V.	laber	+ 4	+ 2¾ nordgaaende	+ 3 sydgaaende	+ 2¾ nordgaaende	+ 4
	12 Middag	N. N. V.	laber	0	0 sydgaaende	— 2¾ nordgaaende	— 3 nordgaaende	+ ½
	5 Efterm.	S. V.	laber	+ 1	+ ¾ sydgaaende	— ¾ sydgaaende	— 1¾ nordgaaende	+ 1
23de	7 Form.	stille	stille	+ 3	+ 1½ sydgaaende	+ 1¾ sydgaaende	+ ¾ nordgaaende	+ 3
	12 Middag	S. V.	stille	— 2	— 3 nordgaaende	— 4¼ nordgaaende	— 4½ nordgaaende	— 1½
	5 Efterm.	S. V.	stille	— 2	— 2 nordgaaende	— 4¼ sydgaaende	— 4¾ nordgaaende	— 2

i Kjøbenhavns Havn og Kallebodstrand m. m.

udtrykt i Duodecimal-Tommer.

Strandegaard. Vandstand, Strømretning.	Hundinge Strand. Vandstand. Strømretning.	Kongelunden. Vandstand. Strømretning.	Dragør. Vandstand. Strømretning.	Strømhastigheden udtrykt i Fod pr. Sekund				
				i Havnen ved			Kallebodstrand udfor Strandegaard.	i Øresund ved Fyrskibet Drogden.
				Gl. Holm.	Prindsens Bro.	Langebro.		
	+ 16 nordgaaende	+ $10^{3}/_{4}$ sydgaaende	+ 2 sydgaaende	0,75				
+ 15 nordgaaende	+ 21 nordgaaende	+ $15^{3}/_{4}$ sydgaaende	+ 11 nordgaaende					
+ 13 nordgaaende	+ 21 sydgaaende	+ $14^{3}/_{4}$ sydgaaende	+ 9 nordgaaende	0,86	0,64	1,58		
+ 26 nordgaaende	+ 25 sydgaaende	+ 20 nordgaaende	+ 9 nordgaaende	2,15	1,10	2,66		
+ 31 nordgaaende	+ 27 sydgaaende	+ $22^{3}/_{4}$ nordgaaende	+ 12 nordgaaende	2,79	1,55	2,66		
+ 21 nordgaaende	+ 19 sydgaaende	+ $11^{3}/_{4}$ nordgaaende	+ 6 nordgaaende	1,41	0,86	1,78		4,28
+ 15 nordgaaende	+ 17 sydgaaende	+ $10^{3}/_{4}$ nordgaaende	+ 3 nordgaaende	1,75	1,04	2,23		4,05
+ 19 nordgaaende	+ 15 sydgaaende	+ $11^{3}/_{4}$ nordgaaende	+ 4 nordgaaende	1,75	0,96	2,06		3,33
+ $8^{1}/_{2}$ nordgaaende	+ 11 sydgaaende	+ $8^{1}/_{4}$ sydgaaende	+ 5 nordgaaende	0,79	0,43	1,07	svag	2,38
+ 8 sydgaaende	+ 9 sydgaaende	+ 5 sydgaaende	+ 2 nordgaaende	0,72	0,37	0,86	svag	2,14
+ $6^{1}/_{2}$ nordgaaende	+ 7 sydgaaende	+ $5^{3}/_{4}$ sydgaaende	+ 4 nordgaaende	0,71	0,30	1,07	svag	1,19
+ 4 nordgaaende	+ 9 sydgaaende	+ $4^{1}/_{4}$ sydgaaende	+ 4 nordgaaende	0,37	0,19	0,42	svag	0,95
+ $2^{1}/_{2}$ nordgaaende	+ 3 nordgaaende	+ 1 ingen	0 nordgaaende	svag	svag	0,33	svag	0,71
+ 1 nordgaaende	+ 3 nordgaaende	+ 1 ingen	+ 1 nordgaaende	0,35			svag	svag
+ $2^{1}/_{2}$ sydgaaende	+ 5 nordgaaende	+ $2^{3}/_{4}$ nordgaaende	+ $1^{1}/_{2}$ nordgaaende	svag	svag	svag	svag	svag
+ 2 stille	+ 5 nordgaaende	− $1^{1}/_{4}$ nordgaaende	− 1 nordgaaende	0,30	0,26	0,62	0	0,95
0 stille	+ 3 nordgaaende	+ $^{3}/_{4}$	− $1^{1}/_{2}$ nordgaaende	0,32		0,77	0	0,95

Observationer over Vind- og Strøm-Forholdene

1858. Oktober.	Klokkeslet for Observationerne.	Vindens Retning.	Vindens Styrke (Kuling).	Trekroner. Vandstand.	Toldboden. Vandstand. Strømretning.	Gammelholm. Vandstand. Strømretning.	Langebro. Vandstand. Strømretning.	Gasværket. Vandstand.
24de	7 Form	V.	laber	+ 2	+ 1½ nordgaaende	+ 1 sydgaaende	+ ¾ nordgaaende	+ 1½
	12 Middag	N. O.	laber	0	0 nordgaaende	− 1¾ nordgaaende	− 1 nordgaaende	+ 1½
	5 Efterm.	N. V.	laber	0	− 1½ nordgaaende	− 1¾ nordgaaende	− 2½ nordgaaende	+ ½
25de	7 Form.	V.	laber	+ 4	+ 3¾ sydgaaende	+ 3¼ sydgaaende	+ 2¾ sydgaaende	+ 1
	12 Middag	V. t. N.	laber Bramsejls	+ 5½	+ 4 sydgaaende	+ 3¼ sydgaaende	+ 3½ sydgaaende	+ 2½
	5 Efterm.	V. N. V.	laber Bramsejls	− 1	− 2 sydgaaende	− 2½ sydgaaende	− 3 sydgaaende	− 3
26de	7 Form.	stille	stille	+ 4	+ 3 nordgaaende	+ 1 nordgaaende	+ 1 nordgaaende	+ 4
	12 Middag	S. V.	næsten stille	+ 4	+ 1 nordgaaende	+ 1 nordgaaende	+ 2 nordgaaende	+ 5
	5 Efterm.	stille	stille	− 6	− 5½ nordgaaende	− 7 nordgaaende	− 5½ nordgaaende	− 1
27de	7 Form.	stille	stille	− 4	− 4 nordgaaende	− 3 sydgaaende	− 3¼ sydgaaende	− 4
	12 Middag	V. S. V.	laber	+ 2	+ 1 sydgaaende	+ ¾ sydgaaende	+ ¾ sydgaaende	0
	5 Efterm.	S. V.	laber	− 4	− 4½ nordgaaende	− 5¼ sydgaaende	− 5½ sydgaaende	− 6
28de	7 Form.	V. N. V.	laber Bramsejls	+ 6	+ 6½ sydgaaende	+ 5¼ sydgaaende	+ 2¾ sydgaaende	− ½
	12 Middag	V. N. V.	Bramsejls	+ 11	+ 14 sydgaaende	+ 12 sydgaaende	+ 8¾ sydgaaende	+ 4
	5 Efterm.	V.	laber Bramsejls	+ 11	+ 12 sydgaaende	+ 10½ sydgaaende	+ 9¼ sydgaaende	+ 6½
29de	7 Form.	N. O.	Merssejls	0	0 sydgaaende	− 3¼ sydgaaende	− 2¾ sydgaaende	− 3
	12 Middag	N. N. O.	2-rebet Merssejls	+ 5	+ 9 sydgaaende	+ 5¾ sydgaaende	+ 1¾ sydgaaende	+ 2
	5 Efterm.	N. N. O.	2-rebet Merssejls	+ 10½	+ 13 sydgaaende	+ 11 sydgaaende	+ 7½ sydgaaende	+ 6

i Kjøbenhavns Havn og Kallebodstrand m. m. (fortsat).

Strandegaard. Vandstand. Strømretning.	Hundinge Strand. Vandstand. Strømretning.	Kongelunden. Vandstand. Strømretning.	Dragør. Vandstand. Strømretning.	Strømhastigheden udtrykt i Fod pr. Secund				
				i Havnen ved			Kallebodstrand udfor Strandegaard.	i Øresund ved Fyrskibet Drogden.
				Gl. Holm.	Prindsens Bro.	Langebro.		
+ 4 stille	+ 5 nordgaaende	+ 2¾ sydgaaende	+ 1½ nordgaaende	0,26		0,33	0	1,19
+ 2½ stille	+ 5 nordgaaende	+ ¾ sydgaaende?	+ 1 nordgaaende	svag	0,27		0	1,67
+ 2 nordgaaende		+ 2¾ sydgaaende	+ 1 nordgaaende	svag	0,32	0,70	svag	1,19
+ 5 nordgaaende	+ 3 nordgaaende	+ 2¾ stille	+ 4 nordgaaende	0,31	0,28	0,59	svag	1,19
— 3 sydgaaende	— 1 nordgaaende	— 2¼ stille	+ 2½ sydgaaende	0,24	0,29	0,49	svag	1,67
— 4 nordgaaende	— 3 nordgaaende	— 3¼ stille	— 2 sydgaaende	svag	0,33	0,38	svag	1,19
+ 4 nordgaaende	+ 9 nordgaaende	+ 5¼	+ 3 nordgaaende	0,34	0,29	0,70	svag	0,71
+ 6 nordgaaende	+ 11 nordgaaende	+ 5¾	+ 5 nordgaaende	1,11	0,47	1,27	svag	2,62
+ 8 nordgaaende	+ 10 nordgaaende	+ 2¾ sydgaaende	— 1 nordgaaende	1,16		0,99	svag	2,86
— 3½ sydgaaende	+ 2 nordgaaende	— 2¼	— 3½ nordgaaende	0,23	0,25	0,33	0,21	svag
— 1 sydgaaende	+ 1 nordgaaende		— ½ sydgaaende	0,27	0,27	0,50	0,29	svag
— 10 sydgaaende	— 8 nordgaaende	— 5¾	— 6½ sydgaaende		svag		0,36	2,38
— 12 sydgaaende	— 12 sydgaaende	— 10¼ sydgaaende	— 4½ sydgaaende	1,03	0,57	1,16	0,43	3,33
— 9 sydgaaende	— 2 sydgaaende	— 1¼ sydgaaende	+ 6 sydgaaende	1,89	0,81	1,78	svag	3,33
— 4 nordgaaende	+ 2 sydgaaende	+ ¾ sydgaaende	+ 6½ sydgaaende	1,33	0,64	1,16	0,29	2,86
0 nordgaaende	+ 6 sydgaaende	+ ¾ stille	+ 3 sydgaaende			0,59	0,29	0,95
+ 11 nordgaaende	+ 9 sydgaaende	+ 6¼ stille	+ 6 nordgaaende	1,08	0,62	1,16	0,36	svag
+ 17 nordgaaende	+ 10 sydgaaende	+ 7¾ stille	+ 11 sydgaaende	1,43	0,74	1,49	0,46	svag

Observationer over Vind- og Strøm-Forholdene i

1858.	Klokkeslet for Observationerne.	Vindens Retning.	Vindens Styrke (Kuling).	Trekroner. Vandstand.	Toldboden. Vandstand. Strømretning.	Gammelholm. Vandstand. Strømretning.	Langebro. Vandstand. Strømretning.	Gasværket. Vandstand.
Oktober.								
30te	7 Form.	N. O. t. N.	2-rebet Merssejls	+ 19	+ 21½ sydgaaende	+ 21 sydgaaende	+ 21½ nordgaaende	+ 22
	12 Middag	N. O.	Merssejls	+ 10	+ 11 nordgaaende	+ 8 nordgaaende	+ 10½ nordgaaende	+ 12
	5 Efterm.	N. t. V.	Bramsejls	+ 2	+ 1 nordgaaende	+ 2 nordgaaende	+ 1¼ nordgaaende	+ 3
31te	7 Form.	V. S. V.	laber	— 3	— 4½ nordgaaende	— 5 nordgaaende	— 5¼ nordgaaende	— 3
	12 Middag	V.	Bramsejls	— 6	— 5 nordgaaende	— 7½ nordgaaende	— 7½ nordgaaende	
	5 Efterm.	V. t. N.	laber	+ 4	+ 5 sydgaaende	+ 4¼ nordgaaende	+ 3½ nordgaaende	
November.								
1ste	7 Form.	O.	laber	+ 3	+ 3 nordgaaende	+ 1½ nordgaaende	+ 1½ nordgaaende	+ 4
	12 Middag	O. S. O.	Bramsejls	— 8	— 9 nordgaaende	— 9 nordgaaende	— 6¾ nordgaaende	0
	5 Efterm.			— 3				— 1½

af Vandspejlet i hele Øresund fra Nord til Syd saaledes, at det ved Toldboden fik en Højde af c. 21″ o. d. V., hvilket igjen foranledigede, at der gjennem Drogden, Flinterenden m. m. kun viste sig en forholdsvis svag Strøm løbende imod Nord, medens der igjennem Kallebodstrand og Kjøbenhavns Havn vedblivende løb en henholdsvis temmelig stærk Strøm Nord hen, paa Grund af den store Opstemning af Vandet i Kjøgebugt.

Betragte vi endelig de Strømforhold, som opstaa ved vestlige Vinde, og særligt Forsøgene af 28de Oktober, som bleve udførte under en Bramsejls Kuling af V. N. V., saa bliver det indlysende, at vestlige Vinde give Højvande i Øresund og Lavvande i Kjøgebugt, saaledes at Vandspejlet faaer lavest Stand ved Sjællands Kyst og derfra stiger i Højde mere og mere i Vindens Retning; men det viser sig tillige baade af Vandspejlsfaldet, som gaaer fra Nord til Syd, og af de observerede Strømhastigheder, at under vest-nordvestlige Vinde løber der en betydelig sydgaaende Strøm langs igjennem Øresund, Drogden, Flinterenden, derunder Kjøbenhavns Havn og Kallebodstrand indbefattet.

Kjøbenhavns Havn og Kallebodstrand m. m. (fortsat).

Strandegaard. Vandstand. Strømretning.	Hundinge Strand. Vandstand. Strømretning.	Kongelunden. Vandstand. Strømretning.	Dragør. Vandstand. Strømretning.	Strømhastigheden udtrykt i Fod pr. Sekund				
				i Havnen ved			Kallebodstrand udfor Strandegaard.	i Øresund ved Fyrskibet Drogden.
				Gl. Holm.	Prindsens Bro.	Langebro.		
+ 30 nordgaaende	+ 42 nordgaaende	+ 32¼ stille	+ 23 nordgaaende	svag	svag	0,76	0,79	svag
+ 13 nordgaaende	+ 39 nordgaaende	+ 9¾ stille	+ 9 nordgaaende	1,14	0,48	1,07	0,39	svag
+ 2 sydgaaende	+ 3 nordgaaende	+ 1¾ stille	+ 3 nordgaaende	0,30	0,31	0,53	svag	svag
− 4 sydgaaende	− 1 nordgaaende	− 3¼ sydgaaende	− 2½ nordgaaende	0,94	0,29	0,46	0,29	
− 3 sydgaaende	+ 1 nordgaaende	− ¾ sydgaaende	− 4½ nordgaaende	0,71	svag	0,30	0,43	0,71
+ 5 stille	+ 5 nordgaaende			0,35	svag	svag	0	1,19
+ 7 nordgaaende	+ 12 sydgaaende			0,89	0,51	1,07	0,68	
+ 8 nordgaaende				1,48	0,77	1,78		
+ 2								

Naar man nu efterhaanden med Opmærksomhed betragter alle de Forhold, som saaledes viste sig ved vore Kyster under de anstillede Iagttagelser, saa bliver det herved tydeligt, at baade Vindens drivende Kraft og Strømmens levende Kraft saa vel som Vandspejlsfaldet have samvirket til Dannelsen af de observerede Vandspejlsformer og Havstrømninger; og seer man nøje til paa alle Enkelthederne ved Vandbevægelserne, vil man snart finde, hvorledes alle de enkelte Phænomener staa i indbyrdes Forbindelse med hinanden, saa det Hele tilsidst smelter sammen i et klart og gjennemskueligt Billede, der viser os hele Sammenvirkningen mellem de forskjellige Aarsager saaledes, at man faaer Syn paa, baade hvorfra de iagttagne Phænomener stamme, hvilke de Kræfter ere, som have fremkaldt dem, samt hvorfor Phænomenerne netop maa vise sig saaledes, som vi se dem for vore Øjne.

Til Belysning heraf skal jeg her i korte Træk forsøge at skildre, hvad hiin foreløbige Række af Undersøgelser allerede har været i Stand til at oplyse os om.

Hvis Vinden ingen Indflydelse udøvede paa Vandet i Stranden, saa vilde hele

Østersøens Vandspejl tillige med Vandspejlet af vore nærmeste Farvande meget nær danne en horizontal Flade, skjøndt det stadige Tilløb af Vand fra de store Floder, som have Afløb til Østersøen, maatte foranledige en saadan ringe Opstemning i Østersøen, at en continuerlig Strøm af Vand maatte bevæge sig ud gjennem Sundet og Belterne til Kattegattet og Nordsøen. Vindens Virkning forandrer imidlertid Forholdet aldeles, som vi have seet af de nys omtalte Observationer.

De vestlige Vinde føre Østersøens Vande over imod de russiske Kyster og frembringe der betydelige Opstemninger over dagligt Vande samtidigt med, at Vandspejlet sænker sig forholdsvis i Østersøens vestlige Deel ganske paa samme Maade, som Forsøgene i Kallebodstrand have viist. Sænker Vandspejlet sig nemlig i Østersøens vestlige Deel og ved de danske Øer formedelst en vestlig Vind, saa sænker det sig samtidigt i Kjøgebugt, og en Efterfyldning Nord fra igjennem Øresund vil da foregaa deels igjennem Drogden og Flinterenden paa Amagers Østside, og deels igjennem Kjøbenhavns Havn og Kallebodstrand til Kjøgebugt.

De østlige Vinde have den modsatte Virkning: Vandspejlet hæver sig ved de danske Kyster og sænker sig ved de russiske. Med østlig Vind drives Østersøens Vand frem Sønden om Sverrig imod Sjællands Kyst, og en Deel af denne Vandmasse finder Afløb imod Nord igjennem Drogden og Flinterenden til Øresund, medens en anden Deel af Østersøens Vand trænger ind i Kjøgebugt og finder derfra Afløb Nord hen, deels Sønden om Amager til Drogden og deels gjennem Kallebodstrand og Kjøbenhavns Havn til Sundet.

Hvad nu særligt Kallebodstrands Vandbevægelser angaar, da forekommer der, som antydet, to væsentlig forskjellige Hoved-Vand-Bevægelser:

a. Et Højvande med østlig Vind og nordgaaende Strøm (Sønden Strøm) og

b. Et Lavvande med vestlig Vind og sydgaaende Strøm (Norden Strøm).

a. Højvandet.

Ved østlig Vind føres Vandet i Kattegattet bort gjennem Skagerrak ud i Nordsøen; Vandstanden i Kattegattet synker altsaa, og da Vandet i Kattegattet ved denne Vind i det Hele føres bort fra den svenske Kyst og over imod den danske, saa opstaar der en Sænkning af Vandstanden ved Helsingør, og dermed er altsaa en Betingelse for en nordgaaende Strøm gjennem Øresund tilvejebragt. Men naar den østlige Vind udstrækker sig over Østersøen, saa opstemmer den tillige Vandet i Østersøen fra de russiske Kyster deels op imod Sverrig og deels Sønden om Sverrig op imod de danske Kyster og fremkalder et Højvande Syd for Øresund; ved de forenede Virkninger af det nævnte Lavvand ved Helsingør og Højvandet ved Falsterbo vil der fremkaldes en forholdsvis betydelig nordgaaende Strøm

gjennem Øresund. En Deel af den derved fremkaldte Strøm gaaer ind i Kjøgebugt og tørner, bestandig paaskyndet af Vinden, op imod Nordvestkysten af Bugten; paa Grund af den levende Kraft, som Vandet medbringer, kan dette ikke støde imod den flade sjællandske Kyst uden at fremkalde en tilsvarende Hævning af Vandfladen, der bliver størst, hvor Strømmen er stærkest. Fra Højdepunktet af den saaledes opstemmede Vandflade vil der foregaa en Deling af Strømmen, naar Vindens Retning ikke forhindrer det, navnlig i en sydgaaende og i en nordgaaende Strøm, saaledes som de anstillede Observationer vise. Den sydgaaende Strøm, som udgaaer fra den mod Land opstuvede Vandmasses Højdepunkt, vil naturligvis bevæge sig langs Kysten ned imod Kjøge, medens den nordgaaende Strøm sees at bevæge sig paa lignende Maade rundt langs Kjøgebugts Nordgrændse, indtil den Syd for Amager udtømmer sig i Øresund ved Dragør, for saa vidt det ikke paa Vejen finder Afløb Nord hen over den flade Kallebodstrand og gjennem Kjøbenhavns Havn til Øresund.

Den Vandmængde, som saaledes strømmer mod Nord igjennem Kallebodstrand og Kjøbenhavns Havn til Øresund er i Reglen altid ubetydelig i Sammenligning med den Vandmasse, som passerer Østen om Amager gjennem Drogden og Flinterenden; netop derfor stiller ogsaa Vandet sig ved stærk Østen Vind saa betydeligt højere i Kallebodstrand end ved Dragør. Strømprofilet mellem Amager og Sverrig, 1/4 Mil Nord for Fyrskibet Drogden, kan anslaas til en samlet Brede af omtrent 50000 Fod med en Dybde af c. 22 Fod, og Strømprofilet Øst for Amager kan derefter anslaas at være c. 200 Gange større end Strømprofilet i Kjøbenhavns Havn; men da dertil kommer, at Strømhastigheden ved Drogden sees at være omtrent dobbelt saa stor som Strømhastigheden i Kjøbenhavns Havn, saa kan man sikkert regne, at der i Almindelighed strømmer 300 til 400 Gange saa stor en Vandmængde gjennem selve Øresund mellem Sverrig og Amager som igjennem Kallebodstrand.

Af det Udviklede fremgaar altsaa, at ved «Højvande i Kallebodstrand», som indtræder ved østlig Vind og nordgaaende Strøm, er den Vandmængde, som gjennemstrømmer Kjøbenhavns Havn, altid en forsvindende lille Størrelse imod Hovedstrømmen, som løber Nord hen imellem Sverrig og Amager, og som en Følge deraf vilde Vandspejlsfaldet fra Kjøgebugt til Toldboden ikke forandres i nogen mærkelig Grad ved fuldstændig at lukke for Afløbet gjennem Kjøbenhavns Havn.

b. Lavvandet.

Ved vestlig Vind føres Vandet fra Nordsøen gjennem Skagerrak ind i Kattegattet, og i dette drives det tillige af Vinden fra den jydske Kyst over imod Sverrig; der opstaar altsaa en Hævning af Vandspejlet ved Helsingør, og denne Hævning vil foranledige en sydgaaende Strøm gjennem Øresund. Samtidigt hermed sætter den vestlige Vind Øster-

søens Vand over imod de russiske Kyster og sænker altsaa Vandspejlet ved de danske Kyster. Vandet i Kjøgebugt blæser derved bort saaledes, at der ogsaa fra denne Side kommer Betingelser tilstede for Dannelsen af en stærk sydgaaende Strøm igjennem Øresund. Hovedmængden af det Vand, som denne Strøm fører frem fra Kattegattet til Østersøen, vil, som alt bemærket, bevæge sig Østen om Amager, medens kun en forholdsvis lille Deel af Vandmassen tager Vejen gjennem Kjøbenhavns Havn.

Ved Hjælp af de udførte Observationer kom jeg saaledes til det Resultat: At lige saa lidt som en fuldstændig Lukning af Kallebodstrand vil fremkalde nogen mærkelig forøget Opstemning af Vandet i Kjøgebugt ved østlig Vind og nordgaaende Strøm, lige saa lidt vil en fuldstændig Lukning af Kallebodstrand kunne foranledige nogen mærkelig forøget Opstemning af Vandet i Kjøbenhavns Havn ved vestlig Vind og sydgaaende Strøm, samt at: naar Vindforholdene ikke forandres, saa vil den Vandmængde, som gjennemstrømmer Kjøbenhavns Havn, kun afhænge af det omhandlede Sejlløbs Middeldybde og Tværsnitsareal og voxe og aftage dermed; hermed var altsaa det dengang stillede Hovedspørgsmaal besvaret.

Paa Grund af den Indsigt i Forholdet mellem Vind- og Vandbevægelserne i Havet, som de nys omtalte Undersøgelser over Farvandene omkring Kjøbenhavn havde givet mig, tænkte jeg senere ofte paa Ønskeligheden af at faa lignende Undersøgelser satte i Gang efter en endnu større Maalestok, og særligt var det min Tanke at faa samtidige Observationer anstillede her og andetsteds ved Østersøens Kyster over de der forekommende Vind- og Vandbevægelser for derved om muligt at komme nærmere til Kundskab om Vindens Indflydelse paa dette Hav og omliggende Farvande, hvor Ebbe og Flod saa at sige mangler, og som af denne Grund netop syntes særligt skikkede til at anstille Observationer, som kunne tjene til at belyse dette vigtige Forhold. Det stod mig nemlig alt dengang fuldkommen klart, at Resultatet af saadanne sammensvarende Observationer maatte kunne blive i høj Grad belærende om en Mængde Naturphænomener, hvorom vi kun have liden eller ingen Kjendskab, skjøndt de tydeligt nok spille en overmaade stor Rolle i Naturen.

Andre Arbejder tiltrak sig imidlertid min udelte Opmærksomhed og optoge den Tid, jeg havde tilovers fra mine Embedsforretninger, saaledes at Sagen blev stillet i Bero indtil videre.

Lejligheden til nærmere at undersøge Forholdet mellem Vindens Styrke og Havvandets Stand, dets Strømninger m. m. kom imidlertid af sig selv ganske uventet, men paa en hel anden Maade, end jeg oprindelig havde tænkt mig, nemlig ved den stærke Storm af 13de November 1872, og den dermed i Forbindelse staaende, i Voldsomhed hidtil

ukjendte Vandflod, som oversvømmede en stor Deel af de danske og tydske Kyster langs Østersøen og medførte Død og Ødelæggelse til alle Punkter, over hvilke den brød frem med ustandselig Magt.

Den ualmindelige Hastighed, hvormed Vandfloden steg, og den Ødelæggelse, som den frembragte overalt, gav imidlertid en heldig Anledning til, at en stor Mængde Mennesker paa alle de hjemsøgte Punkter holdt nøje Udkig med, hvorledes Vandet steg og faldt. Fremdeles gav Vandflodens overordentlig hurtige Stigen, der ikke syntes at staa i Forhold til Stormens Magt, derhos Anledning til forskjellige Forestillinger om den sandsynlige Aarsag til dette skrækkelige Naturphænomen, hvis Lige Ingen havde kjendt; thi vel var Stormen meget stærk, men den var dog i det Hele ingenlunde haardere eller mere orkanagtig, end man undertiden havde havt den, idet Stormen hverken afrev Tagsteen af Bygninger eller omblæste Træer i nogen betydeligere Grad, end tidligere ofte var skeet, uden at en saadan Vandflod deraf havde været en Følge. Temmelig almindelig blev det derfor antaget, at Vandfloden til en væsentlig Deel i det Mindste havde sin Grund i en Jordrystelse, som sagdes at være følt paa Bornholm og som formentes at have sat Østersøens Vand i en saa pludselig og stærk Bevægelse, at Stormfloden deraf havde været Følgen.

Ved Gjennemlæsningen af de første Beretninger, som Aviserne bragte om denne mærkelige Naturbegivenhed, førtes min Tanke tilbage til mine tidligere Iagttagelser af Vandbevægelserne ved Kjøbenhavn, da alt syntes mig at tyde hen paa, at Vandfloden af 13de November 1872 ikke var Andet end en ganske usædvanlig storartet Virkning af samme Slags, som jeg tidligere havde havt Lejlighed til at undersøge i Farvandene omkring Kjøbenhavn. Der opstod da naturligt hos mig den Tanke saa hurtigt som muligt at søge indsamlet den store Mængde Iagttagelser over Begivenhedernes Gang, som paa alle Punkter, hvor Stormfloden havde raset, endnu maatte antages at være i frisk Minde, for ved Hjælp af alle disse ganske ualmindeligt stærkt udprægede Naturphænomener og de dertil knyttede sørgelige Erfaringer om Stormen og Stormflodens Udvikling at søge at komme til Kundskab om de almindelige Love, hvorefter dette og lignende Naturphænomener udvikle sig.

Til dette Øjemed lod jeg derfor i den Berlingske Tidende for den 19de November 1872 indrykke en almindelig Opfordring til rundt om i Landet og navnlig langs alle vore Kyster at samle Oplysninger om Stormen og det derved fremkaldte Højvande, idet jeg tillige samtidigt henvendte mig til Indenrigsministeriet for om muligt ved Sammes Foranstaltning at faa indsamlet de nødvendige Oplysninger fra forskjellige Egne i Danmark. I lige Maade henvendte jeg mig til Udenrigsministeriet med Anmodning om ved dette Ministeriums gode Hjælp saa vidt muligt ogsaa at erholde lignende Oplysninger fra Sverrig og Norge, Rusland og Tydskland, og jeg havde den Glæde overalt at modtage Løfter om, at man var villig til at hjælpe mig paa bedste Maade med Indsamlingen af de omhandlede Oplysninger.

Som en Følge heraf blev efterstaaende Opfordring trykt, og af Indenrigsministeriet omsendt i en Mængde Exemplarer gjennem alle Amtstuer til videre Fordeling blandt rette Vedkommende, som antoges bedst at kunne give de forønskede Oplysninger her i Landet; ved Udenrigsministeriets Foranstaltning blev tillige et passende Antal Exemplarer tilstillet de fremmede Regjeringer med Anmodning om videre Fordeling i det samme Øjemed.

Min Opfordring, som var ledsaget af et Skema til Udfyldning, var af følgende Indhold:

«Gjennem en Opfordring i «Berlingske Tidende» af 19de d. M. har jeg i Almindelighed henledet danske Kystbeboeres Opmærksomhed paa det særdeles Ønskelige i, at der samles Oplysninger paa en Mængde Punkter langs alle vore Kyster om det ved den orkanagtige Storm den 13de d. M. fremkaldte Højvande, for derved at komme til sikker Kundskab om den Maade, paa hvilken Vandet steg og faldt, og om den Højde, hvortil Havvandet blev drevet op af Vinden, saavel i Kattegattet som i Østersøen og de mellemliggende Passager, nemlig: Øresund, Storebelt og Lillebelt.

Naar saadanne Oplysninger fremkomme fra et tilstrækkeligt Antal Punkter, ikke blot ved de danske Kyster, men tillige ved de tydske, russiske, svenske og norske Kyster, — hvad jeg har Haab om vil blive foranstaltet af de forskjellige Regjeringer ifølge Opfordring fra vort Udenrigsministerium — saa er det at vente, at disse Oplysninger ikke alene ville give os et klart Overblik over Vandstanden i de nævnte Farvande den 13de, men tillige, at de ville sætte os istand til at overskue den hele Række af Strømninger, hvori Vandet blev drevet frem af Stormen.

Naar derhos Oplysninger om Stormens Retning og Styrke tilvejebringes i Forening med Oplysningerne om Havvandets Højde, vil det forhaabentlig tydeligt fremgaae, hvilken mærkelig Indflydelse en saadan stærk Storm af Nordost er istand til at udøve paa Havvandet i disse Farvande, samt hvilke Farer baade vore egne og vore Naboers Kyster senere kunne blive udsatte for, naar en lignende Storm kommer fra en anden Kant, og Havet trænger frem mod Landstrækninger og Kyster, som denne Gang ere forblevne uskadte.

Vor Kundskab om disse Strømningsforhold er for Tiden kun meget lille; men de Virkninger og de Ulykker, som derved kan fremstaa, ere, som vi have seet, saa store, at jeg antager, Enhver vil indrømme, at deri ligger en Opfordring baade for os og for vore Naboer til at gjøre Alt, hvad der kan gjøres, for saa godt og saa fuldkomment som muligt at søge oplyst, hvorledes de faktiske Forhold have været langs hele Østersøens og Kattegattets Bredder under denne Storm.

I det Haab, at man fra alle Sider er enig herom, tillader jeg mig derfor særligt at henvende mig til — — — med Anmodning om, at De godhedsfuldt vil tage Dem af denne formentlig almeennyttige Sag for at søge at tilvejebringe de i det hosstaaende Skema nærmere angivne Oplysninger om Stormen og Havets Vandstand den 12te, 13de og 14de November, saa nøjagtigt og fuldstændigt som muligt, og skulde der forøvrigt have viist sig særegne Forhold, som man antager kunne tjene til yderligere Belysning af Sagen, saasom om Strømmens Retning, vil jeg naturligvis være Dem meget forbunden, om De ogsaa vil tilstille mig Underretning desangaaende.»

I Henhold til de saaledes fremsendte Opfordringer har jeg senere efterhaanden, saavel direkte som igjennem Indenrigsministeriet, modtaget en stor Mængde Oplysninger fra alle Egne af Danmark om Stormen og Havets Vandstand i de paagjældende Dage, og paa lige Maade har jeg, saavel fra Private som gjennem Udenrigsministeriet, modtaget

forskjellige særdeles værdifulde Oplysninger baade fra den kongelige svensk-norske Regjering, fra den kejserlige russiske Regjering og fra den kejserlige tydske Regjering, der Alle beredvilligt havde lovet mig at ville lade foretage Indsamling af de begjærede Oplysninger.

