L 1816

KOLONIAAL MUSEUM HAARLEM

TIJDSCHRIFT

VAN HET

Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Afdeeling Nederlandsch-Indië

CENTRALE BIBLIOTHEEK KON. INST. v. d. TROPEN AMSTERDAM

1911

Aflevering I.

PRIJS VOOR HET PUBLIEK TWEE GULDEN.

INHOUD:

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERINGEN.

	Bladz.
Algemeene vergadering 27 Mei 1910 Punten van behandeling	V
Notulen der Algemeene vergadering van de afdeeling Ned.-Indië van het Kon. Inst. v. Ingenieurs. gehouden op 27 Mei 1910	V
Algemeene verslag 1 April 1910—ulto. Dec. 1910	VII
Verslag van den Penningmeester over het Tijdvak, loopende van 1 April 1910 tot ultimo December 1910.	VII
Schrijven aan het Bestuur van de Afdeeling Nederlandsch-IndiëBatavia.	IX
Naamlijst van de Leden van de Afdeeling Nederlandsch Indië op 1 Januari 1912.	X

VERHANDELINGEN.

	Bladz.
Bepaling van de Overlaatlengte van Reservoirs.	I

☞ **Den leden der Afdeeling wordt dringend verzocht:**

a **bij verandering van woonplaats daarvan kennis te geven aan den PENNINGMEESTER der afdeeling.**

b **bij het zenden van postwissels ter betaling van contributie deze te andresseeren aan den PENNIGMEESTER der Afdeeling te WELTEVREDEN.**

Den leden, welke in het vervolg per POSTKWITANTIE over het door hen verschuldigde wenschen te doen beschikken, wordt beleefd verzocht hiervan kennis te geven aan den PENNINGMEESTER.

BATAVIA,
JAV. BOEKH. & DRUKKERIJ.
1912.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERING, VERHANDELINGEN ENZ.

INSTITUUTSJAAR

1911

BATAVIA
Javasche Boekhandel & Drukkerij
1912.

INHOUD

TIJDSCHRIFT

Aflevering I.

Bladz.

Algemeene vergadering 27 Mei 1910. Punten van behandeling V

Notulen der Algemeene vergadering van de afdeeling Ned.-Indië van het Kon. Inst. v. Ingenieurs, gehouden op 27 Mei 1910. V

Algemeene verslag 1 April 1910—ulto. Dec. 1910 VII

Verslag van den Penningmeester over het Tijdvak, loopende van 1 April 1910 tot. ultimo December 1910. VII

Aan het Bestuur van de Adeeling Nederlandsch-Indië Batavia IX

Naamlijst van de Leden van de Afdeeling Nederlandsch-Indië op 1 Januari 1912. . . . X

Verhandelingen.

Bepaling van de Overlaatlengte van Reservoirs I

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING.

ALGEMEENE VERGADERING 27 MEI 1910.
PUNTEN VAN BEHANDELING.

1e. Voorlezen notulen.

2e. Voorlezen jaarverslag.

3e. Mededeelen Heer VOORDUIN bedankt als penningmeester, Heer van TONGEREN waargenomen, Heer Graaff benoemen.

4e. Verslag penningmeester.

5e. Het schrijven van Verificatie commissie voorlezen, Heeren GRAAFF, TOURS en SNUYF bedanken en herbenoemen.

6e. Schrijven van den Algemeen Secretaris van 5 Nov. 1909, waarin wordt medegedeeld, dat op de Instituutsvergadering van 9 Oct. 1909 de Raad van Bestuur een beginselbesluit had voorgesteld, waarmede de vergadering zich met algemeene stemmen had vereenigd, strekkende om een reglementsherziening tot stand te brengen, waarbij het Instituutsjaar zal eindigen op 31 December.

Gevraagd wordt of de afdeeling zich hiermede kan vereenigen.

Het Bestuur heeft bevestigend geantwoord.

7e. Mededeelen dat het tijdschrift met de verhandeling van den Heer O. H. DE VRIES over „de irrigatie-toestanden en de wetgeving in de Vereenigde Staten" binnen korten tijd verschijnt. Opgehouden doordat de platen in Holland moesten worden geproduceerd.

In het volgend tijdschrift van dit jaar verschijnt de lezing van den Heer DE GROOT over Draadlooze Telegrafie.

8e. Bezoldigd redacteur voor het tijdschrift.

9e. Bezoek gasfabriek, electrische centrale, en diner.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING VAN DE AFDEELING NED.-INDIË VAN HET KON. INST. V. INGENIEURS, GEHOUDEN OP 27 MEI 1910, IN HET GEBOUW DER KON. NATUURK. VEREENIGING.

De 27 Mei 1910 was voor de afdeeling Ned.-Indië van Kon. Inst. van Ingenieurs een zeer merkwaardige dag. De algemeene vergadering, welke dien dag werd gehouden, werd geleid door den algemeenen voorzitter van de moedervereeniging te 's Gravenhage, PROF. DR. J. KRAUS, hiertoe door den president der afdeeling Generaal DE VOOGT aan het slot van zijn welkomstrede aangezocht. De Heer DE VOOGT opende ongeveer $8^1/_2$ uur de vergadering, noemde het feit, dat de algemeene voorzitter ter vergadering aanwezig was, eenig in de geschiedenis van onze afdeeling, heette tevens de heeren G. J. DE JONGH en B. M. GRATAMA, twee oud-raadsleden, die mede aanwezig waren, hartelijk welkom, en betuigde namens de afdeeling zijn vreugde de Heeren 's avonds als gasten aan den gemeenschappelijken disch bij Versteegh te zullen zien.

