

De waterstanden op een of meer dagen na de waarneming meenden wij van te voren niet buiten rekening te kunnen laten, hoewel het te verwachten is, dat het slibgehalte in den regel meer afhankelijk zal zijn van de waterstanden welke *voor*, dan van die welke *na* de waarneming voorkwamen.

Op grond van de betrekking, die bij onveranderlijken rivierstand tusschen waterstand en slibgehalte bleek te bestaan is er eenige reden, om te onderstellen, dat ook bij veranderlijken rivierstand het verband tusschen slibgehalte en waterstanden door eene vergelijking van den eersten graad kan voorgesteld worden, in welk geval men dus mag stellen:

$$s = \mathcal{L} + \beta h + \gamma_1 h' + \gamma_2 h'' + \dots + \delta_1 h_1 + \delta_2 h_2 + \dots$$

indien \mathcal{L} , β , γ_1 , γ_2 , \dots , δ_1 , δ_2 , \dots nader te bepalen coëfficiënten voorstellen.

Ten einde niet in te uitvoerige berekeningen te vervallen hebben wij in bovenstaande formule alleen in aanmerking genomen den waterstand van den dag der waarneming, den waterstand op twee dagen na de waarneming en de waterstanden op twee en vier dagen voor de waarneming, waardoor de formule den volgende vorm verkreeg:

$$s = \mathcal{L} + \beta h + \gamma_2 h'' + \delta_2 h_2 + \delta_4 h_4.$$

De coëfficiënten \mathcal{L} , β , γ_2 , δ_2 en δ_4 zijn door toepassing van de methode der kleinste vierkanten bepaald uit de helft der waarnemingen, welke in bovengenoemd tijdvak van 19 September 1882—13 Maart 1883 te Pannerden plaats hadden. (1)

De waarnemingen echter waarbij het slibgehalte grooter dan 1500 d.G. per M³. bedroeg, hebben wij buiten rekening gelaten, omdat al spoedig bleek, dat voor die slibgehalten de formule volstrekt niet geldig was.

Als resultaat der berekening van de coëfficiënten is voor het slibgehalte te Pannerden de volgende formule gevonden:

$$(A) \quad s = -1330 + 164 h + 118 h_2 - 293 h_4 + 159 h''$$

indien het slibgehalte in d.G. per M³. water en de waterstanden in Meters boven A.P. zijn uitgedrukt.

Nadat deze formule bepaald was is onderzocht of ook eenvoudiger formules konden toegepast worden.

Hierdoor is gebleken, dat de nauwkeurigheid waarmede de formule de slibgehalten gedurende het beschouwde tijdvak aangeeft zeer weinig vermindert, indien de formule alleen de grootheden h , h_2 en h_4 bevat en dus de waterstand h'' op 2 dagen na de waarneming buiten rekening wordt gelaten.

Door berekening der coëfficiënten voor dat geval verkrijgt men de formule.

$$(B.) \quad s = -1350 + 434 h - 40 h_2 - 245 h_4.$$

Wanneer men op deze wijze voortgaat en achtereenvolgens een der waterstanden h , h_2 of h_4 buiten rekening laat, dan blijkt, dat de nauwkeurigheid der formule belangrijk vermindert, indien men den waterstand h of h_4 buiten beschouwing laat, doch, dat die nauwkeurigheid slechts zeer weinig vermindert, wanneer de waterstand h_2 uit de formule wordt gelaten. (2)

(1) De coëfficiënten zijn berekend door te onderstellen, dat de som der vierkanten van de werkelijke verschillen tusschen de waargenomen en berekende slibgehalten een minimum moest worden. Wellicht ware het juister geweest, om de som der vierkanten van de betrekkelijke verschillen tot een minimum te maken.

(2) Dat de nauwkeurigheid van de formules A, B en C weinig verschilt blijkt uit eene vergelijking van de sommen der vierkanten der verschillen tusschen de waargenomen en de berekende slibgehalten.

Men heeft namelijk voor de vier en twintig waarnemingen, die tot bepaling der coëfficiënten zijn gebruikt, volgens formule A, $[\delta\delta] = 349000$;

" B, " = 387000;

" C, " = 390000;

terwijl wanneer de formule alleen de waterstanden h en h_2 bevat wordt gevonden $[\delta\delta] = 577000$.

Men vindt alsdan:

$$(C.) \quad s = -1350 + 414 h - 265 h_4. \quad (1)$$

De uitkomsten, welke men verkrijgt door met formule *C* de slibgehalten gedurende het tijdvak 19 September 1882—13 Maart 1883 te berekenen, zijn in den volgenden staat verzameld, waarin de waarnemingen, welke tot bepaling van de coëfficiënten gediend hebben, onderstreept zijn.

Vergelijking tusschen waargenomen en berekende slibgehalten te Pannerden.

DATUM.	Slibgehalte in d. G. per M ³ . water.		DATUM.	Slibgehalte in d. G. per M ³ . water.		DATUM.	Slibgehalte in d. G. per M ³ . water.	
	volgens waar- neming.	volgens bereke- ning met formule (C).		volgens waar- neming.	volgens bereke- ning met formule (C).		volgens waar- neming.	volgens bereke- ning met formule (C).
19 September 1882	<u>628</u>	470	17 November 1882	<u>1210</u>	870	16 Januari 1883	<u>238</u>	400
22 " "	<u>828</u>	490	21 " "	<u>413</u>	940	19 " "	<u>226</u>	200
26 " "	<u>868</u>	1090	24 " "	<u>374</u>	530	23 " "	<u>223</u>	410
29 " "	<u>599</u>	40	28 " "	<u>1239</u>	1490	26 " "	<u>256</u>	330
3 October "	<u>631</u>	660	1 December "	<u>2488</u>	960	30 " "	<u>245</u>	390
6 " "	<u>607</u>	630	5 " "	<u>603</u>	800	2 Februari "	<u>598</u>	640
10 " "	<u>741</u>	590	8 " "	<u>681</u>	540	6 " "	<u>233</u>	350
13 " "	<u>355</u>	280	12 " "	<u>386</u>	740	9 " "	<u>189</u>	220
17 " "	<u>1010</u>	840	15 " "	<u>250</u>	300	13 " "	<u>173</u>	300
20 " "	<u>484</u>	30	19 " "	<u>260</u>	430	16 " "	<u>216</u>	340
24 " "	<u>348</u>	380	22 " "	<u>270</u>	290	20 " "	<u>195</u>	410
27 " "	<u>597</u>	460	26 " "	<u>254</u>	500	23 " "	<u>257</u>	290
31 " "	<u>624</u>	680	29 " "	<u>1115</u>	1160	27 " "	<u>126</u>	290
3 November "	<u>400</u>	340	2 Januari 1883	<u>1685</u>	1330	2 Maart "	<u>109</u>	210
7 " "	<u>384</u>	510	5 " "	<u>1030</u>	950	6 " "	<u>119</u>	140
10 " "	<u>511</u>	520	9 " "	<u>625</u>	1100	9 " "	<u>81</u>	130
14 " "	<u>1883</u>	1180	12 " "	<u>314</u>	570	13 " "	<u>111</u>	110

(1) De omstandigheid, dat de nauwkeurigheid dezer formule veel grooter is dan die van eene formule, waarbij alleen de waterstanden h en h_2 voorkomen, doet vermoeden dat die nauwkeurigheid wellicht nog grooter zou worden indien ook de waterstanden van meer dan vier dagen voor de waarneming in rekening werden gebracht.

De waargenomen en berekende slibgehalten van bovenstaanden staat zijn op plaat 22 graphisch voorgesteld.

Wanneer men die teekening beschouwt dan blijkt, dat de lijnen, welke de berekende en waargenomen slibgehalten voorstellen over het algemeen een vrij gelijk beloop hebben, hoewel zij op vele plaatsen belangrijke verschillen vertoonen. Voorts blijkt, dat voor die gevallen waarbij het waargenomen slibgehalte zeer groot was het berekende slibgehalte in het geheel niet met het waargenomen overeenkwam.

Hoewel wij dus geenszins zullen beweren, dat bovenstaande formule alle veranderingen aangeeft, welke het slibgehalte bij veranderlijken rivierstand vertoont, zoo meenen wij toch dat men uit plaat 22 de gevolgtrekking mag maken:

dat het slibgehalte, met uitzondering van die gevallen waarbij het zeer groot is, bij veranderlijke rivierstanden veranderingen ondergaat, die niet grillig zijn, maar eene bepaalde wet volgen, welke voor het tijdvak van 19 September 1832—13 Maart 1883 ongeveer door de bovengegeven formule uitgedrukt kan worden.

Vergelijking tusschen de slibgehalten op verschillende plaatsen langs de Rijntakken.

§ 32. Uit eene beschouwing der platen werd reeds afgeleid, dat met uitzondering van Nijmegen de slibgehalten, welke in de platen waren aangegeven, voor verschillende plaatsen langs de Rijntakken in den regel veel overeenkomst vertoonen.

Dit kan nog nader aangetoond worden door voor verschillende plaatsen van waarneming de gemiddelde slibgehalten in functie van de waterstanden aan een zelfde peilschaal bijv. aan die te Pannerden uit te drukken.

Hiertoe is het noodig de waterstanden aan de peilschalen, ten opzichte waarvan de slibgehalten van de verschillende plaatsen langs de Rijntakken zijn opgegeven, uit te drukken in functie van de waterstanden te Pannerden. Door vergelijking van een groot aantal gelijktijlig voorgekomen waterstanden zijn de volgende formules gevonden, waarin wederom h_P voorstelt den waterstand te Pannerden, h_N dien te Nijmegen enz.:

$$\begin{aligned} \text{voor Nijmegen} & \quad h_N = - 3.67 + 1.184 h_P \\ \text{» St. Andries (Waal)} & \quad h_{St.A} = - 6.14 + 1.001 h_P \\ \text{» Westervoort} & \quad h_W = - 0.28 + 0.933 h_P \end{aligned}$$

Substitueert men deze waarden in de formules van bladz. 37 dan verkrijgt men de volgende formules, waardoor de gemiddelde slibgehalten op verschillende plaatsen in functie van de waterstanden te Pannerden uitgedrukt worden. (1)

$$\begin{aligned} \text{voor Pannerden} & \quad s_P = - 1292 + 162 h_P \\ \text{» Nijmegen} & \quad s_N = - 1660 + 229 h_P \\ \text{» St. Andries (Waal)} & \quad s_{St.A} = - 1010 + 137 h_P \\ \text{» Westervoort} & \quad s_W = - 1218 + 156 h_P \\ \text{» Kampen} & \quad s_K = - 762 + 108 h_P \end{aligned}$$

De lijnen, welke door deze formules worden voorgesteld, zijn op plaat 22 in teekening gebracht. Zoowel uit de formules als uit plaat 22 blijkt duidelijk, dat de gemiddelde slibgehalten te Pannerden, St. Andries (Waal) en Westervoort ongeveer gelijk zijn. De onderlinge verschillen

(1) Hoewel de formule voor Pannerden afgeleid is uit de waarnemingen van het tijdvak April 1869—1885 en de formules voor de overige plaatsen uit die van het tijdvak Juli 1879—1884, zoo kunnen die toch onderling vergeleken worden, daar zooals uit staat A van blz. 30 blijkt er geen belangrijke verschillen bestaan tusschen de gemiddelde slibgehalten te Pannerden van beide tijdvakken.

zijn zoo klein, dat die zeer goed alleen veroorzaakt kunnen zijn door kleine onzekerheden in de verschillende berekeningen, welke voor het afleiden der formules noodig waren.

Voorts blijkt, dat het slibgehalte te Kampen bij lage waterstanden ongeveer gelijk, doch bij hooge waterstanden kleiner is dan de slibgehalten op de bovengenoemde drie plaatsen.

Eindelijk blijkt, dat het slibgehalte te Nijmegen bij alle waterstanden veel grooter is en bij middelbare waterstanden bijna het dubbel bedraagt van de slibgehalten te Pannerden, Westervoort en St. Andries (Waal).

Alvorens uit deze verschijnselen eene gevolgtrekking te maken zal het noodig zijn ook de slibgehalten te Arnhem, te Krimpen a/d Lek en te Dordrecht met die der overige plaatsen te vergelijken.

Daar echter op deze plaatsen slechts gedurende een kort tijdvak waarnemingen hebben plaats gehad, zoo kon voor die plaatsen de betrekking tusschen slibgehalte en waterstand niet met voldoende nauwkeurigheid opgemaakt worden, daarom is voor bovengenoemde vergelijking een anderen weg gevolgd en zijn de verschillen opgemaakt tusschen de slibgehalten, welke op die plaatsen en op andere plaatsen gelijktijdig werden waargenomen.

Zoo zijn bijv. de waarnemingen, welke in 1883 en 1884 te Arnhem werden gedaan vergeleken met die, welke gelijktijdig te Westervoort werden gedaan.

Hierdoor is gebleken, dat bij 61 procent van alle gedurende die twee jaren gedane waarnemingen het slibgehalte te Arnhem grooter, en bij 39 procent kleiner werd waargenomen dan te Westervoort.

Het gemiddeld verschil tusschen de slibgehalten op beide plaatsen bedroeg 17 d.G. per M³. water voor het jaar 1883 en 9 d.G. voor het jaar 1884, in dien zin dat het gemiddelde der slibgehalten te Arnhem grooter was dan te Westervoort.

De verschillen vertoonden over het algemeen geen regelmaat maar schenen een toevallig karakter te hebben, alleen kwamen enkele malen reeksen voor, waarbij de verschillen voor verscheidene op elkander volgende waarnemingen hetzelfde teeken behielden. Wij hebben onderzocht of het teeken van het verschil ook eenige afhankelijkheid vertoonde van de windrichting bij den kop van den IJssel tijdens de waarneming, doch hebben een dergelijken invloed niet kunnen constateeren.

De vergelijking van de gelijktijdig verrichte waarnemingen te Arnhem en Westervoort geeft dus aanleiding om te onderstellen, dat er geen bepaald verschil tusschen de slibgehalten op beide plaatsen bestaat.

De waarnemingen te Krimpen zijn vergeleken met de gelijktijdig gedane waarnemingen te Pannerden, terwijl de verschillen tusschen de slibgehalten op beide plaatsen gerangschikt zijn volgens de waterstanden te Pannerden. De waarnemingen bij waterstanden te Pannerden lager dan 9 M + A.P. of hooger dan 14 M + A.P. zijn wegens het geringe aantal buiten beschouwing gelaten.

De resultaten dezer vergelijking zijn in den volgende staat verzameld.

Gemiddelde verschillen tusschen de slibgehalten te Krimpen a/d Lek en te Pannerden gedurende 1879 (Juli) — 1882.

(+ duidt aan, dat het slibgehalte te Krimpen grooter, — dat dit kleiner was dan te Pannerden).

Rivierstanden te Pannerden in M. + A.P.				
9.01—10.00.	10.01—11.00.	11.01—12.00.	12.01—13.00.	13.01—14.00.
d.G.	d.G.	d.G.	d.G.	d.G.
+ 239	+ 157	+ 23	+ 5	— 108

Uit deze vergelijking volgt, dat bij rivierstanden te Pannerden lager dan 11.00 M + A.P. het slibgehalte te Krimpen gemiddeld grooter was dan te Pannerden, dat bij rivierstanden

van ongeveer 11 tot 13 M + A.P. te Pannerden, de slibgehalten op beide plaatsen zeer weinig verschilden, terwijl bij hoogere rivierstanden het slibgehalte te Pannerden grooter schijnt geweest te zijn dan te Krimpen.