Paa de af mig stillede Spørgsmaal har jeg ialt fra Ind- og Udlandet modtaget henimod 400 Besvarelser angaaende Vindens Retning, Vindens Styrke og Havets Vandstand til forskjellige Tider af de omhandlede tre Døgn — den 12te, 13de og 14de November 1872 — hvoriblandt forskjellige trykte Beretninger om Stormfloden, blandt hvilke særligt skal anføres en Afhandling: «Die Sturmfluth an den Ostsee-Küsten des Preussischen Staates vom 12/13 Novbr. 1872», von Baensch, königl. Geheimer Baurath im Ministerium für Handel etc., Berlin 1875, foruden en Samling af Generalstabens Kort over Danmark, der paaviser den Skade, som Vandfloden har afstedkommet, og det har stedse været mig en stor Glæde at se, med hvilken Interesse og Utrættelighed saa at sige alle de Mænd, som have fremsendt Bidrag til Belysning af dette Naturforhold, have anstrengt sig for at tilvejebringe det bedst mulige Materiale for en videre Behandling af Stormfloden.

Men uagtet det saaledes er øjensynligt, at Alle have bestræbt sig for at levere saa fuldstændige og paalidelige Observationer, som det har været dem muligt, er det dog en Selvfølge, at ikke alle de modtagne Angivelser ere lige gode, lige fuldstændige eller lige brugbare, hvad tydeligt nok viser sig dels ved at sammenstille de forskjellige Iagttagelser, som ere udførte paa et og samme Sted, dels naar man sammenligner Iagttagelserne fra forskjellige Steder, som tilsammen udgjøre et Hele, og hvorved Loven for Variationen fra Sted til andet træder frem. Paa flere Steder har man desværre ikke havt noget paalideligt Mærke for dagligt Vande, hvorfra man kunde gaa ud ved Iagttagelserne over Højvandet, og paa andre Steder har man formedelst Bølgeslaget ikke kunnet angive den virkelige Vandstandshøjde for Havet, men har maattet indskrænke sig til at notere den Højde, hvortil Bølgen steg, eller hvortil Vandet rullede op ad den flade Kyst o. s. v., — hvad naturligvis stedse giver en højere Vandstand end den virkelige.

For saa fuldkomment som muligt at blive i Stand til at bedømme de under Stormfloden herskende Vind- og Vejrforhold indgav jeg fremdeles i Begyndelsen af Januar 1873 til det danske Meteorologiske Institut et Andragende, som gik ud paa, at der i Anledning af Stormfloden ved Institutets gode Foranstaltning maatte gjennem samtlige Meteorologiske Instituter blive indsamlet og sammenstillet paa et fornødent Antal Vejrkort en saa vidt muligt fuldstændig Oversigt over de observerede Vejrforhold paa de forskjellige Stationer, og navnlig over Barometerstanden, Vindens Retning og Vindens Styrke m. m. svarende til forskjellige Tidspunkter af Dagene fra 12te til 14de November 1872, og i Henhold dertil har jeg senere havt den Fornøjelse fra Institutet at modtage en Række af Vejrkort med de forønskede Oplysninger om Vejrforholdene tre Gange dagligt, — nemlig Kl. 8 Morgen, Kl. 2 Middag og Kl. 10 Aften, — for Tidsrummet fra 10de til 15de November.

Af alle disse værdifulde Oplysninger om Lufttrykkets Fordeling, Vindens Retning og Styrke paa det udstrakte Terrain, der strækker sig fra det sydlige Europa helt op til Spitsbergen og fra Amerika langt ind i det asiatiske Rusland — i Forbindelse med de øvrige mig tilstillede Oplysninger om Vejrforholdene — har det været muligt at faa et temmelig klart Billede af de Vejrforhold, hvorunder Stormen og Vandfloden af 13de November udviklede sig.

For ved Hjælp af den hele Samling af Oplysninger, som jeg har modtaget over Vandstands- og Vejrforholdene, at tilvejebringe den bedst mulige Oversigt over disse Forhold for hvert enkelt Observationssted, har jeg valgt at fremstille samtlige udførte Observationer ved Hjælp af graphiske Figurer.

For hver enkelt Række af Observationer, som er blevet mig tilstillet over Vandstandshøjden i Havet, har jeg konstrueret et Qvadratnæt og derpaa betragtet en af de horizontale Linier som fremstillende dagligt Vands Højden for det betragtede Observationssted. Langs hen ad denne Linie, fra Venstre til Højre, har jeg dernæst afsat Time efter Time af den hele Storm- og Vandflodsperiode, hvori de foreliggende Iagttagelser over Vandstandshøjden ere blevne udførte. For de Tidspunkter, hvor Observationer over de stedfundne Vandstandshøjder ere udførte, ere de observerede Højder, udtrykte i Fod, afsatte i Figuren paa de til Observationstiden svarende Ordinater fra dagligt Vands Linien opad eller nedad, alt eftersom den observerede Vandstand i Havet var over dagligt Vande eller under dagligt Vande. Ved at forbinde alle de saaledes afsatte observerede Punkter i Figuren med en jevn krum Linie, vil det være ganske klart, at den derved fremstillede Curve med en stor Grad af Sandsynlighed, der er desto større, jo flere Observationer der ere blevne udførte paa det paagjældende Sted, vil kunne tjene til at bestemme ikke blot Havets Vandstand til de forskjellige Observationstider, men tillige den sandsynlige Højde, til hvilken Havet paa det paagjældende Sted har været opstemmet ved et hvilketsomhelst andet Tidspunkt af de tre Døgn (den 12te, 13de og 14de November 1872), for hvilke Observationer foreligge; den omhandlede krumme Linie kan derfor betragtes som fremstillende det hele Vandstandsprofil, som under Stormflodsperioden har passeret Observationsstedet.

Ved at behandle samtlige mig tilstillede Observationsrækker over Vandstandsforholdene i Havet paa denne Maade, ere de paa Planerne II, III og IV angivne Vandstandskort fremkomne, idet de enkelte Observationer ere ordnede alphabetisk efter Observationsstedets Navn og betegnede med Numre fra 1 til 194. Den med Vandskravering angivne, fuldt optrukne Curve angiver altsaa Vandstandshøjden for det paagjældende Sted over eller under dagligt Vande, alt eftersom det betragtede Punkt af Curven ligger over eller under den angivne Nul-Linie, der fremstiller dagligt Vande.

Med Hensyn til den grafiske Fremstilling af de paa de forskjellige Observationssteder foretagne Lufttryksobservationer, som, udtrykte i Millimeter Qviksølvhøjde,

findes angivne paa Planerne IV—VII, hvor de forøvrigt ere konstruerede ganske i Overeensstemmelse med, hvad der ovenfor er angivet for Vandstandscurvernes Vedkommende, vil det fremdeles være klart, at den ved Hjælp af de paa Observationsstedet foretagne Iagttagelser bestemte, og paa Profilkortene angivne, Trykcurve ligeledes med en stor Grad af Sandsynlighed vil angive den hele Række af Lufttryksforandringer, som har fundet Sted paa det paagjældende Punkt i Løbet af de 3 Døgn.

Hvad endelig den grafiske Fremstilling af Vindretningen samt Vindhastigheden for de forskjellige Observationspunkter angaar, og som sammen med Lufttryksobservationerne ere angivne paa Planerne IV—VII, er Vindens Retning paa Planerne angivet efter Verdensbjørnerne ved Hjælp af smaa Pile, der flyve med Vinden, henimod det til vedkommende Observation svarende Punkt af Hastighedscurven, medens selve Hastighedscurven, som angiver Vindens Hastighed i Fod pr. Secund, for hvert enkelt Observationspunkt er konstrueret ganske paa samme Maade, som Vandstands- og Lufttrykscurverne ved Hjælp af de paa Stedet foretagne Iagttagelser over Vindens Styrke.

Ved Angivelserne af saavel Vindens Retning som Styrke maa det imidlertid beklages, at man næsten ikke paa noget Punkt har havt Midler til ligefrem at maale disse Størrelser, men overalt har maattet nøjes med at bestemme dem efter et Skjøn, deels efter sædvanlig Sømandsbrug i Henhold til den 12-delte Skala, deels efter den i Meteorologien sædvanligt brugte 6-delte Skala ved Hjælp af Pile, hvis Retning angiver Vindretningen, medens Antallet af Fjer antyde Vindstyrken.

Da Vindstyrken gjennemgaaende er givet ved Fjerenes Antal i den 6-delte Vindstyrkeskala, har min første Opgave været den at bestemme Vindhastigheden i Fod pr. Secund, svarende til hver af disse Skaladele, og denne Opgave har jeg løst ved Hjælp af nogle samtidig udførte Rækker af Maalinger over Vindstyrken, foretagne med selvregistrerende Apparater paa forskjellige Stationer i Sverrig, og som ere blevne mig tilstillede gjennem det kongelige svenske Videnskabernes Akademi i Stockholm, samt ved Hjælp af en lignende Række Observationer, udførte med et selvregistrerende Apparat ved Helder i Holland, hvilke jeg har modtaget gjennem Hr. Kammerraad Reimers i Esbjerg. For de svenske Maalingers Vedkommende, der, som sagt, ere foretagne paa forskjellige Steder langs Sverrigs Kyst, og hvoriblandt jeg maa fremhæve Stationerne Örskär, Grönskär, Östergarnsholm, Ölands södra Odde, Kullen, Winga og Hållö, er Vindens Styrke bestemt efter dens Tryk i svenske Pund pr. svensk Qvadratfod ved Hjælp af de Trykmaalere, som findes beskrevne af Professor Erdmann i den af ham udgivne Afhandling: «Om Iakttagelser öfver vattenhöjdens och vindarnes förändringar.» Stockholm 1857. For de ved Helder foretagne Observationers Vedkommende ere disse angivne i Metermaal, men ere forøvrigt behandlede paa ganske lignende Maade, som de svenske, hvilke sidste derfor her alene nærmere skulle omtales.

Ved Sammenligningen mellem de paa de svenske Stationer, ved de derværende selvskrivende Trykmaalere, under Stormen iagttagne Vindtryk med de tilsvarende meteorologiske Bestemmelser af Vindstyrken er jeg gaaet ud fra den til engelsk Maal og Vægt svarende Formel:

$$P_e = 0{,}002288 \,.\, V_e^2 \,.\, S_e,$$

hvori P_e betegner Vindtrykket i Pund paa Arealet S_e, udtrykt i □ Fod, samt hvori V_e betegner Vindhastigheden udtrykt i Fod pr. Secund. Man har imidlertid:

1	engelsk	Pund	= 1,067	svensk	Pund	= 0,907	dansk Pund,
1	—	Fod	= 1,0266	—	Fod	= 0,971	— Fod,
1	—	□ Fod	= 1,054	—	□ Fod	= 0,943	— □ Fod,

og ved dernæst at lade Index s betegne «svensk» og Index d betegne «dansk» Maal, findes let, at

$$P_s = 0{,}00238 \,.\, V_s^2 \,.\, S_s, \text{ for svensk Maal og Vægt,}$$
$$P_d = 0{,}00224 \,.\, V_d^2 \,.\, S_d, \text{ for dansk Maal og Vægt.}$$

Maale vi, som Tilfældet her har været, Vindtrykket i svenske Pund samt Overfladen i svenske Qvadratfod, medens Vindhastigheden søges bestemt i danske Fod, saa sees let Formlen at kunne skrives:

$$P_s = 0{,}00213 \,.\, V_d^2 \,.\, S_s.$$

Denne Formel, som for $S_s = 1$ kan fremstilles under følgende Form:

$$V_d = 21{,}6 \,.\, \sqrt{P_s},$$

bestemmer da Vindhastigheden svarende til de med de Erdmann'ske Trykmaalere observerede Vindtryk.

Ved at sammenligne de ved Hjælp af denne Formel bestemte Vindhastigheder, udtrykte i Fod pr. Secund, med Middeltallene af de nærmest omgivende Vindstyrkebestemmelser ved Hjælp af de meteorologiske Pile, samt efter at have faaet tilstrækkelig Bekræftelse paa, at Vindhastigheden kan betragtes som voxende proportionalt med Fjerenes Antal paa de meteorologiske Pile, kom jeg endelig til det Resultat, at endskjøndt hver enkelt Vindstyrkeangivelse let kan afvige indtil 10 Fod pr. Secund fra den virkelige Vindhastighed, som svarer til den anvendte Piilbetegnelse, saa kan man dog som Middeltal af flere Bestemmelser i Almindelighed gjøre Regning paa, at hver Fjer i den 6-delte Skala temmelig nær svarer til en Vindhastighed af c. 15 Fod pr. Secund, eller at

1	Fjer,	som	betegner	«svag Kuling»,	svarer	til	en Vindhastighed	= 15	Fod pr. Sec.,
2	—,	—	—	«frisk do.»,	—	—	—	= 30	— — ,
3	—,	—	—	«stiv do.»,	—	—	—	= 45	— — ,
4	—,	—	—	«haard do.»,	—	—	—	= 60	— — ,
5	—,	—	—	«Storm»,	—	—	—	= 75	— — ,
6	—,	—	—	«Orkan»,	—	—	—	= 90	— —

og derover.

Det er nu ved Hjælp af denne Vindstyrke-Skala, at jeg har seet mig i Stand til paa Planerne IV—VII at angive Vindens omtrentlige Hastighed, udtrykt i Fod pr. Secund — saaledes som Tallene langs den vertikale Linie tilhøjre paa Planerne angive — for hvert af de observerede Tidspunkter; men jeg maa gjentage, at hver enkelt saaledes angiven Hastighed kun tør betragtes som svarende til den omtrentlige Vindhastighed ved det givne Tidspunkt, hvad man let overbeviser sig om, naar man nøjagtigt bestemmer Vindhastigheden og Vindretningen til et givet Tidspunkt og derefter sammenholder Resultatet af Maalingerne med de samtidig udførte, ved Skjøn bestemte, Observationer af de meteorologiske Pile og Fjer. De skjønnede Bestemmelser ville altid baade med Hensyn til Vindens Hastighed og Retning vise sig usikkre.

Med Hensyn til de her omtalte Planer II—VII skal endnu blot tilføjes, at for at undgaa Misforstaaelser ere Observationstiderne regnede fra Midnat til Midnat for hvert Døgn og, som Planerne vise, udtrykte i Timer ved Tallene fra 0 indtil 24.

Fremdeles har der ved Bearbejdelsen af det foreliggende Materiale ved Sammenligning mellem de forskjellige Curver paa nogle Punkter viist sig, at der er indløbet enkelte Unøjagtigheder, Aflæsningsfejl ved Observationerne; til disse er der i Planerne II—VII taget Hensyn, idet her den sandsynlig rigtige Curve er indtegnet som punkteret Linie imellem de nærmeste Observationer.

I Henhold til samtlige modtagne Beretninger om, hvorledes Vandstandshøjderne og Vindforholdene have stillet sig ved alle de angivne Observationstider under Stormfloden, har jeg altsaa for alle de enkelte Observationssteder i Overeensstemmelse med det Foranførte konstrueret de paa Planerne II, III, IV, V, VI og VII angivne specielle Profil-Vejrkort. Ved Hjælp af disse Curvekort ere vi fremdeles blevne i Stand til for en hvilkensomhelst given Tid af de omhandlede tre Døgn at kunne konstruere Vejrkort, der ville give en samlet Oversigt over Havfladens Beliggenhed, Lufttrykkets Fordeling, samt over Vindens Hastighed og dens Retning hen over Jorden, saa vidt Iagttagelserne gaa, saaledes som det i det Efterfølgende nærmere skal angives.

For nogenlunde jevnt at kunne forfølge den hele Række af gradvise Forandringer, som Vejr- og Vandstandsforholdene undergik i Tidsrummet fra 12te til 14de November, medens Stormfloden steg til sit Højeste og derefter aftog, har jeg anseet det for hensigtsmæssigt paa en Række af Planer over hele Nord- og Mellem-Europa at konstruere Vejrkort for hver 6te Time fra den 12te November Kl. 18 (6 Eftermiddag) til den 13de November Kl. 24 (12 Midnat), samt dertil for større Tydeligheds Skyld endnu at tilføje et Vejrkort for den 13de November Kl. 14 (2 Eftermiddag), da Vandfloden omtrent havde sin højeste Stand i vore nærmeste Farvande, og det er disse Kort, som i Forening med et tilsvarende Stationskort ere fremstillede paa Planerne VIII—XV.

Naar vi med Opmærksomhed betragte de saaledes fremstillede Vejrkort, der svare til følgende Tidspunkter, nemlig:

1.	Den 12te	November	1872	Klokken	18	Plan	IX
2.	—	—	—	—	— 24 (Midnat) . . .	—	X
3.	—	13de	—	—	— 6	—	XI
4.	—	—	—	—	— 12 (Middag) . . .	—	XII
5.	—	—	—	—	— 14	—	XIII
6.	—	—	—	—	— 18	—	XIV
7.	—	—	—	—	— 24 (Midnat) . . .	—	XV

saa kommer man derved uden Vanskelighed til Erkjendelsen af visse mærkelige Naturforhold, som have ledsaget Stormen af 13de November.

Ved først at betragte det atmosphæriske Lufttryk, som i alle Hovedtræk er bestemt ved de med Sort angivne Ligetrykslinier eller Isobarer, vil det sees, at hele Atmosphæren den Gang befandt sig under en ganske ualmindelig stærk Ligevægtsforstyrrelse, som strakte sig fra Ishavet til Middelhavet og fra Atlanterhavet helt over til Siberien, og at Følgen af denne Ligevægtsforstyrrelse var, at den atmosphæriske Luft paa alle Punkter havde en til Lufttryksforskjellighederne svarende Bestræbelse til at gjenoprette den forstyrrede Ligevægt saa hurtigt som muligt. Men ved Siden af de overordentlig store Forstyrrelser i Atmosphæren, som Isobarerne give tilkjende, vise disse Liniers Beliggenhed tillige, at de atmosphæriske Trykforskjelligheder vare fordeelte paa en mærkelig regelmæssig og kontinuerlig Maade, der igjen betingede, at de store Luftstrømninger, som vare en ligefrem Følge af de tilstedeværende Ligevægtsforstyrrelser i Atmosphæren, nødvendigvis maatte bevæge sig frem paa en til Trykforskjellighederne svarende jevn og regelmæssig Maade i store og samlede Strømme.

At ogsaa virkelig de store atmosphæriske Ligevægtsforstyrrelser have fremkaldt tilsvarende store og mægtige atmosphæriske Luftstrømninger, som have bevæget sig i kontinuerlige Baner hen over Jordens Overflade til Udligning af de forhaandenværende Ligevægtsforstyrrelser, sees tydeligt, naar vi betragte de omhandlede 7 Stykker Vejrkort med det dertil hørende Stationskort over Nord- og Mellem-Europa, see Planerne VIII—XV. Naar vi nemlig fæste Opmærksomheden paa, hvorledes Flugten af den store Mængde af observerede Vindretninger, der ere angivne med isolerede Pile, fordeler sig omkring det hele System af kontinuerlige Vindflugts- eller Luftstrømningslinier, som jeg har angivet med røde Linier paa disse Kort, saa troer jeg at maatte ansee det som udenfor al Tvivl, at disse kontinuerlige Linier meget nær kunne betragtes som Hovedstrømningslinierne for de bevægede Luftmasser, der strømme frem til Udjevning af de store Ligevægtsforstyrrelser, — og at denne Anskuelse er rigtig, vil yderligere vinde i Klarhed, naar det betænkes, med hvor stor en Usikkerhed de enkelte Vindretninger i Virkeligheden ere bestemte, samt naar jeg tilføjer,

at det ved nøjagtige Undersøgelser deels ved Hjælp af Røg fra forskjellige høje Skorstene og deels ved Iagttagelser over Skyernes Bevægelse har viist sig, at medens Røgen nede ved Jorden paa Grund af tilfældige Standsninger stedse svinger frem og tilbage omkring den virkelige Vindretning, saa synes saadanne Svingninger kun lidet at forekomme i Skyernes Højde.

See vi fremdeles hen til de observerede Vindhastigheders Kontinuitet langs bemeldte Flugtlinier, saa viser det sig ogsaa derved tilstrækkelig tydeligt, at der fra denne Side heller ikke kan være nogen Tvivl om, at de stærke Luftstrømninger, som fandt Sted under den omhandlede Stormperiode, skyldtes de store Niveauforskjelligheder, som de forhaandenværende atmosphæriske Ligevægtsforstyrrelser førte med sig. Paa Grund af disse Niveauforskjelligheder er nemlig Ligevægt i det betragtede Fluidum umulig, og Fluidet maa derfor sætte sig i Strømning ganske i Overeensstemmelse med, hvad der vilde skee, hvis Fluidet var Vand i Stedet for Luft. Paa Grund af Tryk- eller Niveauforskjellighederne vil Fluidet altsaa komme i Strømning fra det høje Lufttryk, langs ad Strømningsbaner eller Strømningslinier, der have deres Udspring fra det høje Lufttryk, hvorfra Bevægelserne sees at begynde som ganske svage Strømme, der saa, efterhaanden som de passere fra Niveau til Niveau, voxe i Størrelse og Mægtighed paa Grund af Faldet, idet Strømmen bestandigt river større og større Luftmasser med sig. Efterhaanden som de medbragte Luftmasser nærme sig de lave Lufttryk, hvorhen de stræbe, ville Drivkræfterne mere og mere blive utilstrækkelige til at føre Luftmasserne videre fremad, og disse Masser maa derfor efterhaanden standse og sprede sig over de omhandlede Arealer, hvor Lufttrykket er lavest.

For disse atmosphæriske Luftstrømningers Bevægelse hen over Jorden gjælder naturligvis de bekjendte Love, som gjælde for Strømme af flydende Legemer i Almindelighed, og deraf følger, at Luftens Strømningsbaner paa ethvert Punkt er bestemt ved Størrelsen og Retningen af de Kræfter, som paavirke de bevægede Luftmasser langs ad Strømmens Bane, og at disse Luftstrømme derhos ere desto kraftigere, jo større de drivende Kræfter efter Banen ere, og jo større de bevægede Luftmasser ere.

Det er fremdeles klart, at de Modstande, som de bevægede Luftmasser møde under deres Strømning hen over Jordens Overflade, ere desto større, jo mere ujevn den Deel af Jordens Overflade er, hvorpaa Bevægelsen foregaaer, og at Luftstrømmene som en Følge heraf i Reglen lide en betydelig større Modstand ved at bevæge sig hen over Landene, end naar de strømme hen over Havets Overflade. Paa Grund heraf er det ganske naturligt, at Luftstrømmene vise en Tilbøjelighed til at følge de Veje, som frembyde mindst Modstand, hvorfor det hyppigt findes, at Vindstrømmene bøje af til Siden for at følge Havfladen istedetfor at følge den korteste Vej over Land. Men selv naar Luftstrømmen bevæger sig hen over Havene, saa lider den dog paa Grund af Friktionen en mærkelig Modstand, som ved at virke tilbage paa Havfladen stræber at bevæge denne frem i Vindens Retning;

herved bliver da Vinden istand til at fremkalde en Opstemning af Havets Overflade samtidigt med, at den arbejder paa at sætte Vandet i Drift i Vindens Retning.

Uagtet det ikke er min Hensigt her at gaa ind paa en Undersøgelse af, hvad der maa siges at være den egentlige Aarsag til de store Forstyrrelser i Atmosphæren, som fremkaldte Stormen og Vandfloden af 13de November 1872 — hvad jeg maa forbeholde mig senere at kunne komme tilbage til, hvis min Tid tillader det —, saa kan jeg dog ikke undlade at henpege paa en Kjendsgjerning, som Undersøgelserne over Stormen have lagt for Dagen, og som utvivlsomt staar i nøje Sammenhæng med og har øvet en stor Indflydelse paa Stormens og Vandflodens hele Udvikling fra først til sidst.

Naar vi nemlig paa Planerne VIII—XV over Vejrforholdene i Nord- og Mellem-Europa betragte Lufttrykkets Fordeling over hele det udstrakte Terrain, saa viser det sig umiddelbart, at ved Tidspunktet den 12te November Kl. 24 (Midnat) er Lufttrykket over det nordlige Sverrig og Norge steget til 780mm, medens Trykket over Østersøens sydlige Deel meget nær svarer til Luftens Middeltryk eller 760mm Barometerstand. Syd for Østersøen er Lufttrykket over den største Deel af hele Mellem-Europa lavere end Middeltrykket, og dette lave Lufttryk har sit Minimum i Omegnen af Wien, hvor Lufttrykket er lidt under 745mm. Tænke vi os Midtpunkterne for det høje Lufttryk i Nord og for det lave Lufttryk i Syd forbundne ved en ret Linie, saa findes det, at Forbindelseslinien ved den nævnte Tid har Retningen fra Syd til Nord. Fra dette Tidspunkt sees Lufttrykket i Nord bestandigt at stige, og Luftmasserne at trænge længere og længere frem imod Øst. Lufttrykket den 13de November Kl. 12 (Middag) findes saaledes ved Archangel at være 780mm samtidigt med, at det ved Haparanda er steget til 785mm, og Isobaren 780mm er trængt ned imod Syd til en Linie fra Hamar i Norge til St. Petersborg; Lufttrykket over Østersøens sydlige Deel har næsten holdt sig uforandret, hvorimod det lave Tryk, som tidligere stod over Wien, efter Forløbet af de 12 Timer er forflyttet henimod den bøhmiske Grændse til Omegnen af Eger uden nogen væsentlig Forandring af Minimumstrykket. Drage vi atter den omtalte Forbindelseslinie mellem Midtpunkterne af det høje og lave Lufttryk, sees det, at denne Linie den 13de November Kl. 12 indtager Retningen fra S.S.V. til N.N.O. Betragte vi dernæst Forholdene, som de efter Forløbet af de følgende 12 Timer, altsaa den 13de November Kl. 24 (Midnat), have udviklet sig, findes det, at Lufttrykket i Nord endnu væsentligt er uforandret med Undtagelse af, at Isobaren 780mm har flyttet sig noget mere østlig og sydlig hen; men samtidigt finde vi, at det lave Lufttryk i Syd har flyttet sit Minimumspunkt mere vestlig hen til Omegnen af Amsterdam, hvor Lufttrykket omtrent er 750mm. Forbinde vi atter Midtpunkterne svarende til det høje og lave Lufttryk, findes Forbindelseslinien den 13de November Kl. 24 at have antaget Retningen fra S. V. til N. O. See vi endelig hen til den Retning, Forbindelseslinien mellem det høje og lave Lufttryk indtager den 15de November om Morgenen, saa viser det sig fremdeles, at ved dette Tids-

punkt har denne Linie yderligere drejet sig saaledes, at dens Retning da stærkt nærmer sig til en Retning fra Vest til Øst.

Den Kjendsgjerning, paa hvilken jeg herved har villet henlede Opmærksomheden, er altsaa denne, at under Stormens og Vandflodens Udvikling har den rette Linie, som forbinder Midtpunkterne af det høje Lufttryk i Nord med det lave Lufttryk i Syd, drejet sig kontinuerligt ligesom Viseren paa et Uhr (med Solen) paa Grund af, at Luftmasserne med det høje Lufttryk have bevæget sig frem i østlig og sydlig Retning, medens Luftmasserne med det lave Lufttryk have bevæget sig frem i vestlig og nordlig Retning. Samtidig med, at hele Luftmassen saaledes drejede sig, drejede imidlertid ogsaa Isobarerne sig, hvoraf Følgen var, at Vindretningen under Stormens Forløb maatte følge samme drejende Bevægelse. Ved den jevnt omdrejende Bevægelse, som Vindretningen paa denne Maade blev tvungen til at udføre, fra Nordost gjennem Ost til Sydost, fik Vinden Lejlighed til først at drive Vandet Syd hen fra den finske Bugt og den nordlige Deel af Østersøen, og derpaa mere og mere at drive det Vest hen imod de danske og tydske Kyster, hvor Vandet saa efterhaanden stemmedes op til den betydelige Højde, det tilsidst kom til at indtage under Stormfloden, indtil Vinden endelig havde drejet sig saa vidt til Sydost, at Vandet fik frit Afløb igjennem Øresund, Storebelt og Lillebelt, hvorved Stormfloden hurtigt forsvandt.

Efter saaledes i videste Omfang at have underkastet Vejrforholdene fra 12te til 14de November en fuldstændig Undersøgelse angaaende Stormens Udstrækning og Forløb, og efter derved at have bestemt deels Lufttrykkets Fordeling og Størrelse ved Hjælp af de paa samtlige Planer i Henhold til Profilkortene (IV—VII) angivne Isobarer, deels Luftstrømmenes Bevægelsesretninger ved Hjælp af de med Pile forsynede Vindflugtslinier, ligeledes i Henhold til nævnte Profilkort, samt endelig Størrelsen af Vindens Hastighed, udtrykt i Fod pr. Sec., hvormed Luftstrømmen paa de forskjellige Punkter af Banen bevægede sig hen over Jorden, som angivet paa Planerne med paaskrevne Tal — har jeg, for tydeligt at kunne sammenligne de observerede Vandstandsbevægelser i Havet med de Vandstandsbevægelser, som Stormen efter det Anførte i og for sig maatte være i Stand til at fremkalde — fundet det nødvendigt at overføre disse observerede Vejrforhold paa de i større Maalestok tegnede 8 Stykker Kort, afbildede paa Planerne XVI—XXIII, der, som man seer, væsentligt kun omfatte Landene langs Østersøens Kyster og særligt Danmark, hvorfra den største Mængde Oplysninger om Vandstandsforholdene i Havet foreligger.

Næst efter paa disse Kort at have overført samtlige isobare Linier, som vise os Lufttrykkets Fordeling over det omhandlede Areal og dermed tillige de Kræfter, som paa ethvert Punkt af samme fremkalde de Luftstrømninger, som tilsammen dannede Stormen af 12te til 14de November, og efter fremdeles paa disse Kort at have overført de med Piilspidser forsynede Vindflugtslinier, som angive Retningerne af de Baner, ad hvilke Luftmasserne strømmede hen over Jorden med de Hastigheder, som med Tal findes tilføjede langs ad

disse Baner, — har jeg derefter i Henhold til den hele foreliggende Samling af graphisk fremstillede Vandstandsobservationer, som findes afbildede paa Planerne II—IV, med blaa Tal afsat samtlige til de betragtede Tidspunkter observerede Vandstandshøjder, hver for sig paa det Sted af Kortet, hvor Observationen er foretagen. Ved Hjælp af alle disse Tal, der som sagt fremstille de observerede Vandstandshøjder over dagligt Vande, udtrykte i Fod, har jeg endvidere paa sædvanlig Maade søgt at bestemme Havets Vandstandshøjde for en Mængde mellemliggende Punkter, hvilke i Forbindelse med de umiddelbart givne have sat mig istand til at bestemme Beliggenheden paa Havets Overflade af samtlige horizontale Vandstandscurver, som jeg paa bemeldte Planer har angivet med blaa Farve, og hvis Højder over dagligt Vande, udtrykt i Fod, findes vedføjet med blaa Tal.

Ved paa disse Kort over Nordeuropa (Planerne XVI—XXIII) at betragte de saaledes fremstillede 3 Systemer af Curver, nemlig:

1. Lufttryks-Curverne eller Isobarerne, som med de tilsvarende Lufttrykshøjder ere angivne med sorte Linier og Tal.
2. Vindflugts-Curverne, som med tilsvarende Vindhastigheder ere angivne med røde Linier og Tal, samt
3. De horizontale Vandstands-Curver, som tillige med deres Højde over dagligt Vande ere angivne med blaa Linier og Tal, —

da viser det sig umiddelbart, at medens Vindretningen med Hensyn til Luftens Ligetrykslinier paa alle Punkter synes at stille sig saaledes, at de omhandlede Vindflugtslinier skjære samtlige Isobarer under en Vinkel af omtrent 30°, saa har Havets horizontale Vandstandscurver en saadan Beliggenhed, at de paa alle Punkter vise en umiskjendelig Bestræbelse efter at stille sig lodret paa Vindretningen, hvor de lokale Forhold ikke ere saaledes beskafne, at de stedfindende Opstemninger af Havet med Nødvendighed maa fremkalde et Vandspejlsfald, som tvinger Havvandet til at forlade dets oprindelige Bevægelsesretning for derefter at bevæge sig bort efter Resultanten af den i Vindens Retning virkende Kraft og den ved Vandspejlets Opstemning fremkaldte Tyngdekraft, som stræber at drive Vandet til Siden.

Men naar det maa betragtes som en Kjendsgjerning, at de horizontale Vandstandscurver paa Havets Overflade under Stormen og Vandfloden af 13de November overalt vise en Bestræbelse efter at stille sig lodret paa Vindretningen paa alle Steder af Havet, hvor kun de oprindelig drivende Kræfter, som have fremkaldt de store Ligevægtsforstyrrelser i Havet, have været eneraadende eller væsentligt eneraadende — hvad utvivlsomt maa erkjendes, naar man betragter den hele Samling af Kort, som findes afbildede paa Planerne XVI—XXIII, idet man afseer fra de Forhold, som fremtræde f. Ex. ved Øresund, hvor de opstemmede Vandmasser finde naturligt Afløb til Siden paa Grund af Tyngden, saavelsom fra de Forhold, som vise sig i Nordsøen, hvor Flod og Ebbe udøver en betydelig Indflydelse paa Vandets Stigen og Falden — saa følger deraf ligefrem, at for ethvert Punkt af Havet har Resultanten

af de drivende Kræfter, som har fremkaldt den heromhandlede Vandflod, virket i samme Retning som Vinden; og med Erkjendelsen heraf kan der vel næppe blive Spor af Tvivl tilbage om, at den omspurgte Kraft, som har fremkaldt Stormfloden, kan have været nogen anden end Stormens Virkning paa Havfladen.

Skjøndt der altsaa efter det saaledes Anførte egentlig ikke kan være nogen Tvivl om, at det alene er Stormens Magt, som har fremkaldt Vandfloden, vil dog Rigtigheden heraf først fuldstændigt kunne siges at være godtgjort, naar det kan paavises, at den Kraft, som til ethvert Tidspunkt har været fornøden for at holde Havvandet opstemmet til den observerede Højde, som findes angivet paa Profilkortene Plan II—IV, ikke blot i Retning, men tillige i Størrelse, har været lige stor med den Kraft, hvormed Vinden har paavirket Havet.