PROF. KRAUS dankte, mede namens de Heeren DE JONGH en GRATAMA, voor de hartelijke woorden door den President gesproken, verklaarde dat ook hij het een zeer heugelijk feit achtte aanwezig te moge zijn en nam de voorzitters zetel in.

Van het Bestuur waren aanwezig de Heeren:

DE VOOGT, *President*,
DE VOS,
GRAAFF *Penningmeester*
en de *Secretaris*.

Verder woonden de vergadering bij: DE H. H. WENCKEBACH, J. P. KRUIMEL, A. J. DIJKSTRA, A. RUZETTE, V. L. SLORS, H. W. O. DE BRUIJN, W. I. HARTJENS, P. FOURNIER, M. G. HOEKSTRA, E. VAN WESSEM, TANJA, PATTIJN, TOM, SNUIJF, MAITLAND, W. C. V. KUIJK en KEUKENMEESTER.

Nadat de Notulen der Algem. Verg. van 23 Nov. 1909 zijn voorgelezen, goedgekeurd en gearresteerd, wordt den Secretaris verzocht het jaarverslag betreffende den toestand en de werkzaamheden van de afdeeling van 1 April 1909 — Ultimo Maart 1910, voor te lezen. Beide, notulen en algemeen verslag zullen in 't eerstvolgende tijdschrift worden opgenomen.

Hierna deelt de voorzitter mede, dat de heer J. C. VOORDUIN zich, door zijn benoeming tot hoofdingenieur der B. O. W. voor de Buitenbezittingen, genoodzaakt zag het penningmeesterschap neer te leggen. In de vacature werd door het bestuur tijdelijk voorzien, door den heer VAN TONGEREN met de functie van penningmeester te belasten met de bedoeling, deze benoeming op de eerstvolgende algemeene vergadering te doen bekrachtigen. Ook de heer VAN TONGEREN heeft echter wegens overplaatsing dit ambt moeten neerleggen en werd vervangen door den heer GRAAFF, kapt. der Genie, waarvoor de goedkeuring van de algemeene vergadering wordt gevraagd en verkregen.

Vervolgens leest de penningmeester zijn verslag over het afgeloopen jaar voor, waarna ook dit wordt goedgekeurd.

Ingekomen is een schrijven van de heeren SNUIJFF en TOURS, leden der commissie van verificatie voor de verantwoording over 1908—1909, waarin ter kennis van het bestuur wordt gebracht, dat de verantwoording werd nagezien, accoord bevonden en als zoodanig gewaarmerkt. Den heeren TOURS en SNUIJFF wordt voor de genomen moeite door den president dank betuigd, en wordt verzocht voor 't volgend jaar deze taak nogmaals op zich te willen nemen. De heer SNUIJFF ter vergadering aanwezig, verklaart zich hiertoe bereid. Vervolgens is aan de orde het schrijven van den Algemeenen Secretaris van 5 Nov. 1909, waarin wordt medegedeeld, dat op de Instituutsvergadering van 9 Oct. 1909 de Raad van bestuur een beginsel besluit had voorgesteld, waarmede de vergadering zich met algemeene stemmen had vereenigd, strekkende om een reglementsherziening tot stand te brengen, waarbij het Instituutsjaar zal eindigen op 31 December. Gevraagd wordt of de afd. Ned.-Indië zich hiermede kan vereenigen. Het bestuur heeft voorloopig bevestigend geantwoord en verzoekt de algemeene vergadering zich in deze te willen uitspreken. Aangezien niemand der aanwezige leden zich tegen dit beginselbesluit verzet, wordt 't als aangenomen beschouwd. Wat het tijdschrift met de verhandeling van den heer OTT DE VRIES over de irrigatietoestanden en de wetgeving in de Vereenigde Staten betreft, deelt de president mede, dat het binnenkort zal verschijnen. De platen moesten in Holland worden gemaakt, waardoor de uitgave vertraagd werd. In 't volgend tijdschrijft van dit jaar verschijnt de lezing van den heer DE GROOT over „draadlooze telegrafie".

Ten slotte brengt de president ter sprake het benoemen van een bezoldigd redacteur voor het Tijdschrift. De heer DE VOOGT licht het voorstel van het bestuur toe en zegt, dat het de bedoeling is, het tijdschrift op geregelde tijden en meermalen dan nu het geval is, te doen verschijnen. Hij acht een bezoldigd redacteur met 't oog op de vele werkzaamheden hieraan verbonden, wenschelijk, maar deelt mede voor deze functie nog geen candidaat gevonden te hebben.

De heer WENCKEBACH vraagt nog eenige inlichtingen omtrent dit onderwerp, waarna het voorstel in beginsel wordt goedgekeurd, terwijl wordt toegezegd, dat als het plan een vasteren vorm zal hebben gekregen, nadere goedkeuring van de vergadering zal worden gevraagd.