De waarnemingen te Dordrecht zijn vergeleken met die te St. Andries (Waal) waarvan de resultaten in den volgenden staat zijn samengevat.

Gemiddelde verschillen tusschen de slibgehalten te Dordrecht en te St. Andries (Waal) gedurende 1879 (Juli) — 1882.

(+ duidt aan dat het slibgehalte te Dordrecht grooter, — dat dit kleiner was dan te Pannerden).

Rivierstanden te St. Andries in M. + A.P.				
Beneden 4.00.	4.01—5.00.	5.01—6.00.	6.01—7.00.	7.01 en hooger.
d.G.	d.G.	d.G.	d.G.	d.G.
— 53	— 105	— 148	+ 47	+ 110

Uit deze vergelijking valt eenigszins af te leiden, dat bij lage en middelbare rivierstanden het slibgehalte te Dordrecht kleiner en bij hoge rivierstanden grooter is geweest dan te St. Andries (Waal), met volkomen zekerheid is deze gevolgtrekking niet te maken daar de verschillen niet regelmatig met de rivierstanden veranderen.

Men mag echter uit bovenstaande staten wel afleiden, dat de slibgehalten te Dordrecht en Krimpen over het algemeen niet belangrijk verschillen van de slibgehalten te Pannerden en te St. Andries (Waal), althans daarmede veel meer overeenkomst vertoonen dan bijv. met de slibgehalten te Nijmegen.

Voor Gorinchem weken de slibgehalten *geheel* af van- en waren veel grooter dan de slibgehalten op de overige plaatsen langs de Rijntakken, hetgeen onmiddellijk blijkt door vergelijking van de gemiddelde slibgehalten te Gorinchem met die te St. Andries of Dordrecht, welke alle drie ten opzichte van de waterstanden aan de peilschaal te St. Andries zijn opgegeven. (Zie de staten C en F en Pl. XXI).

Wanneer wij ten slotte de resultaten samenvatten van de vergelijking der slibgehalten op de verschillende plaatsen langs de Rijntakken, dan is gebleken:

1°. dat de slibgehalten te Pannerden, Westervoort, St. Andries (Waal) en Arnhem nagenoeg gelijk zijn;

2°. dat het slibgehalte te Kampen eenigszins kleiner is dan op bovengenoemde plaatsen. en wel meer daarmede verschilt naarmate de waterstanden hooger zijn;

3°. dat de slibgehalten te Krimpen en Dordrecht gemiddeld veel overeenkomst vertoonen met de slibgehalten op de bovengenoemde plaatsen langs de Rijntakken;

4°. dat de slibgehalten te Nijmegen en te Gorinchem geheel afwijken van, en *veel grooter zijn* dan de slibgehalten op de overige plaatsen langs de Rijntakken.

Wij meenen uit deze resultaten de gevolgtrekking te kunnen maken, dat het slibgehalte van den Rijn gedurende zijn loop langs verschillende takken door ons land tot aan de benedenrivieren waarschijnlijk slecht weinig verandering ondergaat, en dat er eenige reden is, om te onderstellen, dat er bij de waarnemingen te Nijmegen en Gorinchem bijzondere geheel lokale invloeden in het spel geweest zijn.

De afwijking, welke het slibgehalte te Kampen ten opzichte van de slibgehalten op de overige plaatsen vertoont is met bovengenoemde resultaten niet in strijd, immers die afwijking kan gedeeltelijk het gevolg zijn van de omstandigheid, dat de IJssel tusschen

Westervoort en Kampen het water van verschillende kleine zijrivieren opneemt, welke vermoedelijk minder slibrijk zijn dan de Rijn.

Dat er afwijkingen bestaan tusschen de slibgehalten te Krimpen a/d Lek en Dordrecht met de slibgehalten op de overige plaatsen behoeft zekerniet te verwonderen daar genoemde plaatsen aan een benedenrivier zijn gelegen waar zowel eb- als vloedstroom gaat, waarvan eenige invloed op het slibgehalte van het water wel te verwachten was, en wat Dordrecht betreft zoo is het slibgehalte op die plaats ook eenigermate afhankelijk van het slibgehalte van het water der Maas.

De afwijkingen der slibgehalten te Nijmegen en Gorinchem met de slibgehalten van overige plaatsen zijn echter niet verklaarbaar, en geven aanleiding tot het maken van twee onderstellingen.

Men kan namelijk onderstellen, dat de waarnemingen te Nijmegen en te Gorinchem geheel te vertrouwen zijn en dus de rivier op die plaatsen een geheel ander slibgehalte heeft dan het Pannerdensch Kanaal, de Neder-Rijn en de IJssel, of men kan onderstellen dat bijzondere lokale invloeden de slibgehalten te Nijmegen en Gorinchem veel te groot hebben doen vinden.

Gaat men van de eerste onderstelling uit, dan zou men daarbij tevens moeten aannemen, dat het slibgehalte van de Waal en van de Merwede van de eene tot de andere plaats *zeer* veranderlijk was, om de verschillen tusschen de slibgehalten te Nijmegen, St. Andries, Gorinchem en Dordrecht te kunnen verklaren.

Op zich zelf zou het geenszins onmogelijk of onwaarschijnlijk zijn, dat het slibgehalte der Waal geheel zou afwijken van de slibgehalten van den Rijn en den IJssel, evenmin zou het onmogelijk of onwaarschijnlijk zijn, dat het slibgehalte der Waal van de eene tot de andere plaats zou veranderen, doch hoewel niet onmogelijk zou het bij die onderstellingen toch *zeer onwaarschijnlijk* zijn, dat het slibgehalte te St. Andries bijna volkomen overeenstemde met het slibgehalte te Pannerden en het slibgehalte te Dordrecht met dat te St. Andries veel overeenstemming vertoonde.

Op grond van het bovenstaande meenen wij, dat er eenige reden is om de tweede onderstelling aan te nemen, en dus te onderstellen, dat door bijzondere lokale invloeden de slibgehalten te Nijmegen en Gorinchem te groot zijn gevonden.

In deze meening worden wij versterkt door de omstandigheid, dat de waarnemingen te Gorinchem ook in een ander opzicht eene belangrijke afwijking vertoonden met de waarnemingen op de overige plaatsen.

Terwijl namelijk op alle overige plaatsen langs de rivieren de stoffen, welke het rivierwater bevatte uitsluitend uit slibdeelen bestonden, was dit te Gorinchem niet het geval en bestonden die stoffen voor een deel en soms zelfs voor een groot deel uit zand of grintzand.

Wat Nijmegen betreft, worden wij in die meening versterkt door de omstandigheid, dat de afwijking van het slibgehalte te Nijmegen van het slibgehalte op de overige plaatsen niet altijd aanwezig geweest is en verder iets onregelmatigs vertoont.

Wanneer men namelijk de platen 6—11 beschouwt dan blijkt, dat de bedoelde afwijking van het slibgehalte te Nijmegen in het jaar 1879 nagenoeg niet bestond, in het jaar 1880 niet voortdurend bestaan heeft en geenszins zoo groot was als in de volgende jaren, en in de jaren 1881 en 1884 gedurende enkele maanden niet voorgekomen is.

Welke bijzondere lokale invloeden de bedoelde afwijkingen veroorzaakt hebben is thans niet meer na te gaan, het schijnt ons echter niet onwaarschijnlijk, dat het stooten met den waterschepper tegen den bodem daaronder behoort. Wanneer dit het geval is geweest dan zouden althans de afwijkingen der waarnemingen te Gorinchem zowel wat de grootte van het slibgehalte als wat de samenstelling der slib aldaar betreft geheel te verklaren zijn. De afwijkingen der waarnemingen te Nijmegen zijn met die onderstelling echter minder goed te verklaren.

Ten slotte kunnen wij niet ontkennen, dat de waarnemingen te Gorinchem en Nijmegen eenige onzekerheid laten in de gevolgtrekking, welke boven omtrent de slibgehalten der verschillende Rijntakken werd gemaakt.

Buitengewoon groote en kleine slibgehalten.

§ 32. Ten einde eenige gegevens te verstrekken omtrent het aantal malen, dat op verschillende plaatsen buitengewoon groote slibgehalten zijn voorgekomen, alsmede omtrent het grootste en kleinste slibgehalte, dat op elke plaats is waargenomen, zijn de volgende staten samengesteld, die geen nadere toelichting behoeven.

STAAT A aangevende het aantal malen, dat op de verschillende plaatsen de hieronder opgegeven slibgehalten werden waargenomen.

Plaatsen van waarneming.	Tijdvakken der waarnemingen.	Slibgehalten in d. G. per M ³ . water.									Aantal malen dat het slibgehalte gelijk of grooter was dan 1000 d. G.	
		1000—1499	1500—1999	2000—2499	2500—2999	3000—3499	3500—3999	4000—4499	4500—4999	5000 en meer.	Totaal.	Gemiddeld per jaar.
Pannerden	April 1869-1885	78	22	9	4	3	—	—	—	—	116	± 7
Nijmegen	Juli 1879-1884	90	22	11	6	1	—	—	—	—	192	„ 24
St. Andries (Waal)	„ „ - „	21	8	—	1	2	—	—	—	—	32	„ 6
Westervoort	„ „ - „	20	4	2	2	—	—	—	—	—	28	„ 5
Kampen	„ „ - „	5	2	—	1	1	—	—	1	—	10	„ 2
Arnhem	1883-1884	5	1	—	—	—	—	—	—	—	6	„ 3
Gorinchem	Juli 1879-1882	73	45	32	27	19	15	5	5	13	234	„ 67
Dordrecht	„ „ - „	16	6	3	1	1	1	—	—	—	28	„ 8
Krimpen a/d Lek.	„ „ - „	24	10	1	1	—	—	—	—	—	36	„ 10
Maastricht	„ „ -1885	42	25	7	4	3	—	—	—	2	83	„ 13
St. Andries (Maas)	„ „ -1884	4	1	1	2	—	—	—	—	—	8	„ 1
Hoek van Holland	„ „ -1882	52	33	18	13	7	2	2	4	3	134	„ 38
Zijpe	Sept. „ -1882	67	28	18	15	7	4	5	3	12	159	„ 42
Mosselkreek	„ „ - „	30	7	7	2	—	1	—	3	2	52	„ 16
Eendracht	Oct. „ -1882	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	„ 1

STAAT **B** bevattende de grootste slibgehalten in d. G. per. M³.
water op de verschillende plaatsen waargenomen in elk jaar
van het tijdvak 1879—1885.

Plaatsen van waarneming.	(1) 1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	Aanmerkingen.
Pannerden (2)	2195	2804	¹⁾ 3106	2488	1685	1163	2492	¹⁾ 9 September.
Nijmegen.	3177	2537	4118	2900	²⁾ 5106	1163	—	²⁾ 9 Januari.
St. Andries (Waal)	1932	2596	³⁾ 3368	3340	1804	979	—	³⁾ 9 September.
Westervoort	1406	2070	⁴⁾ 2892	2604	1500	1081	—	⁴⁾ 9 September.
Kampen	923	3491	1359	⁵⁾ 4559	946	851	—	⁵⁾ 5 December.
Arnhem.	—	—	—	—	⁶⁾ 1905	1107	—	⁶⁾ 2 Januari.
Gorinchem	¹⁰⁾ 11741	9332	9502	3762	—	—	—	⁷⁾ 12 December.
Dordrecht	3469	2274	1941	¹¹⁾ 3819	—	—	—	⁸⁾ 18 Januari.
Krimpen a/d Lek	⁹⁾ 2548	1768	1677	1525	—	—	—	⁹⁾ 14 November.
Maastricht	1632	2550	1921	⁷⁾ 5980	3021	3457	2651	¹⁰⁾ 23 December.
St. Andries (Maas)	1932	2750	⁸⁾ 2864	2157	963	669	—	¹¹⁾ 1 December.
Hoek van Holland	1948	¹²⁾ 7940	6333	7925	—	—	—	¹²⁾ 9 November.
Zijpe	6460	¹³⁾ 11980	8624	5567	—	—	—	¹³⁾ 27 Februari.
Mosselkreek	2383	4907	1387	¹⁴⁾ 8144	—	—	—	¹⁴⁾ 7 April.
Eendracht	823	1060	¹⁵⁾ 1408	816	—	—	—	¹⁵⁾ 4 Maart.

(1) De opgaven hebben voor Pannerden betrekking op het geheele jaar 1879, voor de *overige plaatsen* op de laatste helft van dat jaar.

(2) De grootste slibgehalten, die gedurende het tijdvak 1869—1878 te Pannerden werden waargenomen, bedroegen in:

1869	2037 d. G.	1874	3318 d. G.
1870	1753 „	1875	2528 „
1871	2086 „	1876	3058 „
1872	2583 „	1877	1746 „
1873	2700 „	1878	1462 „

STAAT C bevattende de kleinste slibgehalten in d. G. per M³.
water op de verschillende plaatsen waargenomen in elk jaar
van het tijdvak 1879—1885.

Plaatsen van waarneming.	(1) 1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885
Pannerden	25	43	83	77	73	70	95
Nijmegen	65	125	105	152	372	167	—
St. Andries (Waal)	102	158	79	58	127	109	—
Westervoort	172	84	83	67	145	135	—
Kampen	98	101	60	101	89	91	—
Arnhem	—	—	—	—	84	92	—
Gorinchem	108	209	101	146	—	—	—
Dordrecht	49	70	80	15	—	—	—
Krimpen a/d Lek	284	173	154	167	—	—	—
Maastricht	52	35	55	64	81	66	91
St. Andries (Maas)	137	137	120	103	88	105	—
Hoek van Holland	169	203	103	126	—	—	—
Zijpe	262	152	169	119	—	—	—
Mosselkreek	200	22	107	128	—	—	—
Eendracht	52	23	29	29	—	—	—

Uit staat B volgt, dat het grootste slibgehalte, dat op de bovenrivieren werd waargenomen voor de Rijntakken bedroeg 5106 d.G. te Nijmegen en voor de Boven-Maas 5980 d. G. te Maastricht, terwijl het grootste slibgehalte, dat op de benedenrivieren of Zeeuwsche Stroomen werd waargenomen bedroeg 11980 d. G. op het Zijpe.

Deze slibgehalten blijven allen nog verre beneden het slibgehalte, dat door den heer van

(1) Zie noot bij staat B.

DER TOORN op de Boven-Maas te Grave werd waargenomen op 20 Januari 1866 ter grootte van ongeveer 20000 d.G. per M³ water.

HOOFDSTUK IV.

Jaarlijksche slibafvoeren.

Jaarlijksche water- en slibafvoer van den Boven-Rijn.

§ 34. Op den Boven-Rijn hebben geen slibwaarnemingen plaats gehad zoodat men ter bepaling van den slibafvoer dezer rivier van de onderstelling moet uitgaan, dat de waargenomen slibgehalten te Pannerden ook voor den Boven-Rijn gelden. Deze onderstelling schijnt ons, op grond van de overeenstemming, die tusschen de slibgehalten op verschillende plaatsen bleek te bestaan, voor dat doel niet gewaagd.

In de nota's betreffende de waarnemingen van het slibgehalte zijn bij de berekening van de waterafvoeren van den Boven-Rijn afvoercijfers gebruikt, die, zooals bij onderzoek gebleken is, waren afgeleid uit de afvoermetingen gedurende het tijdvak 1870—1874.