For at paavise dette, behøve vi kun at betragte de i min Afhandling om Vindens Virkning paa Havets Strømninger[1]) fremstillede Formler, som gjælde for Vandstrømme, der ere paavirkede af Tyngdekraften i Forening med Vindens Kraft. Naar vi nemlig ved Hjælp af disse Formler — om hvilke jeg tidligere har paaviist, at de tør betragtes som almindeligt gjældende — for et hvilketsomhelst Punkt af det undersøgte Farvand, hvori Vandstandscurven staaer lodret paa Vindretningen og hvori Vandet altsaa er forhindret fra at kunne afvige til Siden for Vindretningen, beregne den Højde, hvortil Vinden efter sin Styrke og efter Havets Dybde er i Stand til at opstemme Havets Overflade, saa viser det sig overalt, at den beregnede Højde falder saa nær sammen med den virkelige, observerede Opstemningshøjde, at Afvigelsen paa alle Punkter kan betragtes som en Observationsfejl.

For nærmere at belyse dette behøver jeg blot at henvise til efterfølgende Tabel II, der indeholder en Sammenligning mellem de ligefrem observerede og de ved Hjælp af Vindens Hastighed beregnede Vandstandshøjder for en efter Havdybden ordnet Række af Tilfælde, hvori Vindretningen under Stormen den 12te til 14de November 1872 stod lodret paa de horizontale Vandstandscurver. Jeg skal i den Anledning bringe i Erindring, at da Vandmasserne i det Hele taget kun rykkede ganske langsomt fremad i Vindens Retning, saa kan den Vindhastighed V, som er i Stand til at opstemme Havet saaledes, at Havfladen erholder en Stigning af h Fod paa en Længde af l Fod, naar Havdybden er H Fod, tilnærmelsesvis fremstilles ved Formlen (43) i min foranførte Afhandling, nemlig:

$$V = -2579 \,.\, \sqrt{\frac{h}{l} \cdot H}.$$

Tænke vi os derimod, at Vanddybden maales i Favne, og at Afstanden, hvorpaa Opstemningen finder Sted, maales i Qvartmiil, hvad sædvanligt er Tilfældet paa Søkortene, saa følger let, at ovenstaaende Formel kan fremstilles saaledes:

$$V = -81{,}5 \,.\, \sqrt{\frac{H'}{l'} \cdot h}\,, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

idet H' er Dybden i Favne og l' er Længden i Qvartmiil.

[1]) Vidensk. Selsk. Skr. 5te Række, naturvidenskabelig og mathematisk Afd., 11te Bd., III, 1876.

Tabel II. Sammenligningstabel mellem de observerede og de ved Hjælp af retningen staaer lodret paa Vandstands-

Profil.	Observationens Dato. Novbr. 1872.	Observationens Tid. Kl.	Vanddybde i Profil H' Favne.	Profilets Længde. l' Qvartmiil.	Obs. Vindhastighed V Fod pr. Sec.	Profilets Vinkel med Vindretningen α°	Opstemningshøjde h Fod. obs.	Opstemningshøjde h Fod. ber. af (2).	Diff.
Ölands norra Odde—Grönskär	12	18	50,6	130	70	17	1,7	1,7	0,0
		24			74	31	1,8	1,6	0,2
	13	6			78	36	1,8	1,6	0,2
Windau—Bornholm.	12	24	40,3	258	77	2	5,2	5,7	—0,5
	13	6			82	4	6,5	6,5	0,0
Grönskär—Baltischport.	12	24	38,9	152	68	32	2,0	2,0	0 0
	13	6			70	27	2,0	2,3	—0,3
		24			65	4	2,0	2,5	—0,5
Libau—Bornholm.	12	18	35,0	220	73	25	4,2	4,1	0,1
		24			78	14	5,8	5,6	0,2
	13	6			82	3	6,5	6,3	0,2
		12			85	13	6,9	6,5	0,4
		14			83	18	6,3	5,9	0,4
Memel—Danzig.	12	18	32,8	117	70	0	2,1	2,6	—0,5
		24			75	11	2,2	2,9	—0,7
	13	6			78	20	2,7	2,9	—0,2
		18			63	48	1,2	1,0	0,2
Pillau—Bornholm.	13	12	32,9	173	83	15	5,7	5,1	0,6
		14			80	8	5,1	5,0	0,1
		18			68	2	3,8	3,7	0,1
		24			55	5	2,7	2,4	0,3

Ved Hjælp af foranstaaende Formel (1) vil altsaa Opstemningshøjden h, udtrykt i Fod, kunne bestemmes, naar Vindhastigheden V er givet. Uagtet Tanken var den, saavidt muligt at bestemme Stuvningshøjden i Vindens Retning, har jeg dog ikke fuldstændigt kunnet følge den, deels paa Grund af, at Vinden efterhaanden drejede sig, og deels fordi jeg fandt det tilraadeligst saavidt muligt at benytte selve Vandstandsobservationerne fremfor at bestemme Vandstandshøjderne ved Interpolation. For at kunne benytte Formlen, har jeg derfor foretrukket at opløse den observerede Vindhastighed efter den Vinkel (α), som det givne Profil, bestemt ved de to Observationspunkter, dannede med Vindretningen til de forskjellige Tidspunkter, og har i Overeensstemmelse hermed lagt Formlen:

$$V \,.\, \cos\alpha = -81{,}5 \,.\, \sqrt{\frac{H'}{l'} \cdot h} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

til Grund for Bestemmelsen af den Højde, hvortil Vindens Kraft opstemmede Havet.

Vindens Hastighed beregnede Vandstandshøjder i Tilfælde, hvor Vindcurverne (see Planerne XVII—XXIII).

Profil.	Observationens Dato. Novbr. 1872.	Observationens Tid. Kl.	Vanddybde i Profil H' Favne.	Profilets Længde l' Qvartmiil.	Obs. Vindhastighed V Fod pr. Sec.	Profilets Vinkel med Vindretningen α°	Opstemningshøjde h Fod. obs	Opstemningshøjde h Fod. ber af (2).	Diff.
Pillau—Danzig.	12	18	27,3	44	70	24	1,1	1,0	0,1
		24			75	13	1,2	1,3	—0,1
	13	6			75	4	1,3	1,4	—0,1
		12			75	22	1,0	1,2	—0,2
		14			75	25	0,9	1,1	—0,2
		18			60	32	0,7	0,6	0,1
		24			48	22	0,4	0,5	—0,1
Anholt—Varberg.	12	24	13,8	29	75	14	2,1	1,7	0,4
Fornæs—Varberg.	12	18	10,2	57	65	3	3,9	3,5	0,4
		24			75	3	5,1	4,7	0,4
	13	6			83	8	5,7	5,7	0,0
		12			85	3	6,0	6,0	0,0
		24			85	15	6,0	5,7	0,3
Karrebæksminde—Spotsbjerg.	12	18	7,6	32	65	10	2,5	2,6	—0,1
		24	7,6		78	11	3,5	3,7	—0,2
	13	6	8,2		85	22	3,7	3,7	0,0
		12	8,2		85	16	3,2	3,9	—0,7
		14	8,2		85	10	4,2	4,1	0,1
Anholt—Fornæs.	12	18	7,2	24	65	2	2,0	2,1	—0,1
		24			75	7	3,0	2,8	0,2
	13	6			83	25	3,0	2,8	0,2
Pillau—Elbing.	13	12	2,2	30	75	50	4,75	4,75	0,0

Sammenligne vi herefter de i hosstaaende Tabel II beregnede Stigehøjder med de virkelig observerede Opstemningshøjder, saa findes det, at der paa alle Punkter er en saa stor Overeensstemmelse mellem de beregnede og de observerede Højder, at man med fuldstændig Sikkerhed kan sige, at det alene har været Vindens Kraft, som har fremkaldt Vandfloden af 13de November 1872.

Næst efter her at have paaviist den store Overeensstemmelse, der finder Sted mellem de beregnede og observerede Opstemninger paa alle Punkter af de betragtede Farvande, og som synes at give os et velbegrundet Haab om, at det herefter stedse vil være muligt med en stor Grad af Nøjagtighed at bestemme den Højde, til hvilken Vinden kan opstemme Vandet i et givet Farvand, naar Vindens Retning og Styrke er bekjendt, skal jeg kortelig gjøre opmærksom paa en lille Berigtigelse, som Stormflodsobservationerne have ledet mig

til at foretage ved den tidligere angivne Bestemmelse af Vindhastigheden, svarende til Fjerenes Antal paa de sædvanlige meteorologiske Pile. Som angivet Pag. 262 kom jeg ved de anstillede Sammenligninger mellem de sædvanlige meteorologiske Vindstyrkebestemmelser og de ved Hjælp af selvskrivende Instrumenter udførte Vindtrykmaalinger til det Resultat, at man sandsynligviis næppe vilde begaae nogen stor Fejl ved at paaregne, at hver Fjer i den 6-delte Skala nærmest svarer til en Vindhastighed af c. 15 Fod pr. Sec., og i Overeensstemmelse hermed har jeg derfor bestemt Vindhastigheden for samtlige Observationssteder og afsat disse Hastigheder paa den hele Række af Profilcurver, som findes angivne paa Planerne IV—VII. Ved senere hen at overføre disse Hastigheder paa Vejrkortene over Nord-Europa og derefter at indføre de saaledes bestemte Vindhastigheder V i de i min Afhandling om Vindens Virkning paa Strømforholdene i Havet angivne Formler, og navnlig i den ovenfor angivne Formel (2), der kan skrives:

$$h = 0{,}00015 \cdot \frac{l'}{H'} \cdot V^2 \cdot \cos^2 \alpha \, , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

fandtes det paa alle Punkter, at den beregnede Stigehøjde h paa Længden l' overalt var saa nær overeensstemmende med den observerede Stigehøjde, at Afvigelserne kunde betragtes som Observationsfejl. Ved nærmere at betragte disse Afvigelser, viste det sig imidlertid, at den beregnede Opstemningshøjde gjennemgaaende var lidt mindre end den observerede Stigehøjde, og dette tydede derfor hen paa, at den virkelige Hastighed af Vinden hen over Havene sandsynligviis har været lidt større end de paaregnede 15 Fod pr. Sec. for hver Fjer i den meteorologiske Skala.

Som en Følge heraf stillede jeg mig den Opgave, ved Hjælp af de observerede Opstemninger af Havet og den nys angivne Formel, for hvert af de givne Observationssteder at bestemme den Hastighed V_0, hvormed Vinden i Virkeligheden maa have bevæget sig hen over Havet for at tilfredsstille Ligningen og bevirke den iagttagne Opstemning af Vandet. Ved derefter for hvert af de forhaandenværende Observationssteder, der vare fordelte rundt om i Østersøen og Kattegattet, at bestemme Forholdet $\frac{V_0}{V}$ mellem den Hastighed V_0, der svarede til den observerede Opstemning, og den Hastighed V, som findes angiven paa Profilkortene, fandtes dette Forhold for samtlige Observationer beliggende imellem Grændserne 1,20 og 0,93 og forøvrigt fordeelt saaledes, at Middeltallet af alle disse Forholdstal var: $\frac{V_0}{V} = 1{,}07$, der viser, at den til Havets Opstemning svarende Vindhastighed gjennemsnitlig er 7 pro Cent større end den, som findes angiven paa Profilkortene og som er grundet paa den oprindelige Antagelse, at der til hver Fjer i den sædvanlige meteorologiske Vindstyrkeskala svarede en Vindhastighed af c. 15 Fod pr. Sec. Ved i Henhold hertil at forøge de paa Profilkortene afsatte Vindhastigheder med 7 pro Cent og afsætte de derved bestemte Hastigheder paa Planerne XVII—XXIII over Nord-Europa, viste det sig, at de beregnede Opstemninger af Havet paa alle Punkter næsten faldt sammen med de observerede

Opstemninger, og at vi derfor hen over Havene maa regne Vindhastigheden, svarende til hver Fjer paa den sexdelte meteorologiske Skala, til 1,07 . 15′ = 16 Fod pr. Sec.

Idet det herved maa ansees som paaviist, at det er den ved Stormen af 13de November frembragte Opstemning af Vandet i Østersøen, som har fremkaldt den dermed i Forbindelse staaende Vandflod, ville vi nu ved Hjælp af de foreliggende Planer XVII—XXIII søge nærmere at paavise, hvorledes Stormfloden efterhaanden udviklede sig, indtil den naaede sin fulde Størrelse og derefter aftog. Til den Hensigt ville vi begynde med at betragte Havets Stand den 12te November, Kl. 18 (6 Eftermiddag), saaledes som denne er aflagt paa Plan XVII. Af denne Plan fremgaaer umiddelbart, at allerede ved dette Tidspunkt var hele Østersøens Vandspejl ved Stormens Magt bragt meget betydeligt ud af den almindelige Ligevægtsstilling, som betegnes ved dagligt Vande, idet den Deel af Østersøen, som da befandt sig i daglig Vandes Højde og som mærkeligt nok under hele Stormen sees at beholde denne Vandhøjde næsten uforandret, var indskrænket til en Linie fra Stockholm ned til Pillau. Fra denne daglig Vands Linie, der nærmer sig til at staa vinkelret paa Vindretningen, sænker Havfladen sig imod Nordost under dagligt Vande, medens Havfladen fra denne Linie stiger imod Sydvest hen imod Bornholm til større og større Højder over dagligt Vande saaledes, at medens Vandstanden i den finske Bugt ligger i —2 Fod, saa staaer Vandspejlet ved Bornholm +3 Fod over dagligt Vande. I en Linie fra Ystad henimod Rygen naaer Havfladen sin største Højde ved dette Tidspunkt, nemlig 4 Fod o. d. V., og til denne Tid staaer altsaa Havet fra Ystad til Rygen opstemmet fulde 6 Fod over Vandspejlet i den finske Bugt. Fra Højdelinien Ystad—Rygen sænker Vandspejlet sig ned imod Afløbet gjennem Øresund ved Falsterbo, hvor Vandstanden kun er $2^1/_2$ Fod o. d. V., og formedelst dette Fald strømmer Havvandet ind i Sundet paavirket af Vinden, som deelviis driver det op i Kjøgebugt til en Højde af c. 3,5 Fod o. d. V., hvorfra det løber videre Nord hen, idet det væsentligt løber Sønden om Amager, som vi have seet. En anden Deel af det Vand, som følger Faldet ned imod Sundet, paavirkes under Bevægelsen af Vinden, som sætter Vandet gjennem Præstøbugten op til en Højde af 5 Fod o. d. V. ved Nyord, hvorefter det finder Afløb gjennem Ulfsund til Storebelt. Af de Vandmasser, som Vinden holder opstemmet til 4 Fods Højde fra Ystad til Rygen, strømmer fremdeles en betydelig Deel formedelst Faldet ned imod Møen og langs Falsters Østkyst, paavirket af Vinden, der sætter Vandet op i Farvandene Syd for de danske Øer til en Højde af 4 Fod o. d. V., og i Bugterne ved Lübeck og Kiel fremkalder en Vandstand af 5 Fod o. d. V. En Deel af de Vandmasser, som saaledes bevæge sig fra Møen ned imod Gjedser, strømmer igjennem Grønsund og Guldborgsund ned til Farvandet langs Sjællands Sydkyst og finder derigjennem Afløb til Storebelt; men den største Deel af Vandmassen passerer dog, som sagt, langs Falsters Østkyst, gjennem Strømprofilet Gjedser—Darserort til Farvandet mellem Danmark og Tydskland, hvorfra Vandet for

saa vidt det ikke opstemmes der, maa arbejde sig frem imod Vinden gjennem Storebelt og Lillebelt til Kattegattet. De Vandmasser, som under de givne Omstændigheder strømmede bort gjennem Belterne til Kattegattet, bleve, som det let vil indsees, betydeligt reducerede derved, at Bortstrømningerne mellem de danske Øer modarbejdedes af Vinden; men tillige ogsaa derved, at den nordostlige Storm stemmede Kattegattets Vande op i Bugten mellem Jylland, Fyen og Sjælland til en saadan Højde, at Afløbet gjennem Belterne derved hemmedes i en betydelig Grad. Betragte vi nemlig Kattegattets Vandspejlsstand for et hvilketsomhelst Tidspunkt af Stormfloden, saa finde vi, at der i Kattegattet fremtræder et ganske tilsvarende Forhold, som det, vi have gjort Bekjendtskab med i Østersøen, nemlig, at Havfladen under hele Stormflodsperioden ligesom drejer sig omkring en dagligt Vands Linie, der gaaer omtrent fra Helsingør til Hals, lodret paa Vindretningen. Fra denne dagligt Vands Linie sænker Vandspejlet sig i nordostlig Retning under dagligt Vande, medens det i sydvestlig Retning stiger til større og større Højder over dagligt Vande, og paa denne Maade skeer det, at Kattegattets Vandspejl ved det betragtede Tidspunkt, nemlig Kl. 18 den 12te November paa Højden af Skagen stod 2 Fod under dagligt Vande, medens det nede ved Storebelt og Lillebelt var opstemmet til 2 Fod over dagligt Vande.

Betragte vi paa samme Maade Forholdene, som de i de følgende 6 Timer udviklede sig, saa finde vi for den 12te Nov. Kl. 24 (Midnat), at medens dagligt Vands Linien omtrent ligger uforandret fra Stockholms Skjærgaard til Pillau, saa har Vandstanden nu sænket sig i den finske Bugt til —3 Fod og er steget til +4,5 Fod ved Bornholm og til en Maximumshøjde af +5 Fod paa en Linie fra Cimbrishamn til Rygen. Fra dette Højdepunkt falder Vandspejlet som før ned imod de danske Øer, hvor Vandet er steget omtrent en Fod og strømmer endnu frem paa samme Maade, deels gjennem Sundet, hvor Vinden driver det op til en Højde af 5 Fod o. d. V. ved Kjøge, deels gjennem Ulfsund, Grønsund og Guldborgsund ad Storebelt til og deels gjennem Profilet Gjedser—Darserort til Farvandet mellem Danmark og Tydskland, hvor Vandstanden nu er 5 Fod o. d. V. og hvorfra Vinden driver Vandet op deels mod Lübeck til c. $7^1/_2$ Fod og deels mod Kiel til c. 6 Fod o. dgl. Vande. Vandet, som tilstrømmer, maa, for saa vidt det ikke opstemmes, trænge frem imellem de danske Øer, modarbejdet af Vinden, for igjennem Storebelt og Lillebelt at finde Afløb til Kattegattet, hvor Vandstandsforholdene endnu ganske svare til dem, som findes i Østersøen, idet dagligt Vands Linien endnu gaaer fra Hals til Helsingør; thi medens Vandspejlet ved Storebelt og Lillebelt nu staaer c. 3 Fod o. d. V., synes det N.O. for daglig Vands Linien omtrent uforandret. Vandet i Havet Syd for de danske Øer er altsaa i de forløbne 6 Timer steget en Fod; men Vandstanden ved Belternes Udløb i Kattegattet er omtrent steget ligesaa meget, hvorfor Afløbet endnu ikke er væsentligt forandret, hvilket ogsaa bekræftes af, hvad der i Tavle V Pag. 282 er anført om de Vandmængder, som til de paagjældende Tider have passeret de tre Sunde.

Ved paa denne Maade at betragte Forholdene, der findes angivne paa Planerne

XVII—XXIII, vil man let kunne gjennemskue Vejr- og Vandstandsforholdene under hele Stormflodens Udvikling lige indtil dens Højdepunkt, og derhos følge den videre under dens Aftagen, saalangt Observationerne strække sig.

Til Bekræftelse paa, at Vandbevægelserne have fundet Sted i Overeensstemmelse med, hvad ovenfor er anført, skal jeg henvise til de rigtignok kun sparsomt modtagne Oplysninger desangaaende, der findes angivne i efterfølgende Tabel III.

Tabel III.

	Observationssted.	Observationstid.		Observeret			Bemærkninger.
		Dato. Novbr. 1872.	Kl.	Strømretning.	Hastighed. Miil i Vagten.	Hastighed. Fod pr. Sec.	
Østersøen.	Pillau	12	8	indgaaende*)			*) i frische Haff hele Dagen.
		13	8	udgaaende			Strømmen hele Dagen i samme Retning.
		14		udgaaende			
	Stolpemünde	11-15 incl.		vestgaaende			
		16		østgaaende			
	Rügenwalde	10-15 incl.		vestgaaende			
		16		østgaaende			
	Colbergermünde	10-14 incl.		vestgaaende			
		15		østgaaende			
	Svanike, Bornholm	13		stærk nordvestg.			
	Gudhjem, do.	13		vestgaaende			
	Fehmern-Belt	12—14		stærk vestgaaende			
Ulfsund, Grønsund og Guldborgsund.	Grønsund, Møen	12—14		vestgaaende			
	Stubbekjøbing	12—14		stærk vestgaaende			Hastigheden størst d. 13. Kl. 15.
	Nykjøbing, Falster	12		nordgaaende			
		13		nordgaaende	4 à 5	6,7 à 8,5	
					4	6,7	
		14		nordgaaende			
	Guldborg Færge	13	8	nordgaaende	3	5,0	
		13	17	nordgaaende	4	6,7	
	Masnedø	12		stærk vestgaaende			
		13	7	stærk vestgaaende	mindst 4	c. 7,0	
			13	meget stærk vestg.			
			17	aftagende vestg.			
		14		jævn østgaaende			
	Masnedsund	fra 12 til 14	6 23	vestgaaende			
	Feiø	12—14		nordgaaende			

	Observationssted.	Observationstid.		Observeret			Bemærkninger.
		Dato. Novbr. 1872.	Kl.	Strømretning.	Hastighed. Miil i Vagten.	Hastighed. Fod pr. Sec.	
Langelandsbeltet, Svendborgsund etc.	Langelandsbeltet	12	5	nordgaaende	2	3,3	observeret af Postdampskibet «Jylland» mell. Korsør—Kiel.
		13	4	haard nordgaaende			Krap-Sø, Vinden N.O., Strømmens Hastighed kunde ikke bestemmes.
			18	stærk nordgaaende			
	Thurø pr. Taasinge	12—14		ualm. haard nordg.			
	Svendborg	13	Form.	meget stærk østg.	c. 4	c. 6,7	Strømmen østgaaende mellem Fyen og Taasinge i modsat Retning af Vinden.
	Søby, Ærø	13		nordvestgaaende			
	Nedergaard, Langelands Østkyst, 2 Miil fra Øens Nordspids	13	18	stærk nordgaaende			
Lillebelt.	Sølyst, Gamborg Fj.	12—14		nordgaaende			
	Stenderup pr. Kolding	13	14				Strømmen vendte og løb nordpaa med meget stærk Fart.
	Middelfart	12		nordgaaende			lignende Obs. fra Strib.
		13	Form.	nordgaaende			
			16	nordgaaende			
			20	stærk nordgaaende			
		14		nordgaaende			
	Fredericia.	13	20	nordgaaende	6	10,0	logget, Strømmen stærkest.
Storebelt.	Lundeborg.	12—14		ualm. stærk nordg.			
	Agersø.	13		stærk nordgaaende			iagttaget ved, at Joller og Fiskerruser drev modVinden.
	Omø.	13	18	nordgaaende			
	Korsør.	12	12	stærk nordgaaende			
		13	12	meget stærk nordg.			
		14	12	svag nordgaaende			
	Sprogø.	12		usædv. stærk nordg.			
		13	12	usædv. stærk nordg.			
Øresund.	Kjøbenhavns Toldbod.	fra 12 til 14	8 16	nordgaaende			lign. Obs. fra Gasværket.
	Dragør.	12—14		nordgaaende			
	Taarbæk.	12—14		stærk nordgaaende			lign. Obs. fra Vedbæk og Nivaa.
	Skotterup og Helsingørs Rhed.	13	10-13	stærk nordgaaende	8	13,3	Hastigheden skjønnet, Vindretningen N.O. Skibene laa for Anker med Stævnen mod S.V.
	Helsingør.	12—14		nordgaaende			

	Observationssted.	Observationstid.		Observeret			Bemærkninger.
		Dato. Novbr. 1872.	Kl.	Strømretning.	Hastighed.		
					Miil i Vagten.	Fod pr. Sec.	
Kattegat.	Hornbæk.	12—14		nordgaaende			
	Gilleleje.	12—14		nordgaaende			
	Palsgaard pr. Hjarnø.	13	7	stærk nordgaaende			
	Koldby Kaas, Samsø Vestside.	12—14		meget stærk nordg.			
Skagerrak.	Oxø.	12—14		stærk vestgaaende			langs norske Kyst.
	Skagerrak.	12—14		vestgaaende			Postdampskibet «Aarhuus» mellem Kjøbenhavn og Christiania.

Efter saaledes i det Foregaaende at have paaviist, at Aarsagen til Stormen og Vandfloden af November 1872 udelukkende maa tilskrives Forholdene, som fremkaldtes ved den atmosphæriske Ligevægtsforstyrrelse og den deraf afhængige Vindretning og Vindstyrke, skal endnu til Slutning foretages nogle Undersøgelser over Størrelsen af de Vandmængder, der ere satte i Bevægelse i det omhandlede Tidsrum.

I denne Hensigt er hele Østersøen, iberegnet finske og bothniske Bugt samt Vandene omkring de danske Øer, inddeelt i en Række af Arealer, som i efterstaaende Tabel IV ere betegnede i fortløbende Række med Numrene I, II, III ...; alle udgaaende fra Kattegattet som Ydergrændse og opmaalte saa nøjagtigt som muligt. Ved først og fremmest at bestemme Middelvandspejlshøjden o. dgl. Vande for hvert af disse Arealer svarende til de forskjellige Tider, for hvilke Planerne XVII—XXIII ere konstruerede, kan man bestemme den Forøgelse i Vandmængde (Q'_0) udtrykt i Millioner Cub'. pr. Sec., som hvert af disse Arealer fra Tid til anden har modtaget.

I efterstaaende Tabel IV er Beliggenheden af de valgte Vandarealer angiven ved deres Begrændsningslinier med Tilføjelse af Arealernes Numre, samt deres Størrelse (A) udtrykt i □ Miil. Den paafølgende Rubrik i Tabellen angiver den Vandmængde Q', disse Arealer vilde modtage pr. Sec., hvis Stigningen af Vandet i en Time var lig 1 Fod. Denne Vandmængde Q' vil nemlig for et vist givet Areal $= A$ □ Miil, paa hvilket Vandet i en Time stiger 1 Fod, udtrykt i Millioner Cub'. pr. Sec., være bestemt ved:

$$Q' = \frac{(24000^2 . A) . 1}{3600 . 1000^2} = 0{,}16 . A. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Fremdeles er i Tabellen til hver enkelt Observationstid anført den Middel-Vandspejlshøjde o. dgl. Vande, der maa antages at have været paa vedkommende Arealer; samt

saavel den totale Vandspejlsstigning indenfor det givne Tidsinterval mellem 2 og 2 Vandstands-Observationer, som ogsaa Middelvandspejlsstigningen pr. Time, hvilken jeg betegner ved μ, hvoraf da endelig den virkelig stedfundne Middelvandtilgang Q'_0, udtrykt i Mill. Cub'. pr. Sec., for vedkommende Areal er bestemt af følgende Udtryk:

$$Q'_0 = Q' . \mu = 0{,}16 . A . \mu \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Tabel. IV.

Vandarealets Begrændsningslinier.	Nr.	Arealets Størrelse i □ Miil. A	Vandtilgang pr. Sec. for 1 Fods Stigning i Mill. Cub'. ifølge (4). Q'	Observations Tid. Dato. Nov. 1872.	Kl.	Obs. Vandspejlshøjde paa Areal. Fod o. dgl. V.	Vandspejlsstigning for Areal. Fod. Total Stigning.	pr. Time μ	Vandtilgang pr. Secund for Arealet i Mill. Cub'. ifølge (5). Q'_0
Fra Strib—Fredericia til Fyen—Langelands Nordspids og Kiel—Langelands Sydspids.	I	68	10,88	12	18	4,2			
					24	4,8	0,6	0,10	1,09
				13	6	5,6	0,8	0,13	1,41
					12	8,2	2,6	0,43	4,68
					14	9,2	1,0	0,50	5,44
					18	9,2	0,0	0,00	0,00
					24	6,0	—2,8	—0,47	—5,11
Fra Asnæs—Fyenshoved til Fyen—Langelands Nordspids—Agersø.	II	28	4,48	12	18	1,9			
					24	2,4	0,5	0,08	0,36
				13	6	3,1	0,7	0,12	0,54
					12	4,2	1,1	0,18	0,81
					14	4,6	0,4	0,20	0,90
					18	4,2	—0,4	—0,10	—0,45
					24	3,1	—1,1	—0,18	—0,81
Fra Langelands Nordspids—Agersø til Nyord—Grønsund—Guldborgsund—Taars—Spotsbjerg.	III	37	5,92	12	18	2,7			
					24	3,3	0,6	0,10	0,59
				13	6	4,1	0,8	0,13	0,77
					12	5,6	1,5	0,25	1,48
					14	5,8	0,2	0,10	0,59
					18	5,5	—0,3	—0,08	—0,47
					24	3,5	—2,0	—0,33	—1,95
Fra Kiel—Langelands Sydspids, Spotsbjerg—Taars til Kramnitze Gab—Fehmernsund.	IV	39	6,24	12	18	4,1			
					24	4,9	0,8	0,13	0,81
				13	6	5,8	0,9	0,15	0,94
					12	8,2	2,4	0,40	2,50
					14	9,0	0,8	0,40	2,50
					18	8,5	—0,5	—0,12	—0,75
					24	5,5	—3,0	—0,50	—3,12

Vandarealets Begrændsningslinier.	Nr.	Arealets Storrelse i □ Miil A	Vandtilgang pr. Sec. for 1 Fods Stigning i Mill. Cub'. ifølge (4). Q'	Observations-Tid. Dato. Nov. 1872	Kl.	Obs. Vand-spejls-højde paa Areal. Fod. o. dgl. V.	Vandspejls-stigning for Areal. Fod. Total Stigning.	pr. Time. μ	Vandtilgang pr. Sec. for Arealet i Mill. Cub'. ifølge (5). Q'_0
Fra Kramnitze Gab—Fehmernsund til Gjedser—Darserort.	V	88	14,00	12	18	4,4			
					24	5,3	0,9	0,15	2,10
				13	6	6,8	1,5	0,25	3,50
					12	8,7	1,9	0,32	4,48
					14	8,7	0,0	0,00	0,00
					18	7,7	—1,0	—0,25	—3,50
					24	5,0	—1,5	—0,25	—3,50
Fra Helsingør—Helsingborg til Kjøbenhavns Havn—Dragør—Limhamn.	VI	18,5	2,96	12	18	0,1			
					24	0,4	0,3	0,05	0,15
				13	6	0,1	—0,3	—0,05	—0,15
					12	0,4	0,3	0,05	0,15
					14	0,9	0,5	0,25	0,74
					18	1,0	0,1	0,03	0,09
					24	0,57	—0,43	—0,07	—0,21
Fra Kjøbenhavn—Dragør—Limhamn til Stevns—Falsterbo.	VII	20,5	3,28	12	18	2,3			
					24	3,2	0,9	0,15	0,49
				13	6	3,9	0,7	0,12	0,39
					12	5,9	2,0	0,33	1,08
					14	6,2	0,3	0,15	0,49
					18	4,7	—1,5	—0,37	—1,21
					24	2,5	—2,2	—0,37	—1,21
Fra Stevns—Falsterbo—Nyord—Grønsund—Gjedser—Darserort til Falsterbo—Arkona.	VIII	120	19,20	12	18	3,2			
					24	4,1	0,9	0,15	2,88
				13	6	5,2	1,1	0,18	3,46
					12	7,6	2,4	0,40	7,68
					14	7,3	—0,3	—0,15	—2,88
					18	5,8	—1,5	—0,37	—7,10
					24	3,6	—2,2	—0,37	—7,10
Fra Falsterbo—Arkona til Cimbrishamn—Bornholm—Cöslin.	IX	294	47,04	12	18	3,0			
					24	4,1	1,1	0,18	8,47
				13	6	4,9	0,8	0,13	6,12
					12	5,5	0,6	0,10	4,70
					14	5,0	—0,5	—0,25	—11,76
					18	3,8	—1,2	—0,30	—14,11
					24	2,8	—1,0	—0,17	— 8,00

Vandarealets Begrændsningslinier.	Nr.	Arealets Størrelse i □ Miil. A	Vandtilgang pr. Sec. for 1 Fods Stigning i Mill. Cub'. ifølge (4). Q'	Observations-Tid. Dato. Nov. 1872.	Observations-Tid. Kl.	Obs. Vandspejlshøjde paa Areal. Fod. o. dgl. V.	Vandspejlsstigning for Areal. Fod. Total Stigning.	Vandspejlsstigning for Areal. Fod. pr. Time. μ	Vandtilgang pr. Sec. for Arealet i Mill. Cub'. ifølge (5). Q'_0
Fra Cimbrishamn—Bornholm—Cöslin til Torhamn—Memel.	X	1008	161,28	12	18	1,8			
					24	2,3	0,5	0,08	12,90
				13	6	2,5	0,2	0,03	4,94
					12	2,6	0,1	0,02	3,23
					14	2,4	—0,2	—0,10	—16,13
					18	2,0	—0,4	—0,10	—16,13
					24	1,6	—0,4	—0,07	—11,29
Fra Torhamn—Memel til Oscarshamn—Ölands Nordspids—Klintehamn—Östergarnsholm—Windau.	XI	871	139,36	12	18	0,45			
					24	0,63	0,18	0,30	41,81
				13	6	0,78	0,15	0,25	34,84
					12	0,87	0,09	0,01	1,39
					14	0,83	—0,04	—0,02	— 2,79
					18	0,65	—0,18	—0,04	— 5,57
					24	0,62	—0,03	—0,01	— 1,39
Fra Oscarshamn—Ölands Nordspids—Klintehamn—Östergarnsholm—Windau til Grönskär—Hangø Odde—Spjutodde.	XII	1725	276,00	12	18	—0,33			
					24	—0,73	—0,40	—0,07	—19,32
				13	6	—0,77	—0,04	—0,01	— 2,76
					12	—0,99	—0,22	—0,04	—11,04
					14	—1,02	—0,03	—0,01	— 2,76
					18	—0,88	0,14	0,03	8,28
					24	—0,63	0,25	0,04	11,04
Fra Hangø Odde—Spjutodde til St. Petersborg—Finske Bugt—	XIII	540	86,40	12	18	—2,0			
					24	—2,4	—0,4	—0,07	— 6,05
				13	6	—2,4	0,0	0,00	0,00
					12	—3,0	—0,6	—0,10	— 0,86
					14	—3,4	—0,4	—0,20	—17,28
					18	—3,0	0,4	0,10	8,64
					24	—2,4	0,6	0,10	8,64
Fra Grönskär—Hangø Odde til Stor Jungfrun—Raumo.	XIV	836	133,76	12	18	—0,9			
					24	—1,2	—0,3	—0,05	— 6,69
				13	6	—1,3	—0,1	—0,02	— 2,68
					12	—1,6	—0,3	—0,05	— 6,69
					14	—1,75	—0,15	—0,08	—10,03
					18	—1,35	0,4	0,10	13,38
					24	—0,8	0,55	0,09	12,04
Fra Stor Jungfrun—Raumo til Haparanda.	XV	1550							

Som det sees er i ovenstaaende Tabel IV kun af Vandene omkring de danske Øer medtaget Arealerne syd for en Linie:

Fredericia—Strib, Fyenshoved—Asnæs, Helsingør—Helsingborg.