Hierna wordt de vergadering, met de mededeeling, dat de heer HEUVELINK zich bereid heeft verklaard de leden van de afdeeling in de gasfabriek te ontvangen, gesloten.

Met een enkel woord zij aan 't slot van deze notulen meegedeeld, dat des morgens een zeer interessante excursie naar de gasfabriek werd gemaakt en des avonds de electrische centrale werd bezichtigd. De heer HEUVELINK, directeur van beide inrichtingen, had zich zeer veel moeite gegeven het bezoek zoo nuttig en aangenaam mogelijk te doen zijn.

Des avonds vereenigden de leden zich aan een maaltijd in Maison Versteeg, waaraan ook PROF. KRAUS en de heeren DE JONGH en GRATAMA aanzaten. Zeer geanimeerd werd tot laat in den nacht feestgevierd.

Een meer gedetailleerd verslag van excursie en feestmaaltijd vinde in het volgend jaarverslag zijn plaats.

DE VOOGT.

ALGEMEEN VERSLAG
1 APRIL 1910 — ULTO. DEC. 1910.

BESTUUR. De waarnemend penningmeester H. VAN TONGEREN trad af wegens vertrek. In de vergadering van 27 Mei werd in zijne plaats het lid J. GRAAFF tot penningmeester gekozen.

LEDEN. Het aantal leden steeg van 174 tot 180, waaronder 15 buitengewone leden en 3 bibliotheken.

FINANCIËN. Zijn omschreven in het verslag van den penningmeester. De Commissie van verificatie heeft tegen rekening en verantwoording over 1909/1910 geen bedenkingen.

VERGADERINGEN. Eene algemeene vergadering werd gehouden op 27 Mei 1910 in het gebouw der K. N. V. De president van het Instituut DR. J. KRAUS en de oud-leden van den Raad van Bestuur DE JONGH en GRATAMA vereerden deze vergadering met hunne tegenwoordigheid. Na afloop werd eene excursie gemaakt naar de Gasfabriek, in den vooravond gevolgd door een bezoek aan de electrische centrale der N. I. Gasmaatschappij.

's Avonds vereenigden een 35-tal leden der Afd. zich aan een gemeenschappelijke maaltijd in maison Versteegh. Genoemde Nederl. bestuursleden en onder-directeur en ingrs. der gasfabriek waren daarbij de gasten der Afd.

In eene bijeenkomst in Aug. gaf het lid DIJKSTRA een overzicht over de aanleg-en uitbreidingsplannen voor de havenwerken te Soerabaja en Tandj. Priok, gevolgd door eene voordracht van het lid C. N. E. VAN LEEUWEN over het riooleeringsysteem VAN SHONE.

TIJDSCHRIFTEN. Er verschenen 3 afleveringen van het tijdschrift n. l. eene verhandeling van het lid OTT DE VRIES over het Irrigatiewezen in het westen der V. S. van Amerika, eene aflevering bevattende het vorige jaarverslag, een catalogus der bibliotheek en eene bijdrage van het lid THAL LARSEN getiteld: Opmerking over den contractie-coefficient voor sluisopeningen en syphons en eene verhandeling van het lid C. J. DE GROOT over Draadlooze Telegrafie en telefonie.

BIBLIOTHEEK. Onze verzameling tijdschriften en jaarberichten werd aangevuld met de periodieken van 1910. Voorts werden ontvangen de proefschriften der aan de T. H. gepromoveerden.

Een begin werd gemaakt met de aanschaffing van meubilair.—

VERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET TIJDVAK, LOOPENDE VAN 1 APRIL 1910 TOT ULTIMO DECEMBER 1910.

Uitgebracht in de Algemeene vergadering van 17 Februari 1912.

Bij besluit van de Algemeene vergadering van het Instituut in Nederland is bepaald, dat van 1 Januari 1911 af de Instituutsjaren zullen samenvallen met de kalenderjaren, zoodat in de boekhouding een overgangstijdperk van 6 maanden moest worden ingevoerd. Voorts zijn de boeken niet, zooals vroeger usance was, drie maanden vóór het eindigen van het boekjaar afgesloten, doch heeft dit op het einde van het jaar plaats gehad. Daardoor loopt dit verslag over een tijdvak van 9 maanden.

Uit de overgelegde winst-en verliesrekening blijkt, dat de lasten de baten met een bedrag van f 614.23 hebben overschreden, een gevolg van de omstandigheid, dat op verschillende hoofden (bibliotheek, frankeer en expeditiekosten, vergaderingen en bijeenkomsten) meer in uitgaaf moest gesteld worden dan normaal per halfjaar noodig is, terwijl de contributiën werden gehalveerd.

KAPITAAL

Het kapitaal bedroegop 1 April 1910 *f* 14082.10[5].