Daar na 1874 verscheidene afvoermetingen zijn verricht, dienen die afvoercijfers thans herzien te worden. Daartoe hebben wij door gebruikmaking van alle tot dusver gedane waarnemingen graphisch de afvoerlijn geconstrueerd, welke de betrekking tusschen de afvoeren van het Bijlandsch kanaal en de waterstanden te Pannerden aangaf.

Voorts is hetzelfde gedaan voor de waargenomen afvoeren van den Ouden Rijnmond zoodat ook de afvoerlijn voor den Boven-Rijn boven den Ouden-Rijnmond kon bepaald worden.

Het beloop dezer afvoerlijn was tot waterstanden van ongeveer 14 M + A. P. te Pannerden vrij zeker aan te geven, voor hoogere waterstanden was dit echter volstrekt niet het geval en daarvoor zijn dus de aangenomen afvoercijfers onzeker. (1)

Vergelijkt men de op boven omschreven wijze verkregen afvoercijfers voor den Boven-Rijn met die, welke in de verschillende nota's der slibwaarnemingen waren aangenomen, dan blijken de verschillen over het algemeen betrekkelijk klein te zijn, waarom het onnoodig

(1) Wanneer men uittrekt welke hoeveelheid water in verschillende jaren werd afgevoerd bij waterstanden hooger dan 14 M + A. P., dan blijkt die hoeveelheid slechts een zeer klein gedeelte van den jaarlijkschen waterafvoer te bedragen, zoodat zelfs eene groote fout in de aangenomen afvoercijfers voor die hooge waterstanden slechts eene kleine fout in den jaarlijkschen afvoer kan veroorzaken.

Zoo bedroeg bijv. de afvoer bij waterstanden hooger dan 14 M + A. P.:

in 1880	ongeveer	2	procent	van	den	totalen	afvoer	gedurende	dat	jaar;
" 1881	"	4	"	"	"	"	"	"	"	"
" 1882	"	9	"	"	"	"	"	"	"	"
" 1883	"	11	"	"	"	"	"	"	"	"
" 1884	"	0	"	"	"	"	"	"	"	"
" 1885	"	0	"	"	"	"	"	"	"	"

Eene fout van bijv. 20 procent van de afvoercijfers voor waterstanden hooger dan 14 M + A. P. zou dus zelfs voor de jaren 1882 en 1883, waarin buitengewoon hooge waterstanden zijn voorgekomen, slechts eene fout van ongeveer 2 procent van den jaarlijkschen waterafvoer ten gevolge hebben.

werd geacht de berekende jaarlijksche afvoeren, welke in die nota's zijn opgegeven, te wijzen. (1)

Ten einde voor elk jaar den totalen slibafvoer te kunnen opgeven en niet genoodzaakt te zijn dit slechts voor verschillende gedeelten van elk jaar te doen, hebben wij voor de weinige dagen waarop de waarnemingen ontbraken het slibgehalte door interpolatie tusschen de voorgaande en volgende waarneming afgeleid of in verband met de hoogten van den waterstand geschat.

Hoewel de op deze wijze aangenomen slibgehalten natuurlijk hoogst onzeker zijn, is de betrekkelijke invloed hiervan op den jaarlijkschen slibafvoer zeer gering zoolang de afvoer gedurende de dagen waarvoor het slibgehalte moest aangenomen worden slechts een klein gedeelte uitmaakt van den geheelen jaarlijkschen afvoer, en dit was voor alle jaren gedurende het tijdvak 1870—1885 het geval.

Door op bovengenoemde wijze het slibgehalte te bepalen gedurende de weinige dagen, dat de waarnemingen niet plaats hadden is met de vroeger genoemde afvoercijfers de volgende staat samengesteld.

(1) Ter vergelijking van beide afvoercijfers is de volgende staat samengesteld:

Waterstanden te Pannerden. M. + A.P.	Afvoer van den Boven-Rijn voor deze waterstanden.		Verschillen.	
	aangenomen in de nota's over de slib- waarnemingen. M ³ . per seconde.	afgeleid uit alle tot dusver ge- dane waar- nemingen. M ³ . per seconde.	in M ³ .	in procenten der laatste af- voercijfers.
van 8.83 tot 8.92	932	900	— 32	— 3.4
„ 9.33 „ 9.42	1274	1250	— 24	— 1.9
„ 9.83 „ 9.92	1660	1680	+ 20	+ 1.2
„ 10.33 „ 10.42	2090	2080	— 10	— 0.5
„ 10.83 „ 10.92	2565	2580	+ 15	+ 0.6
„ 11.33 „ 11.42	3087	3100	+ 13	+ 0.4
„ 11.83 „ 11.92	3672	3650	— 22	— 0.6
„ 12.33 „ 12.42	4328	4180	— 248	— 5.7
„ 12.83 „ 12.92	5068	4900	— 168	— 3.3
„ 13.33 „ 13.42	5903	5750	— 153	— 2.6
„ 13.83 „ 14.42	6838	6700	— 138	— 2.0
„ 14.33 „ 14.82	7872	7900	+ 28	+ 0.4
„ 14.83 „ 14.92	9007	9150	+ 143	+ 1.6

JAAR.	Waterafvoer van den Boven-Rijn in milliarden M ³ .	Slibafvoer van den Boven-Rijn		Gemiddeld slibgehalte in decigrammen per M ³ . water. (in ronde cijfers.)
		in miljoenen K. G. (1)	in duizendtallen M ³ . (in luchtdrogen toestand) (2)	
1870	64	3 600	2 250	560
1871	66	3 300	2 060	500
1872	71	3 500	2 190	490
1873	62	3 000	1 880	480
1874	43	1 900	1 190	440
1875	68	4 200	2 630	620
1876	87	5 400	3 380	620
1877	86	4 600	2 880	530
1878	91	5 000	3 130	550
1879	94	5 800	3 630	620
1880	84	6 000	3 750	710
1881	78	3 800	2 380	490
1882	85	5 100	3 190	600
1883	78	3 800	2 380	490
1884	60	2 200	1 380	370
1885	65	3 200	2 000	490
Te zamen gedurende 1870-1885 .	1182	64 400	40 300	

(1) Van dezen slibafvoer bedroeg de hoeveelheid, waarvoor het slibgehalte wegens het ontbreken van waarnemingen geschat is:

voor 1870 ongeveer 300 miljoen K.G.

„ 1871 „ 600 „ „

„ 1875 „ 100 „ „

„ 1876 „ 100 „ „

„ 1877 „ 100 „ „

„ 1878 „ 100 „ „

„ 1878 „ 100 „ „

„ 1879 „ 100 „ „

„ 1880 „ 1000 „ „

„ 1881 „ 300 „ „

en voor de overige jaren minder dan „ 100 „ „

(2) Ter berekening van de cijfers voor deze kolom is aangenomen dat een M³. slib in luchtdrogen toestand 1600 K.G. slibstoffen bevat. (Zie hieromtrent het naschrift met bijlage I).

Uit dezen staat volgt, dat gemiddeld gedurende het zestienjarig tijdvak 1870—1885:

de jaarlijksche waterafvoer **74** milliard M³;

de jaarlijksche slibafvoer ongeveer **4** milliard K. G. of 2,5 miljoen M³; en

het gemiddeld slibgehalte **540** d. G. per M³. water bedroeg.

Denkt men zich deze gemiddelde jaarlijksche water- en slibafvoeren gelijkmatig verspreid over de geheele oppervlakte van het stroomgebied van den Rijn, dat ongeveer 15,7 miljoen H.A. groot is, dan zou de dikte van de waterlaag ongeveer 0,47 Meter en van de sliblaag in luchtdrogen toestand ongeveer 0,016 millimeter bedragen.

Jaarlijksche water- en slibafvoer van de Waal.

§ 35. Uit de gegevens, welke omtrent den water- en slibafvoer der Waal in de nota's over de waarnemingen van het slibgehalte in verschillende jaren voorkomen, is de volgende staat samengesteld.

J A A R.	Waterafvoer der Waal in milliarden M ³ .	Slibafvoer der Waal volgens de waarnemingen.			
		te Nijmegen.		te St. Andries.	
		in millioenen K. G.	in duizendtallen M ³ . (1) (in luchtdrogen toestand).	in millioenen K. G.	in duizendtallen M ³ . (1) (in luchtdrogen toestand).
1879 (2de helft).	24	1 800	1 130	1 800	1 130
1880	59	5 000	3 130	4 400	2 750
1881	52	4 600	2 880	3 100	1 940
1882	61	7 000	4 380	4 100	2 560
1883	57	7 000	4 380	3 200	2 000
1884	41	3 300	2 060	1 700	1 060
Te zamen gedurende Juli 1879—Dec. 1884.	294	28 700	17 960	18 300	11 440

Wanneer dus de waarnemingen voor het slibgehalte te Nijmegen te vertrouwen waren, dan zou uit bovenstaande opgaven volgen, dat gedurende het tijdvak Juli 1879—1884 of ook gedurende het tijdvak 1880—1884 de slibafvoer te Nijmegen ruim 6,5 miljoen M³. grooter is geweest dan te St. Andries.

De afstand van Nijmegen tot St. Andries bedraagt ongeveer 42 000 M., zoodat indien werkelijk te Nijmegen zooveel meer slib dan te St. Andries ware afgevoerd, de gemiddelde slibneerzetting per Meter rivierlengte ruim 150 M³. zou moeten bedragen hebben.

Wanneer men de verhoudingen opmaakt tusschen de berekende slibafvoeren van Nijmegen en St. Andries dan heeft men het volgende:

(1) Zie noot bladz. 54 en Naschrift

In 1879, 2de helft,	was de slibafvoer te Nijmegen = 1.00 slibafvoer te St. Andries;
» 1880,	» » » » » = 1.14 » » » »
» 1881,	» » » » » = 1.48 » » » »
» 1882,	» » » » » = 1.71 » » » »
» 1883,	» » » » » = 2.19 » » » »
» 1884,	» » » » » = 1.94 » » » »

Neemt men in aanmerking, dat de cijfers welke de verhouding tusschen de slibafvoeren van den Boven-Rijn en van de Waal te St. Andries aangeven voor bovenstaande jaren slechts kleine verschillen vertoonen, dan volgt daaruit, dat de verandering der verhouding tusschen de slibafvoeren te Nijmegen en te St. Andries zeer waarschijnlijk door eene verandering van het slibgehalte der rivier te Nijmegen veroorzaakt moet zijn. (1)

Jaarlijksche water- en slibafvoer van den IJssel.

§ 36. De afvoercijfers van den IJssel te Westervoort, welke in de laatste nota's over de slibwaarnemingen voorkomen, vertoonen kleine verschillen met die, welke in de eerste nota's voorkomen. De cijfers der laatste nota's verdienen de voorkeur, daar deze uit een grooter aantal afvoermetingen dan die der eerste nota's zijn afgeleid.

Op grond hiervan zijn aan de opgaven, welke in de eerste nota's voorkomen, kleine wijzigingen gebracht, zoodat de hieronder volgende opgaven berusten op de afvoercijfers welke in de laatste nota's voorkomen. (2)

Voorts zijn de slibafvoeren voor de dagen waarop de waarnemingen ontbraken, evenals zulks voor den Boven-Rijn werd gedaan, door interpolatie bepaald, terwijl voor de dagen waarop wegens ijsbezetting de waterafvoer onbekend was, die afvoer geschat is in verband met de waterstanden welke meer bovenwaarts waar de rivier open was voorkwamen.

De op deze wijze verkregen resultaten zijn in den volgenden staat verzameld.

(1) Voor St. Andries is de waterafvoer gelijk genomen aan den afvoer te Nijmegen, hetgeen in werkelijkheid niet het geval is, daar een gedeelte van het water, dat de Waal bij Nijmegen afvoert boven St. Andries over de Heerwaardensche overlaten naar de Maas stroomt. In de onderstelling echter, dat het slibgehalte te St. Andries overeen zal komen met het slibgehalte der rivier even boven de overlaten. kon uit de waarnemingen te St. Andries de slibafvoer der Waal boven de overlaten berekend worden. De in § 35 voor St. Andries opgegeven water- en slibafvoeren hebben dus betrekking op de Waal boven de overlaten.

(2) Deze afvoercijfers zijn:

voor een waterstand te Westervoort van	8.42 M + A.P. of 1 M. onder M R.	1871—1880	104 M ³ .	per seconde
» » » » »	9.42	» » » »	218	» » »
» » » » »	10.42	» » » » 1	350	» » » »
» » » » »	11.42	» » » » 2	509	» » »
» » » » »	12.42	» » » » 3	738	» » » »
» » » » »	13.42	» » » » 4	1367	» » » »

JAAR. (1)	Waterafvoer (2) van den IJssel te Westervoort in milliarden M ³ .	Slibafvoer van den IJssel te Westervoort		Gemiddeld slibgehalte in decigrammen per M ³ . (in ronde cijfers).
		in millioenen K. G. (3)	in duizendtallen M ³ . (in luchtdrogen toestand.) (5)	
1880	9.1	570	356	630
1881	8.1	370	231	460
1882	9.4	680	425	720
1883	9.3	500	313	540
1884	6.0	230	144	380
Te zamen geduren- de 1880—1884.	41.9	2350	1469	
Gemiddeld per jaar	8.4	470	294	560

Jaarlijkse water- en slibafvoer van den Neder-Rijn.

§ 37. Volgens de waarnemingen van het slibgehalte te Arnhem, welke slechts gedurende twee jaren hebben plaats gehad zijn de volgende resultaten verkregen.

JAAR. (4)	Waterafvoer van den Neder-Rijn te Arnhem in milliarden M ³ .	Slibafvoer van den Neder-Rijn te Arnhem.		Gemiddeld slibgehalte in decigrammen per M ³ water. (in ronde cijfers).
		in millioenen K. G.	in duizendtallen M ³ . (in luchtdrogen toestand.) (5)	
1883	15.5	830	519	540
1884	10.7	390	244	360

(1) Voor de tweede helft van het jaar 1879 wordt geen opgave van den water- en slibafvoer gedaan, omdat voor dat tijdvak vele waarnemingen ontbreken.

(2) De hoeveelheid water, welke voor de dagen van ijsbezetting door schatting bepaald is, bedroeg voor het jaar 1880, 0,3 en voor 1881, 0,2 milliard M³, terwijl voor de overige jaren geene schatting noodig was.

(3) De hoeveelheid slib door interpolatie of schatting bepaald bedroeg voor het jaar 1880, 120 en voor 1881, 20 millioen K. G., terwijl voor de overige jaren geen schatting noodig was.

(4) In de nota's over de waarnemingen van het slibgehalte in de jaren 1883 en 1884 is abusievelijk de water- en slibafvoer op 30 en 31 December 1883 bij het jaar 1884 gerekend.

(5) Zie noot bladz. 54 en Naschrift

Vergelijking der jaarlijksche water- en slibafvoeren van de verschillende Rijntakken.

§ 38. Ter onderlinge vergelijking van de water- en slibafvoeren der verschillende Rijntakken is de volgende staat samengesteld, waarbij de slibafvoer der Waal is opgegeven volgens de waarnemingen van het slibgehalte te St. Andries.

Verhoudingen tusschen de jaarlijksche water- en slibafvoeren van de Waal, den Neder-Rijn en den IJssel en den jaarlijkschen water- en slibafvoer van den Boven-Rijn.