Kattegattet er ikke medtaget, fordi dette ved at være i directe Forbindelse med Nordsøen har modtaget Vand fra dette Hav ved Flodtid og har afgivet Vand til samme ved Ebbetid.

For Tydeligheds Skyld skal det her udtrykkeligt bemærkes, at Vandtilgangen til et hvilketsomhelst af de i Tabel IV anførte Arealer I, II, III . . . bliver positiv, Nul eller negativ, eftersom Tilgangen af Vand til Arealet er større, ligestor eller mindre end Afgangen af Vand fra Arealet.

Det vil fremdeles være nødvendigt at bestemme de Vandmængder, der fra Tid til Tid (see Planerne XVII—XXIII) ere strømmede bort til Kattegattet gjennem Udløbene af de 3 Sunde, Øresund, Storebelt og Lillebelt.

Ved Hjælp af mine tidligere, ovenfor Pag. 269 omtalte, Undersøgelser over de ved Vindens Kraft fremkaldte Strømninger i Havet, har jeg i Henhold til de der angivne Formler (10), (21) og (29) for hvert af de 3 Sunde bestemt Vandets Middelhastighed (w) til ovennævnte Tider og ved Hjælp af Søkort Strømmenes Middeltværprofiler (A_1), og har derefter beregnet de søgte Vandmængder ved Begyndelsen og ved Slutningen af Tidsperioderne, tilligemed Middelvandmængderne, der pr. Secund ere strømmede igjennem Øresund, Storebelt og Lillebelt i hver af de betragtede Tidsperioder, saaledes som nærmere findes angivet i omstaaende Tabel V.

Af Tabel V kan blandt Andet sees, at der den 13de November om Formiddagen har været en saa stærk Opstuvning af Vandet i Kattegattet fra svenske Kyst over imod Jylland, at Vandet, særlig for Lillebelts Vedkommende, for en kort Tid har kunnet strømme ind i Beltet fra Kattegattet, hvilket ogsaa en modtagen Strømobservation fra Stenderup ved Kolding (see foranstaaende Tabel III) tyder hen paa, idet det nemlig heri hedder for den 13de November Kl. 14: «Strømmen vendte og løb Nord paa med meget stærk Fart». Et lignende Forhold, dog ikke saa udpræget, synes ogsaa at have fundet Sted ved Storebelt; de gjennem Postdampskibet mellem Korsør og Kiel (see Tabel III) modtagne Oplysninger om Strømningerne i Langelandsbeltet den 13de om Formiddagen tyde nemlig hen paa, at endog her har Kampen mellem Vinden og Strømmen været haard.

Efter saaledes at have angivet deels den Vandmængde, der fra Tid til Tid er strømmet gjennem de 3 Sunde (Tabel V), og deels Vandtilgangen, der samtidig har fundet Sted paa hvert enkelt af de ovenfor omtalte og i Tabel IV angivne Arealer, vil man — som det sees af den Pag. 284—285 anførte Tabel VI — ved en simpel Summation af disse Størrelser kunne bestemme de Middelvandmængder (Q_0), der indenfor de betragtede Tidsperioder $\left(\frac{12^{te}}{\text{Kl. } 18-24}, \frac{13^{de}}{\text{Kl. } 0-6}, \text{o.s.v.}\right)$ ere satte i Bevægelse af Stormfloden.

Tabel V.

Vandledningens Navn.	Strømmens Middeldybde H Fod.	Strømmens Længde l' Qvartmiil.	Strømmens Middelbrede. Fod.	Strømmens Middeltværsnitsareal A_1 Mill. □′.	Observations-Tid. Dato. Novbr. 1872.	Observations-Tid. Kl.
Øresund. Fra Helsingør—Helsingborg til Amagers Sydspids—Skanör.	49	34	54000	2,65	12	18
						24
					13	6
						12
						14
						18
						24
Storebelt. Fra Asnæs—Fyenshoved til Lundeborg—Lohals—Agersø	43	30	80000	3,44	12	18
						24
					13	6
						12
						14
						18
						24
Lillebelt. Fra Strib—Fredericia til Stenderup pr. Kolding.	83	6	4400	0,37	12	18
						24
					13	6
						12
						14
						18
						24

Da Arealet af hver af Begrændsningsplanerne for de foreliggende Vandarealer I, II, III, ... ere bekjendte ifølge Søkortene, og disse Arealer danne Strømprofiler (1, 2, 3, ...) for de gjennemstrømmende Vandmasser, saa er Middelhastigheden (w_0), hvormed Vandet passerer disse Strømprofiler, direkte anført i en Rubrik i efterstaaende Tabel VI og betegnet med Fortegnet:

+, forsaavidt Vandet bevæger sig udad mod Kattegattet,

—, — — — — indad mod finske og bothniske Bugt.

Betragte vi de i bemeldte Tabel VI anførte og beregnede Middelhastigheder af Vandet i de forskjellige ovennævnte Strømprofiler (1, 2, 3, ...) i Havet, vil man iagttage, hvorledes særligt Vandhøjden i Lillebelt successivt voxede, indtil den den 13de om Eftermiddagen mellem Kl. 16—21 naaede sit Højdepunkt mellem $9^1/_2$—10 Fod o. dgl. V. og

Vandstands-Differens paa Længde l'. h Fod.	Observeret Vindhastighed V_0 Fod pr. Sec.	Vinkel mellem Vindretning og Strømretning i Grader.	Vandstrømmens Middelhastighed*) w Fod pr. Sec.	Vandføring i Mill. Cub'. pr. Sec. $q = w.A_1$.	Vandføring i Mill. Cub'. pr. Sec. Middeltal.	Bemærkninger.
2,5	70	56	2,1	5,6	5,5	*) positive Værdier af w betegner Afløb til, negative Værdier Tilløb fra Kattegat.
2,5	77	58	2,0	5,3	6,3	
4,0	85	58	2,8	7,4	8,8	
6,0	88	63	3,8	10,1	10,5	
6,0	85	78	4,1	10,9	10,1	
4,5	77	86	3,5	9,3	8,4	
2,9	63	86	2,8	7,5		
1,0	65	71	1,4	4,9	4,50	
1,0	75	69	1,2	4,1	1,30	
0,6	85	63	—0,5	—1,5	2,30	
1,8	85	69	1,8	6,1	7,00	
2,0	85	86	2,3	7,9	8,10	
2,0	77	86	2,4	8,3	7,70	
1,6	63	92	2,1	7,2		
0,9	65	0	4,0	1,5	0,91	
0,5	73	2	0,9	0,33	—0,33	
0,0	80	9	—2,7	—1,0	—0,90	
1,0	84	4	—2,3	—0,8	0,80	
2,0	84	10	6,5	2,4	2,80	
3,0	76	10	8,5	3,1	2,60	
1,4	64	17	5,6	2,1		

derefter igjen aftog, samt hvorledes den gjennem Beltet udstrømmende Vandmængdes Hastighed efterhaanden voxede under Vandets Stigen til en Hastighed = 9',3 pr. Sec., der sees at være meget nær overeensstemmende med den paa samme Tid observerede Vandhastighed (c. 10'). En lignende Overeensstemmelse mellem Beregning og Observation finder man ogsaa for Øresund, hvor Tabel VI viser, at Vandhastigheden den 13de Kl. 13 er beregnet = 13',0 pr. Secund, medens den ifølge Observationerne er skjønnet at være = 13',3 pr. Sec. for samme Tid.

Med Hensyn til Vandets Stigen og Falden under Stormfloden, saaledes som kortelig antydet i det Foregaaende, see S. 273—74, viser det sig ved nærmere Betragtning af Tabel VI, at Vandet i Østersøen under den første Deel af Stormen har bevæget sig mod S.V., dog kun med svage Hastigheder. Successivt har det derved — da Udløbet gjennem Belterne

Tabel VI. Strømningsmængderne, der til forskjellige Tider under Storm-

Vandmængde, som pr. Secund er tilstrømmet:	Passeret Strømprofil. Nr.	Navn.	Areal. Mill. □′	12te November Kl. 21 Q_0 Mill. Cub′. pr. Sec.	w_0 Fod pr. Sec.
Kattegattet gjennem Lillebelt . .	1	Strib—Fredericia	0,30	**0,91**	3,03
Areal I (see Tabel IV)				1,09	
Areal III				0,59	
Areal IV				0,81	
Sum = M_1 . . .				3,40	
Kattegattet gjennem Storebelt	2	Asnæs—Fyenshoved	3,56	**4,50**	1,26
Areal II				0,36	
Sum = M_2 . . .	3	Lundeborg—Lohals—Agersø	3,47	**4,86**	1,40
Total Sum (M_1+M_2) . . .	4	Kramnitze Gab—Fehmernsund	4,0	**8,26**	2,06
Areal V				2,10	
Sum = M_3 . . .	5	Gjedser—Darserort	5,0	**10,36**	2,07
Kattegattet gjennem Øresund	6	Helsingør—Helsingborg	0,82	**5,50**	6,70
Areal VI				0,15	
Sum	7	Kjøbenhavn—Dragør—Limhamn	1,1	**5,65**	5,14
Areal VII				0,49	
Sum = M_4 . . .	8	Stevns—Falsterbo	3,5	**6,14**	1,75
Total Sum (M_3+M_4) . . .				16,50	
Areal VIII				2,88	
Sum	9	Falsterbo—Arkona	30,0	**19,38**	0,65
Areal IX				8,48	
Sum	10	Cimbrishamn—Bornholm—Cöslin	76,0	**27,86**	0,37
Areal X				12,90	
Sum	11	Torhamn—Memel	203,0	**40,76**	0,20
Areal XI				41,81	
Sum	12	Oscarshamn—Ölands norra Odde—Klintehamn—Östergarnsholm—Windau	221,0	**82,57**	0,37
Areal XII				—19,32	
Sum				63,25	
Areal XIII	13	Hangø Odde—Spjutodde	41,0	**6,05**	0,15
Differens . . .	14	Grönskär—Hangø Odde	111,0	**57,20**	0,52
Areal XIV				—6,69	
Sum, modtaget fra Areal XV	15	Stor Jungfrun—Raumo	134,0	**50,51**	0,38

floden have passeret de ved Nr. 1, 2, 3 . . . betegnede Strømprofiler.

13de November										Bemærkninger (see Tabel III).
Kl. 3		Kl. 9		Kl. 13		Kl. 16		Kl. 21		
Q_0 Mill. Cub'. pr. Sec.	w_0 Fod pr.Sec.	Q_0 Mill. Cub'. pr. Sec.	w_0 Fod pr.Sec.	Q_0 Mill. Cub'. pr. Sec.	w_0 Fod pr Sec.	Q_0 Mill. Cub'. pr. Sec.	w_0 Fod pr.Sec.	Q_0 Mill. Cub'. pr. Sec.	w_0 Fod pr.Sec.	
—0,33	1,10	**—0,90**	—3,00	**0,80**	2,67	**2,80**	9,33	**2,60**	8,67	d. 13de Kl. 20 observeret Hast. = 10',0.
1,41		4,68		5,44		0,00		— 5,11		
0,77		1,48		0,59		— 0,47		— 1,95		
0,94		2,50		2,50		— 0,75		— 3,12		
2,79		7,76		9,33		1,58		— 7,58		
1,30	0,37	**2,30**	0,65	**7,00**	1,97	**8,10**	2,25	**7,70**	2,16	
0,54		0,81		0,90		— 0,45		— 0,81		
1,84	0,53	**3,11**	0,90	**7,90**	2,30	**7,65**	2,20	**6,89**	2,00	
4,63	1,16	**10,87**	2,72	**17,23**	4,30	**9,23**	2,30	**— 0,69**	—0,17	
3,50		4,48		0,00		— 3,50		— 3,50		
8,13	1,62	**15,35**	3,10	**1723**	3,45	**5,73**	1,14	**— 4,19**	—0,84	
6,30	7,68	**8,80**	10,73	**10,50**	13,00	**10,10**	12,30	**8,40**	10,24	d. 13de Kl. 10-13 obs. Hast. = 13',3.
—0,15		0,15		0,74		0,09		— 0,21		
6,15	5,60	**8,95**	8,14	**11,24**	10,22	**10,19**	9,26	**8,19**	7,45	
0,39		1,08		0,49		— 1,21		— 1,21		
6,54	1,87	**10,03**	2,87	**11,73**	3,35	**8,98**	2,57	**6,98**	2,00	
14,67		25,38		28,96		14,71		2,79		
3,46		7,68		—2,88		— 7,10		— 7,10		
18,13	0,60	**33,06**	1,10	**26,08**	0,87	**7,61**	0,25	**— 4,31**	—0,14	
6,12		4,70		—11,76		—14,11		— 8,00		
24,25	0,32	**37,76**	0,50	**14,32**	0,19	**— 6,50**	—0,09	**—12,31**	—0,16	
4,94		3,23		—16,13		—16,13		—11,29		
29,19	0,14	**40,99**	0,20	**— 1,81**	—0,01	**—22,63**	—0,11	**—23,60**	—0,11	
34,84		1,39		— 2,79		— 5,57		— 1,39		
64,03	0,29	**42,38**	0,19	**— 4,60**	—0,02	**—28,20**	—0,13	**—24,99**	—0,11	
—2,76		—11,04		— 2,76		8,28		11,04		
61,27		31,34		— 7,36		—19,92		—13,95		
0,00	0,00	**0,86**	0,02	**17,28**	0,42	**— 8,64**	—0,21	**— 8,64**	—0,21	
61,27	0,55	**30,48**	0,27	**—24,64**	—0,22	**—11,28**	—0,10	**— 5,31**	—0,05	
—2,68		— 6,69		—10,03		13,38		12,04		
58,59	0,44	**23,79**	0,18	**—34,67**	—0,26	**2,10**	0,02	**6,73**	0,05	

tildeels var forhindret — opstemmet sig til større og større Højder i Østersøens sydvestlige Deel langs de danske og tydske Kyster samtidig med, at Middel-Hastigheden af Vandet for de forskjellige Strømprofiler nærmede sig til Nul, hvilket t. Ex., fandt Sted ved Strømprofilerne Nr. 11—12 d. 13de November Kl. 13, ved Strømprofil Nr. 10 d. 13de Kl. 16, for derefter at bevæge sig med negativ Hastighed tilbage mod N.O. Det vil saaledes sees, at d. 13de Kl. 21 bevægede den i Lillebelt og omliggende Arealer opstuvede Vandmasse sig ikke blot ud gjennem Belterne og Øresund, men tillige tilbage mod Øst ad den Vej, det var kommet, fra Profil 4 (Kramnitze Gab pr. Rødby—Fehmernsund) at regne.

Til Slutning troer jeg at skylde min Søn, Cand. polyt. T. A. Colding, at tilføje, at han ved dette Arbejde i høj Grad har været mig behjælpelig med Udførelsen af en Mangfoldighed af baade forberedende og endeligt afsluttende Arbejder, saasom graphiske Konstruktioner, Beregninger og Tegninger etc., der maatte tilendebringes, forinden den Opgave, jeg havde stillet mig, kunde føres til Ende, og det er mig en Fornøjelse at tilføje, at han har udført alle disse Arbejder med en Dygtighed og Interesse for Sagen, der gjør ham Ære.

Alphabetisk Register over samtlige Observationspunkter,

hvorfra Iagttagelser over Stormen og Vandfloden d. 12te—14de November 1872 ere modtagne,

samt

Angivelse af disse Punkters Plads paa Planerne II—VII.

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
	I. Amerika.					
1	Boston				IV	37
2	Halifax				V	96
3	Kingston				-	120
4	Montreal				VI	150
5	New London				-	158
6	Philadelphia				-	177
7	Portland				-	183
8	Quebek				-	188
9	Sidney				VII	212
10	St. John.				-	220
	II. Danmark.					
11	Aalborg		II	2		
12	Aalsgaard	Helsingør	-	3		
13	Aarhus			4		
14	Agersø	Storebelt	-	6	IV	3
15	Aistrup Vig	Kolding Fjord	-	7		
16	Albuen	Lolland	-	8	-	5
17	Alrø	Horsens Fjord	-	9		
18	Als Odde	Mariager Fjord	-	10		
19	Anholt		-	11	-	9
20	Arnager	Bornholm	-	12		
21	Assens		-	13		
22	Bagenkop	Langelands Sydspids	-	14		
23	Banholm		-	16		
24	Basnæs	Skjelskør	-	19		
25	Berufjord	Island			-	28
26	Bisserup	Skjelskør	-	20		
27	Boderne i Aaker	Bornholm	-	21		
28	Bogense		-	22	-	33
29	Bredballestrand	Vejle Fjord	-	23		
30	Bregnør Hage	Odense Fjord	-	24		
31	Daugaard	Vejle			V	59
32	Dragør	Amager	-	32	-	65
33	Dreiens Odde	Kolding Fjord	II	33		
34	Dyrborg	Faaborg	-	34	V	68
35	Egense	Mou, Limfjord.	-	36		
36	Egholm	Aalborg, Limfjorden	-	37		
37	Endelave		-	39		
38	Esbjerg		-	40	-	72
39	Faaborg		-	41		
40	Fjellebro	Faaborg	-	44		
41	Fornæs Fyr	Mols, Jylland	-	46	-	78
42	Fredericia		-	47		
43	Frederikshavn		-	48	-	79
44	Frederiksværk	Isefjorden	-	49		
45	Fredsholm	Nakskov	-	50		
46	Fuglsang	Nakskov	-	51		
47	Gilleleje		-	52		
48	Gjedser Odde	Falsters Sydsp.	-	53	-	84
49	Gniben	Sjælland	-	54		
50	Godthaab	Grønland			-	85
51	Grønsund	Falster	-	56		
52	Grønsund	Møen	-	57	-	90
53	Gudhjem	Bornholm	-	59	-	91
54	Gyllingnæs	Horsens Fjord	-	60		
55	Hasselø	Nykjøbing, Falster	-	63		
56	Helleholm Fyr	Storebelt	-	65		
57	Helsingør		-	67		
58	Hesselø Fyr	Kattegattet	-	68	-	104
59	Hirtsholmene	do.	-	69		
60	Hjarnø	Horsens Fjord	-	70		
61	Hornbæk	Helsingør	-	71		
62	Horsens		-	72		
63	Hou Strand	Gersdorfslund, Horsens	-	73		
64	Humlebæk	Helsingør	-	74		
65	Hvidbjerg Sluse	Vejle Fjord	-	76		
66	Iviktut	Grønland			-	108

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
67	Jakobshavn	Grønland			V	109
68	Kallehave	Vordingborg	II	78		
69	Kallundborg		-	79		
70	Kandestederne	Skagen, Jyllands Vestkyst	-	81		
71	Karrebæksminde	Nestved	-	82		
72	Kjerteminde		-	84	IV	33
73	Kjøbenhavn	Gasværket	III	85		
74	do.	Havnen	-	86		
75	do.	Landbohøjskole			V	121
76	do.	Toldbod	-	87		
77	Kjøge		-	88		
78	Kolding		-	89		
79	Korsør		-	90		
80	Koster	Møen	-	91		
81	Kramnitze Gab	Rødbyfjord	-	93	V	122
82	Lidsø	Rødbyfjord	-	96		
83	Lindersvold	Præstø Bugt	-	97		
84	Lines Lyst	Rødby	-	98		
85	Lohals	Langeland	-	99	VI	136
86	Lundeborg	Fyen	-	100		
87	Lyngs Odde	Fredericia	-	101		
88	Lyø		-	102		
89	Læsø		-	103	-	142
90	Løgstør	Limfjorden	-	104		
91	Mariager		-	105		
92	Marstal		-	106	-	145
93	Masnedsund		-	108	-	146
94	Middelfart		-	110	-	148
95	Mullerup	Korsør	-	111		
96	Nakskov		-	112		
97	Nestved		-	114		
98	Nexeløe&Havnsø	Sejerø, Kattegat	-	115		
99	Nexø		-	116	-	159
100	Nyborg		-	118		
101	Nykjøbing	Falster	-	119		
102	do.	Sjælland	-	120		
103	Nyord	ved Møen	-	121	-	166
104	Nysted		-	122		
105	Næsgaard	Falster			-	167
106	Odense	Kanalbassin	-	123		
107	Omø	Storebelt	-	124	-	169
108	Præstøbugt, Feddet		-	128		
109	Randers		III	129	VI	189
110	Refsnæs	Kallundborg	-	130	-	190
111	Reykjavik	Island			-	192
112	Rudkjøbing		-	131		
113	Rungsted		-	132		
114	Rødvig	Stevns	-	134	-	200
115	Rønne		-	135	-	201
116	Rønneklint	Præstø	-	136	-	202
117	Rørvig	Isefjorden	-	137	-	203
118	Sallingsund	Glyngøre, Limfj.	-	138		
119	Samsø	Ballen Havn	-	139		
120	do.	Langøre Havn	-	140		
121	do.	Maarup Havn	-	141	VII	205
122	do.	Vestborg Fyr				
123	Saxkjøbing		-	142		
124	Sejerø Fyr		-		-	211
125	Skagen		-	143	-	213
126	Skjelskør		-	144		
127	Skotterup	Helsingør	-	145		
128	Slipshavn	Nyborg	-	147		
129	Spodsbjerg	Langeland	-	149	-	216
130	Sprogø	Storebelt	-	150	-	217
131	Stege		-	151		
132	Stenderup	Solkjær Aa, Lillebelt	-	152		
133	Storvorde	Hals, Limfjord.	-	155		
134	Strandegaard	Kallebodstrand	-	157		
135	Strandhusene	ved Svendborg	-	158		
136	Strib		-	159		
137	Stubbekjøbing		-	161		
138	Stykkisholm	Island			-	225
139	Svendborg		-	162	-	229
140	Svinninge	Isefjorden	-	163		
141	Søby	Ærø	-	165		
142	Sølyst	Gamborg Fjord, Fyen	-	167		
143	Taars Færge	Lolland	IV	169		
144	Tarm	Varde			-	233
145	Thorshavn				-	237
146	Thurø	ved Svendborg	-	171		
147	Thyborønkanal	Jyllands Vestk.	-	172		
148	Tisvildeleje	Sjællands Nordkyst	-	173		
149	Tranekjær Fyr	Langeland	-	174		
150	Trelde Næs	Vejle Fjord	-	176		

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
151	Tunnerup	Falsters Østkyst	IV	178	VII	244
152	Udbyhøj	Indløbet til RandersFjord	-	179		
153	Ulfsund	Vordingborg	-	180		
154	Vejle		-	182	-	250
155	Vejrø Fyr		-	183		
156	Vester Aaby	Faaborg	-	184		
157	Vinding	Vejle Fjord	-	185		
158	Ærøskjøbing		-	193		
	III. England (Storbrittanien og Irland).					
159	Aberdeen				IV	2
160	Ardrossan				-	11
161	Armagh	Irland			-	12
162	Dover				V	64
163	Donaghadee				-	66
164	Dublin				-	67
165	Greencastle				-	87
166	Greenwich				-	88
167	Leith				VI	129
168	Liverpool				-	134
169	Nairn				-	154
170	Nottingham				-	162
171	Pembroke				-	176
172	Plymouth				-	180
173	Portishead				-	182
174	Portsmouth				-	184
175	Roches Points	Irland			-	195
176	Scilly				VII	209
177	Shields				-	210
178	Sumburgh Head	ShetlandsØerne			-	227
179	Sunderland	(Scarborough)			-	228
180	Thurso				-	238
181	Valentia				-	248
182	Yarmouth				-	267
	IV. Frankrig.					
183	Besançon				IV	29
184	Biarritz				-	30
185	Boñe	Africa			-	35
186	Bordeaux				-	36
187	Brest				-	39
188	Cette				IV	45
189	Charlesville				-	47
190	Cherbourg				-	48
191	Håvre				-	100
192	Limoges				-	132
193	Lorient				-	137
194	Lyon				-	141
195	Paris				-	175
196	Rochefort				-	194
197	Roche & Yon				-	197
198	Toulon				VII	241
	V. Grækenland.					
199	Athen				IV	15
200	Corfu				V	53
	VI. Holland & Belgien.					
201	Amsterdam				IV	8
202	Bryssel				-	40
203	Helder		II	64	V	101
	VII. Italien.					
204	Genua				V	83
205	Livorno				VI	135
206	Majland				-	144
207	Neapel				-	156
208	Palermo				-	173
209	Rom				-	196
210	Turin				VII	245
	VIII. Norge.					
211	Alten	pr. Tromsø			IV	7
212	Bergen				-	25
213	Bodø				-	32
214	Brønø				-	41
215	Christiania		II	26	-	49
216	Christianssund				V	50
217	Elfenæs	pr. Vardø			-	70
218	Florø				-	77
219	JomfrulandsFyr	Skagerrak	-	77		
220	Oxø	do.	III	126	VI	172

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
221	Sandøsund				VII	206
222	Skudesnæs				-	215
223	Tromsø				-	243
224	Vardø				-	249
	IX. Rusland.					
225	Archangelsk				IV	10
226	Astrachan				-	14
227	Baku				-	17
228	Baltischport	Finske Bugt	II	15	-	18
229	Barnaul				-	21
230	Bogoslawsk				-	34
231	Charkow				-	46
232	Cronstadt		II	28		
233	Dorpat				V	63
234	Gorki				-	86
235	Gulynki				-	92
236	Helsingfors	Finland			-	102
237	Hogland	Finske Bugt			-	105
238	Irbit				-	106
239	Irgis				-	107
240	Jeniseisk				-	110
241	Kasalinsk				-	112
242	Kasan				-	113
243	Katharinenburg	Uralbjergene			-	114
244	Kem	Hvide Hav			-	115
245	Kexholm	Ladoga Søen			-	116
246	Khokand				-	117
247	Kiew				-	119
248	Krakau				-	123
249	Kuopio	Finland			-	125
250	Kutais	—			-	126
251	Libau		III	95		
252	Lugan				VI	138
253	Mitau	ved Riga			-	149
254	Moskow				-	152
255	Narwa		III	113	-	155
256	Nikolajew				-	160
257	Nikolajewskoje				-	161
258	Nowaja Semlja	nordlige Ishav			-	163
259	Noworossisk				-	164
260	Odessa				-	168
261	Orenburg				-	171
262	Rewal				-	193
263	Saratow				VII	207
264	Stawropol	Kaukasus			-	218
265	St. Petersborg				-	223
266	Sukumkali				-	226
267	Tammerfors	Finland			-	232
268	Tchernigow				-	234
269	Tiflis				-	239
270	Uleåborg				-	246
271	Warschau				-	252
272	Wasa	(Nicolaistad)			-	253
273	Wilna				-	260
274	Windau		IV	187		
275	Wladikaukas				-	264
276	Zlatowsk				-	268
	X. Schweiz.					
277	Basel				IV	23
278	Bern				-	27
279	Genf				V	82
280	Zürich				VII	269
	XI. Spanien & Portugal.					
281	Alicante				IV	6
282	Barcellona				-	19
283	Bilbao				-	31
284	Corunna				V	54
285	Funchal				-	80
286	Madrid				VI	143
287	Oporto				-	170
288	Palma				-	174
289	Terzeira				VII	235
	XII. Sverrig.					
290	Askersund				IV	13
291	Calmar		II	80	-	42
292	Carlshamn				-	43
293	Carlskrona		-	25		
294	Carlstad				-	44
295	Djursten	Bothniske Bugt	-	31		
296	Fahlun				V	73
297	Falkenberg		-	42		
298	Falsterbo				V	74

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
299	Gefle				V	81
300	Grönskär		II	58	-	89
301	Göteborg		-	61	-	94
302	Hållö	Skagerrak			-	95
303	Halmstad				-	97
304	Haparanda				-	99
305	Helsingborg		-	66		
306	Hernösand				-	103
307	Jönköping				-	111
308	Koster Fyr	Skagerrak	III	92		
309	Kullen				-	124
310	Landskrona		-	94		
311	Linköping				VI	133
312	Lund				-	139
313	Marstrand		-	107		
314	Moselbay	Spitsbergen			-	151
315	Nyköping				-	165
316	Oscarshamn		-	125		
317	Piteå				-	179
318	Skara				VII	214
319	Slite	Gulland	-	148		
320	Stockholm				-	221
321	Stor Jungfrun	Bothniske Bugt	-	160		
322	Sölvesborg		-	166		
323	Trelleborg		IV	177		
324	Umeå				-	247
325	Warberg		-	181	-	251
326	Wenersborg				-	254
327	Westerås				-	255
328	Westervik				-	256
329	Wexiö				-	257
330	Winga		-	188	-	261
331	Wisby		-	189	-	262
332	Ystad		-	192		
333	Ölands norra Odde		-	194		
334	Ölands södra Odde				-	270
335	Örebro				-	271
336	Örskär				-	272
337	Östergarnsholm				-	273
338	Östersund				-	274

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
	XIII. Tydskland.					
339	Aabenraa		II	1		
340	Aarøsund	Lillebelt	-	5	IV	1
341	Barhöft		-	17	-	20
342	Barth		-	18	-	22
343	Berlin				-	26
344	Breslau				-	38
345	Colbergermünde		-	27	V	51
346	Cuxhafen				-	55
347	Cölln				-	56
348	Cöslin				-	57
349	Danzig	Neufahrwasser	-	29	-	58
350	Diewenow	pr. Swinemünde	-	30	-	62
351	Dyvig Havn	Nordborg, Als	-	35	-	69
352	Elbing	Frische Haff	-	38		
353	Emden				-	71
354	Fehmernsund		-	43	-	75
355	Flensborg		-	45	-	76
356	Greifswalder Öie	ved Rygen	-	55		
357	Haderslev		-	62		
358	Hamborg				-	98
359	Husum		-	75		
360	Kiel	(Ellerbeck)	-	83	-	118
361	Königsberg				VI	127
362	Lauenburg	pr. Danzig			-	128
363	Lybeck				-	140
364	Memel		III	109	-	147
365	Münster				-	153
366	Neustadt		-	117	-	157
367	Pillau		-	127	-	178
368	Posen				-	185
369	Putbus	Rügen			-	187
370	Regenwalde				-	191
371	Rügenwaldermünde		-	133	-	199
372	Sliminde		-	146		
373	Stettin		-	153	VII	219
374	Stolpemünde		-	154	-	222
375	Stralsund		-	156	-	224
376	Swinemünde		-	164	-	230

Løbe-Nr.	Observationsstedets Navn.	Observationsstedets nærmere Beliggenhed.	Vandstandsobservationer. Plan	Vandstandsobservationer. Nr.	Lufttryk og Vindobservationer. Plan	Lufttryk og Vindobservationer. Nr.
377	Sylt				VII	231
378	Sønderborg		III	168		
379	Thiessow	Rügen	IV	170	-	236
380	Torgau				-	240
381	Trawemünde		-	175		
382	Wick	Greifswalde	-	186		
383	Wiesbaden				-	259
384	Wittow	Rügen	-	190	-	263
385	Wolgast		-	191	-	265
386	Wollin				-	266
	XIV. Tyrkiet.					
387	Bagdad				IV	16
388	Basra				-	24
389	Constantinopel				V	52
390	Diarbekir				V	61
391	Ruschtschuk				-	198
392	Salonichi				VI	204
	XV. Østerrig-Ungarn.					
393	Agram				IV	4
394	Debreczin				V	60
395	Görtz				-	93
396	Lemberg				VI	130
397	Lesina				-	131
398	Pola				-	181
399	Prag				-	186
400	Szegedin				VII	208
401	Triest				-	242
402	Wien				-	258

Résultats de quelques recherches sur la tempête et les inondations du 13 novembre 1872 dans la mer Baltique.

Par

M. Colding.

Avant de communiquer les résultats de mes recherches sur la tempête et les inondations du 13 novembre 1872, je commencerai par donner un court aperçu des résultats de quelques recherches antérieures relatives à l'action du vent sur les mouvements de l'eau dans le port de Copenhague et ses alentours, ainsi que j'ai eu l'occasion de l'observer et de l'étudier il y a vingt et quelques années.

En 1858, le ministère de l'intérieur fut saisi d'une demande de concession ayant pour objet un agrandissement du port de Copenhague vers le Sud, au moyen d'un canal de navigation bordé de quais, creusé à travers le Kallebodstrand et débouchant dans les parties profondes de la baie de Kjøge. En ma qualité d'ingénieur de la ville, je fus chargé par le «Magistrat» de Copenhague de faire un rapport sur ce projet, principalement au point de vue de la question des égouts, car les eaux sales de la ville et de ses faubourgs se déversant dans le port, qui est constamment traversé par un courant d'eau pure venant de la baie de Kjøge ou du Sund suivant que ce courant est dirigé du Sud au Nord ou du Nord au Sud, il importait beaucoup, pour la salubrité de Copenhague, qu'on s'assurât que le rétrécissement projeté du Kallebodstrand en vue du canal ci-dessus mentionné ne diminuerait pas l'afflux de l'eau et par suite aussi sa pureté dans le port.