Hierop dient te worden afgeschreven het het hoogergenoemd saldo verlies van f 614.23 waardoor het kapitaal per ultimo December 1910 moet worden gesteld op f 13467.87.[5]

CONTRIBUTIE-REKENING

Volgens de balans van het vorig verslagtijdperk was aan contributiën nog te innen:

over het boekjaar 1907/08 . *f* 50.—
„ „ „ 1908/09 . „ 390.—
„ „ „ 1909/10 . „ 1260.—

Hiervan werden de jaren 1907/08 en 1908/09 geheel geïnd, terwijl van het jaar 1909/10 slechts een bedrag van *f* 75.— (3 leden à *f* 25.—) achterstallig bleef. Sedert werd hiervan nog *f* 25.- betaald, moest *f* 25.— wegens royement van het betrokken lid voor afschrijving worden voorgedragen en staat dus nog één post van *f* 25.— open.

Op 1 Juli 1910 werd aan contributie over het overgangshalfjaar invorderbaar:

165 gewone leden à *f* 12.50 = *f* 2062.50
17 buitengewone leden à *f* 7.50 = *f* 127.50
tezamen *f* 2190.—

terwijl door in den loop van het verslagtijdperk toetredende leden verschuldigd was . . . . . *f* 27.50

gevende totaal voor het tijdvak 1 Juli—31 December 1910 *f* 2217.50

Hiervan werd geïnd *f* 1712.50 en bleef bij het afsluiten van de boeken achterstallig *f* 505.— Van dit bedrag werd tot heden nog betaald *f* 417.50.

DEPOSITO'S EN EFFECTEN

Een der 3½ % pandbrieven à *f* 1000 van de Rotterdamsche Hypotheekbank, te boek loopende à 97% werd à pari uitgeloot, gevende een koerswinst van *f* 30.—

De vrykomende *f* 1000 werd belegd in een 4% deposito-biljet der N. I. Escompto-maatschappij.

Bij de Bataviasche Spaarbank werd meer teruggenomen dan ingelegd *f* 534.-, zoodat het saldo tegoed verminderde tot *f* 973.50.

De beleggingen zijn in de balans gespecificeerd, de effecten konden worden opgenomen tot dezelfde koersen als in het vorig verslag.

NEDERL.-INDISCHE ESCOMPTO-MAATSCHAPPIJ.

Het saldo te goed onzer giro-rekening bij deze bankinstelling verminderde door overmaking van gelden naar het Bestuur in Nederland en door behoefte aan kasmiddelen hier te lande van *f* 2053,60 tot *f* 115.97.

AGIO RENTEREKENING.

Het in het vorig verslag genoemde bedrag van *f* 292.15 aan nog te innen rente werd geheel ontvangen.

In het overgangshalfjaar zelf werd aan rente gekweekt *f* 352.20.

Hiervan moest bij het afsluiten der boeken een op *f* 50.- getaxeerd bedrag aan renten nog worden ontvangen, t. w. *f* 6.- op het in November j. l. gekocht deposito-biljet der N. I. Escompto-maatschappij en ± *f* 44.- van de Bataviasche Spaarbank. Beide posten werden sedert geïnd.

BIBLIOTHEEK EN MEUBILAIR.

Stonden bij den aanvang van het verslag-tijdperk te boek voor . . . . . *f* 200.—

Op het nieuw gekocht meubilair werd betaald . . . . . „ 700.—

Aan verbetering van de bibliotheek (bindwerk) werd ten koste gelegd . . „ 124.20

terwijl aan onkosten voor de bibliotheek werd uitgegeven . . . . . „ 399.54

te splitsen:

bezoldiging van den bibliothecaris 15maanden à *f* 25.- = *f* 375.—
verlichting . . . . . „ 14.74
transportkosten bibliothecaris. . . . . „ 9.80
f 399.54

Ten laste van de winst- en verliesrekening zijn gebracht: de onkosten ad *f* 399.54 en eene afschrijving op de bibliotheek ad *f* 74.20, waardoor bibliotheek en menbilair respectievelijk voor *f* 50.— en *f* 700.— op de balans verschijnen.

AFDEELINGSTIJDSCHRIFT.

Uitgegeven werd:

aan nog verschuldigde honoraria ten laste van vroeger verschenen jaargangen . . *f* 41,49
aan aflevering I (verhandeling Ott de Vries) van jaargang 1909/1910, verschenen in Juni 1910 . . . . . *f* 1311.67
aan aflevering II (jaarverslag, verhand. Thal Larsen enz. verschenen in October 1910 . . . . . *f* 180.98
aan aflevering III (verhandeling C. J. de Groot) verschenen in December 1910. *f* 1070.93
Totaal *f* 2605.07

In mindering hiervan komen:
het op de vorige balans voor het tijdschrift gereserveerde bedrag, groot *f* 1200.—
een van den heer Ott de Vriest ontvangen som, voor aan Z.E.G. tegen zelfkosten afgestane exemplaren zijner verhandeling, ad „ 63.—
tezamen *f* 1263.
blijft *f* 1342.07

In verband met den ruimen voorraad nog voorhanden zijnde afleveringen van het tijdschrift, waarvan afzet nog geregeld plaats heeft, is het nuttig geoordeeld deze boekwerken als tijdschriften in depot op de balans te brengen voor . . . . . *f* 500.
en ten laste van de winst-en verlies rekening te brengen een som van . . „ 842.07

Gedurende het verslagtijdperk werd voor *f* 202.40 aan tijdschriften verkocht.

FRANKEER- EN EXPEDITIE KOSTEN.