J A A R.	Waal Boven-Rijn.		Neder-Rijn Boven-Rijn.		IJssel Boven-Rijn.	
	ver- houding der water- afvoeren.	ver- houding der slib- afvoeren.	ver- houding der water- afvoeren.	ver- houding der slib- afvoeren.	ver- houding der water- afvoeren.	ver- houding der slib- afvoeren.
1880.	0.70	0.73	»	»	0.11	0.10
1881.	0.67	0.62	»	»	0.10	0.09
1882.	0.72	0.80	»	»	0.11	0.13
1883.	0.73	0.84	0.20	0.22	0.12	0.13
1884.	0.68	0.77	0.18	0.17	0.10	0.10
Gemiddeld.	0.70	0.79	0.19	0.20	0.11	0.11

Uit dezen staat blijkt, dat de verhoudingen tusschen de slibafvoeren van de Waal, Neder-Rijn en IJssel met den slibafvoer van den Boven-Rijn weinig verschillen met de verhoudingen tusschen de waterafvoeren van die rivieren.

Hieruit volgt wederom, dat er geen groot verschil tusschen de slibrijkheid van de verschillende riviertakken bestaat.

Voor den Neder-Rijn en IJssel blijken die verhoudingen bijna volkomen gelijk te zijn, voor de Waal daarentegen is de verhouding tusschen de slibafvoeren van deze rivier en den Boven-Rijn eenigszins grooter dan de verhouding tusschen de waterafvoeren van die rivieren. Het verschil is echter niet groot en het is zeer goed mogelijk, dat dit verschil alleen het gevolg is van fouten van waarneming bij de bepaling der slibgehalten van beide rivieren bij hooge waterstanden, hetgeen wel niet nader aangetoond zal behoeven te worden. Bovendien is het mogelijk en zelfs waarschijnlijk, dat de aangenomen afvoercijfers, vooral bij hooge waterstanden, belangrijk van de werkelijke afvoeren afwijken, en wanneer die afwijkingen voor beide rivieren verschillend zijn, dan kan ook daardoor het verschil tusschen de gevonden verhoudingscijfers gedeeltelijk veroorzaakt zijn. (1)

(1) Ter contrôle van de aangenomen afvoercijfers, de som der jaarlijksche waterafvoeren van de Waal, den Neder-Rijn en den IJssel met den jaarlijkschen waterafvoer van den Boven-Rijn vergelijkende, heeft men het volgende:

afvoer Waal	57	1883	41	1884
„ Neder-Rijn	15.5	milliard M ³ .	10.7	milliard M ³ .
„ IJssel	9.3	„ „	6.0	„ „
Te zamen	81.8	„ „	57.7	„ „
afvoer Boven-Rijn	78	„ „	60	„ „
Verskil +	3.8	„ „	- 2.3	„ „
of ongeveer	4.2	procent en	- 3.8	procent

Indien men onderstelt, dat de verhoudingen tusschen de water- en slibafvoeren van den Neder-Rijn en den Boven-Rijn voor het geheele tijdvak 1880—1884 gelijk genomen kunnen worden aan de gemiddelde verhoudingen over de jaren 1883 en 1884 welke daarvoor zijn gevonden, dan kan men voor de gemiddelde jaarlijksche water- en slibafvoeren der verschillende Rijntakken gedurende het vijfjarig tijdvak 1880—1884 de volgende waarden aannemen:

	Waterafvoeren in milliarden M ³ .	Slibafvoeren in millioenen K. G. (1)
Boven-Rijn	77	4 200
Waal.	54	3 300
Neder-Rijn	14,6	840
IJssel.	8,4	470

Jaarlijksche water- en slibafvoer van de Boven-Maas te Maastricht.

§ 39. De cijfers, welke in de verschillende nota's over de waarnemingen van het slibgehalte voor den afvoer der Boven-Maas te Maastricht voorkomen, vertoonen voor gelijke waterstanden zeer kleine verschillen, hetgeen veroorzaakt werd doordien den afvoer telkenmale op nieuw uit eene graphische voorstelling van de afvoerlijn werd overgenomen. (2)

Het aantal malen, dat de waarnemingen ontbreken is voor de Boven-Maas vrij groot, en daar de waarnemingen dikwijls ontbreken voor hooge waterstanden, is de jaarlijksche slibafvoer voor enkele jaren vrij onzeker.

Voor zoover dat mogelijk was, is bij het ontbreken van waarnemingen het slibgehalte wederom door interpolatie afgeleid of geschat in verband met de hoogte van den rivierstand.

Voor het jaar 1880 echter was het aantal malen, dat de waarnemingen ontbraken te groot, om den slibafvoer voor het geheele jaar te bepalen; voor de overige jaren zijn de resultaten in den volgenden staat verzameld.

(1) De nauwkeurigheid dezer cijfers is niet zoo groot, dat aan het verschil tusschen den opgegeven slibafvoer van den Boven-Rijn en de som der opgegeven slibafvoeren van de Waal, den Neder-Rijn en den IJssel eenige waarde gehecht kan worden.

(2) Volgens deze afvoerlijn is de afvoer der Boven-Maas bij een waterstand te Maastricht van:

42 87 M + A.P. of	M.R. (1871—1883)	130 M ³ . per seconde.
43 37 „ „ „ „ 0.50 M. boven „ „ „ „	„ „ „ „	250 „ „ „
43.87 „ „ „ „ 1.— „ „ „ „	„ „ „ „	410 „ „ „
44 37 „ „ „ „ 1.5 „ „ „ „	„ „ „ „	570 „ „ „
44.87 „ „ „ „ 2.— „ „ „ „	„ „ „ „	760 „ „ „
45.37 „ „ „ „ 2.5 „ „ „ „	„ „ „ „	1020 „ „ „
45.87 „ „ „ „ 3.— „ „ „ „	„ „ „ „	1380 „ „ „
46.37 „ „ „ „ 3.5 „ „ „ „	„ „ „ „	1780 „ „ „

JAAR.	Waterafvoer van de Boven-Maas te Maastricht in milliarden M ³ . (1)	Slibafvoer van den Boven-Maas te Maastricht		Gemiddeld slibgehalte in decigrammen per M ³ . water. (in ronde cijfers).
		in miljoenen K. G. (2)	in duizendtallen M ³ . (3) (in luchtdrogen toestand.)	
1881	9.8	600	375	610
1882	13.1	1800	1125	1370
1883	10.6	1000	625	940
1884	7.7	770	481	1000
1885	8.4	710	444	850
Te zamen gedurende 1881—1885.	49.6	4880	3050	
Gemiddeld per jaar	9.9	980	610	990

Wanneer men deze gemiddelde jaarlijksche water- en slibafvoer over het geheele stroomgebied der Boven-Maas boven Maastricht, dat ongeveer 2 miljoen H. A. groot is, gelijkmatig verspreid denkt, dan zou de dikte van de waterlaag 0,50 Meter en de dikte van de sliblaag in luchtdrogen toestand ongeveer 0,03 millimeter bedragen.

(1) De jaarlijksche water- en slibafvoeren der Boven-Maas worden alleen voor Maastricht opgegeven, daar te St. Andries (Maas) behalve het water der Boven-Maas bij hooge waterstanden ook water van de Waal wordt afgevoerd, terwijl de opgaven omtrent den waterafvoer te Luik van de heeren *Spring* en *Prost* slechts op één jaar betrekking hebben, en zooveel verschillen met de bovenstaande opgaven omtrent den waterafvoer te Maastricht, dat er alle aanleiding is om aan misverstand te denken.

Even boven Luik splitst de Maas zich in twee takken, die zich beneden Luik wederom vereenigen. Van deze beide takken is de kleinste bij lage en middelbare standen aan haar bovineinde door eene stuw afgesloten, die tak ontvangt dan alleen het water van de *Ourthe*, eene nevenrivier der Maas, terwijl de grootste tak dan het water van de eigenlijke Maas afvoert. Bij hooge waterstanden daarentegen kan zoowel water van den grootsten naar den kleinsten tak, als omgekeerd van den kleinsten naar den grootsten tak worden afgevoerd. De waarnemingen hadden plaats op den hoofdtak beneden de stuw, zoodat de opgegeven afvoeren betrekking hebben op het water dat door den hoofdtak wordt afgevoerd.

Voor het tijdvak 13 Nov. 1883 — 13 Nov. 1883 wordt de waterafvoer door de heeren *Spring* en *Prost* opgegeven op ongeveer 5.5 milliard M³, voorts wordt ondersteld, dat de afvoer van den kleinsten tak ongeveer een vijfde gedeelte bedraagt van den afvoer van den grooten tak.

Voor beide takken te zamen wordt op grond van die onderstelling de waterafvoer gedurende bovengenoemd tijdvak opgegeven op ongeveer 6.6 M³. Gedurende hetzelfde tijdvak bedroeg de afvoer te Maastricht ongeveer 12.7 milliard M³.

Daar het stroomgebied der Maas op beide plaatsen slechts weinig verschilt, zoo is zulk een belangrijk verschil tusschen de waterafvoeren op die plaatsen geheel onverklaarbaar. Wegens de overeenstemming, die er bestaat tusschen de afvoermetingen te Maastricht met die op plaatsen beneden Maastricht gelegen, kan het bedelde verschil onmogelijk het gevolg zijn van fouten der voor Maastricht aangenomen afvoercijfers.

Men zou dus geneigd zijn om aan te nemen, dat er in de opgaven van den waterafvoer te Luik eenig misverstand bestaat; wellicht dat de schatting van den afvoer van den kleinen tak niet met de werkelijkheid overeenkomt. Het verschil tusschen de opgaven omtrent de afvoeren te Luik en Maastricht bestaat zoowel bij hooge als bij lage waterstanden.

(2) De hoeveelheid slib door interpolatie of schatting bepaald bedroeg voor het jaar 1881 . . . 200, voor 1882 . . . 600, en voor 1883 . . . 300, miljoenen K.G., terwijl voor de overige jaren geen schatting noodig was.

(3) Zie noot bladz. 54 en Naschrift.

Vergelijking tusschen de water- en slibafvoeren van den Boven-Rijn en van de Boven-Maas te Maastricht.

§ 39. Ter vergelijking van de water- en slibafvoeren van den Boven-Rijn met die van de Boven-Maas te Maastricht is de volgende staat samengesteld.

JAAR.	Waterafvoer in milliarden M ³ .		Slibafvoer in millioenen K. G.		Verhoudingen tusschen	
	Boven-Rijn.	Boven-Maas.	Boven-Rijn.	Boven-Maas.	waterafvoer (Maas Rijn.)	slibafvoer (Maas Rijn.)
1881	78	9.8	3800	600	0.13	0.16
1882	85	13.1	5100	1800	0.15	0.35
1883	78	10.6	3800	1000	0.14	0.26
1884	60	7.7	2200	770	0.13	0.35
1885	65	8.4	3200	710	0.13	0.22
Gemiddeld ge- durende 1881—1885.	73	9.9	3620	980	0.14	0.27

De gemiddelde verhouding tusschen de waterafvoeren van beide rivieren gedurende het tijdvak 1881—1885 bedraagt dus 0.14 en tusschen de slibafvoeren 0.27.

Hieruit volgt, dat de slibrijkheid van het Maaswater te Maastricht *gemiddeld* ongeveer tweemaal grooter is dan van het Rijnwater te Pannerden.

HOOFDSTUK V.

Aard en samenstelling van de slib.

Aard en samenstelling van de slib in het algemeen.

§ 40. Onderzoekingen omtrent den aard en de samenstelling van de slib hebben bij de van rijkswege gedane slibwaarnemingen plaats gehad voor de monsters slib, welke bij de buitengewone waarnemingen van 1883 te Pannerden en bij de buitengewone waarnemingen van 1885 op verschillende plaatsen langs de bovenrivieren waren verzameld.

De hoogleeraar Dr. A. C. OUDEMANS door wien ook deze onderzoekingen zijn verricht heeft de methode en de resultaten daarvan medegedeeld in twee nota's, welke als bijlagen afgedrukt zijn bij de nota's over de waarnemingen van het slibgehalte in 1883 en 1885.

Aan die nota's van den heer OUDEMANS hebben wij het volgende hoofdzakelijk ontleend.

In de eerste plaats is uit de onderzoekingen gebleken, dat de stoffen, welke met de naam van *slib* worden aangeduid geen *zand in afzonderlijke afgeronde korrels bevatten*.

Beschouwt men dit resultaat in verband met het feit, dat bij de gedane waarnemingen met uitzondering van Gorinchem op alle langs de rivieren gelegen plaatsen de stoffen, welke zwevende in het rivierwater voorkwamen, na bezinking alleen uit *slib* en niet uit zand bestonden dan kan hieruit worden afgeleid, dat het rivierwater geen *zand* bevat.

Eene uitzondering op dezen overigens algemeenen regel is bij de waarnemingen te Gorinchem voorgekomen, alwaar de stoffen, die het geschepte rivierwater bevatte gedeeltelijk uit zand bestonden.

Hoewel dit, wat de gedane waarnemingen betreft, thans niet meer is na te gaan zoo schijnt het ons waarschijnlijk, dat het voorkomen van zand in het te Gorinchem geschepte water aan bijzondere plaatselijke invloeden moet toegeschreven worden.

Het is althans anders onverklaarbaar, dat zand alleen in het geschepte water te Gorinchem voorkwam en niet in het water, dat boven en beneden die plaats te St. Andries en te Dordrecht werd geschept.

Welke bijzondere plaatselijke invloeden te Gorinchem bestaan hebben kan natuurlijk niet worden uitgemaakt, het kan echter zijn dat bij het scheppen van water de bodem werd geraakt.

Blijkt uit het bovenstaande, dat het onjuist is om aan te nemen, dat het rivierwater zand in zwevendend toestand medevoert, even onjuist is de meening, dat de in het rivierwater zwevende bestanddeelen alleen uit kiezelzure aluinaarde (klei) zouden bestaan.

Volgens de gedane onderzoekingen zijn de hoofdbestanddeelen waaruit de *slib* bestaat: 1°. onontleed mineraal (kiezelzure verbindingen in vergruisden toestand), 2°. verweerd mineraal (kiezelzure aluinaarde) 3°. koolzure kalk, 4°. organische stoffen, terwijl de *slib* verder in kleine hoeveelheden koolzure magnesia, ijzeroxyde en andere bestanddeelen bevat.

Eene mechanische scheiding dezer hoofdbestanddeelen door *slibben* werd te vergeefs beproefd en kan als onmogelijk beschouwd worden, daar de *slib* niet uit een mechanisch mengsel maar uit eene innige verbinding van die hoofdbestanddeelen bleek te bestaan.

De densiteit der luchtdroge *slibstof* werd met behulp van den pycnometer op 2.34 bepaald. (1)

Het onontleed mineraal bevatte korreltjes waarvan de afmetingen gewoonlijk tusschen 4 en 40 mikrons afwisselden hoewel soms grootere stukjes werden waargenomen.

Scheikundige analyses van slib.

§ 41. Scheikundige analyses hebben in 1883 plaats gehad voor bijna alle monsters *slib*, welke bij de buitengewone waarnemingen van dat jaar te Pannerden waren verzameld.

Bij deze buitengewone waarnemingen, die plaats gehad hebben op 4, 11 en 18 September, 27 November, 4 en 18 December, zijn monsters *slib* verzameld in ieder van de zeventien punten waarin de gewone waterscheppingen plaats hadden.