Relativement à l'influence que l'exécution du projet dont il s'agit exercerait sur les courants dans le port de Copenhague, les opinions étaient très partagées. D'un côté, on faisait valoir que les masses d'eau qui, de la partie du Sund au sud de l'île d'Amack, sont amenées dans la baie de Kjøge et de là dans le port par le vent et le courant du Sud, comme aussi celles qui, de la partie du Sund au nord d'Amack, sont apportées dans le port par le vent et le courant du Nord, devant dans les deux cas passer par le Kallebodstrand, il en résultait que l'exhaussement de niveau dû au vent et au courant dépendait essentiellement de l'écoulement plus ou moins facile de l'eau dans le Kallebodstrand. De l'autre côté, au contraire, on prétendait que la différence de niveau qui, avec un vent et un courant donnés, se produit maintenant dans le Sund, immédiatement au nord et au sud d'Amack, étant la mesure de la force avec laquelle l'eau est poussée à travers le Kallebodstrand, force qui resterait toujours la même après l'établissement du canal projeté, on

pouvait en conclure que si la résistance produite par ce canal était plus grande que celle existant actuellement, il passerait par heure, le vent et le courant étant les mêmes, un volume d'eau moins considérable qu'auparavant à travers le port de Copenhague, et cela quelle que fût la direction du courant.

Comme on manquait alors de données précises sur les causes des mouvements de l'eau dans le port de Copenhague et ses alentours, il était nécessaire, avant que je pusse me prononcer avec certitude sur la question que j'avais à résoudre, d'entreprendre dans différentes conditions une série d'observations sur les mouvements de l'eau dus à l'action du vent, et les résultats de ces recherches furent pour moi d'une si grande clarté, qu'il me devint ensuite facile de m'acquitter de ma tâche.

Les observations furent faites 3 fois par jour, le matin, à midi et le soir, pendant la dernière moitié du mois d'octobre 1858, et dans des circonstances assez favorables, car cette période fut marquée par des vents variables, faibles et forts, qui provoquèrent dans les parages dont il s'agit des courants et des hauteurs d'eau très caractéristiques.

Je choisis mes points d'observation dans le Sund le long de la côte orientale d'Amack, au fort des Trois-Couronnes (Trekroner) et à Dragør, le long de la côte occidentale d'Amack, des Trois-Couronnes au Kongelund, et le long de la côte sélandaise, aux endroits suivants: la douane de Copenhague, Gammelholm, Langebro, l'usine à gaz, Strandegaard et Hundinge Strand, en rapportant partout les hauteurs de l'eau à la hauteur moyenne.

Outre les hauteurs de l'eau dans tous ces points, j'observai en même temps autant que possible les directions des courants, tandis que leurs vitesses ne furent mesurées qu'à Dragør, dans le Sund, à Gammelholm et à Langebro, dans le port de Copenhague, et à Strandegaard, dans le Kallebodstrand.

Les résultats de ces observations sont consignés dans le tableau I. Quelques-unes des particularités les plus caractéristiques des courants, choisies parmi celles qui semblent jeter le plus de clarté sur la question dont il s'agit ici, sont représentées sur le plan I, qui renferme une carte des parages ci-dessus mentionnés et indique en même temps la hauteur de l'eau, en partie dans le Sund, le long de la côte orientale d'Amack, en partie dans le Kallebodstrand, le long de la côte occidentale d'Amack, et enfin le long de la côte sélandaise, depuis les Trois-Couronnes jusqu'à Hundinge Strand, dans la baie de Kjøge.

En examinant de plus près ces observations, on voit que les vents d'Est accumulent l'eau dans la baie de Kjøge, de manière que son niveau s'élève uniformément dans la direction du vent de la côte orientale d'Amack vers la côte sélandaise, et que ces vents produisent un courant dirigé vers le Nord aussi bien dans le Sund que dans le port de Copenhague. On voit en même temps que, lorsque le vent tourne de l'Est au Nord, la vitesse du courant diminue, tandis que le niveau de l'eau dans la baie de Kjøge suit la rotation du vent, et s'abaisse d'autant plus vers le Sud que le vent tourne davantage au Nord. Les vents d'Ouest, au contraire, chassent l'eau de la baie de Kjøge, et l'accumulent de l'Ouest à l'Est vers la côte suédoise, de manière que la mer est basse sur la côte sélandaise et haute sur la côte orientale d'Amack, en même temps qu'ils produisent un courant dirigé vers le Sud tant dans le Sund que dans le port de Copenhague.

On arrive ainsi facilement à reconnaître comment la direction et la vitesse des courants, à Copenhague, dépendent de la direction et de la force du vent. En effet, de

même que mes recherches montrent que le vent, en soufflant sur le Kallebodstrand, entraîne l'eau avec lui par suite de la friction qu'il exerce sur elle, d'où il résulte que la mer est basse sur la côte d'où vient le vent et haute sur la côte opposée vers laquelle il souffle, de même il doit se produire un phénomène identique partout où le vent souffle sur les mers.

Les vents d'Ouest entraîneront donc l'eau de la Baltique vers les côtes de la Russie et y feront monter la mer, tandis qu'elle sera basse sur les côtes suédoises, dans les parages au sud de la Suède et le long des îles danoises, et ces eaux basses au sud de Falsterbo donneront évidemment naissance à un courant allant du Sund dans la Baltique. Mais ces mêmes vents d'Ouest poussent en outre l'eau de la mer du Nord dans le Cattégat, en même temps que l'eau du Cattégat est refoulée de la côte du Jutland vers les côtes de la Suède, de sorte que la mer devient haute à Elseneur. Ces divers effets réunis des vents d'Ouest constituent par conséquent les conditions d'un fort courant dirigé vers le Sud à travers le Sund, comme cela a été constaté dans mes expériences, où un vent frais de l'O.-N.-O., ayant une vitesse de 30 pieds env. par seconde, a produit dans le Sund un courant Nord-Sud, dont la vitesse, à Dragør, était de 3,33 pieds par seconde. Outre ces courants coulant vers le Sud qu'ils déterminent dans le Sund, les vents d'Ouest y entraînent l'eau de la baie de Kjøge, de sorte que les eaux deviennent basses dans le Kallebodstrand, et il en résulte naturellement aussi un fort courant vers le Sud dans le port de Copenhague; c'est en effet ce qui a lieu et j'ai trouvé que ce courant avait une vitesse de $1^3/_4$ pied par seconde.

Les vents d'Est exercent une action inverse; ils chassent l'eau du Cattégat dans la mer du Nord et loin de la côte suédoise, ce qui donne des eaux basses à Elseneur, et par là se trouve remplie la condition d'un courant Sud-Nord à travers le Sund. D'un autre côté, le vent d'Est refoule l'eau de la Baltique vers les côtes danoises au sud de la Suède, et ces eaux hautes au sud de Falsterbo, conjointement avec les eaux basses à Elseneur, produisent par conséquent dans le Sund un courant relativement rapide dirigé vers le Nord. Mais, par l'action combinée du vent d'Est et de la pente de la mer de Falsterbo à Elseneur, ce courant est poussé vers le N.-O. dans la baie de Kjøge, où il vient heurter avec toute sa force vive contre la côte sélandaise, et, comme l'ont montré les observations faites le long de cette côte, l'eau s'y élève jusqu'à une hauteur qui dépend de la force du vent d'Est et de la force vive du courant, en un point dont la situation varie avec la direction du vent. De toute la masse d'eau qui, avec les vents d'Est, traverse le Sund de Falsterbo à Elseneur, la plus grande partie passe naturellement à l'est d'Amack, où le profil du courant est bien plus grand que celui du courant du port de Copenhague; mais, comme on vient de le voir, il y en a une portion qui est entraînée par le vent et le courant dans la baie de Kjøge, et s'y élève à une hauteur dont le maximum, par un fort vent d'Est ayant une vitesse de 45 pieds par seconde, se trouvait en un point situé entre Strandegaard et Hundinge Strand. De ce point, où le courant s'arrêtait, l'eau s'écoulait en partie au Sud vers Kjøge, en partie au Nord et au Nord-Est dans le port de Copenhague et autour de la partie méridionale d'Amack jusqu'au lit du courant principal, à l'est de cette île, et les eaux qui, par le vent ci-dessus mentionné, traversaient le port de Copenhague du Sud au Nord avaient une vitesse de 2,66 pieds par seconde, tandis que celle du courant principal Sud-Nord entre Amack et la Suède dépassait 5 pieds par seconde. Que le courant fût Nord-Sud ou Sud-Nord, sa

vitesse dans le port de Copenhague n'était donc que la moitié environ de celle du courant qui traverse le Drogden et le Flinterenden à l'est d'Amack, et comme le profil du courant du port de Copenhague n'était que les 0,02 env. de celui du courant du Drogden et du Flinterenden, il en résultait que la quantité d'eau qui traversait le port, tant avec un courant Nord-Sud que Sud-Nord dans le Sund, s'élevait à peine à 1 pied cube pour chaque 300 p. c. passant à l'est d'Amack. Par conséquent, comme cette quantité d'eau peut, dans tous les cas, être regardée comme insignifiante vis-à-vis du courant principal à l'est d'Amack, il était évident que même une fermeture complète du port de Copenhague ne produirait ni à la douane ni dans la baie de Kjøge un exhaussement de niveau sensiblement plus marqué que celui qu'on observe actuellement, et la question principale soumise à mon examen se trouvait ainsi entièrement résolue, puisque mes recherches avaient démontré que la masse d'eau qui traverse le port de Copenhague dépend seulement des dimensions de la passe ou des passes qui y donnent accès.

La connaissance que ces recherches préliminaires dans les parages autour de Copenhague m'avaient donnée de l'influence du vent sur les mouvements de l'eau dans la mer, et que j'avais acquise avec relativement peu de peine, m'inspira le désir de faire des recherches analogues dans d'autres points des côtes de la Baltique, où il n'y a pour ainsi dire ni flux ni reflux, afin d'éclaircir si possible quelques questions importantes dont nous n'avons presque aucune notion, bien qu'elles jouent évidemment un grand rôle dans la nature, entre autres en ce qui concerne la protection de nos côtes plates contre les inondations et les empiètements de la mer; mais tout mon temps étant absorbé par d'autres occupations, je dus renvoyer à plus tard l'exécution de ce projet. Il s'était ainsi écoulé plusieurs années, lorsque l'occasion d'étudier en grand ces phénomènes se présenta d'elle-même lors de la tempête du 13 novembre 1872 et de l'inondation qui l'accompagna, inondation d'une violence inconnue jusque là, qui submergea une grande partie des côtes danoises et allemandes de la Baltique, qu'elle envahit avec une force irrésistible en apportant partout la mort et la dévastation.

La marche rapide de l'inondation et les terribles ravages qu'elle occasionna firent qu'heureusement un grand nombre de personnes suivirent attentivement le mouvement ascendant et descendant de l'eau; mais comme l'élévation extraordinaire de la mer ne semblait pas être en rapport avec la force de la tempête, qui ne présentait pas á un plus haut degré le caractère d'un ouragan que celles qu'on avait eu quelquefois l'occasion d'observer, les dégâts qu'elle causa en fait de tuiles emportées et d'arbres renversés n'étant guère plus grands que ceux qui avaient été constatés plusieurs fois auparavant, cette circonstance fit supposer que la tempête n'était pas la cause principale de l'inondation, mais qu'il fallait sans doute la chercher dans une secousse de tremblement de terre qui avait bouleversé les eaux de la Baltique.

En parcourant les récits que les journaux donnèrent de cet évènement, je me reportai aussitôt à l'époque de mes précédentes observations sur les mouvements de l'eau à Copenhague, et m'affermis de plus en plus dans l'idée que, d'après toutes les apparences, l'inondation n'était, sur une échelle grandiose, qu'un effet du même genre que celui que j'avais eu l'occasion d'étudier en 1858 dans les parages autour de Copenhague.

Je résolus alors de rassembler aussi promptement que possible les nombreuses

observations sur la marche des évènements qui avaient été faites dans tous les points atteints par l'inondation et dont le souvenir était encore tout récent, afin de chercher par leur moyen à me rendre compte des lois générales suivant lesquelles ce terrible phénomène et d'autres du même genre se développent. Dans ce but, je fis aussitôt insérer dans les journaux une invitation à recueillir le long de toutes nos côtes des renseignements sur la tempête et l'inondation, et m'adressai en même temps au ministère de l'intérieur et au ministère des affaires étrangères, avec prière de me prêter leur assistance pour me procurer dans le pays et à l'étranger les renseignements dont j'avais besoin. Je rencontrai partout le plus grand empressement à me seconder; une circulaire imprimée à plusieurs centaines d'exemplaires et accompagnée d'un schéma à remplir fut expédiée au dedans et au dehors, et on y répondit en m'envoyant successivement près de 400 communications — parmi lequelles un mémoire de M. Baensch «Die Sturmfluth an den Ostsee-Küsten des Preussischen Staates vom 12/13 November 1872», Berlin 1875 — relatives à la direction et à la force du vent et à l'état de la mer, tels qu'ils avaient été observés à différents moments des trois journées du 12, 13 et 14 novembre 1872.

Outre ces communications, l'Institut météorologique de Copenhague, sur ma demande, mit à ma disposition une série très précieuse de cartes synoptiques du temps indiquant la distribution de la pression atmosphérique, la direction et la force du vent 3 fois par jour (à 8 h. du matin, à 2 h. et à 10 h. du soir) sur tout l'espace qui s'étend de l'Europe méridionale jusqu'au Spitzberg et de l'Amérique jusque bien avant dans l'intérieur de la Russie asiatique, et la section topographique de l'état-major me remit une grande collection de cartes, donnant des renseignements sur l'étendue des côtes inondées, sur la plus grande hauteur de l'inondation, sur les ravages qu'elle avait causés, etc.

Pour tirer le meilleur parti possible de tous les renseignements ainsi obtenus sur la tempête et l'inondation du 13 novembre 1872, je les ai représentés, pour chaque lieu d'observation en particulier, par des courbes qui, étant construites à l'aide des observations elles-mêmes, indiquent exactement la hauteur de l'eau, la pression barométrique, la vitesse du vent et la direction du vent à un moment quelconque des trois jours dont il s'agit.

A cet effet, j'ai, pour chaque lieu d'observation, pris le temps, considéré comme variable indépendante, pour abscisse, et la grandeur variable qui en dépend pour ordonnée d'une courbe dont la forme est déterminée par l'une des séries d'observations entreprises au lieu considéré pour mesurer la hauteur de l'eau, la pression barométrique et la vitesse du vent. En portant ainsi, pour chacune de ces séries, les temps des observations, exprimés en heures, comme abscisses sur un système de coordonnées rectangulaires à partir d'une origine donnée, et en y portant ensuite comme ordonnées, d'une part, les hauteurs correspondantes de l'eau exprimées en pieds, d'autre part, les pressions de l'air exprimées en millimètres et enfin les vitesses du vent exprimées en pieds par seconde, j'ai été à même, pour chaque lieu d'observation, de construire les différentes courbes que la hauteur de l'eau, la pression barométrique et la vitesse du vent ont probablement suivies pendant toute la période du 12 au 14 novembre.

On trouvera sur les plans II—VII cette représentation graphique des résultats de toutes les séries d'observations qui m'ont été communiquées sur les hauteurs de l'eau, la

pression barométrique et les vitesses du vent. J'ajouterai seulement que j'ai surtout choisi ce mode de représentation parce qu'il présente ce grand avantage d'indiquer, à côté des hauteurs de l'eau, des pressions de l'air et des vitesses du vent véritablement observées, les valeurs probables de ces éléments aux heures pour lesquelles les observations directes font défaut.

Quant aux directions du vent, on les a indiquées de la manière ordinaire sur les plans IV—VII, qui en montrent la vitesse à l'aide de flèches qui volent avec le vent.

A l'occasion de ces résultats, je dois regarder comme très regrettable qu'on ne détermine qu'exceptionnellement par voie directe la vitesse ou la force du vent, et se contente le plus souvent d'une appréciation d'après les 6 divisions de l'échelle météorologique; car l'erreur à laquelle on s'expose ainsi dans la détermination de la vitesse du vent peut souvent devenir si grande, qu'elle semble enlever presque toute leur valeur aux déterminations météorologiques plus délicates des éléments, tels que le degré d'humidité, la tension de la vapeur et la température, qui exercent une influence sur les courants atmosphériques.

Cependant j'ai été assez heureux pour recevoir de la Société Royale des Sciences, à Stockholm, un certain nombre de mesures de la pression du vent exécutées à la même époque, et en comparant avec elles les déterminations de la force du vent faites d'après la méthode météorologique ordinaire, je suis arrivé à ce résultat qu'on peut compter en moyenne que chaque barbe de flèche de l'échelle météorologique, où la force du vent est divisée en 6 degrés, correspond à peu près à une vitesse de vent de 15 pieds danois par seconde, rapport qui m'a permis de donner la vitesse très approchée du vent dans chacun des lieux d'observation, comme on le trouvera indiqué sur les plans IV—VII.

Afin de pouvoir suivre plus sûrement le développement graduel de la tempête et de l'inondation du 12—14 novembre 1872, j'ai jugé nécessaire de construire de 6 en 6 heures, pendant ces trois jours, des cartes synoptiques pour toute l'Europe septentrionale et centrale, et, pour plus de clarté, j'y ai ajouté une carte du temps le 13 novembre à 2 h. du soir, heure à laquelle l'inondation avait à peu près atteint son maximum dans les eaux danoises. On trouvera toutes ces cartes synoptiques représentées sur les plans VIII—XV.

En examinant les isobares qui sont tracés sur ces cartes, on voit par leur situation que, pendant la tempête, il s'était produit dans tout l'atmosphère une rupture extraordinaire d'équilibre qui avait nécessairement pour conséquence un effort équivalent des masses d'air pour le rétablir par de grands courants atmosphériques continus correspondant à la position des isobares. Que ces courants puissants fussent précisément le résultat de la rupture d'équilibre survenue dans l'atmosphère, cela découle clairement de la distribution des flèches autour des trajectoires du vent que j'ai tracées sur les cartes, lesquelles on peut, je crois, sans erreur sensible, regarder comme indiquant la direction principale des dits courants. En effet, en comparant ces trajectoires avec les directions observées du vent, que les flèches indiquent, on trouve que l'écart entre les différentes directions du vent et la direction moyenne ne dépasse pas en général ce qui peut être attribué à des erreurs d'observation, provenant de ce que la direction et la force du vent ne sont déterminées que par une appréciation. La signification que j'attribue à ces trajectoires est en outre confirmée par les observations faites sur la fumée des grandes cheminées d'usine, lesquelles montrent que, tandis que la direction du vent, dans le voisinage de la surface terrestre, oscille tou-

jours plus ou moins autour de sa direction réelle à cause des arrêts dus aux circonstances locales, ces oscillations cessent presque complètement de se manifester lorsqu'on détermine la vitesse du vent à de grandes hauteurs, comme celles où planent les nuages.

Le mouvement de ces courants atmosphériques suit naturellement les lois générales qui régissent les courants des corps fluides, à savoir: que les trajectoires du mouvement sont déterminées par la grandeur et la direction des forces impulsives, que les courants sont d'autant plus puissants que les forces impulsives et les masses d'air en mouvement sont elles-mêmes plus grandes, et que la résistance que les mouvements de ces courants rencontrent près de la surface de la terre croît avec les inégalités que présente cette surface. Cette résistance est donc beaucoup plus considérable sur les continents et les îles que sur les mers, et par suite il est naturel que les courants atmosphériques tendent à se mouvoir de préférence au-dessus des mers, où elle est minimum. Mais même alors, il se produit une friction sensible entre l'eau de la mer et les masses d'air qui la rasent, et par la force vive que l'air cède ainsi à la surface de la mer, celle-ci est refoulée en avant dans la direction du vent. Mais à cause de la friction que les molécules d'eau exercent les unes sur les autres, ce mouvement superficiel de la mer ne peut avoir lieu sans se propager successivement dans les couches inférieures, et si le vent souffle d'une manière permanente dans la même direction, il se communiquera dans toute la profondeur de la mer avec une vitesse maximum à la surface et minimum au fond. De plus, comme la surface sur laquelle le vent agit est horizontale ou inclinée, et que, par un temps calme, l'eau est par conséquent en repos ou en mouvement dans la direction de la pente, l'action du vent sur la surface produira alors dans la mer un grand nombre de courants particuliers, comme je l'ai fait voir dans mon mémoire sur l'action du vent sur les courants de la mer, publié dans les Vidensk. Selskabs Skrifter 5e Série, 11 Vol., N° III, 1876, et qui doit surtout être considéré comme une étude préliminaire en vue des présentes recherches sur la tempête et l'inondation du 13 novembre 1872.

J'ai en effet démontré dans ce mémoire que, lorsque le vent souffle sur une mer immobile qui est limitée de manière que le courant qu'il y produit est arrêté dans sa marche en avant ou ne trouve pas d'écoulement sur les côtés, la force du vent soulèvera l'eau contre les obstacles qu'elle rencontre, de sorte que la surface de la mer formera un plan incliné dont la pente a une direction opposée à celle du vent. Par suite de cette inclinaison de la surface, l'eau sera sollicitée non seulement par la force du vent, qui tend à la pousser en avant, mais aussi par la pesanteur, qui tend à la ramener en arrière, et l'action simultanée de ces deux forces se traduira par un double courant, à savoir un courant supérieur qui suit la direction du vent, et un courant inférieur en sens contraire, qui coule sur le fond de la mer. Ce dernier courant est d'abord très petit; mais lorsque le vent se maintient, le niveau de l'eau s'élève jusqu'à une certaine hauteur, qui, pour le lieu considéré, dépend seulement de la force du vent, et, cette hauteur une fois atteinte, le courant inférieur emporte à chaque instant une quantité d'eau égale à celle qui est amenée par le courant supérieur.

Bien que je n'aie pas l'intention de rechercher ici l'origine de la tempête du 13 novembre — point sur lequel je me réserve de revenir plus tard si mon temps me le permet — je ne manquerai pas cependant de signaler un fait qui se rattache étroitement à cette

question, et qui a eu une grande influence sur le développement et la marche de la tempête.

En examinant la distribution de la pression atmosphérique sur tout l'immense terrain parcouru par la tempête, telle qu'elle est indiquée pour les différentes heures sur les plans VIII—XV, on voit que, le 12 novembre, vers minuit, cette pression s'élevait à 780^{mm} dans le nord de la Suède et en Norvège, et que, tandis qu'elle se maintenait à une hauteur moyenne (760^{mm}) dans la partie méridionale de la Baltique, elle était au-dessous de la moyenne dans toute l'Europe centrale et atteignait son minimum (745^{mm}) aux environs de Vienne. Joint-on ensuite par une ligne droite les centres de haute pression avec ceux de basse pression, on constate que cette ligne est à très peu de chose près dirigée du Nord au Sud. Dans les 12 heures suivantes, jusqu'au 13 novembre à midi, la pression dans le nord de la Suède et en Norvège n'a cessé de s'accroître, et les masses d'air se sont déplacées de plus en plus vers le S.-E.; dans la partie méridionale de la Baltique, la pression s'est maintenue environ à la même hauteur moyenne, tandis que la pression minimum s'est, sans grand changement, transportée de Vienne à la frontière de Bohème, dans le voisinage d'Eger, et la ligne joignant les centres de haute et de basse pression est dirigée du N.-N.-E. au S.-S.-O. Enfin, 12 heures plus tard, le 13 novembre à minuit, la pression dans le nord de la Suède et en Norvège était encore de 780^{mm}, mais les masses d'air s'étaient déplacées encore davantage vers le S.-E; quant à la pression minimum, elle s'était transportée d'Eger à Amsterdam en s'élevant à 750^{mm}, et la ligne joignant les centres de haute et de basse pression avait pris la direction du N.-E. au S.-O.

Il résulte évidemment de ce qui précède que, durant la tempête du 13 novembre, tout l'atmosphère a tourné «avec le soleil», les masses d'air avec la haute pression s'étant constamment déplacées vers le S.-E., tandis que celles avec la basse pression ont été entraînées vers le N.-O., et en poursuivant plus loin cette recherche, on verra que le mouvement de rotation dont il s'agit s'est continué le 14 et le 15 novembre. Mais, pendant que tout l'atmosphère tournait ainsi, les isobares ont nécessairement tourné en même temps, et par suite les directions du vent ont dû aussi suivre le même mouvement pendant la durée de la tempête.

Par le mouvement que la direction du vent, pendant la tempête, a ainsi été forcée d'exécuter du N.-E. au S.-E. par l'Est, le vent a peu à peu refoulé l'eau du golfe de Finlande et du nord de la Baltique d'abord vers le Sud, et puis de plus en plus vers l'Ouest contre les côtes danoises et allemandes, où il a fini par la soulever à la hauteur extraordinaire que la mer a atteinte immédiatement avant qu'il eût assez tourné au S.-E. pour que l'eau pût s'écouler librement par le Sund, le Grand Belt et le Petit Belt, et amener par là la fin de l'inondation.

Après m'être ainsi bien rendu compte du développement et de la marche de la tempête du 12—14 novembre, et avoir déterminé, d'une part, la distribution et la grandeur de la pression barométrique à l'aide des isobares, et, d'autre part, le mouvement des courants atmosphériques à l'aide des trajectoires du vent munies de flèches, ainsi que les vitesses, exprimées en pieds par seconde (indiquées sur les plans en nombres rouges), avec lesquelles ces courants se mouvaient dans chaque point de leur parcours, j'ai trouvé nécessaire, pour pouvoir comparer exactement les variations observées du niveau de la mer

avec celles que la tempête, d'après ce qui précède, pourrait elle-même produire, de transporter ces observations sur les 8 cartes à plus grande échelle qu'on trouvera représentées sur les plans XVI—XXIII, qui ne comprennent que les pays d'où proviennent les renseignements sur les variations de niveau de la mer, à savoir ceux situés le long des côtes de la Baltique et le Danemark.

En outre, après avoir tracé sur ces cartes, d'une part, à l'encre noire, tous les isobares, qui montrent la distribution de la pression barométrique en même temps que les forces qui, en chaque point, maintenaient en mouvement les courants atmosphériques dont l'ensemble formait la tempête, et, d'autre part, à l'encre rouge, les trajectoires du vent, munies de flèches qui indiquent les directions que les masses d'air ont suivies, avec leurs vitesses également indiquées en nombres rouges, j'ai, par rapport aux observations des hauteurs de la mer représentées graphiquement sur les plans II—IV, marqué sur les cartes, à l'encre bleue, toutes les hauteurs observées au moment considéré, chacune à l'endroit où les observations ont été faites. Enfin, à l'aide de tous ces nombres, qui représentent, exprimées en pieds, les hauteurs observées au-dessus du niveau moyen de la mer, j'ai, sur les plans XVI—XXIII, cherché à déterminer par la méthode ordinaire les hauteurs pour un grand nombre de points intermédiaires, lesquelles, conjointement avec les hauteurs directement observées, m'ont permis d'indiquer la position sur la surface de la mer de toutes les courbes horizontales de niveau, qui, avec leurs hauteurs, sont imprimées en bleu sur les plans ci-dessus mentionnés.

En considérant les 3 systèmes de courbes représentés sur ces cartes, à savoir:

1. Les courbes de la pression atmosphérique ou les isobares, avec les pressions correspondantes, qui sont indiquées par des lignes et des nombres noirs;
2. Les trajectoires ou courbes des directions du vent, avec les vitesses correspondantes, qui sont indiquées par des lignes et des nombres rouges, et
3. Les courbes horizontales de niveau de la mer avec leurs hauteurs, etc. qui sont indiquées par des lignes et des nombres bleus,

on constate tout de suite que, tandis que la direction du vent semble, sur tous les points, se placer par rapport aux lignes d'égale pression de manière que les trajectoires du vent coupent tous les isobares sous un angle de 30° environ, les courbes de niveau de la mer ont une tendance évidente à couper à angle droit la direction du vent, partout où les circonstances locales sont d'une nature telle que la mer peut être soulevée par la force du vent, sans qu'il en résulte aucune pression capable de produire un courant latéral. Par contre, si ces circonstances ne sont pas telles que le soulèvement de la mer, produit par la force du vent, soit forcé de suivre la direction de ce dernier, mais que la mer ait une pente naturelle et un écoulement sur les côtés, les courbes horizontales de niveau ne peuvent plus couper à angle droit la direction du vent, puisque celle-ci diffère de la direction dans laquelle se meut le courant marin.

Mais si, pendant la tempête du 13 novembre 1872, les courbes horizontales de niveau à la surface de la mer tendaient à couper à angle droit la direction du vent, partout où les forces impulsives originelles qui avaient bouleversé l'équilibre des eaux de la mer étaient seules dominantes, ce qui ressort clairement de l'examen des cartes tracées sur les plans XVI—XXIII, il s'ensuit que, pour chaque point de la mer, la résultante des forces

impulsives auxquelles l'inondation du 13 novembre doit son origine, était dirigée précisément dans le même sens que le vent. Il ne peut donc y avoir de doute que c'est l'action de la tempête sur la surface de la mer qui seule a causé l'inondation; mais cette conclusion ne sera complètement justifiée que s'il est prouvé que la force qui a produit toute la série des soulèvements de la mer avait non seulement la même direction que le vent, mais aussi la même intensité, et c'est ce que j'essaierai de faire en terminant.

Pour prouver que la force qui, à chaque moment, a été nécessaire pour soulever la mer à la hauteur observée et marquée sur les plans II—IV, avait précisément la même intensité que la force avec laquelle le vent a agi sur la mer, il suffit de considérer les formules que j'ai données dans mon mémoire sur l'action du vent sur les courants de la mer, lesquelles s'appliquent aux courants marins qui sont influencés non seulement par la pesanteur, mais aussi par cette force conjointement avec celle du vent. En effet si, à l'aide de ces formules, qui, ainsi que je l'ai démontré dans ce mémoire, peuvent être regardées comme s'appliquant à tous les points des parages considérés où les courbes de niveau de la mer sont perpendiculaires à la direction du vent, et où l'eau, par conséquent, ne peut s'écouler sur les côtés, on calcule la hauteur à laquelle le vent, d'après sa force et la profondeur de l'eau, peut soulever la surface de la mer, on trouve partout que cette hauteur coincide de si près avec celle qui a été véritablement observée, que la différence ne provient certainement que des erreurs d'observation (Pl. II). Cette remarquable concordance entre le soulèvement de la mer calculé d'après la force du vent et celui qui a été observé pendant la tempête, est une preuve évidente que l'inondation du 13 novembre avait uniquement pour cause la tempête et la trajectoire qu'elle a suivie.

Ces comparaisons entre les soulèvements de la mer observés et calculés ont donc conduit à ce résultat très satisfaisant, qu'il sera toujours possible de déterminer avec un assez grand degré d'exactitude la hauteur à laquelle le vent peut soulever la mer dans des parages donnés, la direction et la force du vent étant connues.

Après avoir exposé ce résultat principal de mes recherches, que j'ai obtenu à l'aide des observations recueillies sur la tempête et sur l'inondation — bien que tout d'abord je n'eusse que très peu d'espoir de les voir si complètement réussir — j'appellerai l'attention sur une petite rectification que j'ai jugé nécessaire de faire subir à la détermination indiquée plus haut de la vitesse du vent, correspondant aux 6 degrés différents de la force du vent qui, dans les cartes météorologiques, sont marquées par le nombre des barbes (1—6) dont sont munies les flèches servant à montrer la direction du vent. Pour trouver la vitesse du vent qui correspond en moyenne à ces 6 degrés, j'ai, comme il a été dit plus haut, pris pour base les communications que l'Académie des Sciences de Stockholm a bien voulu me faire des mesures de la force du vent qui, pendant la tempête du 13 novembre, avaient été prises en différents points de la Suède à l'aide d'instruments enregistreurs; en comparant les vitesses du vent correspondant à ces mesures avec les autres déterminations de la force du vent qui avaient été faites suivant le système de flèches barbées employé en météorologie, j'étais, après un mûr examen, arrivé à ce résultat, que chaque barbe, dans le dit système, devait, à très peu de chose près, correspondre à une vitesse de 15 pieds par seconde. D'après cette donnée, je déterminai, comme je l'ai déjà dit, la vitesse du vent pour tous les lieux d'observation, et inscrivis ces vitesses sur tous les profils qui se trouvent

sur les plans IV—VII. En transportant plus tard les vitesses ainsi déterminées sur les cartes synoptiques du nord de l'Europe, et en les introduisant dans les formules contenues dans mon mémoire sur l'action du vent sur les courants de la mer, formules qui servent à calculer les hauteurs auxquelles le vent peut soulever les eaux de la mer, je trouvai que les hauteurs ainsi calculées concordaient assez exactement avec les hauteurs observées, les différences étant d'ordinaire assez petites. Mais une comparaison plus attentive me permit de constater que les premières étaient en général un peu plus petites que les secondes, ce qui indiquait que la vitesse réelle du vent, correspondant à chaque barbe de flèche était vraisemblablement un peu plus grande que 15 pieds par seconde.