Op dit hoofd werd uitgegeven *f* 563.24. waarvan *f* 432.50 als aandeel in de verzendingskosten van „de Ingenieur." Op de vorige balans werd hiervoor *f* 100.— gereserveerd, zoodat de ten laste van de winst- en verliesrekening gebrachte uitgaaf *f* 463.24 groot is.

VERGADERINGEN EN LOKAALHUUR.

Hiervoor werd uitgegeven *f* 304.06, terwijl *f* 250.— moet gereserveerd blijven voor nog niet betaalde lokaalhuur, tezamen *f* 554.06. Daar echter op de vorige balans reeds *f* 125.— in reserve was genomen, verminderen de uitgaven op dit hoofd dus tot *f* 429.07.

DIVERSE UITGAVEN

Aan provisie voor de invordering van contributiën, boodschappers, schrijfloon, gedrukten en verdere kleine onkosten werd *f* 61.78 uitgegeven.

TRANSPORTKOSTEN.

Aan transportkosten was noodig *f* 17.65

AGIO.

Hiervan was *f* 31 nog niet betaald en werd deze som mitsdien onder de activa op de balans gebracht; werd sedert ontvangen.

Op de naar Nederland gezonden wissels werd *f* 6.21 aan agio ontvangen.

BOUWKUNDIG ALBUM.

Hiervoor werd *f* 72.25 uitgegeven, terwijl het aan de Commissie v/h Bouwkundig Album verstrekt voorschot werd terug ontvangen. Daar de commissie nog geen verslag uitbracht zijn de gedane uitgaven nog niet afgeschreven.

SCHULD AAN DE INSTITUUTSKAS IN NEDERLAND.

Bij de sluiting der boeken bedroeg deze *f* 170.30[5], dus ongeveer *f* 80 beneden het toegestane maximum van *f* 250.—

Aan het Bestuur van de Afdeeling Nederlandsch-Indië Batavia.

Wij hebben het genoegen U mede te deelen, dat de heer J. Ph. Ermeling, lid en oud-president Uwer Afdeeling, in de Instituutsvergadering van 11 November 1911 is benoemd tot Eerelid van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Wij hebben hem van deze benoeming terstond telegrafisch verwittigd en ze hem bovendien schriftelijk medegedeeld bij schrijven van 11 November 1911, No. 2008.

In afwachting van het verschijnen der Notulen van de bedoelde vergadering doen wij U hierbij ingesloten toekomen de mededeeling aldaar betreffende hem aan de leden gedaan, die leidde tot zijn benoeming tot eerelid.

Wij vertrouwen, dat deze benoeming de instemming der Afdeeling Nederlandsch-Indië zal wegdragen. De groote verdiensten toch, die het lid Ermeling gedurende een lange reeks van jaren ten opzichte van de Afdeeling Nederlandsch-Indië heeft gehad, waren de reden, dat wij dit lid aan de vergadering voor de benoeming van eerelid hebben voorgesteld.

Waar wij nu het lid Ermeling reeds rechtstreeks met deze onderscheiding gelukwenschten, meenen wij die gelukwensch ook te mogen richten tot het Bestuur der Afdeeling Nederlandsch-Indië, waarvan hij meermalen een zoo gewaardeerd voorzitter was.

De Raad van Bestuur
J. Kraus *President.*
R. A. Sandick *Algemeen Secretaris.*

Naamlijst van de Leden van de Afdeeling Nederlandsch-Indië op 1 Januari 1912.