De uitkomsten van de scheikundige analyses leeren, dat de monsters *slib* van verschillende punten van het dwarsprofiel afkomstig onderling vrij groote verschillen in samenstelling vertoonen.

Men kan hieruit al dadelijk afleiden, dat wanneer men wil nagaan of de samenstelling der *slib* afhankelijk is van de hoogte van den waterstand, of ook wanneer men wil nagaan, of er verschil bestaat tusschen de samenstelling der *slib* op verschillende plaatsen der rivieren, het daartoe noodig zal zijn een zeer groot aantal scheikundige analyses te verrichten, althans wanneer men zich niet alleen ten doel stelt slechts zeer groote verschillen in samenstelling te bepalen.

Ter onderlinge vergelijking van de samenstelling der *slib* op verschillende dagen is voor elken dag de gemiddelde samenstelling der verschillende monsters *slib* opgemaakt, waarvan de resultaten, gerangschikt volgens de hoogte der waterstanden, in den volgenden staat zijn opgenomen:

(1) Zie ook: Naschrift en bijlage I.

Datum der waarneming.	Waterstand te Pannerden. M. + A.P.	Procentische samenstelling der slib.			
		Koolzure kalk en ijzer oxyde. (1)	Organische stof.	IJzer- houdende kiezelzure aluinaarde (klei).	Onontleed mineraal.
18 September . .	9.61	36.6	8.2	55.0	
11 » . .	9.76	38.5	8.0	17.0	36.9
4 » . .	9.80	37.8	7.9	20.1	33.4
4 December. . .	11.26	22.3	8.8	69.2	
27 November. . .	12.03	16.1	9.0	29.1	44.1
18 December. . .	13.35	15.5	7.7	28.8	48.4

Uit deze opgaven blijkt, dat op de verschillende dagen van waarneming slechts kleine verschillen voorkwamen tusschen de hoeveelheden organische stoffen, doch vrij groote verschillen tusschen de hoeveelheden koolzure kalk en de hoeveelheden onontleed mineraal.

Aan welke oorzaak de verschillende samenstelling der slib op de verschillende dagen van waarneming moet toegeschreven worden, kan niet met zekerheid worden uitgemaakt.

Het is mogelijk, dat de verschillen der samenstelling het gevolg waren van de verschillen der waterstanden waarbij de waarnemingen plaats hadden, daar de procentische hoeveelheid koolzure kalk kleiner en onontleed mineraal grooter was bij hooge dan bij lage waterstanden, doch het is ook mogelijk dat de verschillende samenstelling het gevolg was van de omstandigheid, dat de waterscheppingen in verschillende maanden hebben plaats gehad.

Bij de buitengewone waarnemingen van 1885 werden op verschillende plaatsen langs de bovenrivieren monsters slib verzameld ten einde te onderzoeken of de slib gedurende den loop der rivieren door ons land wijziging ondergaat.

(1) De hoeveelheid koolzure kalk enz. wisselde af voor:

de verschillende monsters slib van 18 September van 33.0 tot 39.6 procent.

»	»	»	»	»	11	»	»	30.3	»	45.0	»
»	»	»	»	»	4	»	»	27.6	»	53.8	»
»	»	»	»	»	4	December	»	17.3	»	32.1	»
»	»	»	»	»	27	November	»	12.0	»	18.5	»
»	»	»	»	»	18	December	»	13.6	»	17.5	»

De waarnemingen, die voor dat doel waren voorbereid zijn door het breken van flesschen en andere omstandigheden niet allen geslaagd. Uit de gedane waarnemingen valt alleen af te leiden, dat er verschillen bestaan tusschen de verschillende monsters wat de samenstelling betreft, geenszins kan daaruit worden afgeleid of die verschillen afhankelijk zijn van de plaatsen waar de slibmonsters verzameld waren.

De resultaten der scheikundige analyses van 1885 waarbij ook afzonderlijk de hoeveelheden koolzure magnesia en ijzeroxyde werden bepaald, zijn in den volgenden staat opgegeven:

Datum der waarneming.	Plaats der waarneming.	Procentische samenstelling der slib.						
		Koolzure kalk.	Koolzure magnesia.	IJzer- oxyde en sporen aluinaarde.	Water.	Or- ganische stof.	IJzer- houdende kieselzure aluinaarde (klei).	Onontleed mineraal.
12 October	Lobith	21.1	0.8	3.5	2.0	8.4	13.3	51.7
12 „	Pannerden	17.8	1.2	2.8	1.9	8.0	13.9	55.8
12 „	Arnhem	22.3	2.4	2.6	2.3	10.1	15.2	45.3
13 „	Wijk bij Duurstede	17.6	1.6	1.8	2.0	7.9	13.9	50.0
13 „	Schoonhoven	16.8	0.8	1.4	2.0	9.0	15.0	53.3
4 November	Lobith	28.4	sporen	sporen	1.8	7.4	14.9	46.4
4 „	Pannerden	26.4		8.8	2.0	8.1	9.3	46.4
4 „	Arnhem	29.2		2.9	2.3	8.4	14.4	44.8
5 „	Wijk bij Dnurstede	22.6	1.8	1.3	1.8	10.6	16.4	44.0
5 „	Schoonhoven	13.8		0.8	2.3	8.1	14.2	60.0
30 October	Alem	17.6		sporen	2.2	8.0	15.4	54.0
4 November	Venlo	14.2	sporen	sporen	2.0	11.2	14.8	55.9
11 „	„	27.8		sporen	1.8	16.0	54.4	

De waterstanden te Pannerden waren op 12 en 13 October en 4 en 5 November 11.59, 11.78, 11.76 en 11.73 M. + A.P.

De verschillen tusschen de hoeveelheden der hoofdbestanddeelen van de slibmonsters van verschillende plaatsen der rivieren zijn niet veel grooter dan de verschillen welke bij de

waarnemingen voor 1883 voorkwamen voor slibmonsters in verschillende punten van een dwarsprofiel verzameld.

Er valt dus uit bovenstaande opgaven niets af te leiden omtrent het verschil in samenstelling van de slib op verschillende plaatsen langs de rivieren.

BESLUIT.

Wanneer wij ten slotte nagaan, welke resultaten door de gedane slibwaarnemingen zijn verkregen, dan blijkt dat behalve eenige kennis omtrent de invloeden waarvan het slibgehalte afhankelijk is twee resultaten zijn verkregen, welke uit een praktisch oogpunt belangrijk genoemd kunnen worden.

Het bewijs, dat de rivieren geen zand in zwevendend toestand afvoeren schijnt ons uit een praktisch oogpunt wel het belangrijkste resultaat, dat door de waarnemingen verkregen is.

Eveneens schijnt ons belangrijk de kennis, die door die waarnemingen is verkregen omtrent de hoeveelheden slib, welke de bovenrivieren jaarlijks afvoeren.

De vraag echter »waar blijven de slibstoffen die de rivieren medevoeren», kan door de gedane waarnemingen niet voldoende beantwoord worden, en naar het ons voorkomt zou de beantwoording van die vraag uit een praktisch oogpunt groote waarde hebben.

Het is evenwel uit de gedane waarnemingen gemakkelijk af te leiden, dat die vraag hoogst moeielijk en niet anders dan door het verrichten van een zeer groot aantal waarnemingen te beantwoorden zal zijn.

's Gravenhage, September 1886.

C. LELY,
Civiel-Ingenieur.

NASCHRIFT.

Ter berekening van het volumen van den slibafvoer uit het volgens waarneming bepaalde gewicht wordt veelal van de onderstelling uitgegaan, dat een Liter droge slib 2 K. G. zou wegen op grond van de waarnemingen, die daaromtrent voor slib van de Elbe door den Baurath BLOHM zijn gedaan. (Zie Zeitschrift des Architekten und Ingenieur Vereins zu Hannover, Jahrgang 1867.)

Bij deze waarnemingen werd van een bal droge slib eerst het gewicht bepaald en vervolgens het volumen door dien bal onder water te wegen. Daar echter droge slib vrij snel water opneemt, mag men aannemen, dat op die wijze het volumen te klein en dus het gewicht van een Liter slib te groot werd gevonden.

In deze nota was voor het soortelijk gewicht der luchtdroge slibmassa eerst abusievelijk 2,34 aangenomen. Dit cijfer, dat voor de densiteit der slib in de nota over de slibwaarnemingen van 1883 door den Hoogleraar OUDEMANS wordt opgegeven, heeft echter betrekking op de slibstof zelve en daar droge slib eene poreuse massa vormt, die dus gedeeltelijk uit *stof* en gedeeltelijk uit *ledige* tusschenruimte bestaat is het duidelijk, dat het gewicht van een Liter droge slib veel kleiner dan 2,34 K. G. moet zijn.

Het thans in deze nota aangenomen soortelijk gewicht van 1,6 voor droge slibmassa berust op de waarnemingen, die de Hoogleraar OUDEMANS tijdens het afdrucken van deze nota met groote bereidwilligheid heeft gedaan voor vijf verschillende monsters rivierslib (zie bijlage I). Deze slibmonsters, door de welwillende tusschenkomst van den Hoofdingenieur van den Waterstaat W. F. LEMANS en de Ingenieurs van den Waterstaat J. W. G. STIENECKER en J. C. RAMAER verkregen, waren genomen langs de oevers van het afgedamde Scheur, de doorgraving door den Hoek van Holland, de Nieuwe Maas, de Waal en den IJssel, van die plaatsen waar men meende, dat de slib betrekkelijk versch was neergezet.

Uit de resultaten der waarnemingen van den Hoogleraar OUDEMANS is het volgende staatje samengesteld:

Plaats van afkomst.	Watergehalte der slibmassa in volumen procenten.	Gewicht van		Omschrijving van den aard der slib.
		een Liter slib.	de luchtdroge slibstof in een Liter slib bevat	
Waal	49,62	1,47 K.G.	0,97 K.G.	boterachtige massa.
Afgedamd Scheur.	47,40	1,52 » »	1,05 » »	min of meer elastische massa.
IJssel	43,74	1,57 » »	1,13 » »	idem.
Nieuwe-Maas . . .	35,09	1,71 » »	1,36 » »	idem.
Doorgraving . . .	29,54	1,78 » »	1,48 » »	idem.
IJssel	± 2,00 (luchtdroog)	1,43 » »	1,43 » »	droge massa met inmengselen van plantaardigen aard en kleine tusschenruimten.
Afgedamd Scheur.	± 2,00 (»)	1,53 » »	1,53 » »	idem.
Waal	± 2,00 (»)	1,62 » »	1,62 » »	droge vrij vaste moeielijk verbreekbare massa.

Uit de opgaven van den Hoogleeraar OUDEMANS voor het soortelijk gewicht der slibstof 2,34 en voor het soortelijk gewicht der luchtdroge samenhangende slib zelve 1,6 volgt, dat het volumen van luchtdroge samenhangende slib voor ongeveer 68 % uit stof en voor ongeveer 32 % uit ledige tusschenruimte bestaat.

Delft, November 1887.

C. L.

BIJLAGE I.

Onderzoek omtrent het soortelijk gewicht van eenige monsters
slib van verschillende afkomst.

Ter bepaling van het soortelijk gewicht der nog vochtige massa werd een cilindrisch glazen bakje met afgeslepen rand gebezigd, dat met een glazen plaat kon worden bedekt. Door waterweging werd het volumen bepaald; dit bleek 363 C. C. te zijn. (1)

Van de monsters slib werd nu door zorgvuldig invoegen en aanplempen van de weeke massa zooveel in het leege bakje gebracht, dat dit na van boven vlak te zijn afgestrekten, juist gevuld was en door de glazen plaat kon worden bedekt.

Van de aldus gebezigde soorten slib werd nu een gedeelte (20 à 30 gram) gedroogd en gedurende eenigen tijd op 105 °C. verhit, tot geene gewichtsvermindering meer kon worden waargenomen. Daarna liet men de massa aan de lucht bekoelen, waarbij zij een weinig vocht door hygroscopiciteit opneemt. (Naar vroegere bepalingen is die hoeveelheid gewoonlijk 1,8 à 2,0 percent).

Voorts werden de droge residuen met verdund zoutzuur uitgetrokken, om het gehalte aan koolzuren kalk te bepalen (sporen van magnesia en ijzeroxyde, die mede worden opgelost, kunnen hier buiten beschouwing blijven); het residu, voorstellende de som van silicaten fijn zand en organische stof, werd uitgegloeid en na bekoeling weer gewogen; het gloeiverlies werd als organische stof in rekening gebracht; zand en silicaten (hoofdzakelijk ijzerhoudende klei) werden wegens het omslachtige en tijdroovende der bewerking niet afzonderlijk bepaald.

Ten aanzien van de physische geaardheid der slibmonsters valt niets bijzonders mede te deelen, dan alleen, dat zij geene eigenlijk gezegde plastische hoedanigheid bezaten. N^o. 2 gedroeg zich als eene boterachtige stof (in verband met het groote watergehalte); de andere monsters waren min of meer elastisch; alle donkerbruin van kleur en hier en daar gemengd met afval van organische stof (fijne worteldraden enz.).

Zie hier nu de uitkomst der gedane onderzoekingen:

Nummer en afkomst.	Inhoud van het bakje.	Gewicht van het slib.	Soortelijk gewicht.	Watergehalte.	Procent droge stof.	Soortelijk gewicht berekend op de droge stof.
1. IJssel	363 C. C.	568 gram.	1,57	43,74 ‰	56,26 ‰	2,01
2. Waal	149 »	219 »	1,47	49,62 »	50,38 »	1,93
3. Nieuwe Maas . .	363 »	622 »	1,71	35,09 »	64,91 »	2,09
4. Doorgraving . .	363 »	645 »	1,78	29,54 »	70,46 »	2,11
5. Afgedamd Scheur	363 »	550 »	1,52	47,40 »	52,60 »	2,00

(1) Alleen voor n^o. 2, waarvan te weinig stof voorhanden was moest een afzonderlijk bakje gebezigd worden.

De cijfers betrekking hebbende op het soortelijk gewicht zijn natuurlijk minimum-cijfers, omdat het niettegenstaande alle in acht genomen voorzorgen, wel onmogelijk mag heeten, om alle luchtholten bij het vullen der glazen bakjes te vermijden. Het cijfer 2,0 als gemiddelde komt zooals begrijpelijk is lager uit dan het vroeger door mij gevondene, dat door weging van een monster slib in water met behulp van een pycnometer was verkregen (2,34).

Uit het volgende staatje kan worden opgemaakt, in hoeverre de samenstelling der monsters slib verschil opleverde:

Nummer en afkomst.	Oplosbaar in zoutzuur (hoofdzakelijk koolzure kalk).	Organische stoffen.	Silicaten en fijn zand.
1. IJssel	25,92 %.	7,02 %.	67,06 %.
2. Waal	30,45 »	4,87 »	64,68 »
3. Nieuwe-Maas	15,57 »	4,12 »	79,31 »
4. Doorgraving	16,97 »	3,71 »	79,32 »
5. Afgedamd Scheur	31,90 »	7,51 »	60,59 »

Ten aanzien van het gehalte aan zand kan gezegd worden, dat dit bij n^o. 2 ongeveer = 0 was, n^o. 1 bevatte er betrekkelijk weinig van, terwijl n^o. 3 en n^o. 4 betrekkelijk het rijkst daaraan waren. Opmerkelijk was het, dat dit zand uitermate fijn was, veel fijner dan ik het bij vroegere slibbepalingen had gezien.