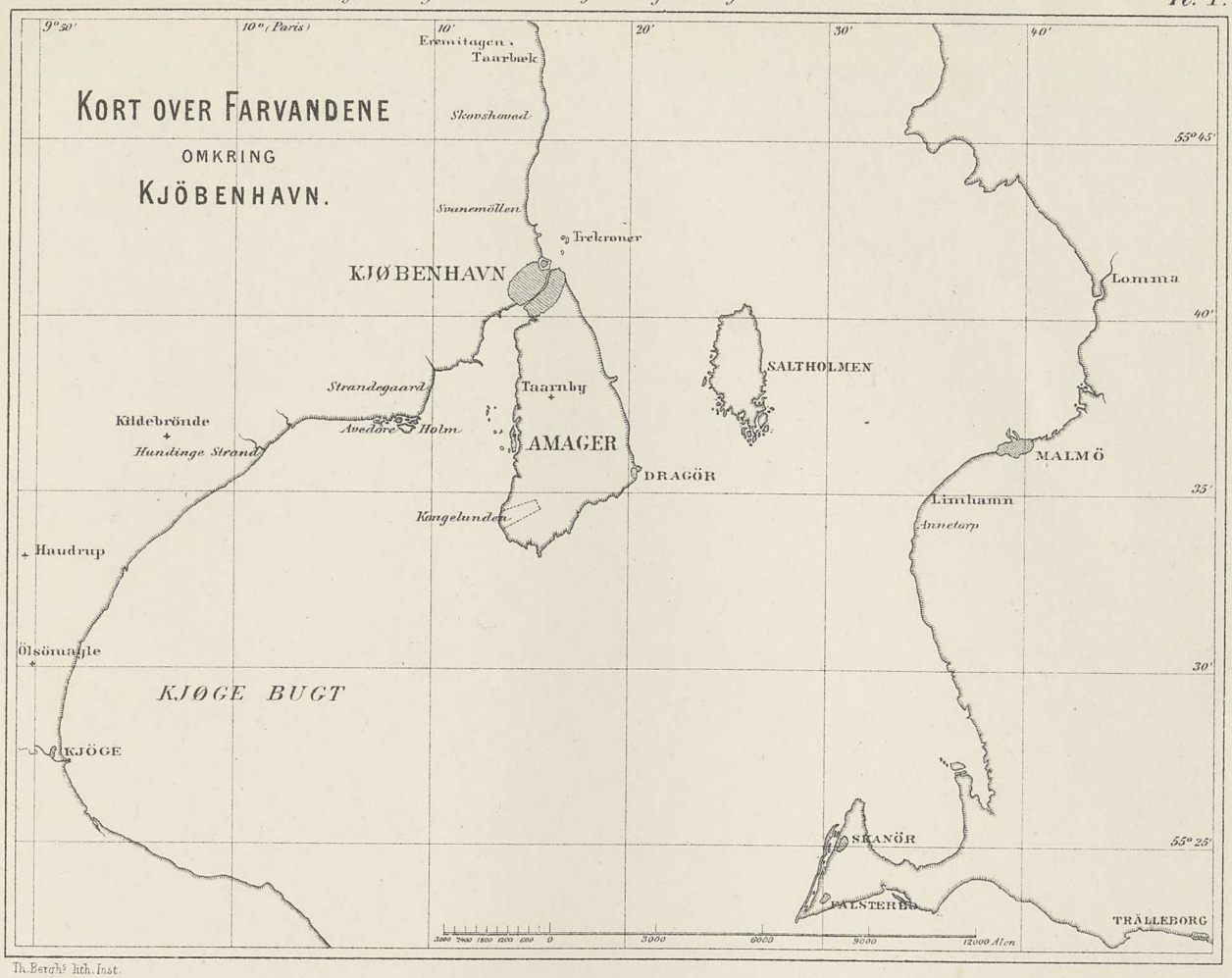
Je me proposai donc, à l'aide des soulèvements observés de la mer, de déterminer la vitesse correspondante du vent qui a produit chacun de ces soulèvements, et ensuite, pour chaque lieu d'observation, de calculer le rapport entre la vitesse V ainsi déterminée et la vitesse V_1, qui est indiquée sur les plans II—IV et basée sur l'hypothèse que chaque barbe de flèche correspond à une vitesse de 15 pieds par seconde. En calculant ce rapport $\left(\frac{V}{V_1}\right)$ pour 30 profils autour de la Baltique et du Cattégat, j'ai trouvé qu'il était partout compris entre les limites 1,20 et 0,93, et que la moyenne de toutes ses valeurs pouvait être représentée par $\left(\frac{V}{V_1}\right) = 1{,}07$, d'où il suit qu'on trouvera la vitesse réelle du vent au-dessus de la mer en augmentant de 7 % les vitesses marquées sur les plans II—IV, ou, ce qui revient au même, en comptant la vitesse correspondant à chaque barbe de flèche à raison de 16 pieds par seconde.

Cette petite rectification dans la détermination de la vitesse du vent ayant eu pour résultat, que les soulèvements calculés de l'eau, dans les mers dont il s'agit, semblent partout coïncider parfaitement avec les soulèvements observés, j'ai porté ces vitesses ainsi rectifiées sur les plans XVI—XXIII relatifs au nord de l'Europe, parce que je les considère comme correspondant assez exactement aux vitesses réelles du vent, surtout au-dessus de la mer.

Après avoir prouvé que le soulèvement des eaux de la Baltique est dû à la tempête, il me sera facile, à l'aide des lois exposées pag. 17 du mémoire mentionné plus haut, de montrer comment, d'un moment à un autre, pendant la tempête, les eaux de cette mer ont en allant ou en revenant traversé une série de profils convenablement choisis tracés d'une côte à l'autre. En effet, au moyen des formules contenues dans ce mémoire, on peut calculer, d'une part, le volume d'eau qui, à un instant donné, s'est écoulé dans le Cattégat par le Sund, le Grand-Belt et le Petit-Belt, et, d'autre part, en déterminant en même temps de combien le niveau de la mer s'est élevé, d'un moment à un autre, sur une aire quelconque de grandeur connue, le volume d'eau qui, entre les deux moments considérés et, en conséquence, par seconde, s'est accumulé sous le niveau ascendant, limité par les profils que l'eau traverse pour pénétrer dans l'aire ci-dessus mentionnée et en sortir. Si l'on suppose maintenant que toute la Baltique ait été divisée, par une série de profils 1, 2, 3, 4 etc., en une série d'aires I, II, III, IV etc., et que, pour chacune de ces aires, on ait déterminé le soulèvement de la mer qui s'y est produit par seconde, c'est-à-dire l'excès du volume d'eau qui y a pénétré par seconde sur celui qui en est sorti dans le même temps pour s'écouler dans le Cattégat, il est clair que si, à un moment quelconque, on détermine le volume de la masse d'eau que les trois détroits (le Sund, le Grand-Belt et le

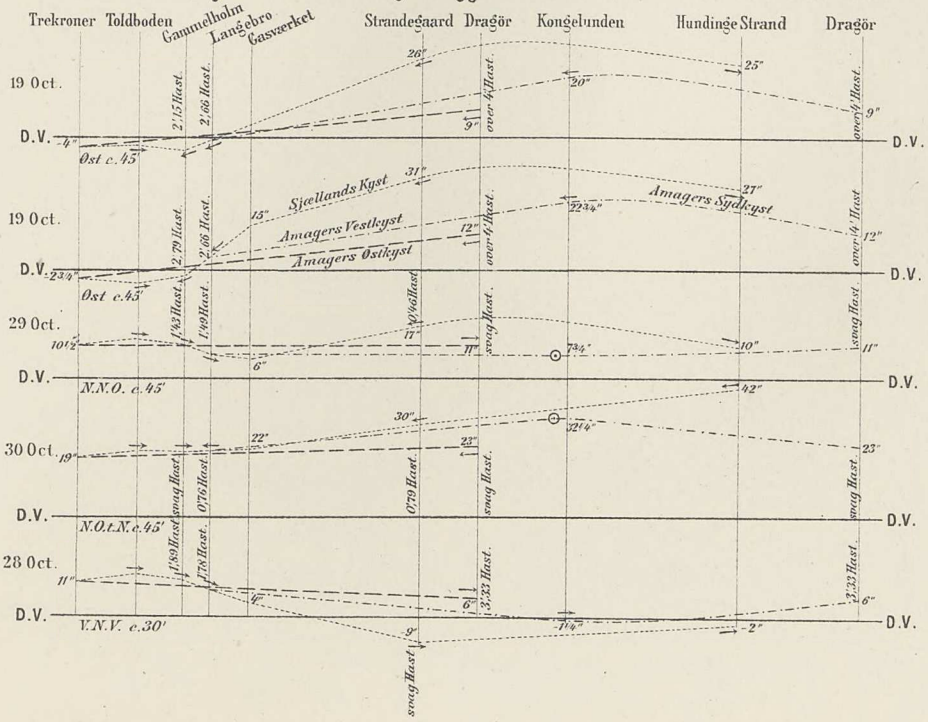
Petit-Belt) déversent par seconde dans le Cattégat, on pourra avec une grande facilité, pour chacune des aires ci-dessus mentionnées, déterminer le volume d'eau qui y entre et qui en sort par seconde, et, ces aires étant connues, la vitesse moyenne avec laquelle le courant marin traverse chacun des profils qu'on a choisis.

En exécutant ces recherches pour les époques de la tempête et de l'inondation du 12—14 novembre qui sont mentionnées plus haut, et pour lesquelles j'ai dressé des cartes spéciales qui accompagnent mon mémoire, on trouvera que les mouvements calculés de l'eau, pour tous les points d'où j'ai reçu des renseignements, concordent parfaitement avec les mouvements observés (voir Pl. VI).

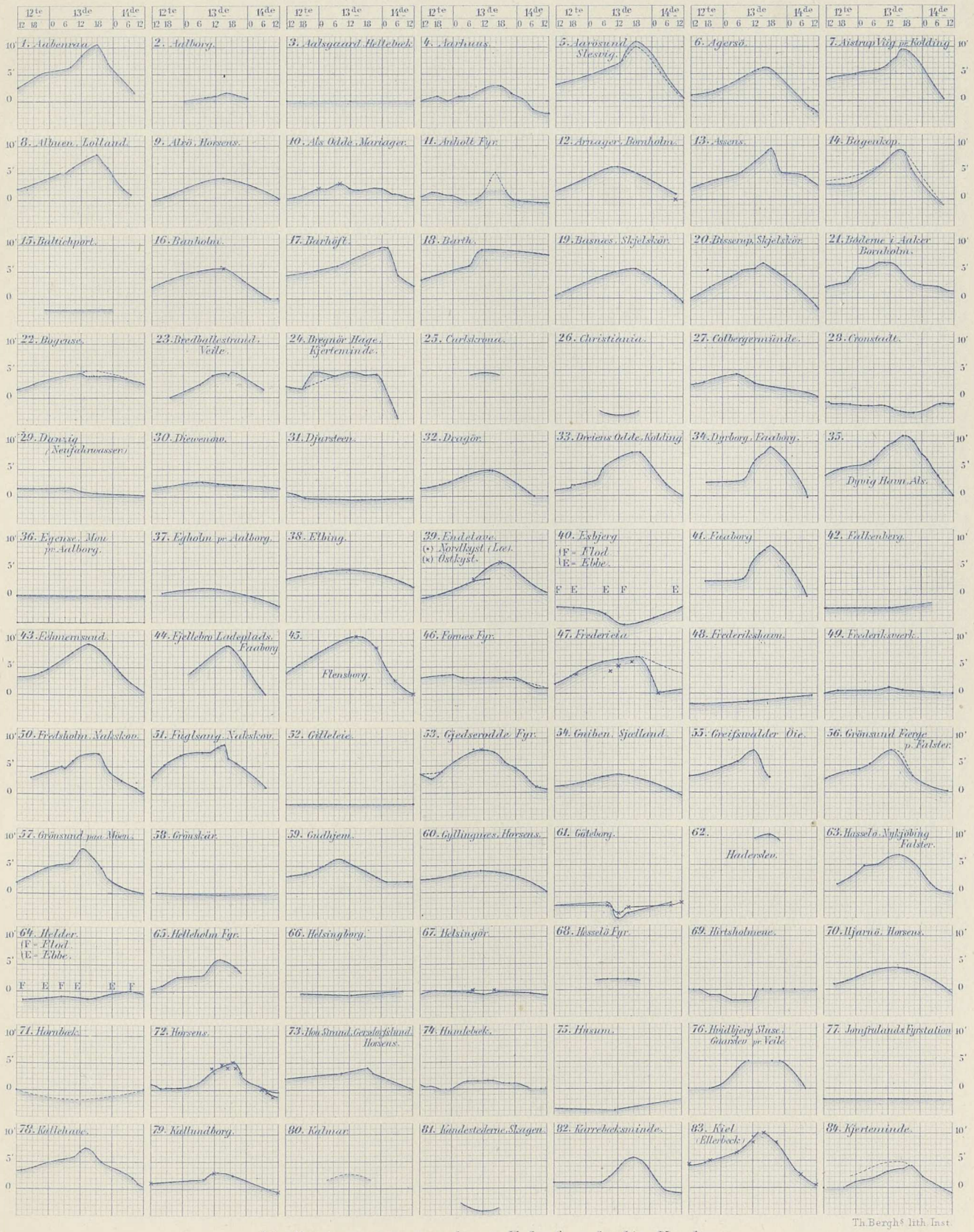


Th. Berghs lith. Inst.

Strömforholdene i Kjöbenhavns Havn og omliggende Farvande, observerede i October 1858.



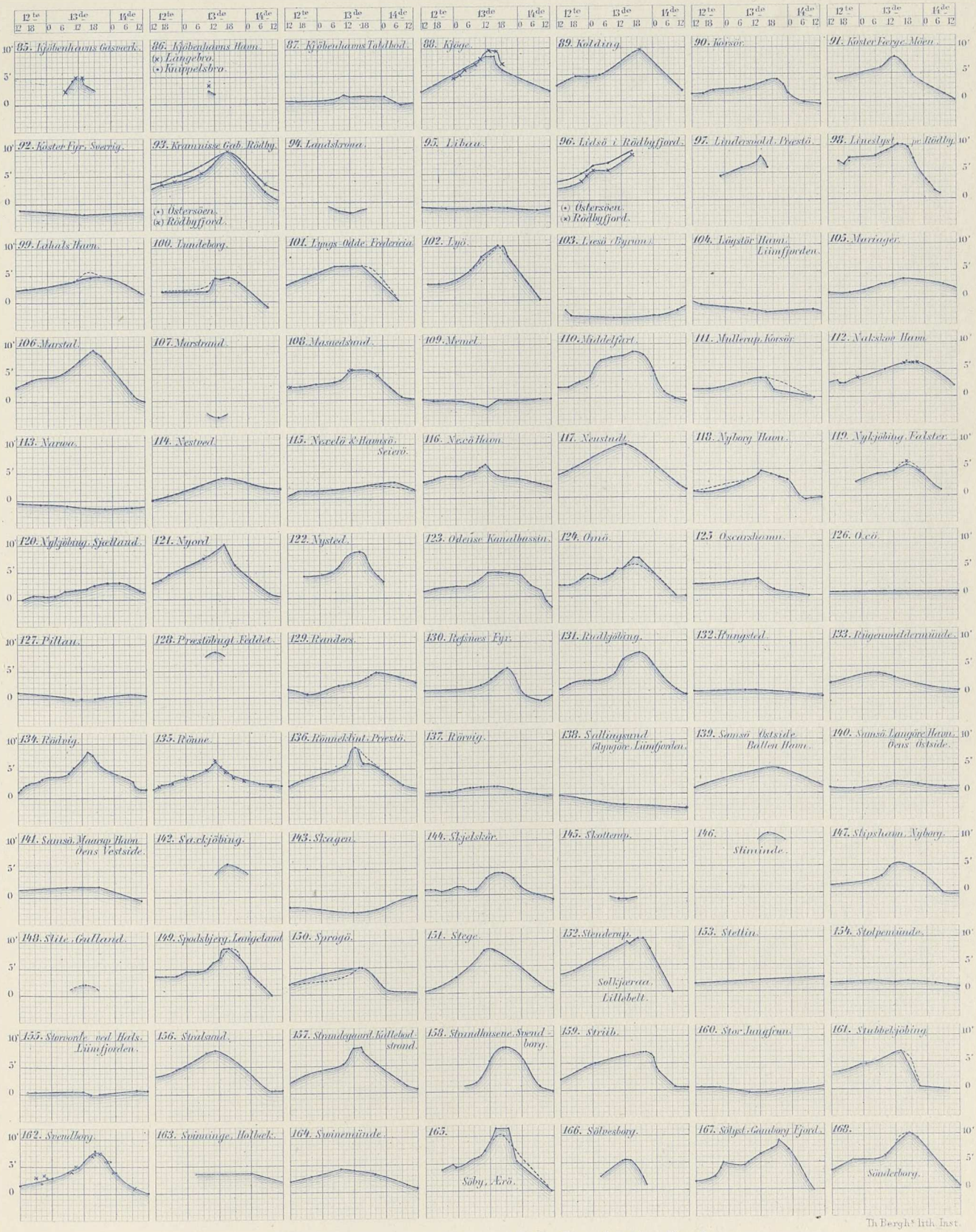
Grafisk Fremstilling af Vandstanden som Function af Tiden.



Th. Berghs lith. Inst.

Vandhöiderne ere regnede i Fod fra daglig Vande.

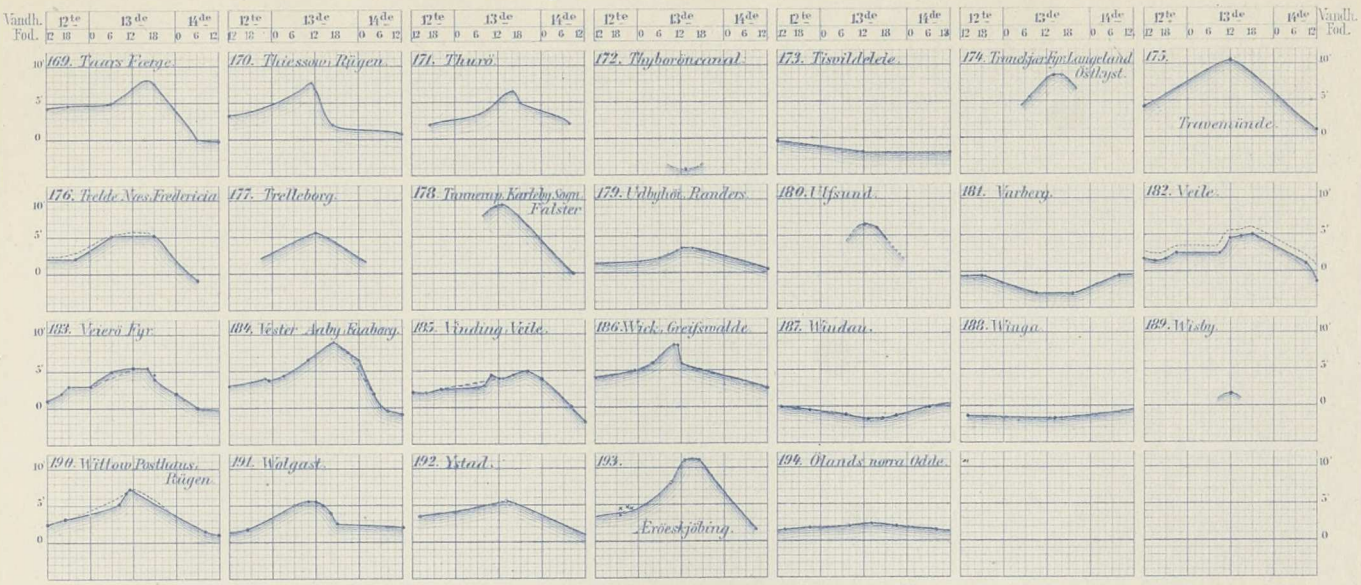
Grafisk Fremstilling af Vandstanden som Function af Tiden.



Th. Bergh's lith. Inst.

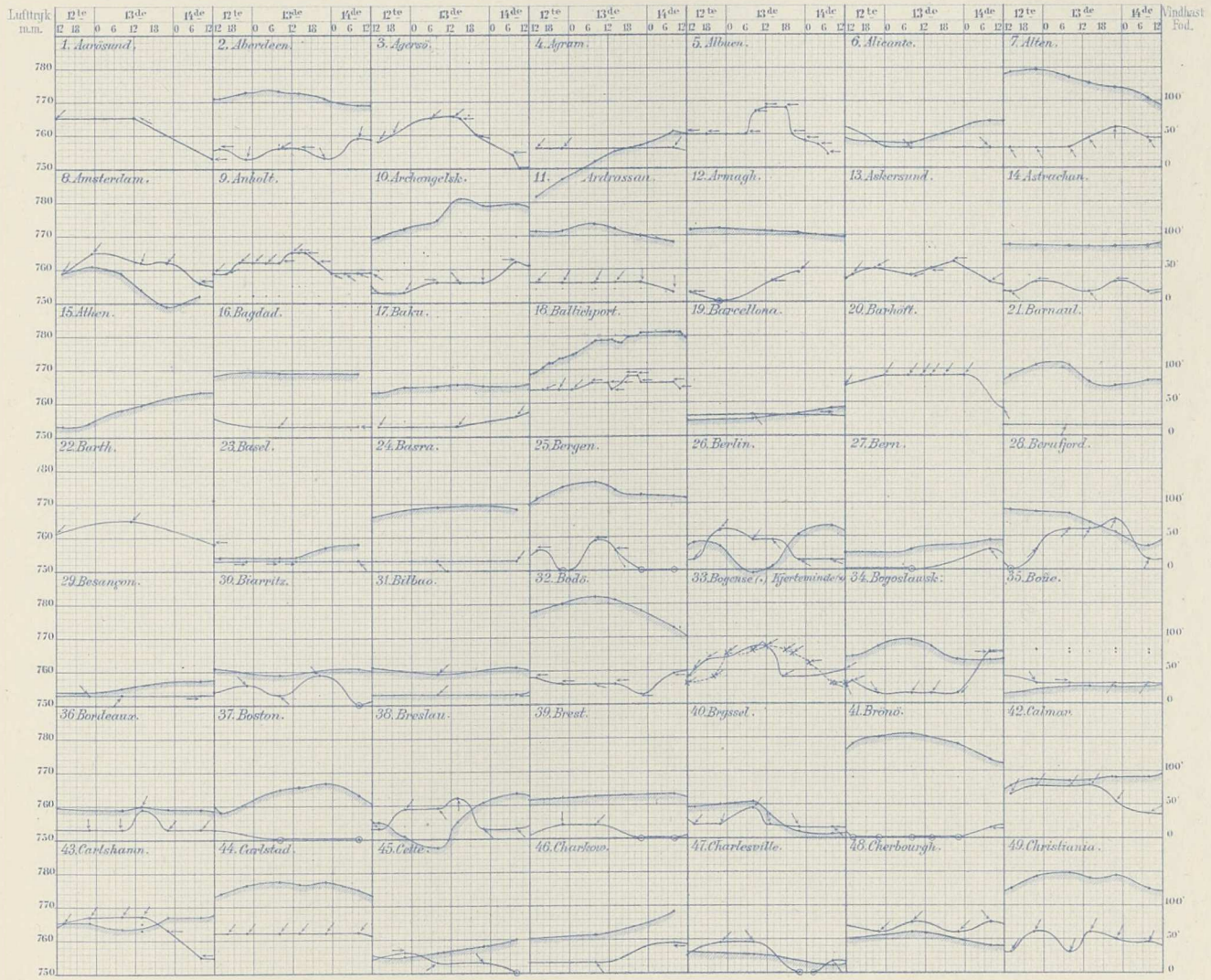
Vandhöiderne ere regnede i Fod fra daglig Vande.

Grafisk Fremstilling af Vandstanden som Function af Tiden.



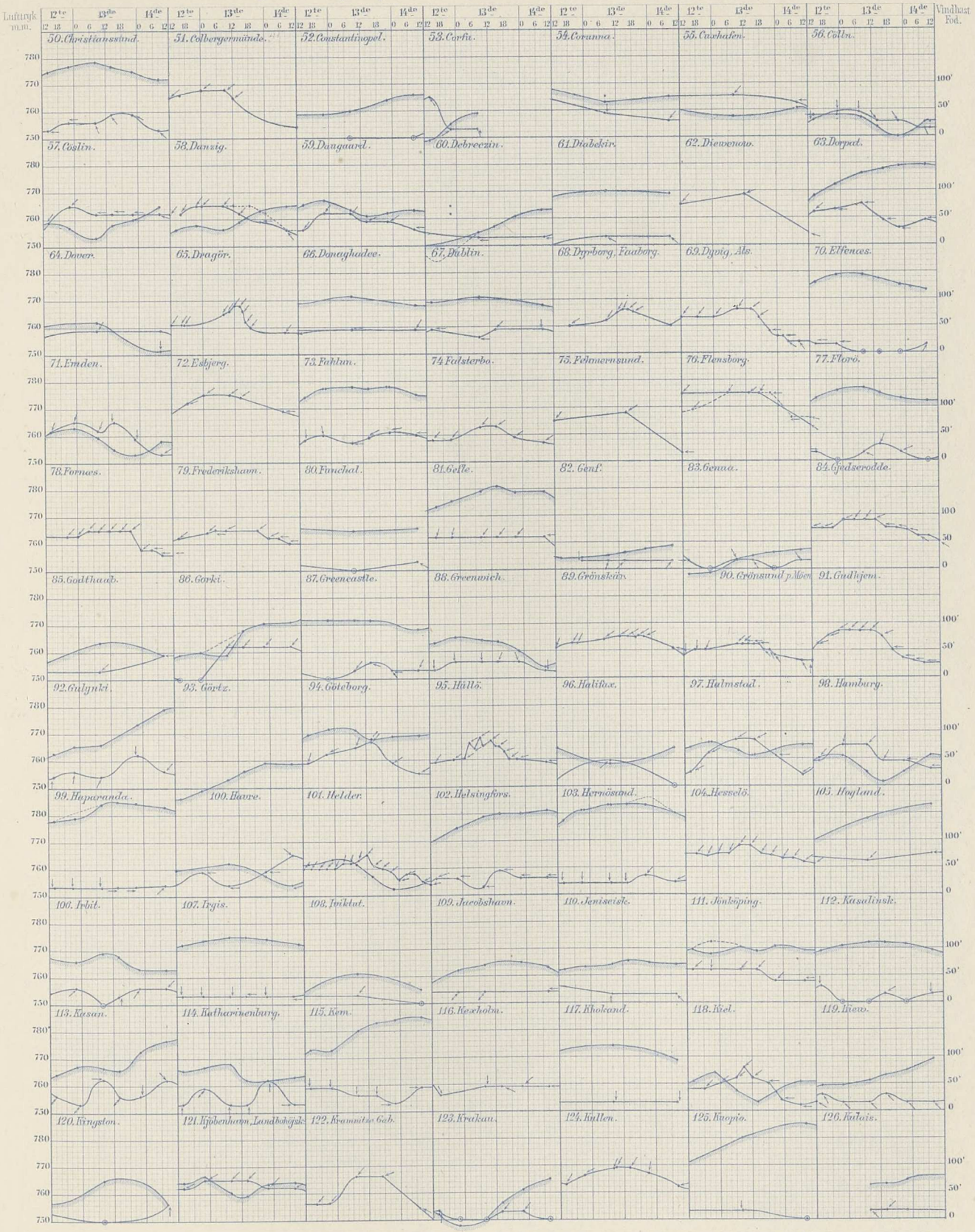
Vandhöiderne ere regnede i Fod fra daglig Vande.

Grafisk Fremstilling af Lufttryk og Vindhastighed, som Function af Tiden, samt Vindretning.



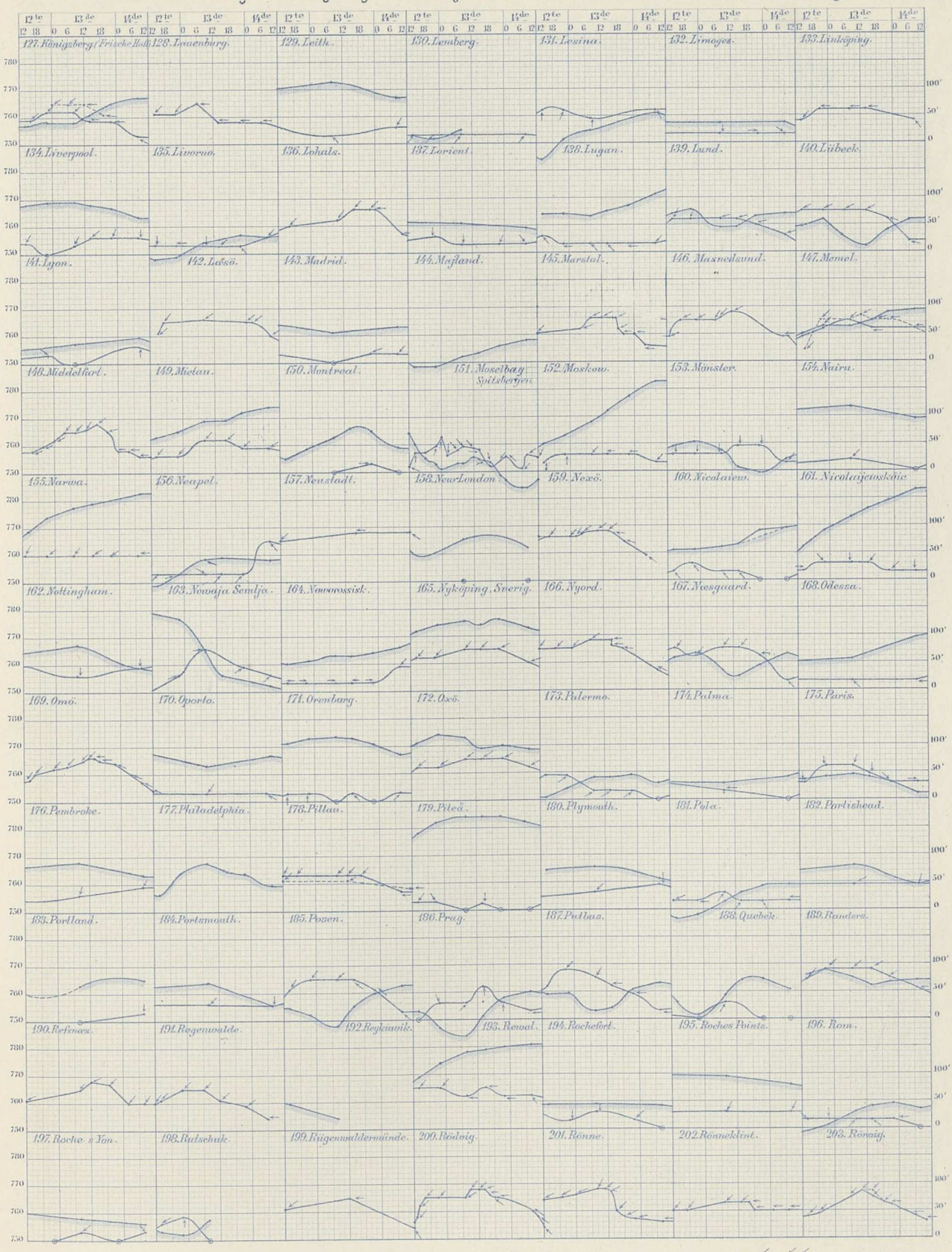
Lufttrykscurverne ere angivne med ——— *og i Millimetre. Vindhastighederne ere angivne med* *og i Fod pr. Sec.*
Vindretningen henimod det paagjeldende Punkt er betegnet med

Grafisk Fremstilling af Lufttryk og Vindhastighed som Function af Tiden, samt Vindretning.



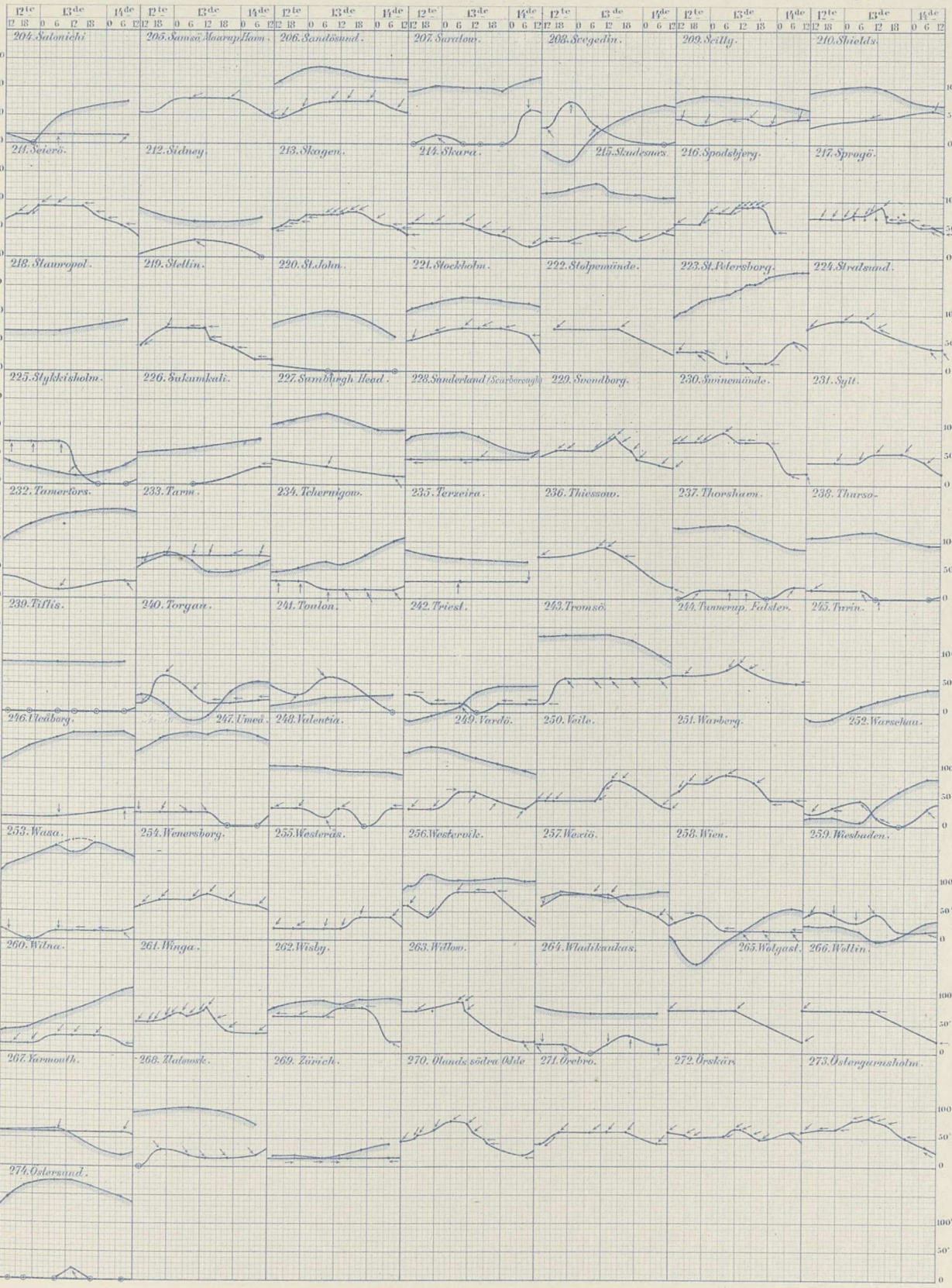
Lufttrykscurverne ere angivne med ——— og i Millimetre. Vindhastighederne ere angivne med ——— og i Fod pr Sec.
Vindretningen henimod det paagjældende Punkt er betegnet med

Grafisk Fremstilling af Lufttryk og Vindhastighed, som Function af Tiden, samt Vindretning.