Aalderen, W. R. H. van	Weltevreden.
Allart, A. G.	's-Gravenhage.
Arcken, E. A. van	Weltevreden.
Baars, W.	Poerwokerto.
Baggelaar, J. J.	Poerworedjo.
Bakx, Th. J.	Sidjoengdjoeng.
Batenburg, J. Ph. van	Semarang.
Beck, C. C. W. C.	Rambipoedji.
Begemann, S. H. A.	Bodjonegoro.
Bemmel, G. van	Modjokerto.
Bergen, C. F. van	Weltevreden.
Biezeveld, H.	Bandoeng.
Birckenhauer, R.	's-Gravenhage.
Blanken, P. L.	Semarang.
Blijdenstein, B. M.	Weltevreden.
Boers, R. J.	Muntok.
Bosch, D. L. ten	Soerakarta.
Breen, H. van	Weltevreden.
Broek d'Obrenan, R. van den	Nijmegen.
Bruyn, C. J. de	Weltevreden.
Bruyn, H. W. O. de	Semarang.
Bruyn Kops, J. W. de	Modjokerto.
Burg, P. A. van der	Weltevreden.
Buurman, D. C.	Semarang.
Buijsman, W. F.	Modjokerto.
Caspersz, G. P. J.	Padang.
Castens, R. R.	Padang.
Collard, E. M.	Weltevreden.
Cramer, C. G.	Bondowoso.
Cramer, H.	Sidjoengdjoeng.
Damme, M. H.	Bandoeng.
Delprat, J. P.	Semarang.
Dreveldt, J. J. A. van	Weltevreden.
Dunné, L. J. van	Semarang.
Dijkerman Jr., G. J.	Poerworedjo.
Dijkstra, A. J.	Batavia.
Engel, F. Th.	Weltevreden.
Engel, W. C.	Weltevreden.
Es, D. J. F. van	Bondowoso.
Es, W. N. A. van	Koeala-Simpang.
Fels, E.	Deli (S. O. K.).
Forbes, H. W.	Pladjoe.
Fournier. F. L. P. G.	Weltevreden.
Freijtag, F. H. de	Serang.
Fristzlin, P. J.	Semarang.
Gaade, J. R.	Kediri.
Gallas, E. C. P.	Soerabaja.
Gasille Jr., J. M.	Demak.
Gast, J. J. de	Weltevreden.
Ghijsels, F. J. L.	Weltevreden.
Graaff, J.	Weltevreden.
Groot, C. J. de	Weltevreden.
Groot, N. J. de	Bandoeng.
Haarman, J. H. A.	Weltevreden.
Haeften, C. F. van	. . . . .
Haringhuizen, J.	Weltevreden.
Harlingen, J. van	Medan.
Hartjens, W. I.	Weltevreden.
Hattum, A. G. van	Soerabaja.
Hauber, E. F.	Kali Poetjong.
Heinzelmann, N.	Weltevreden.
Herweijer, IJ. C. W.	Semarang.
Heuvelink, C. O.	Weltevreden.
Heyl, H.	Cheribon.
Heijning, J. C.	's-Gravenhage.
Hilgen, J. H.	Koeta Radja.
Hoekstra, M. G.	Weltevreden.
Hol, D. M.	Padang.
Homan van der Heide J.	Weltevreden.
Houthuysen, B. V. E.	
Huender, G. A.	Weltevreden.
Hupkes, G. J.	Naar Nederland.
Immink, A. H. A. E.	Koeala-Simpang.
Jagtman, A. P. J.	Djember.
Janssen van Raay, F. A.	Soebang.
Jongh, D. de	Soekaboemi.
Kaaden, Ph. van der	Lao Lisang.
Karsten, E. H.	Soerabaja.
Kerkhoven, A. R. W.	Tjibadak.
Keukenmeester, J. C. A.	Weltevreden.
Kloppenburg, W. H.	Banjoe-Wangi.
Koesveld, J. van	Djocja.
Koning B. Sc., C. de	Weltevreden.
Koomans, J.	Moeara-Aman.
Koot, J. C.	Soerabaja.
Korving, A.	Medan.
Koster, D. A.	Semarang.
Kroes, H.	Djattipiring.
Kruimel, J. P.	Semarang.
Kuijk, J. G. van	Weltevreden.
Kuyk, W. C. van	Weltevreden.
Lammers, W.	Tawang-Sari.
Leer, A. I. van	Rotterdam.
Leeuwen, A. J. H. van	Weltevreden.
Leeuwen, C. A. E. van	Padang.
Leeuwen, J. J. S. van	Weltevreden.