Om de densiteit van het zachtens ingedroogde slib te bepalen, heb ik getracht, een cilindrisch glazen bakje met slib te vullen, dit bij zeer zachte warmte te drogen en telkens wanneer de massa door waterverlies begon te slinken, de ontstane ledige ruimte met nieuwe slib aan te vullen. Het was mij echter niet mogelijk langs dien weg tot een resultaat te komen, want toen de massa bijna droog begon te worden, hing zij zeer sterk te samen en kromp regelmatig in, zoodat de middellijn van den samenhangenden cilinder vrij wat geringer was dan die van het bakje. In dezen toestand vereenigde zich de droge massa niet meer met later bijgebracht slib. Ik vond het daarom verkieselijker de ontstane droge cilinders nauwkeurig op te meten en te wegen en uit de verkregene cijfers de densiteit te berekenen. Met drie der mij toegezonden monsters verkreeg ik zoodoende de volgende uitkomsten:

Nummer.	Gewicht.	Middellijn.	Hoogte.	Berekend S. G.
1	360 gram	93 m. M.	37 m. M.	1,43
2	229 »	77 ¹ / ₂ »	30 »	1,62
5	340 »	97 »	30 »	1,53

Naar het uiterlijk te oordeelen, waren echter de drie cilinders van slib niet even vast en homogeen. N^o. 1 en n^o. 5 bevatten hier en daar inmengselen van plantaardigen aard en dit gaf aanleiding tot een minderen graad van samenhang en en het overblijven van kleine tusschenruimten. N^o. 2 vormde daarentegen eene vrij vaste, moeielijk verbreekbare massa; het daartoe dienende slib was dan ook veel zuiverder geweest. Ik meen daarom te mogen aannemen, dat het cijfer **1,6** vrij nabij het soortelijk gewicht voorstelt van slib, dat tot eene samenhangende massa is opgedroogd.

Delft, 9 November 1887.

A. C. OUDEMANS Jr.

INHOUD.

Inleiding	Bladz. 3
---------------------	----------

HOOFDSTUK I.

Beschrijving der waarnemingen.

Opgave der gedane waarnemingen	3
Beschrijving der methode van waarneming	5
Nauwkeurigheid der bepaling van het slibgehalte van het geschepte water	7

HOOFDSTUK II.

Schommelingen van het slibgehalte en invloed dezer schommelingen op de waarneming van het slibgehalte.

Verschillende soorten van schommelingen	9
Schommelingen van het slibgehalte in nabij elkander gelegen punten volgens de buitengewone waarnemingen van 1885	10
Schommelingen van het slibgehalte in verschillende punten van een dwarsprofiel volgens de buitengewone waarnemingen van 1883	13
Verdeeling van de slib over het profiel	16
Schommelingen van het slibgehalte in nabij elkander gelegen profillen volgens de buitengewone waarnemingen van 1884	18
Vergelijking der buitengewone waarnemingen van 1883, 1884 en 1885 en verdeeling van de slib over een kort riviervak	20
Schommelingen van het slibgehalte gedurende eenige dagen	22
Beoordeeling der methode van waarneming	22

HOOFDSTUK III.

Invloeden waarvan het slibgehalte afhankelijk is en vergelijking tusschen de slibgehalten op verschillende plaatsen.

Verschillende invloeden in het algemeen	26
Invloed van den rivierstand	29

	Bladz.
Invloed van het jaargetijde	37
Invloed van wassend water	39
Verband tusschen de slibgehalten en de waterstanden bij veranderlijke rivierstanden	42
Vergelijking tusschen de slibgehalten op verschillende plaatsen langs de Rijntakken.	45
Buitengewoon groote en kleine slibgehalten	48

HOOFDSTUK IV.

Jaarlijksche slibafvoeren.

Jaarlijksche water- en slibafvoer van den Boven-Rijn	52
» » » » » de Waal	55
» » » » » den IJsel	56
» » » » » » Neder-Rijn	57
Vergelijking der jaarlijksche water- en slibafvoeren van de verschillende Rijntakken.	58
Jaarlijksche water- en slibafvoer van de Boven-Maas te Maastricht	59
Vergelijking tusschen de water- en slibafvoeren van den Boven-Rijn en van de Boven-Maas te Maastricht	60

HOOFDSTUK V.

Aard en samenstelling van de slib.

Aard en samenstelling van de slib in het algemeen	61
Scheikundige analyses van slib	62

BESLUIT. 65

Naschrift. 67

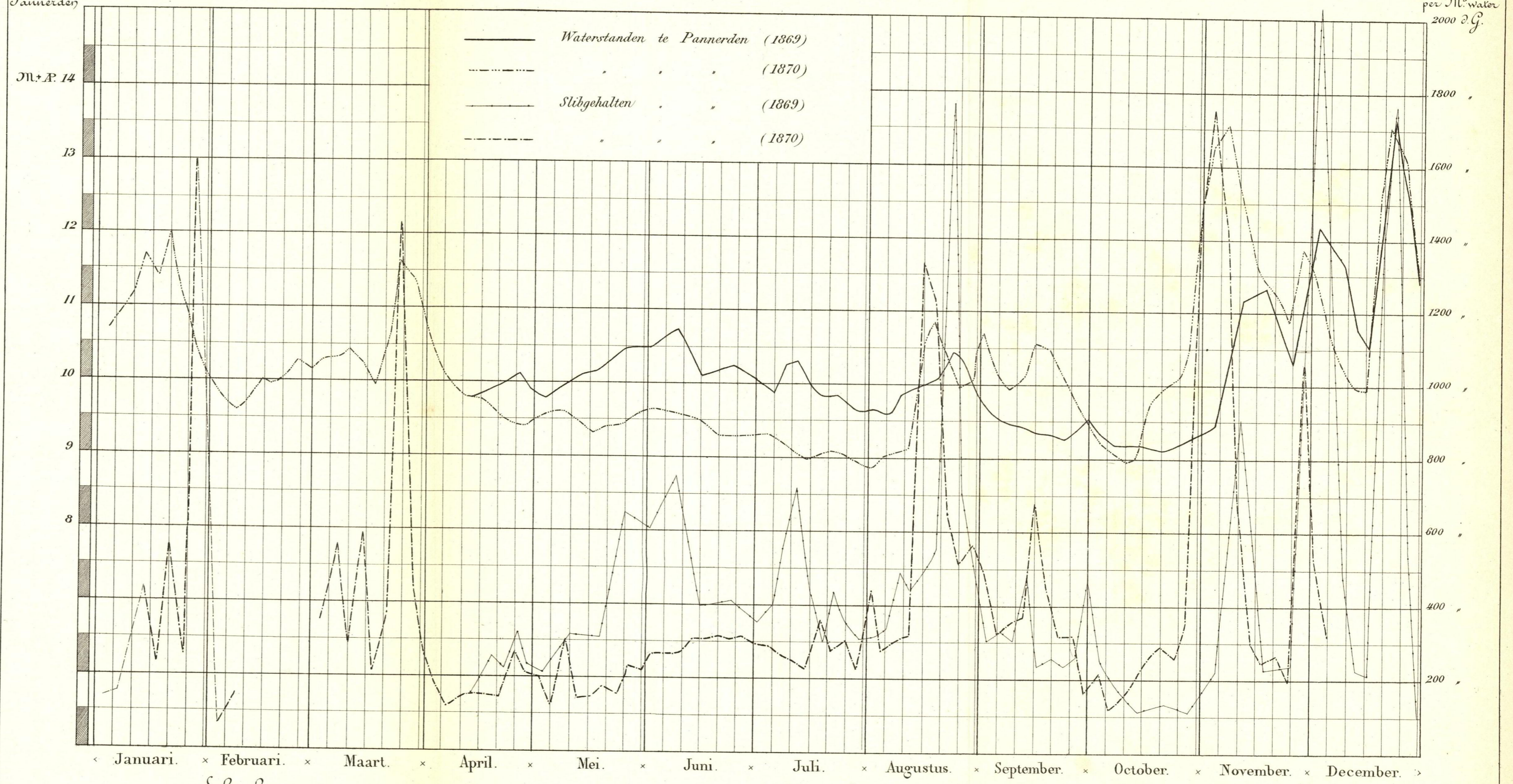
Bijlage I. Nota van den Hoogleeraar dr. A. C. OUDEMANS Jr., betreffende een onderzoek omtrent het soortelijk gewicht van eenige monsters slib van verschillende afkomst. 69



GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN EN SLIBGEHALTEN TE PANNERDEN
VOOR DE JAREN 1869 (NA APRIL) EN 1870.

Peilchaal te
Pannerden

Slibgehalte
per M³ water
2000 d.G.



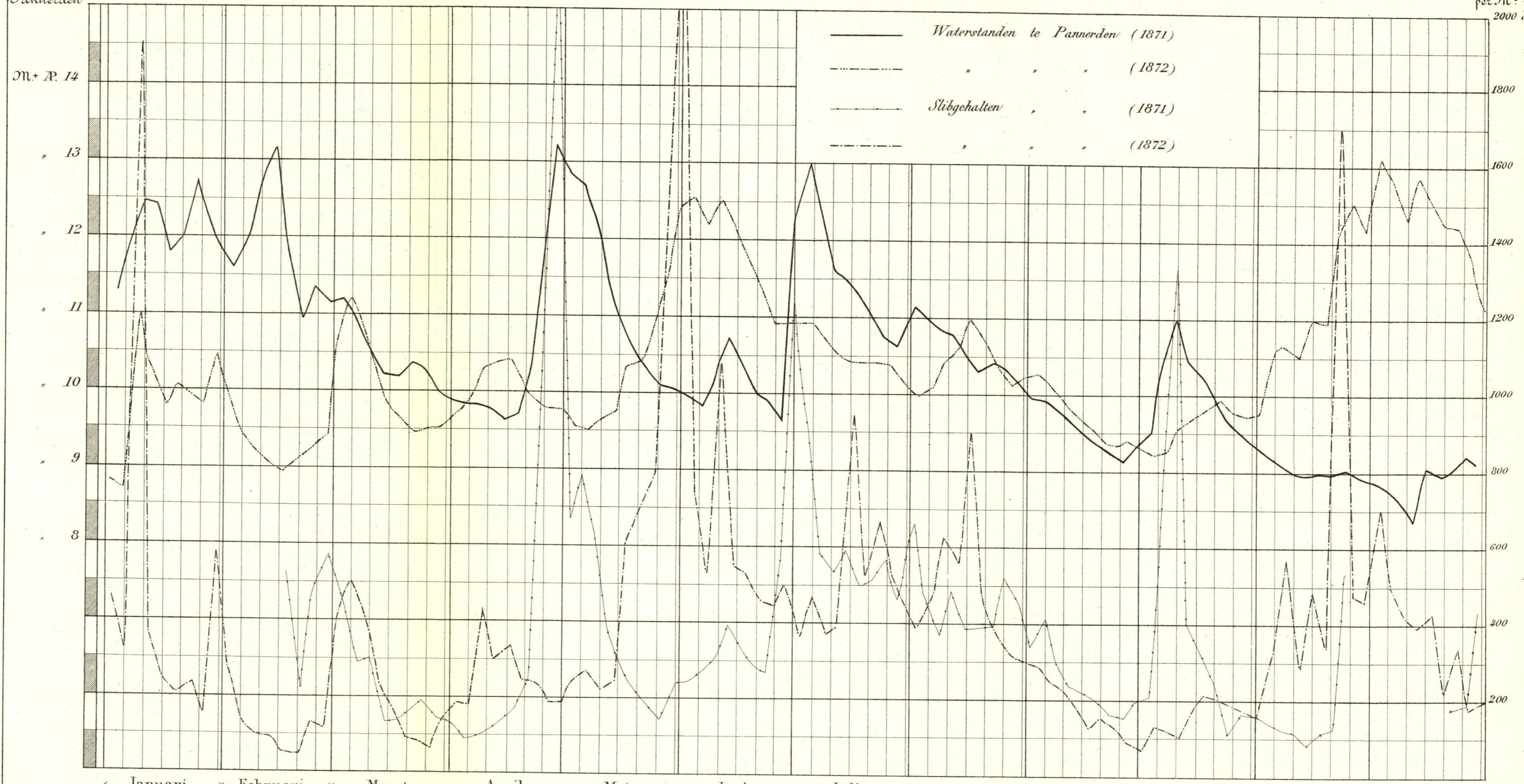
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN EN SLIBGEHALTEN TE PANNERDEN
VOOR DE JAREN 1871 EN 1872.

Peilschaal te
Pannerden

Slibgehalte
per M³ water.
2000 d.G.



< Januari. × Februari. × Maart. × April. × Mei. × Juni. × Juli. × Augustus. × September. × October. × November. × December. >

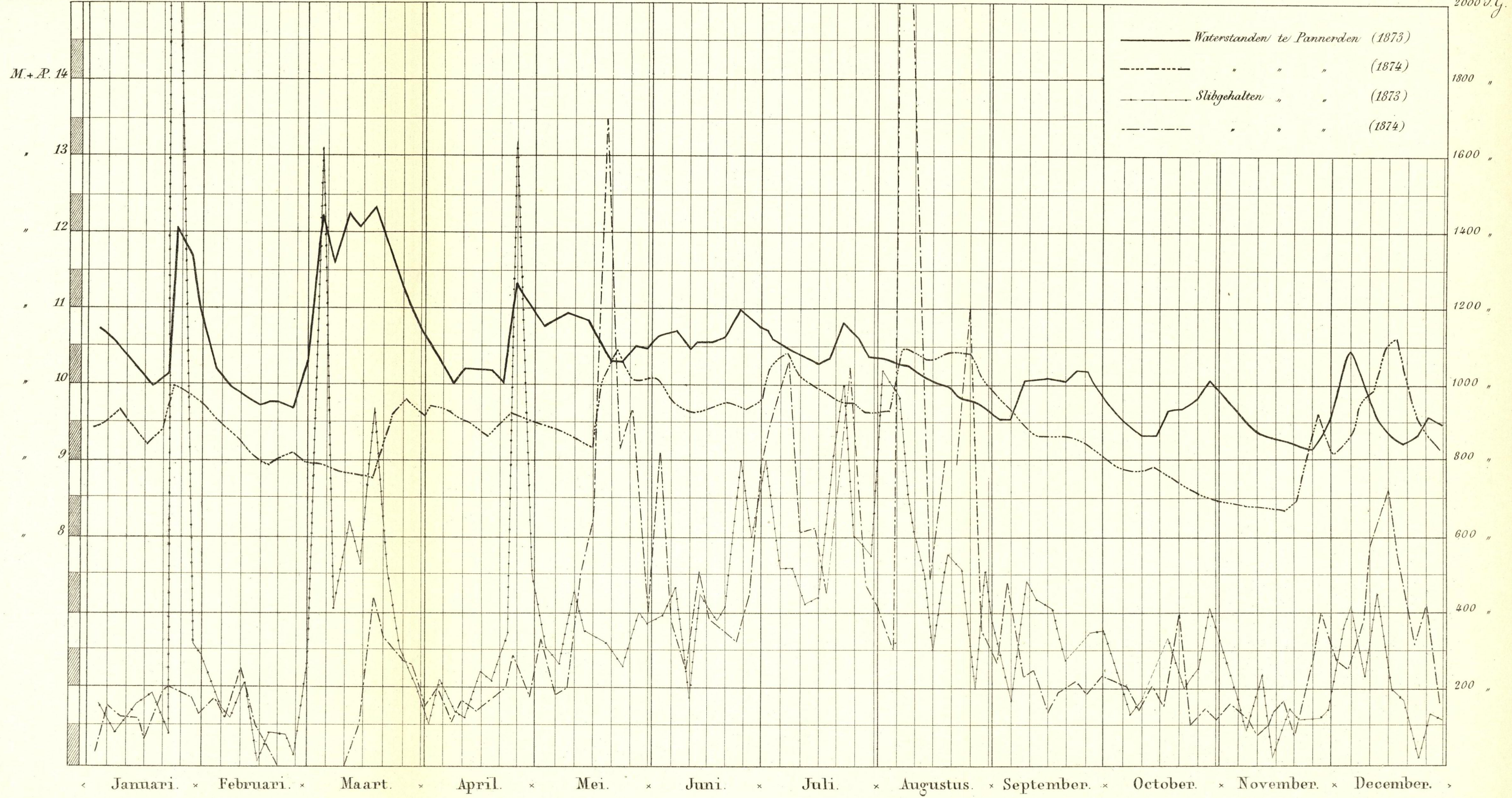
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN EN SLIBGEHALTEN TE PANNERDEN
VOOR DE JAREN 1873 EN 1874.