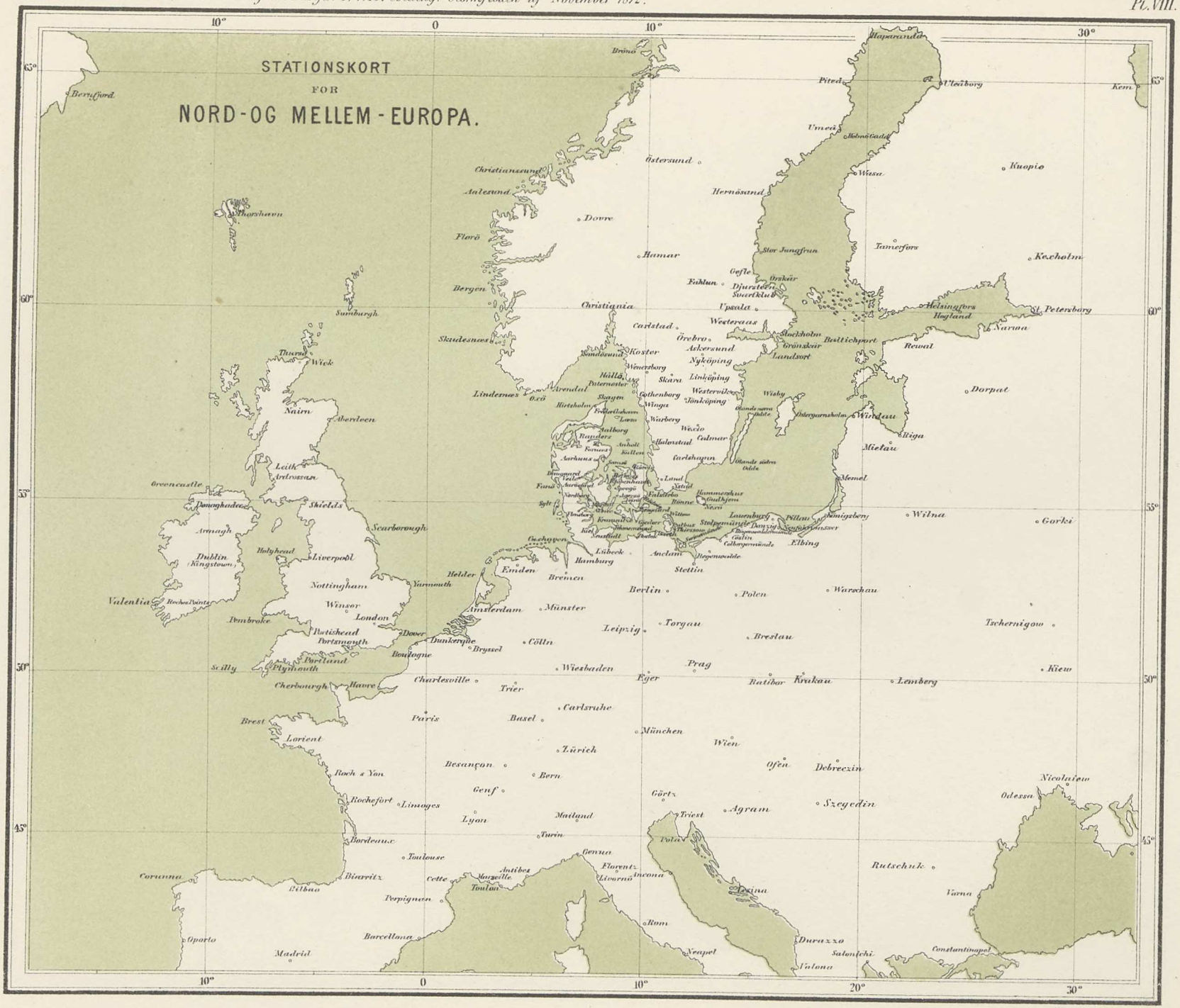


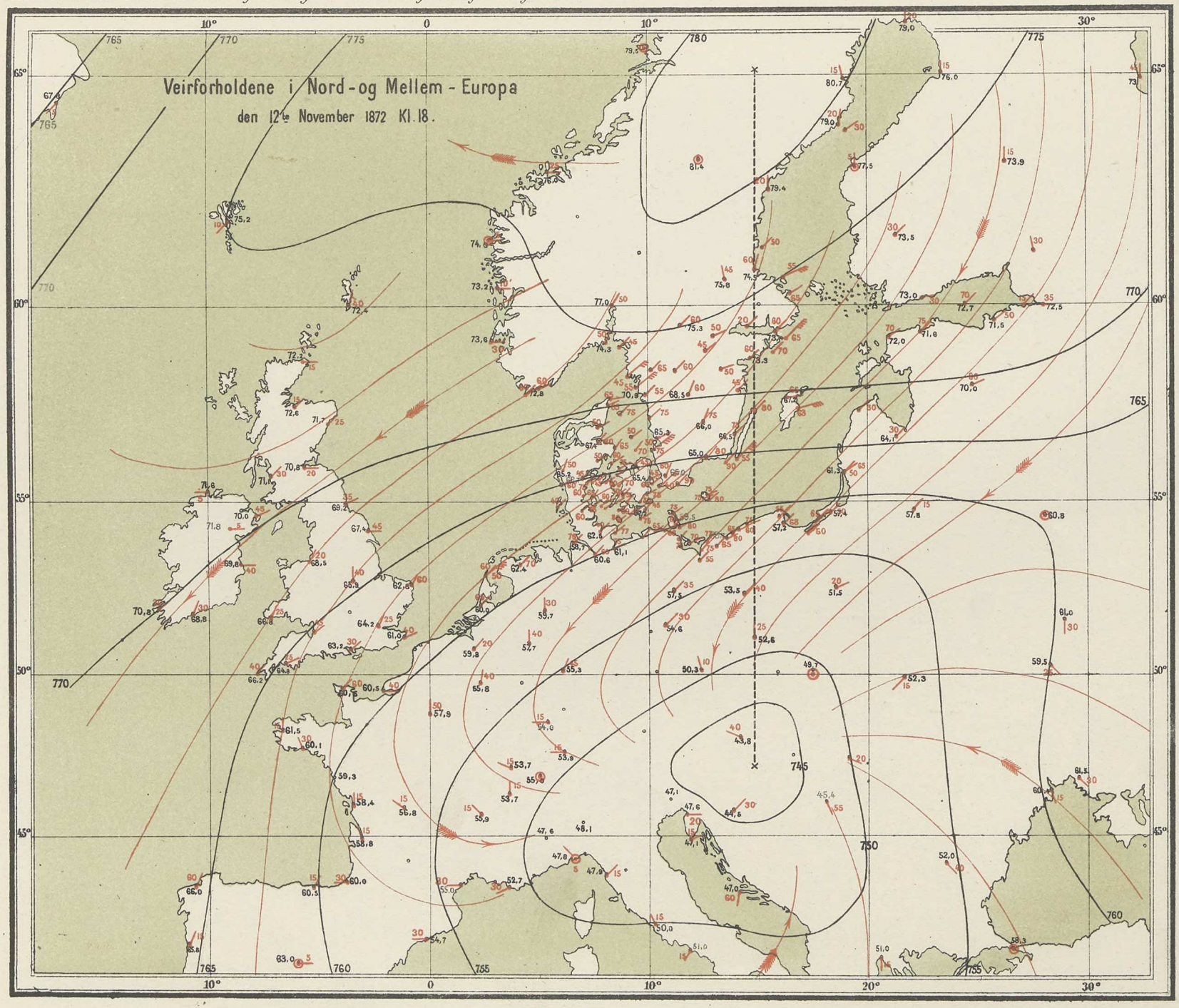
Lufttrykscurverne ere angivne med ——— og i Millimetre. Vindhastighederne ere angivne med ——— og i Fod pr. Sec.
Vindretningen henimod det paagjeldende Punkt er betegnet med

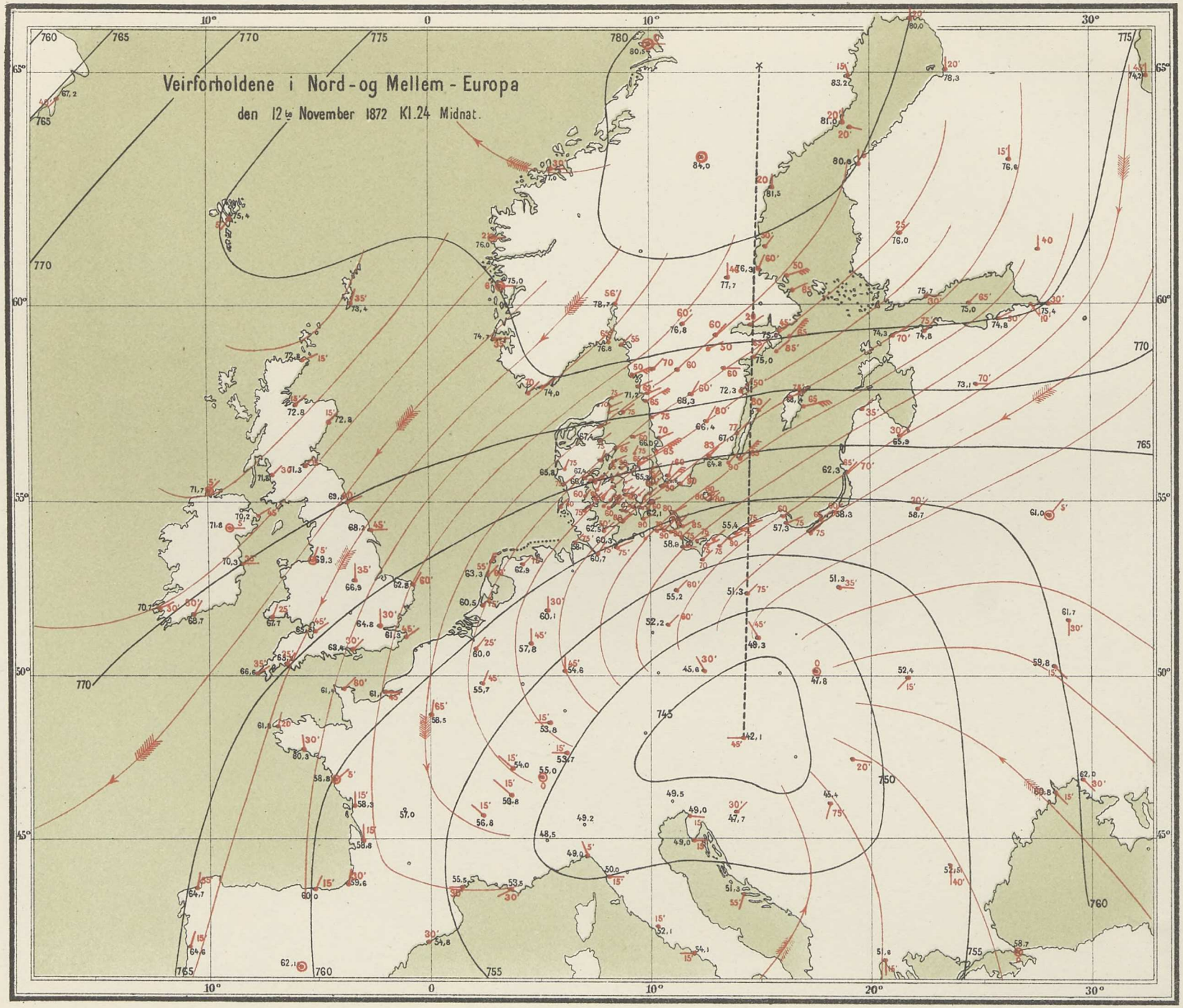
Gráfisk Fremstilling af Lufttryk og Vindhastighed, som Function af Tiden, samt Vindretning.

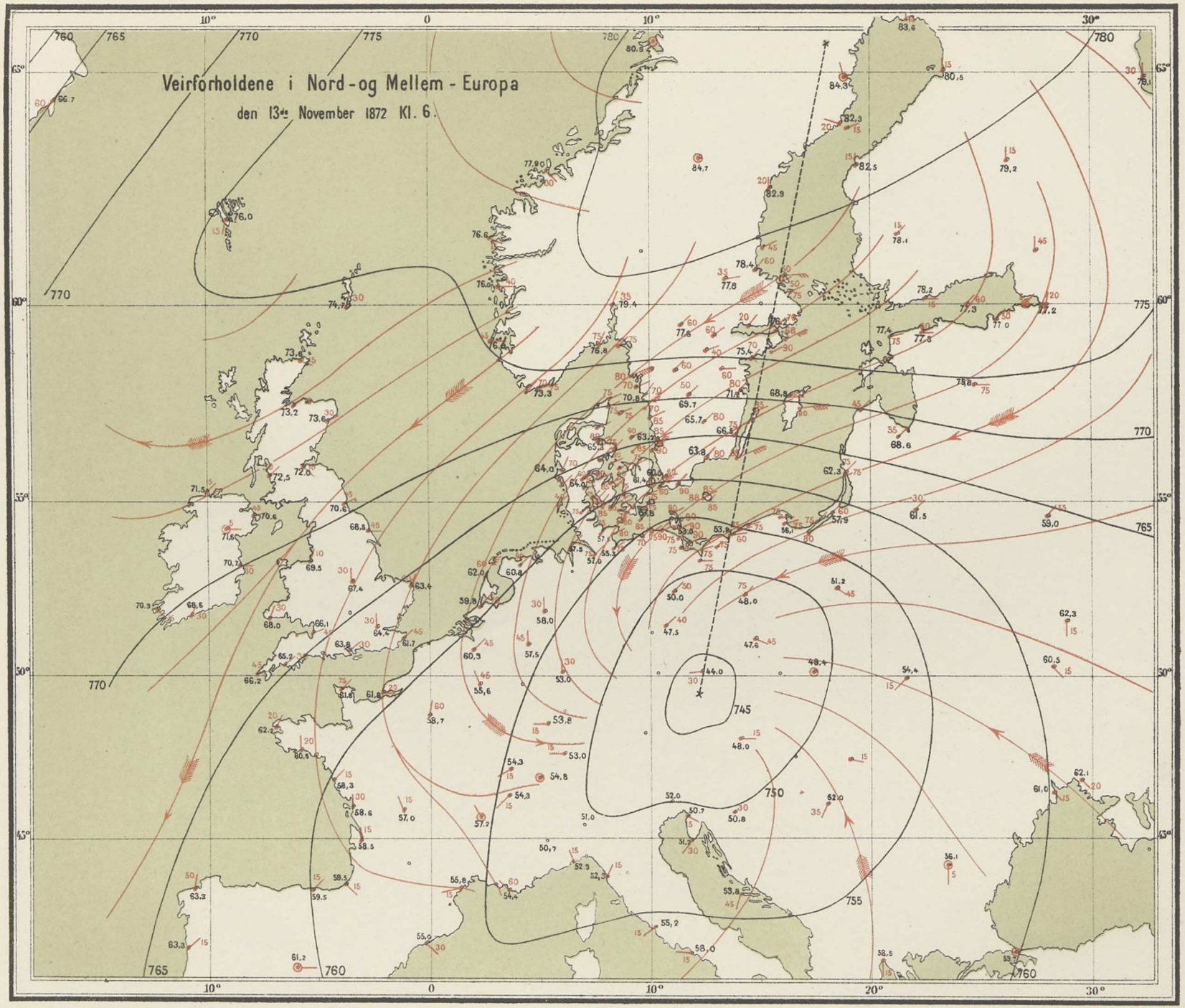


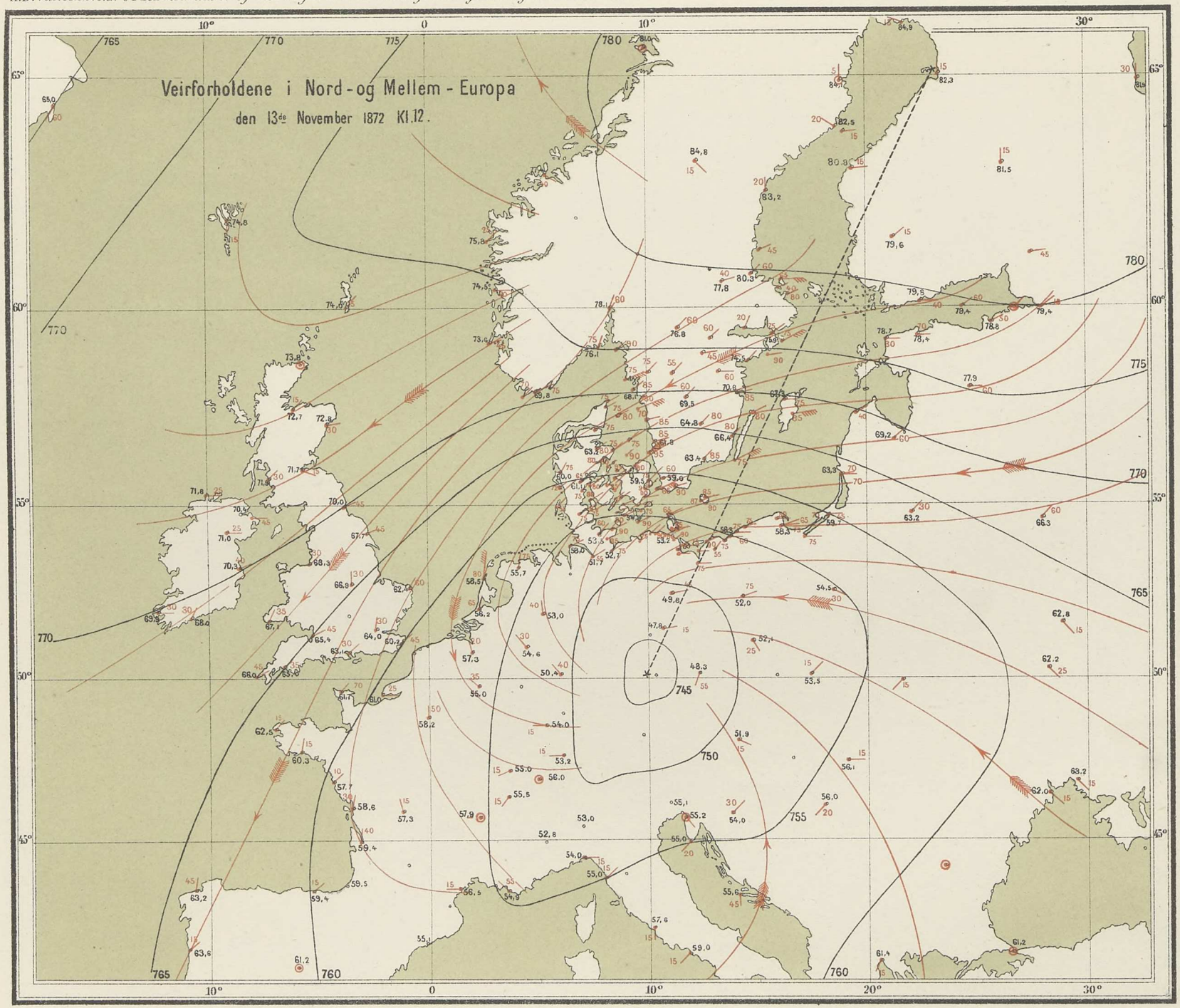
Lufttrykscurverne ere angivne med ——— *og i Millimetre. Vindhastighederne ere angivne med* ——— *og i Fod pr. Sec.*
Vindretningen henimod det paagjældende Punkt er betegnet med ✧

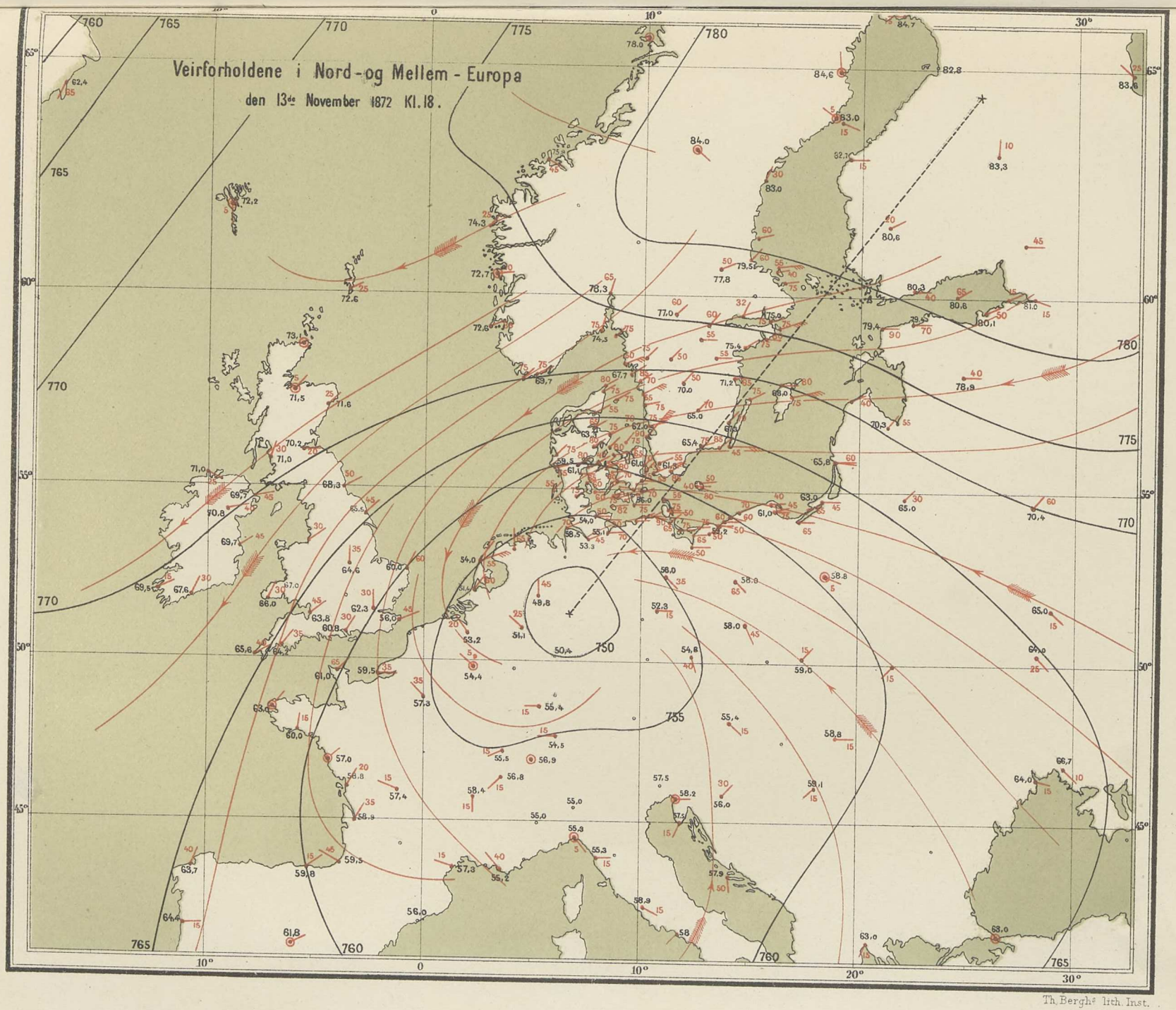

STATIONSKORT
FOR
NORD-OG MELLEM-EUROPA.
Berufjord
Thorshavn
Sumburgh
Wick
Thurso
Nairn
Aberdeen
Leith
Arbroath
Greencastle
Donaghadee
Skields
Scarborough
Armagh
Holyhead
Liverpool
Dublin
(Kingstown)
Nottingham
Yarmouth
Valentia
Rocks Points
Pembroke
Winsor
London
Dover
Portsmouth
Portland
Plymouth
Scilly
Boulogne
Dunkerque
Cherbourg
Havre
Brest
Lorient
Roch s Yon
Rochefort
Limoges
Bordeaux
Coruna
Bilbao
Biarritz
Toulouse
Perpignan
Oporto
Madrid
Barcellona
Cette
Marseille
Toulon
Antibes
Helder
Emden
Amsterdam
Bremen
Hamburg
Lübeck
Cuxhaven
Kiel
Münster
Cölln
Bryssel
Wiesbaden
Trier
Carlsruhe
Basel
Paris
Besançon
Genf
Bern
Lyon
Turin
Genua
Mailand
Florenz
Livorno
Ancona
Rom
Neapel
Triest
Görtz
Pola
München
Zürich
Wien
Ofen
Agram
Debreczin
Szegedin
Rutschuk
Varna
Constantinopel
Salonichi
Valona
Durazzo
Berlin
Leipzig
Torgau
Breslau
Prag
Eger
Ratibor
Krakau
Lemberg
Kiew
Tschernigow
Warschau
Polen
Wilna
Gorki
Memel
Königsberg
Elbing
Danzig
Stettin
Anclam
Rügenwalde
Colberg
Stolpmünde
Lauenburg
Pillau
Riga
Mitau
Windau
Dorpat
Reval
Narwa
Petersburg
Helsingfors
Hogland
Kexholm
Kuopio
Wasa
Umeå
Hernösand
Östersund
Christianssund
Aalesund
Dovre
Hamar
Christiania
Bergen
Florö
Skudesnæs
Lindesnæs
Arendal
Carlstad
Örebro
Askersund
Nyköping
Linköping
Westerås
Upsala
Fahlun
Gefle
Orskär
Djuratälen
Svartklubb
Stor Jungfrun
Tamerfors
Stockholm
Grönskär
Landsort
Baltichport
Wisby
Oderarnsholm
Gothenborg
Wingo
Warberg
Wexio
Calmar
Carlshamn
Malmstad
Aarhuus
Aalborg
Randers
Kopenhagen
Lund
Helsingborg
Hammershus
Gudhjem
Nexö
Rönne
Kiel
Rostock
Stralsund
Greifswald
Swinemünde
Colberg
Gislin
Danzig
Thorn
Bromberg
Posen
Breslau
Glogau
Liegnitz
Ratibor
Krakau
Lemberg
Kiew
Odessa
Nicolaiew
Szegedin
Agram
Triest
Pola
Ancona
Livorno
Genua
Rom
Neapel
Durazzo
Valona
Salonichi
Constantinopel
Varna
Rutschuk
Odessa
Nicolaiew
Tschernigow
Gorki
Wilna
Warschau
Lemberg
Kiew
Krakau
Ratibor
Prag
Eger
Breslau
Torgau
Leipzig
Berlin
Münster
Amsterdam
Helder
Yarmouth
Scarborough
Liverpool
Nottingham
Holyhead
Dublin
Valentia
Rocks Points
Pembroke
Winsor
London
Dover
Portsmouth
Portland
Plymouth
Scilly
Boulogne
Dunkerque
Havre
Cherbourg
Brest
Lorient
Roch s Yon
Rochefort
Limoges
Bordeaux
Coruna
Bilbao
Biarritz
Toulouse
Perpignan
Oporto
Madrid
Barcellona
Cette
Marseille
Toulon
Antibes
Lyon
Genf
Besançon
Bern
Zürich
München
Wien
Ofen
Debreczin
Agram
Szegedin
Rutschuk
Varna
Constantinopel
Salonichi
Valona
Durazzo
Neapel
Rom
Genua
Mailand
Turin
Florenz
Livorno
Ancona
Triest
Pola
Görtz
Carlsruhe
Basel
Trier
Cölln
Bryssel
Wiesbaden
Eger
Prag
Breslau
Torgau
Leipzig
Berlin
Münster
Amsterdam
Helder
Emden
Bremen
Hamburg
Lübeck
Cuxhaven
Kiel
Stettin
Anclam
Rügenwalde
Colberg
Danzig
Elbing
Königsberg
Memel


Veirforholdene i Nord-og Mellem-Europa
den 12te November 1872 Kl. 18.

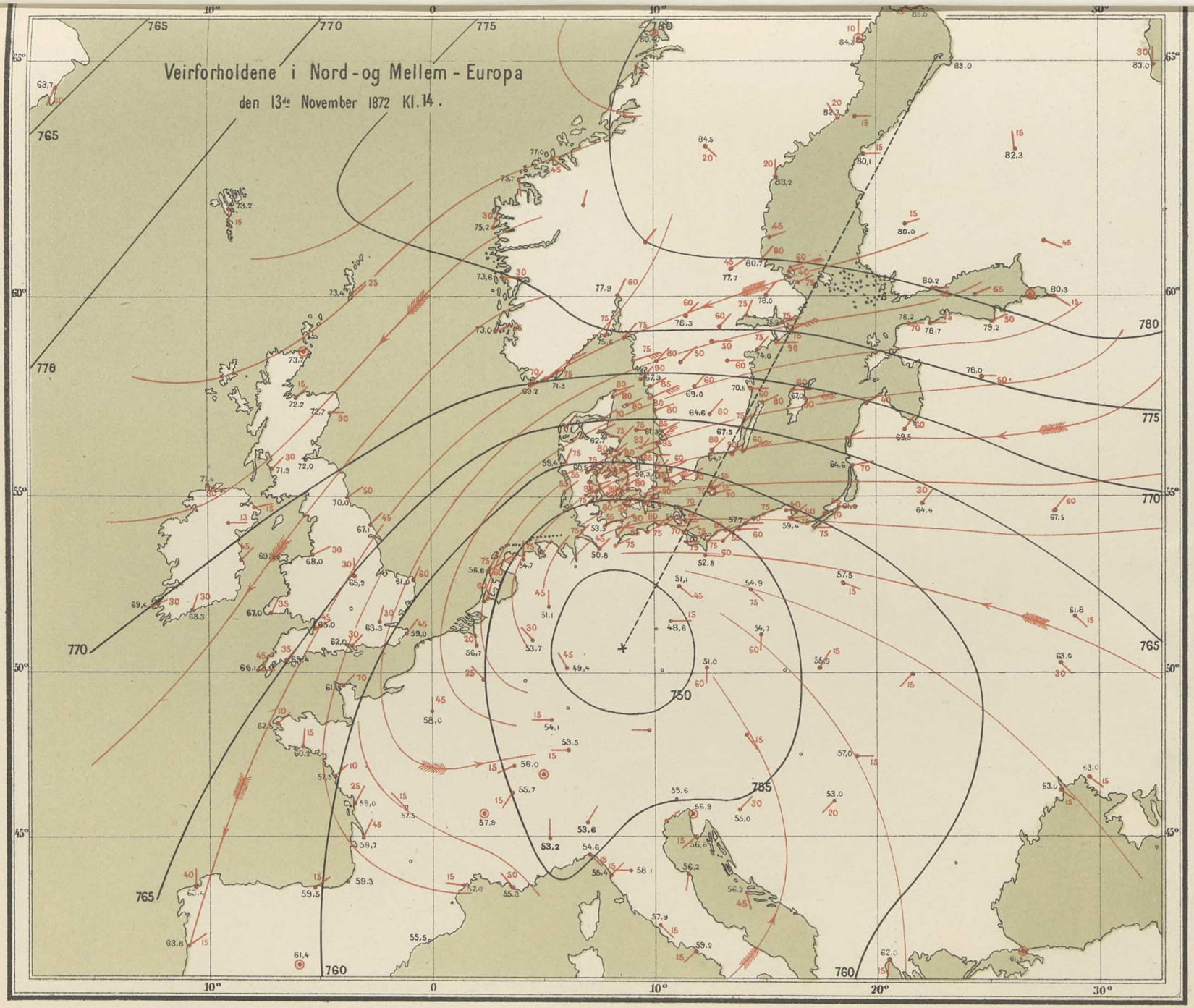

Veirforholdene i Nord-og Mellem-Europa
den 12te November 1872 Kl. 24 Midnat.


Veirforholdene i Nord-og Mellem-Europa
den 13de November 1872 Kl. 6.