Levert, J. H.	Tegal.
Ley, J. N. van der	Weltevreden.
Maas M. Hzn., J. W.	Weltevreden.
Maitland, C. E. A.	Weltevreden.
Mangelaar Meertens, L.	Tegal.
Mariano di Calouta, P. Th.	Redjo Agoeng.
Martis, A. K. M.	Semarang.
Mazel, Jhr. J. A.	Bandoeng.
Meertens, J. W. L. H.	Serang.
Merens, D.	Kota-Radja.
Meulen, W. A. van der	Goes.
Meijer, D.	Madioen.
Meyer, W. M.	Pladjoe.
Meijers, A. A.	Weltevreden.
Mulders, J. M. J.	Weltevreden.
Mooij A. Cz., A. de	Malang.
Naerssen, J. F. van	Cheribon.
Nieuwenhuis, H. H.	Makassar.
Nobel, C.	Weltevreden.
Numans, J. G.	Tegal.
Nijman, A. J. N.	Weltevreden.
Oltmans, W.	Semarang.
Onnen, S. R. J.	Weltevreden.
Oordt, F. W. Th. van	Haarlem.
Oort, M. A. van	Madioen.
Oppen, F. J. van	Semarang.
Ott de Vries, P. J.	Bondowoso.
Paalman, J.	Soerabaja.
Pasteur, A.	's-Gravenhage.
Pattijn Jr., W. A.	Weltevreden.
Perelaer, A.	Makasser.
Proper, J. W. F. C.	Bandjarnegara.
Radersma, J.	Weltevreden.
Rappard, O. E.	Medan.
Richter, J. F. P.	Bandoeng.
Robbers, C	Dradha Lanongan.
Rochemont, C. F. de	Weltevreden.
Roelofsen, P. A.	Weltevreden.
Rooij, H. J. de	Bondowoso.
Rosse, I. Th. van	Rotterdam.
Roukens, J. A.	Modjokerto.
Rueb, M. C.	Semarang.
Ruys, J. D.	Poerwokerto.
Ruzette, A. S.	Weltevreden.
Sandick, J. C. F. van	Palembang.
Santwijk, J. A. van	Weltevreden.
Schadee, W. H. M.	Medan.
Schoëmaker, Ch. P.	Weltevreden.
Slinkers, W. A.	Semarang.
Slors, V. L.	Bandoeng.
Sluys Veer, A. L. van der	Langsa.
Smits, G. C. M.	Medan.
Snell, D. C. W.	Bandjarnegara.
Snethlage, A.	Semarang.
Snethlage, R. A. E.	Bandoeng.
Snuijf, S.	Weltevreden.
Soesman, L. F.	Naar Nederland.
Spengler, J. G.	Cheribon.
Steuerwald, C.	Pekalongan.
Stieltjes, J. J.	Weltevreden.
Stigter, A. W. G.	Modjokerto.
Stipriaan Luïscius, H. F. van	Weltevreden.
Straatman, J. T. P. J.	Soerabaja.
Stravers, J. H.	Naar Nederland.
Streiff, H. F.	Weltevreden.
Sijthoff, A.	Weltevreden.
Tan, T. L.	Buitenzorg.
Tanja, T.	Sigli.
Textor, J. P.	Weltevreden.
Thal Larsen, J. H.	Poerworedjo.
Thedens, D. D. L.	Madioen.
Tirion, J.	Semarang.
Tissot van Patot, E. A.	Bandoeng.
Tom, A.	Poerworedjo.
Tongeren, H. van	Langsa.
Tours, J. D.	Weltevreden.
Tromp, W. H.	Weltevreden.
Tubergen, J. van	Padang Pandjang.
Uljée, E. H. M.	Bandoeng.
Valk, L.	Makasser.
Valkenburg, A. M.	Semarang.
Varkevisser, F. A.	Djokja.
Verhoog, J, A.	Semarang.
Verschoor, K. H.	Bandoeng.
Vogelpoel, H.	Meester Cornelis.
Vogelpoel, W. G. J.	Meester Cornelis.
Voogt, J. G. H. de	Weltevreden.
Voorduin, J. C.	's-Gravenhage.
Voort, H. W. van der	Soemenep.
Vos, G. W. F. de	Weltevreden.
Vos, H. C. P. de	Sindanglaoet.
Waerden, J. van der	Bandoeng.
Wagener, J. H. D.	Billiton.
Walker, G. C.	Djombang.
Wenckebach, H. J. E.	Weltevreden.
Wessem, E. van	Weltevreden.
Weys, C. W.	Soebang.
Wiechen, P. J. L. van	Modjokerto.
Willems, J. G. H.	Semarang.
Wins, M.	Semarang.
Wolff, M. de	Tegal.
Wouters, I.	Weltevreden.
IJpes, F. A.	Semarang.
Zuylen, E. J. C. van	Kalipoedjang.

Bepaling van de Overlaatlengte van Reservoirs.

Over bovengenoemd onderwerp verscheen in de aflevering 1904—1905 van het tijdschrift van het K. I. v. I. (Afd: N. I.) eene verhandeling van den Heer F. H. van Kooten, waarin eene mathematische methode, en eene daaruit afgeleide tabellarische wijze van berekenen aan de hand wordt gedaan, om te geraken tot de lengte, welke een reservoir-overlaat moet hebben, opdat het water in het reservoir zelve niet hooger kan stijgen dan tot een bepaald peil. In den regel zal dit peil moeten zijn vastgesteld, alvorens over te kunnen gaan tot het ontwerpen van de verschillende kunstwerken, in verband met de te geven hoogte aan keermuren, dijken, enz., en is het dus van het hoogste belang te weten, welke lengte aan den overlaat moet gegeven worden, opdat de zekerheid bestaat, dat het water niet boven dit peil zal stijgen. Niet alleen bij kunstmatig gevormde, doch ook bij natuurlijk gevormde vergaarkommen; waartoe bijvoorbeeld behooren lage terreinen langs den oever van eene kali gelegen, welke bij iederen bandjir inundeeren, is het, om den zelfden reden, van groot belang een maximum toe te laten inundatiepeil vast te stellen, en eene daardoor bepaalde lengte van den overlaat te kunnen vinden.

De toepassing van de bovengenoemde methode zonder meer heeft in de praktijk evenwel aanleiding gegeven tot de veronderstelling, dat in de theoretische opzet van het vraagstuk eene onjuistheid voorkomt.

De schrijver denkt zich een reservoir, liggende aan het worteleinde van een stroomgebied, waarin een gedeelte van den regen, welke in het stroomgebied neervalt, tot afvloeiing komt. Hij gaat daarbij uit van de veronderstelling, dat deze afvoer op het reservoir per secunde steeds evenveel bedraagt, en aanvangt bij het begin van de regen, en ophoudt bij het einde daarvan; alzoo even lang duurt, en gedurende dien zelfden tijd ook constant is.

Dit toch is alleen bij benadering juist, wat betreft de afvoer van het stroomgebied op de rivier, maar niet wat betreft de afvoer van de rivier op het reservoir; twee geheel verschillende afvoeren, die scherp van elkaar moeten onderscheiden worden.

Verder neemt de schrijver nog aan, dat het reservoir de vorm heeft van een cylinder, d. w. z. dat de wateroppervlakte bij de verschillende peilen als eene constante grootheid in aanmerking komt.