Peilschaal te
Pannerden.

Slibgehalte
per M³ water
2000 d.G.



< Januari. × Februari. × Maart. × April. × Mei. × Juni. × Juli. × Augustus. × September. × October. × November. × December. >

Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

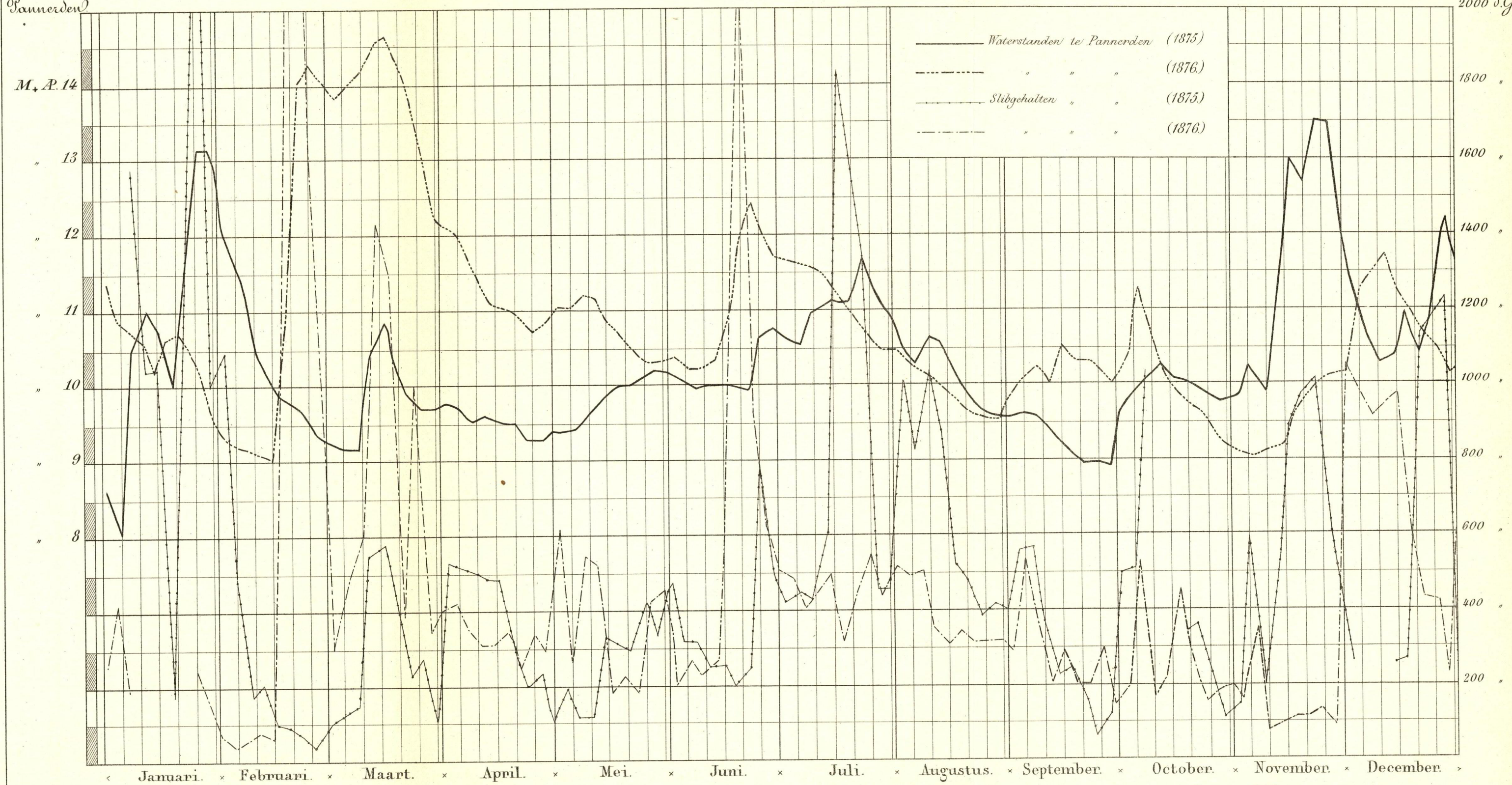
1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN EN SLIBGEHALTEN TE PANNERDEN

VOOR DE JAREN 1875 EN 1876.

Peilschaal te Pannerden

Slibgehalte per M³ water 2000 d.G.



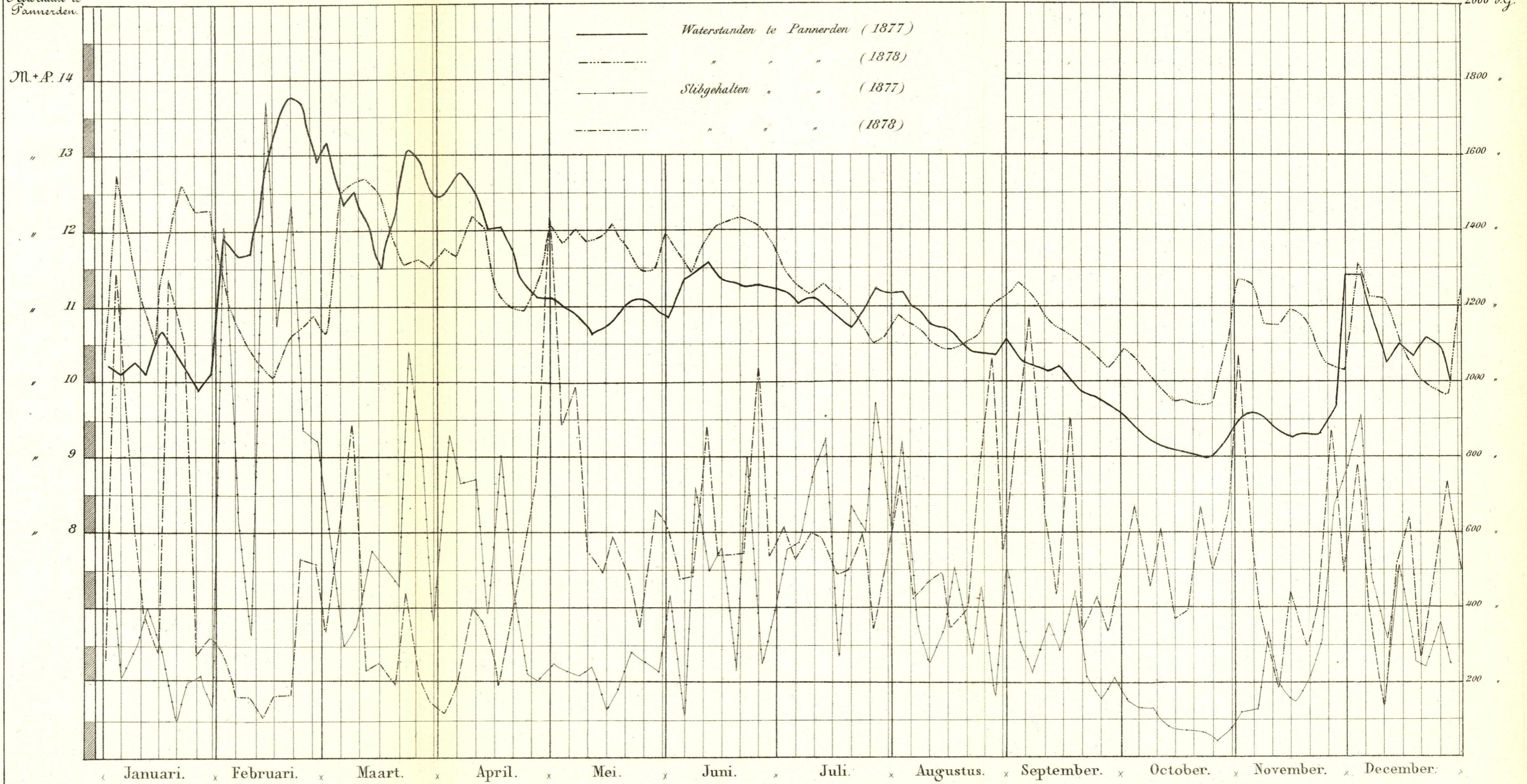
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN EN SLIBGEHALTEN TE PANNERDEN
VOOR DE JAREN 1877 EN 1878.

Peilchaal te
Pannerden.

Slibgehalte
per M³ water
2000 d.G.



M + P. 14

" 13

" 12

" 11

" 10

" 9

" 8

< Januari. x Februari. x Maart. x April. x Mei. x Juni. x Juli. x Augustus. x September. x October. x November. x December. >

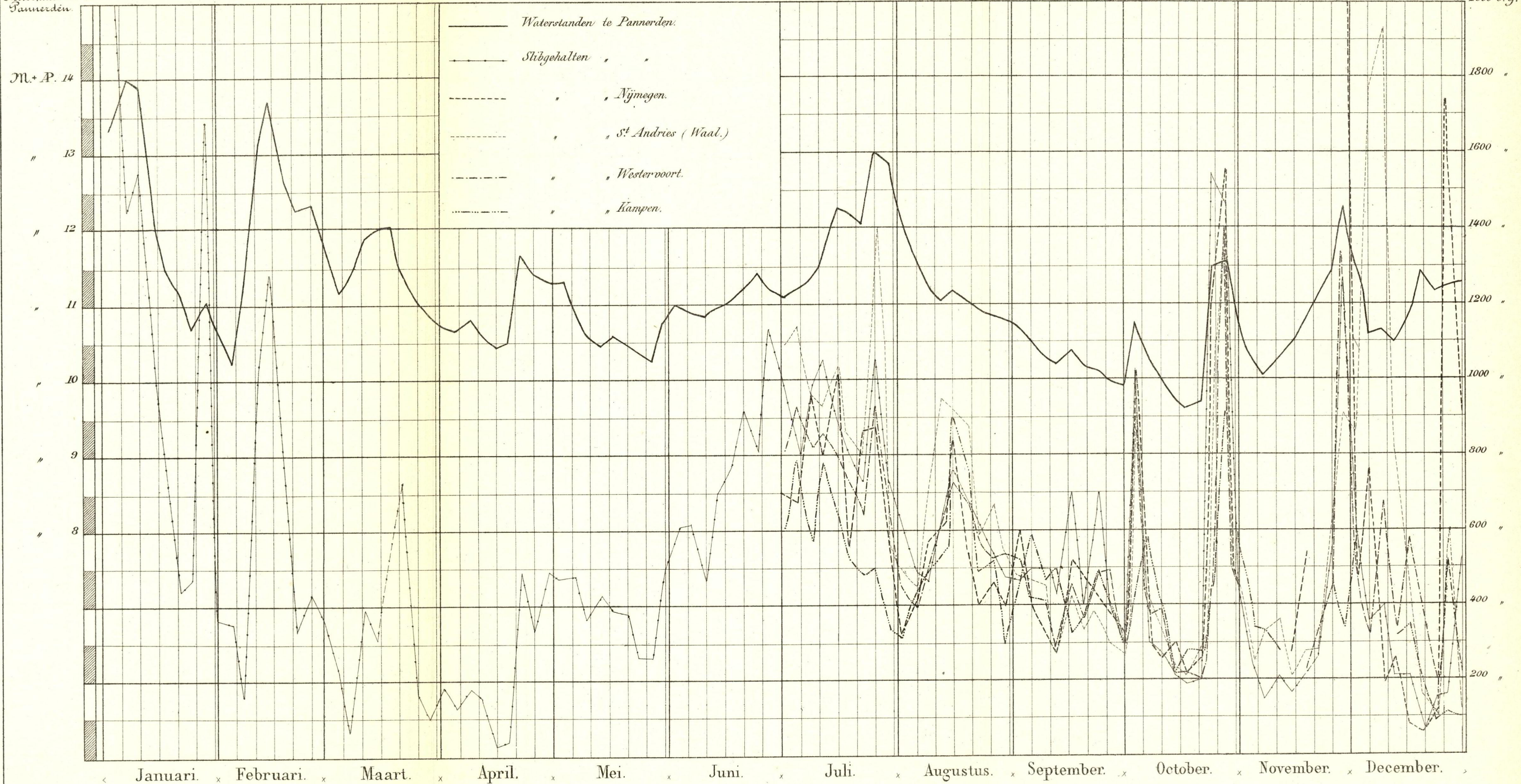
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100. d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN EN VAN DE SLIBGEHALTEN TE PANNERDEN VOOR HET JAAR 1879
EN VAN DE SLIBGEHALTEN TE NIJMEGEN, S^t ANDRIES (WAAL), WESTERVOORT EN KAMPEN VOOR DE LAATSTE HELFT VAN HET JAAR 1879.

Peilschaal te
Pannerden

Slibgehalte
per M³ water
2000 d.G.