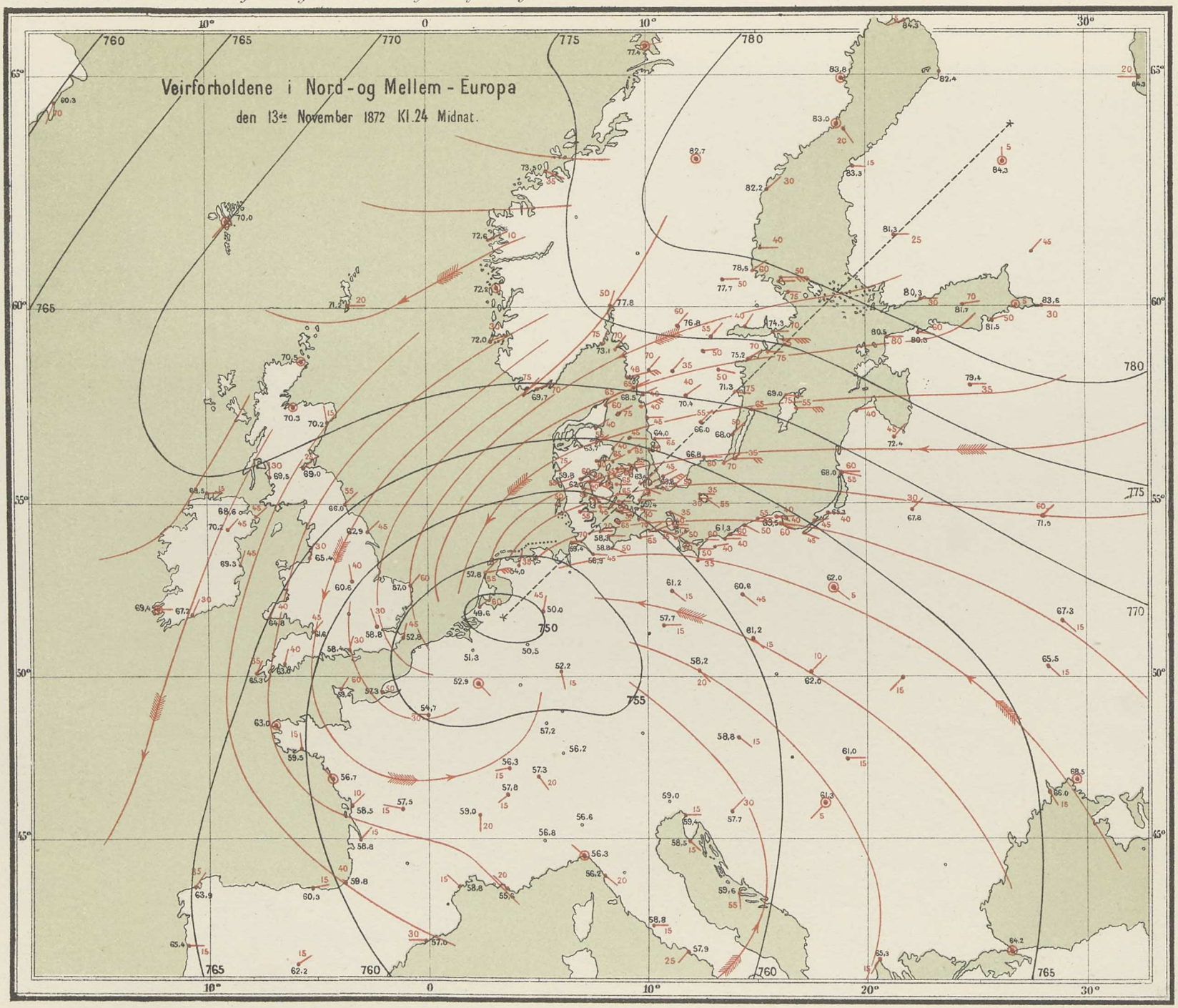

Veirforholdene i Nord-og Mellem-Europa
den 13de November 1872 Kl. 12.

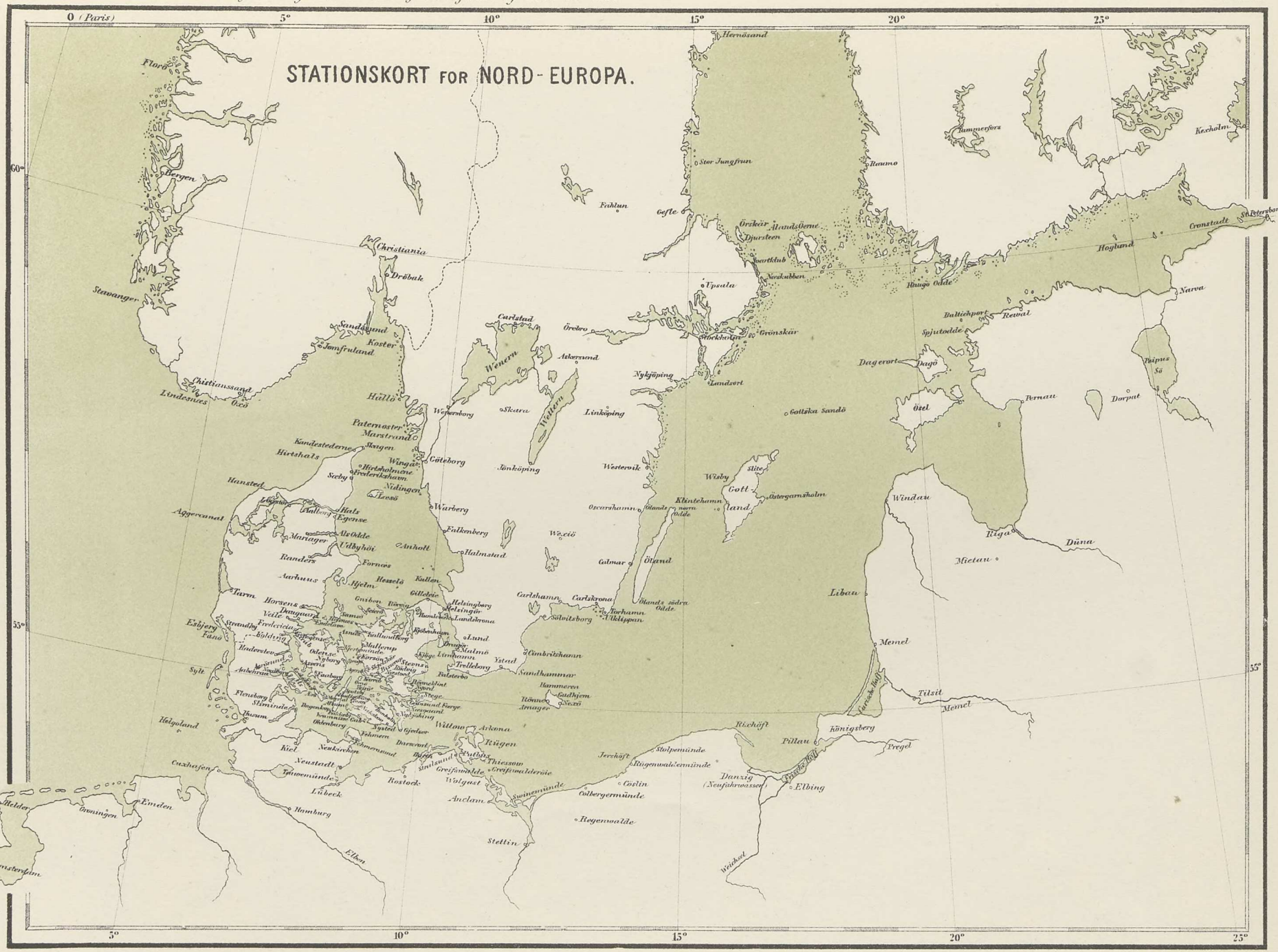


Th. Berghs lith. Inst.

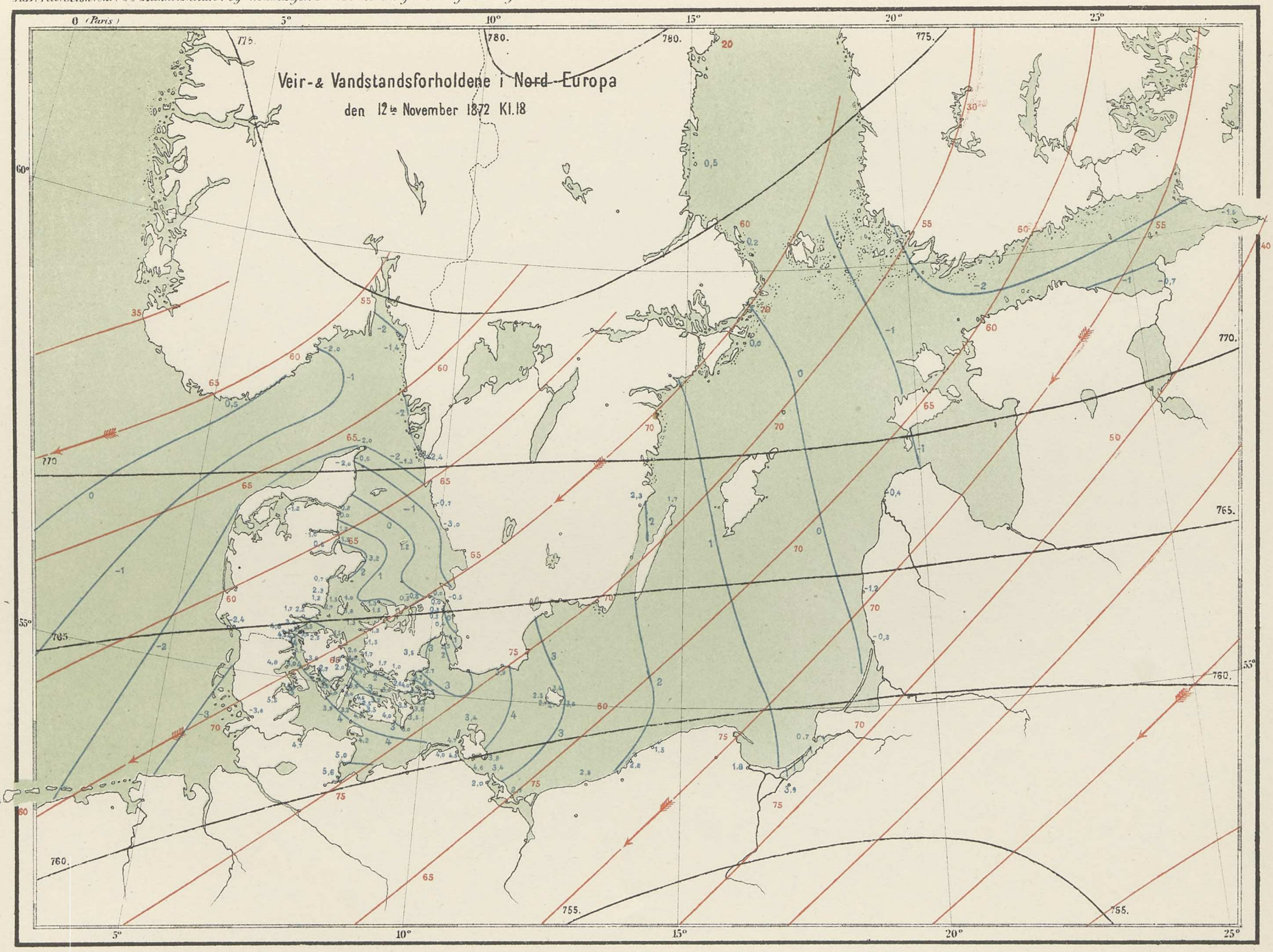


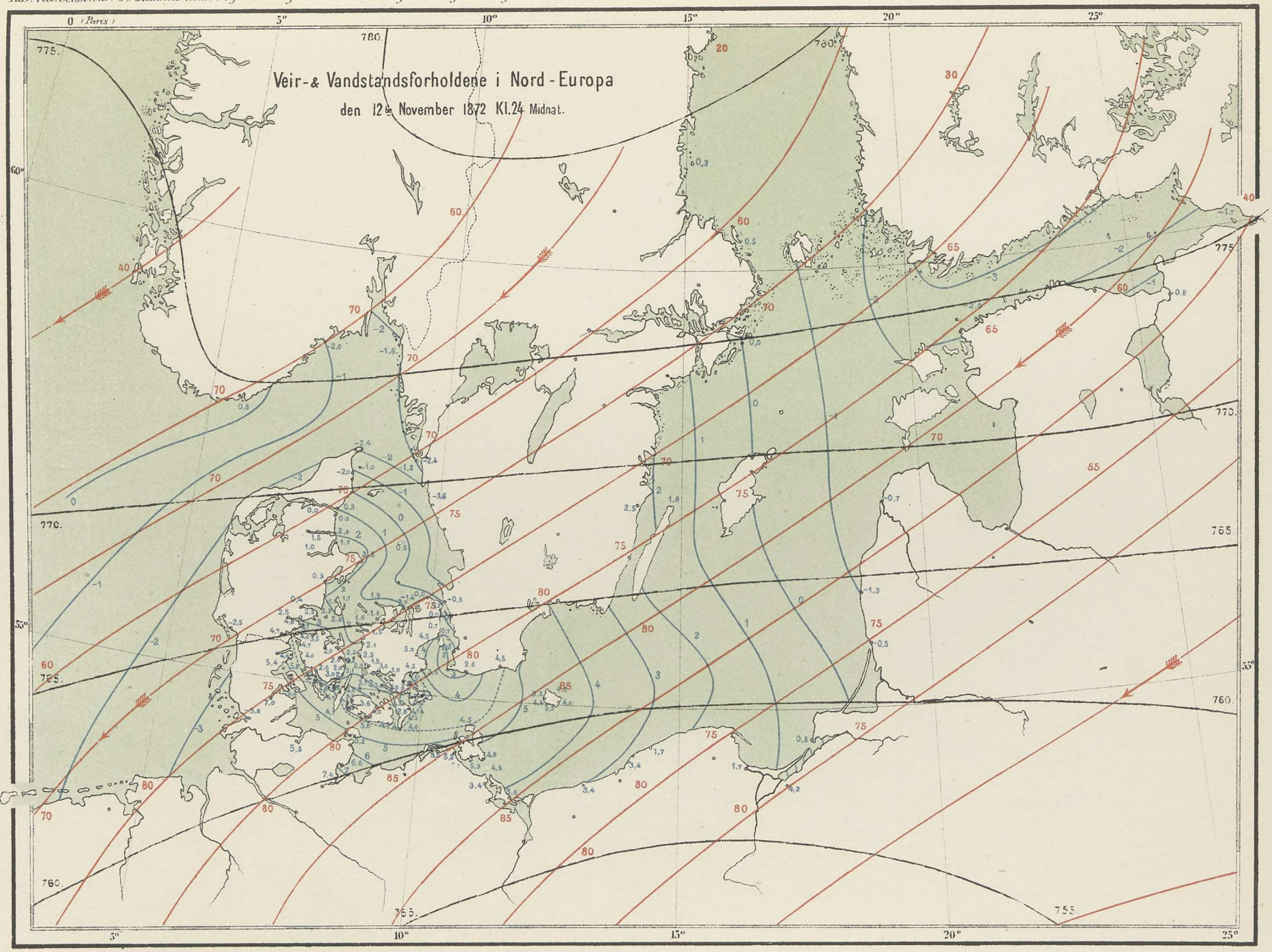
Th. Berghs lith. Inst.

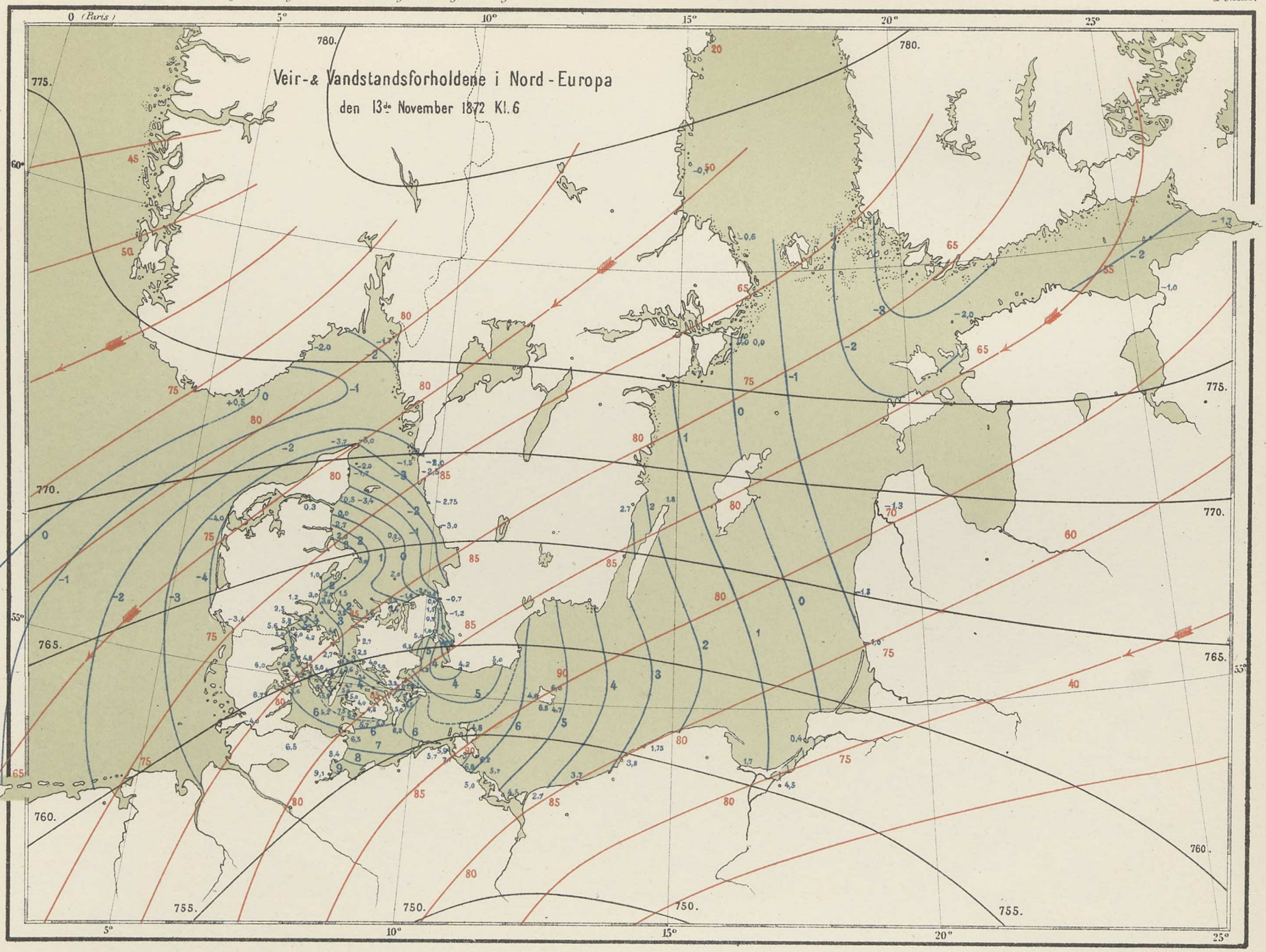

Veirforholdene i Nord-og Mellem-Europa
den 13de November 1872 Kl. 24 Midnat.

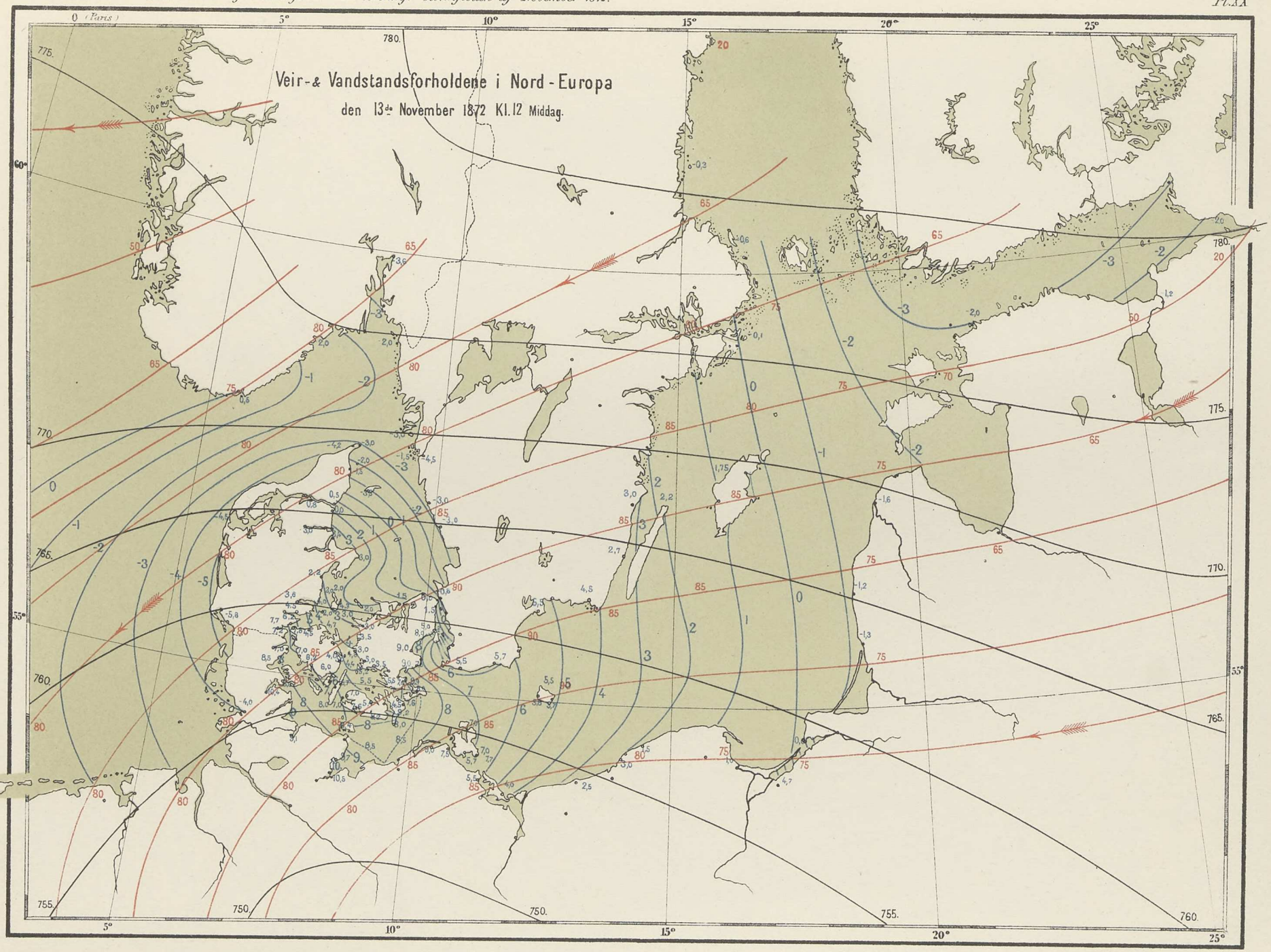


Th. Berghs lith. Inst.

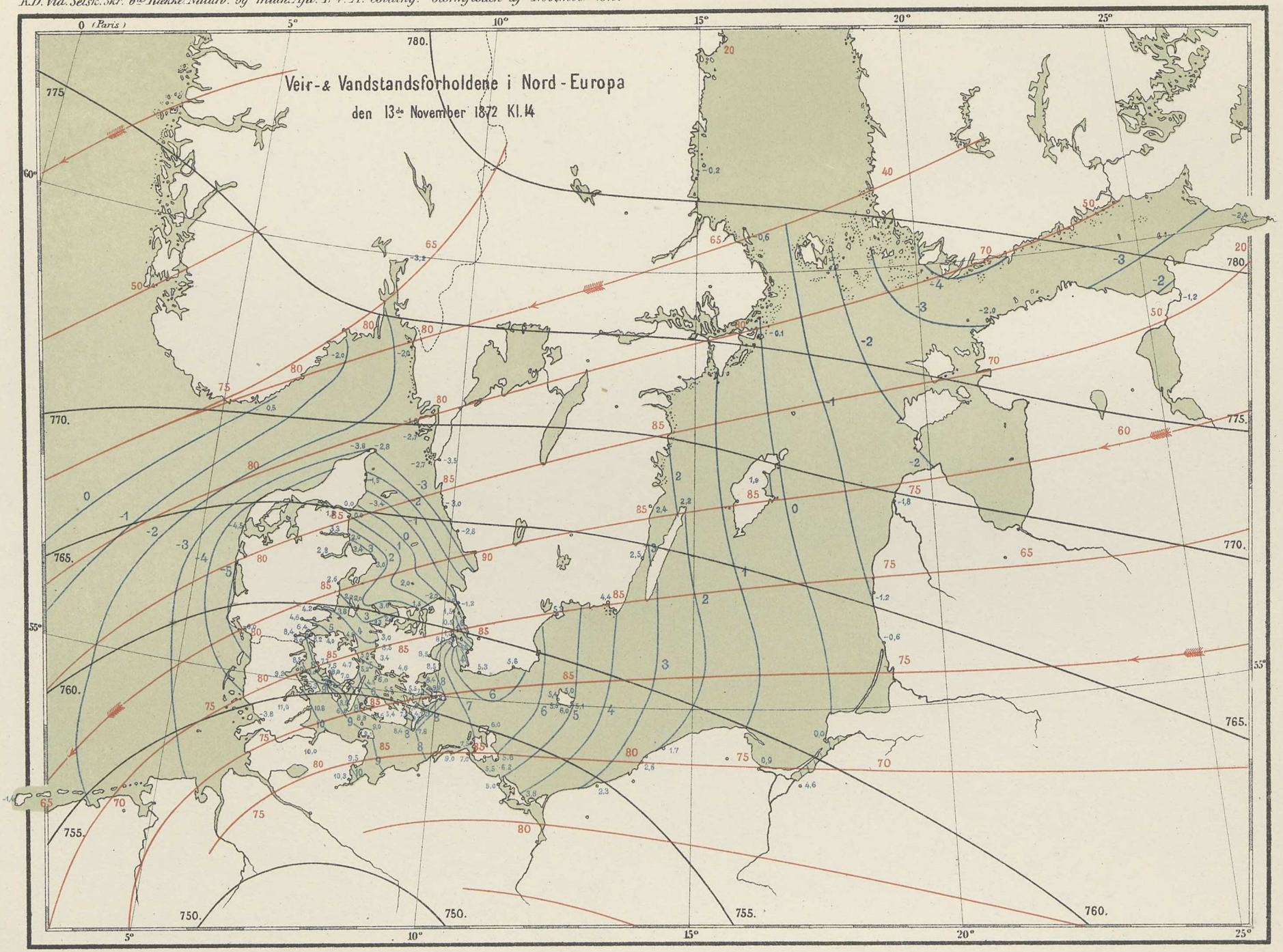

Veir- & Vandstandsforholdene i Nord-Europa
den 12te November 1872 Kl. 18
0 (Paris)
5°
10°
15°
20°
25°
60°
55°
780.
775.
770.
765.
760.
755.

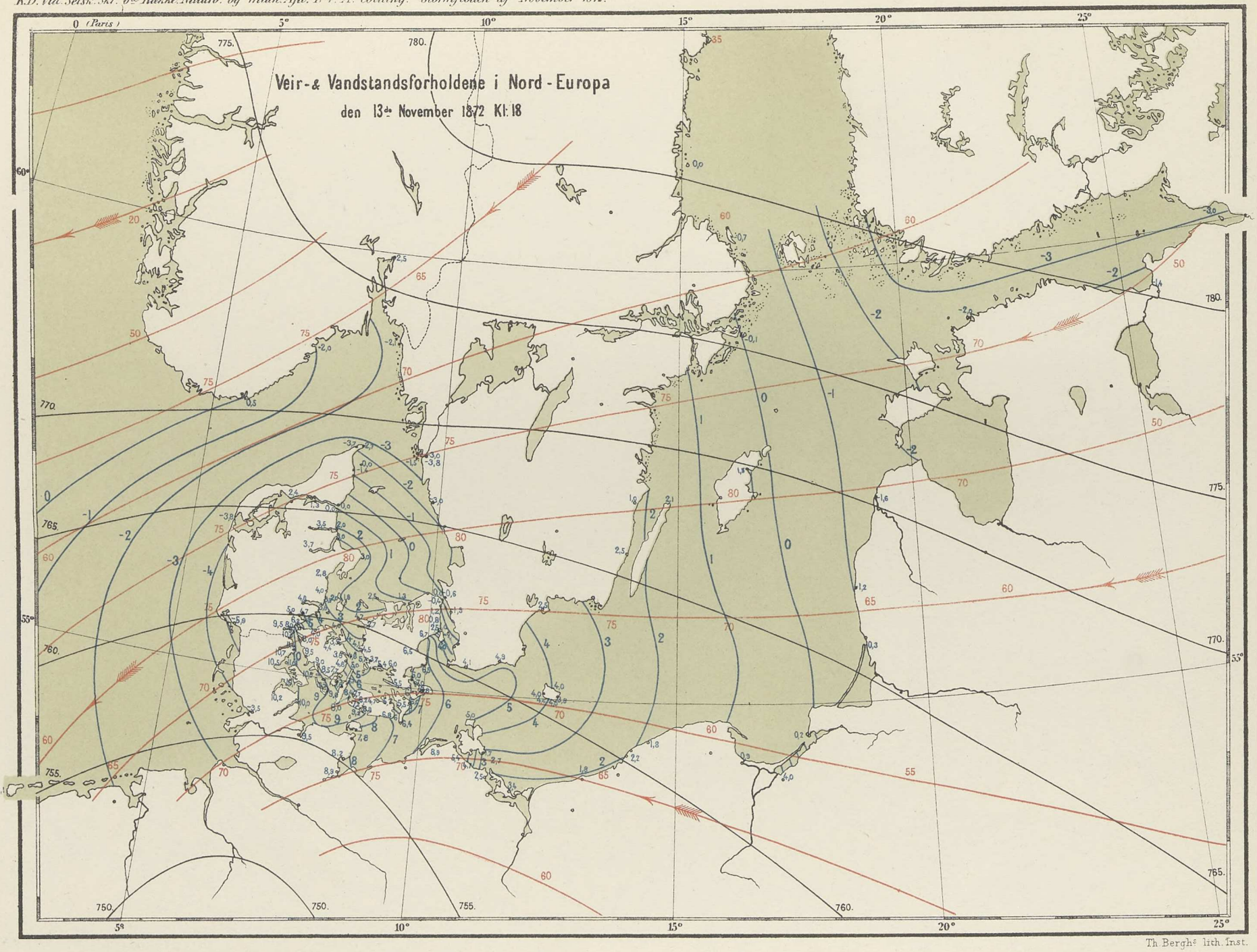

Veir- & Vandstandsforholdene i Nord-Europa
den 12te November 1872 Kl. 24 Midnat.
0 (Paris)
5°
10°
15°
20°
25°
60°
55°
775
770
765
760
755
780
40
50
60
65
70
75
80
85


Veir- & Vandstandsforholdene i Nord-Europa
den 13de November 1872 Kl. 6
0 (Paris)
5°
10°
15°
20°
25°
60°
55°
780.
775.
770.
765.
760.
755.
750.

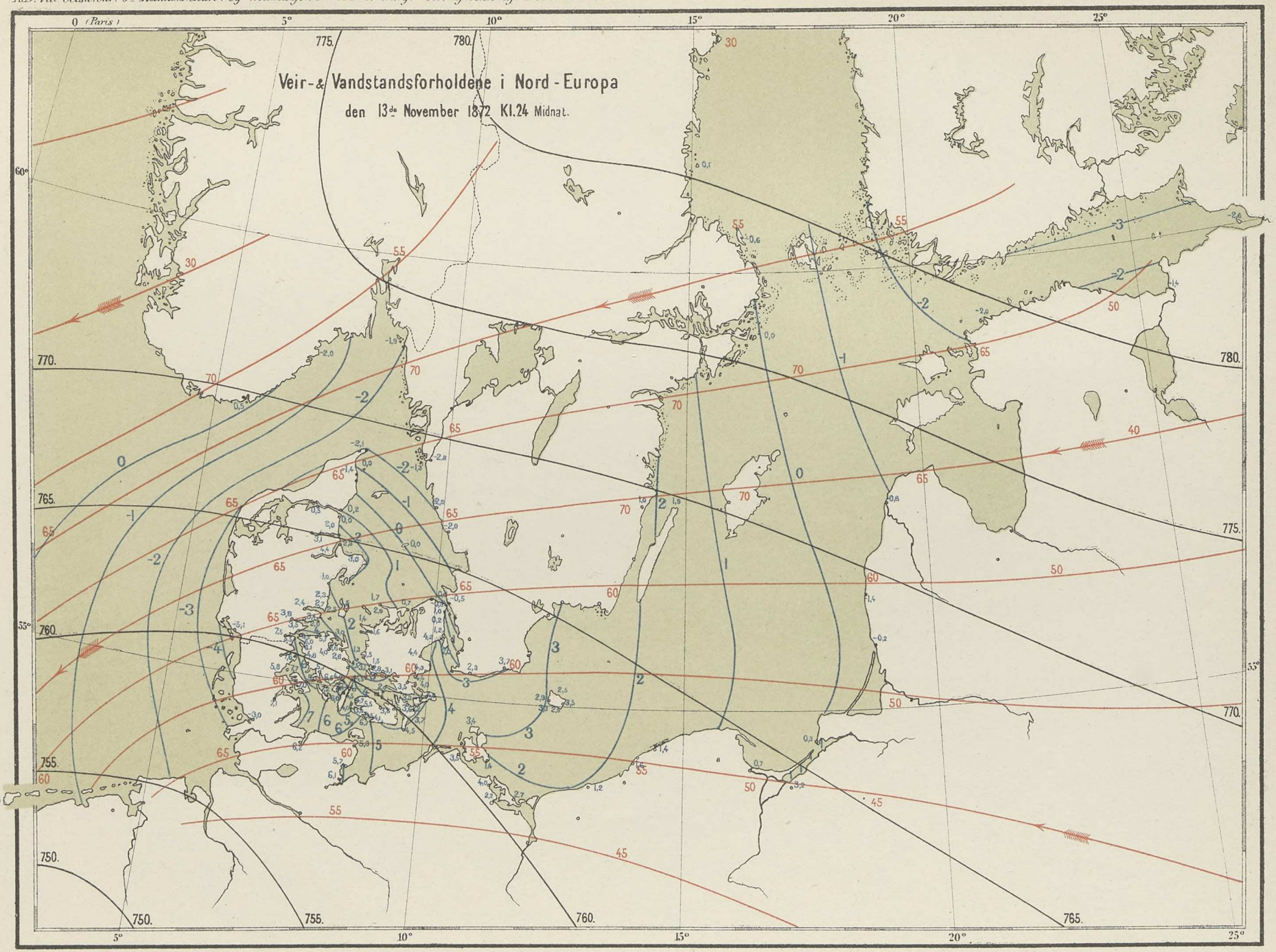


Th. Berghs lith. Inst.


Veir- & Vandstandsforholdene i Nord-Europa
den 13de November 1872 Kl. 14
0 (Paris)
5°
10°
15°
20°
25°
60°
55°
780.
775.
770.
765.
760.
755.
750.



Th. Berghs lith. Inst.


Veir- & Vandstandsforholdene i Nord-Europa
den 13de November 1872 Kl. 24 Midnat.
0 (Paris)
5°
10°
15°
20°
25°
60°
55°
775.
780.
770.
765.
760.
755.
750.

Danmarks Tekniske Informationscenter DTU
Teknologihistorisk Samling

TB
551.46
Col
475771
1881
300218160
DTU Tekinfo
Danmarks Tekniske Informationscenter