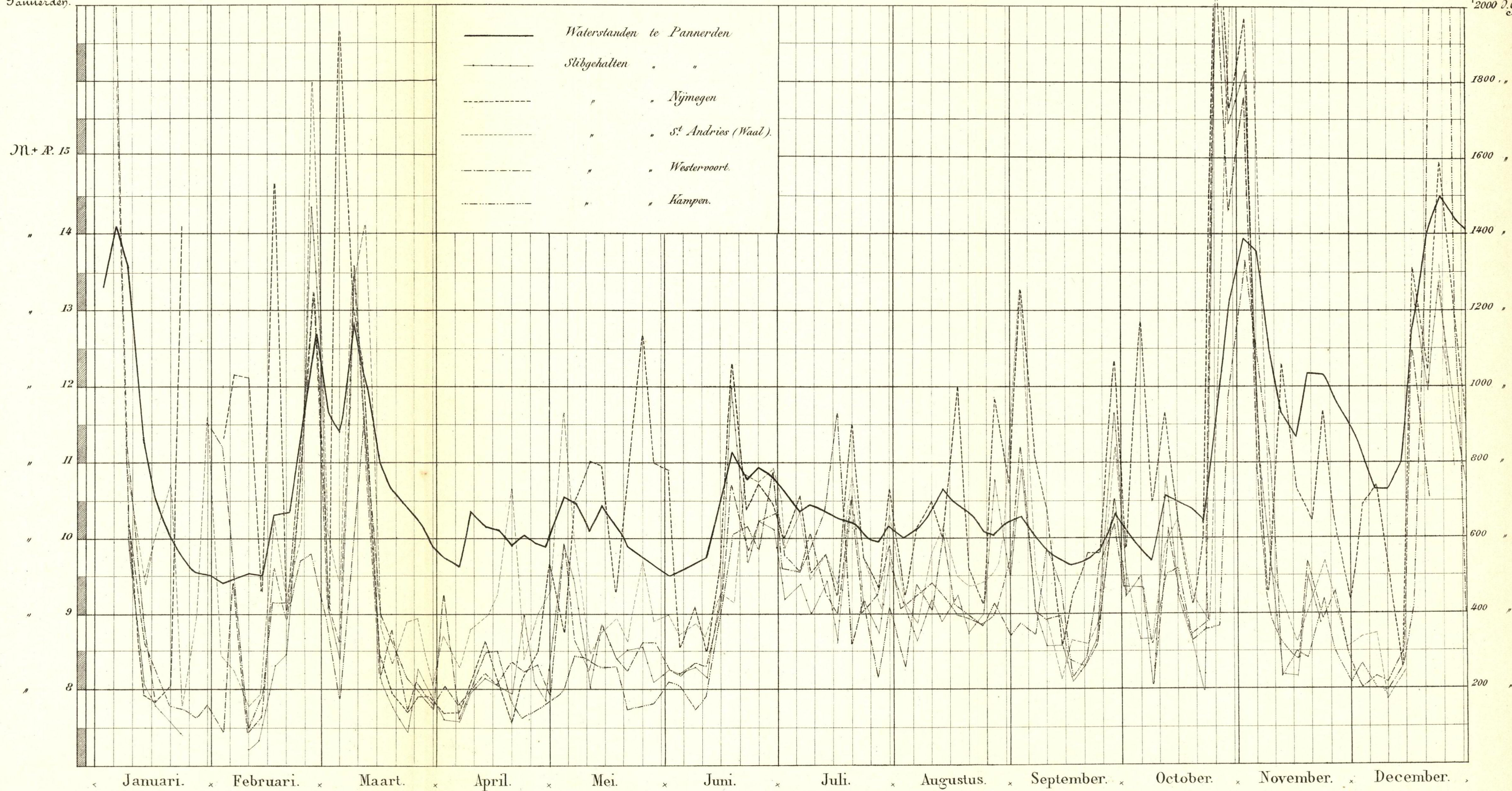
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN TE PANNERDEN EN VAN DE SLIBGEHALTEN
TE PANNERDEN, NIJMEGEN, S^t ANDRIES (WAAL), WESTERVOORT EN KAMPEN VOOR HET JAAR 1880.

Tijschaal te
Pannerden.

Slibgehalte
per M³ water.
2000 d.G.



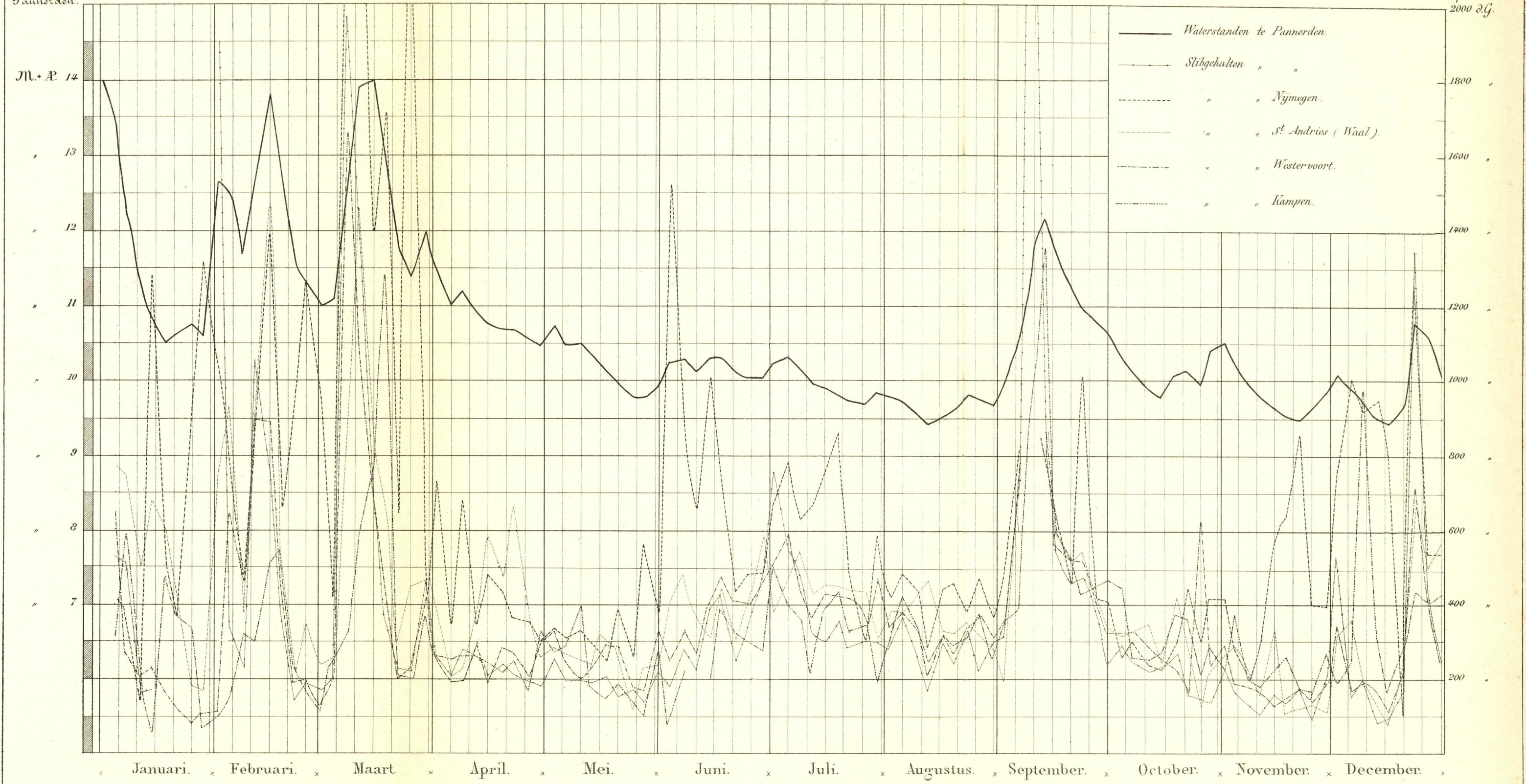
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN TE PANNERDEN EN VAN DE SLIBGEHALTEN
TE PANNERDEN, NIJMEGEN, S^t ANDRIES (WAAL), WESTERVOORT EN KAMPEN VOOR HET JAAR 1881.

Peilschaal te Pannerden.

Slibgehalte per M³ water 2000 d.G.



Januari. x Februari. x Maart x April. x Mei. x Juni. x Juli. x Augustus. x September. x October. x November. x December.

Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

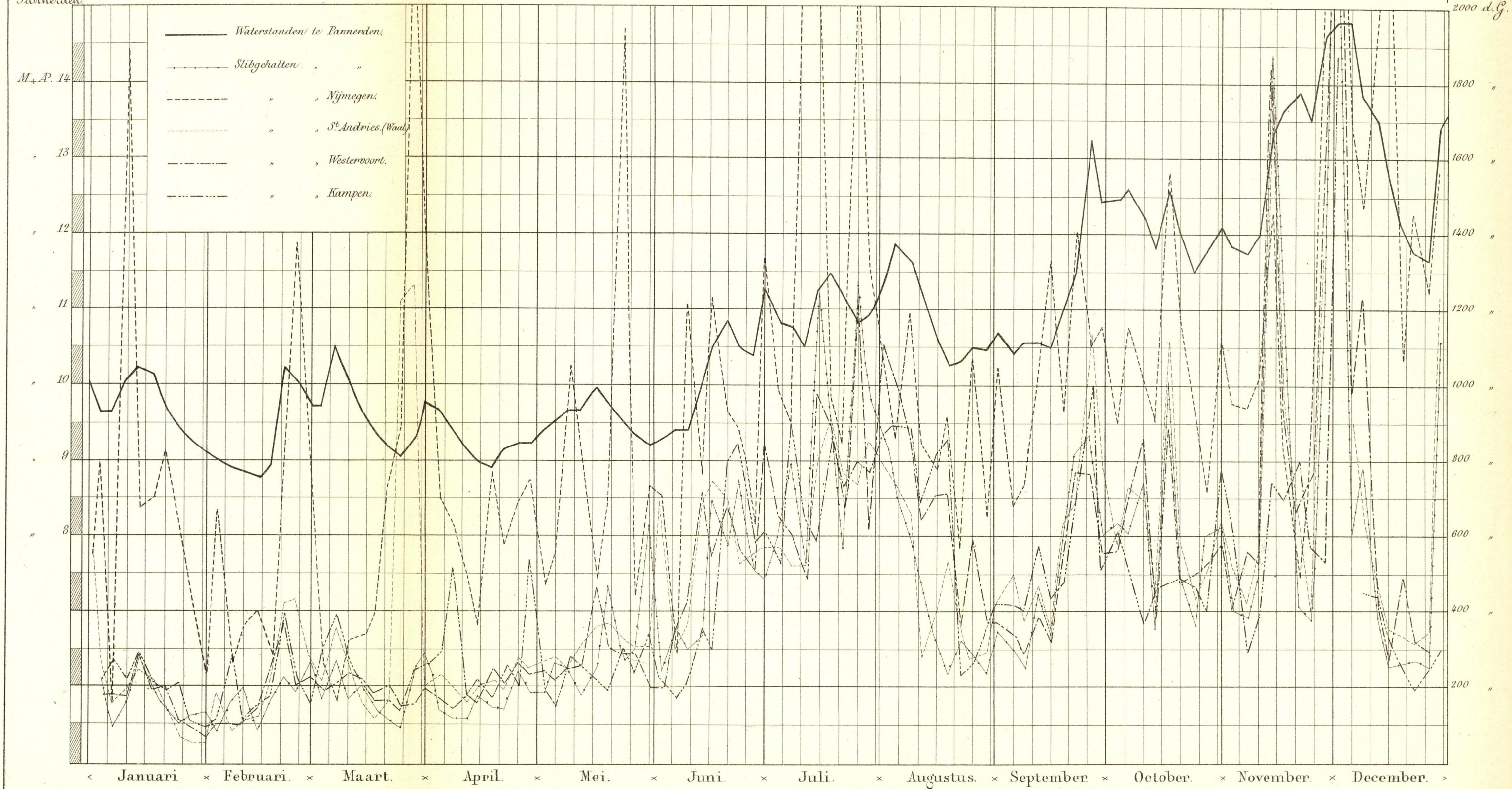
1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN TE PANNERDEN EN VAN DE SLIBGEHALTEN

TE PANNERDEN, NIJMEGEN, S^t ANDRIES (WAAL), WESTERVOORT EN KAMPEN VOOR HET JAAR 1882.

Peilschaal te Pannerden

Slibgehalte per M³ water 2000 d.G.



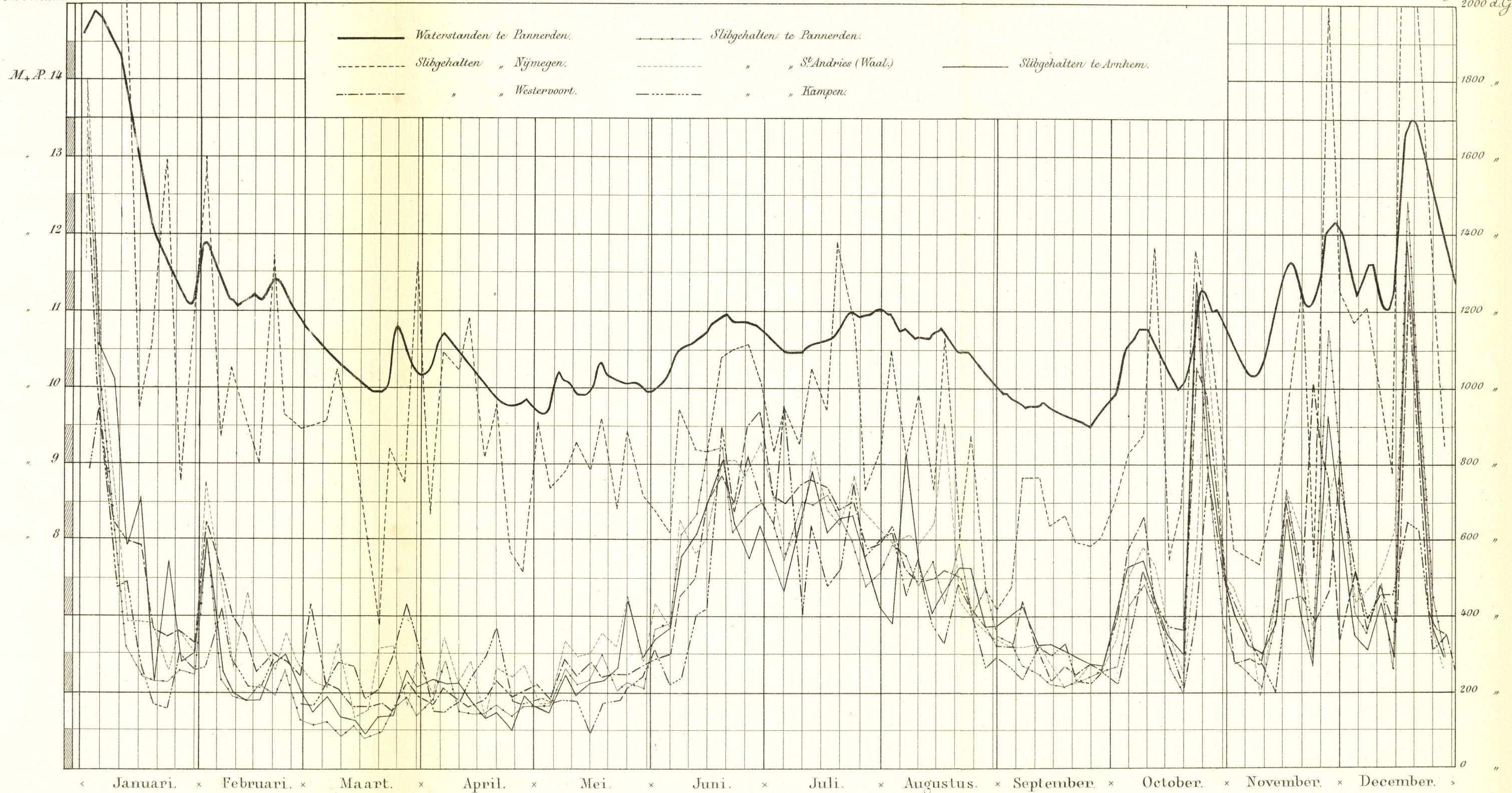
Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water

GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE WATERSTANDEN TE PANNERDEN EN VAN DE SLIBGEHALTEN
TE PANNERDEN, NIJMEGEN, S^t ANDRIES (WAAL), WESTERVOORT, KAMPEN EN ARNHEM VOOR HET JAAR 1883.

Peilschaal te
Pannerden.

Slibgehalte
per M³ water.
2000 d.G.



Schaal voor de waterstanden 1 à 50.

1 c.M. stelt voor een slibgehalte van 100 d.G. per M³ water.