In werkelijkheid geschiedt de afvoer van regenwater door een rivier niet op zoo'n eenvoudige wijze, als door den schrijver wordt aangenomen. Van af den aanvang van den regen zal de aanvoer op het reservoir geleidelijk toenemen tot een zeker maximum, en daarna geleidelijk afnemen tot dat een volgende regenbui begint te vallen. De aanvoer kan niet reeds terstond eene groote waarde krijgen, welke verder gewoon constant blijft. Immers het water van de gronden, die het dichtst bij het reservoir gelegen zijn, zal het eerst tot afvoer komen; terwijl het water, dat aan het boveneinde van het stroomgebied gevallen is, eerst na een zekeren tijd T bij het worteleinde zal aankomen, welke tijd T volstrekt niet gelijk behoeft te wezen aan den duur van den regen, zelfs daarvan bijna geheel onafhankelijk is. Zoo zal ook bij het einde van den regen de aanvoer geenszins plotseling kunnen ophouden, maar geleidelijk moeten verminderen.

Het zal bij gevolg duidelijk zijn, dat de aanvoer op het reservoir onmogelijk constant kan wezen, en ook altijd langer zal aanhouden dan de tijd, waarin de regen gevallen is.

Wel gaat de schrijver na, in hoeverre de vereischte overlaatlengte zich wijzigt, indien de afvoer van de rivier op het reservoir niet constant is, maar hij geeft geen methode van berekening aan de hand, om ook in dat geval de

overlaatlengte te kunnen bepalen. Bovendien wordt ook dan nog aangehouden aan de eenmaal aangenomen voorwaarde, dat de aanvoer op het reservoir ophoudt, zoodra ook de regen ophoudt.

Hoe men zich het verloop van den aanvoer in de werkelijkheid denkt plaats te hebben, is duidelijk uiteengezet in de Verhandeling van den Heer A. P. Melchior, tijdschrift van het K. I. v. I. 1901—1902 (Nederl. Overdruk) Deze verhandeling bevat niet alleen zeer uitvoerige, op proeven gebaseerde, beschouwingen omtrent den regenval; doch tevens eene mathematische afleiding van den meer genoemden tijd T, en het daarmee samenhangende verloop van den afvoer van het stroomgebied op het worteleinde. Eene berekening van de overlaatlengte, welke een eventueel zich aldaar bevindend reservoir zou moeten hebben, in de veronderstelling, dat de regenaanvoer zoo plaats heeft, zooals hij in die verhandeling is beschreven, komt daarin evenwel niet voor.

Wil men nu toch de overlaatlengte weten, dan is er keuze tusschen 2 dingen:

1e. Door toepassing van de methode van Kooten eene zekere waarde daarvoor bepalen;

2e. Door toepassing van de methode Melchior een maximum aanvoer bepalen, en als overlaatlengte kortweg die lengte aannemen, die bij het hoogste toe te laten peil evenveel per secunde afvoert, als de maxim. aanvoer bedraagt.

Dit laatste is in zijne praktische toepassing geenszins rationeel om den eenvoudigen reden, dat thans de gunstige invloed, welke de aanwezigheid van het reservoir op de overlaatlengte uitoefent, geheel en al wordt verwaarloosd.

Wel is waar oefent het reservoir pas een merkbaren invloed uit, als zijne oppervlakte in eene gunstige verhouding staat tot de oppervlakte van het stroomgebied, zooals in het volgende nader zal worden aangetoond; doch om dezen invloed geheel te verwaarloozen, ook zelfs dan, wanneer die gunstige verhouding werkelijk aanwezig is, zou niet juist zijn, daar dit leidt tot onnoodig lange overlaten en dus tot geheel nutteloos hooge uitgaven.

Even zoo is het ook onjuist om de gunstige invloed te verwaarloozen, welke de meer genoemde tijd T uitoefent op de overlaatlengte van het reservoir.

Immers hoe grooter de lengte en hoe kleiner het verhang van de rivier is, hoe langer het zal duren, voordat de waterdeeltjes, welke aan het boveneinde gevallen zijn, op het reservoir zullen aankomen; en dus over een des te grooter tijdsverloop zich de geheele aanvoer zal verdeelen, waardoor natuurlijk de overlaatlengte des te kleiner kan worden. In de methode van Kooten wordt echter aangenomen, dat ieder waterdeeltje, dat op het stroomgebied neervalt, op hetzelfde oogenblik op het reservoir aankomt. Bij korte rivier, met een sterk verhang, zal die methode goed met de werkelijkheid overeen kunnen komen, maar bij lange rivier met een gering verhang kan een belangrijk verschil ontstaan.

In het onderstaande is nu getracht de overlaatlengte van een reservoir te berekenen, dat zich aan het worteleinde van een stroomgebied bevindt, in de veronderstelling, dat de regenval en de wateraanvoer door de rivier plaats hebben, zooals Melchior die uit zijne proeven en beschouwingen heeft afgeleid.

Bepaling van den Aanvoerkromme B Lijn,

Fig. I.

Onder de aanvoerkromme wordt verstaan die kromme lijn, die het verband aangeeft tusschen den tijd t, te rekenen vanaf het begin van den aanvoer, en het aantal M^3 p. sec., genaamd B, dat op dat tijdstip t op het reservoir aangevoerd wordt.

Voor alles is noodig, dat eene duidelijke en bepaalde voorstelling van dit verband bestaat, omdat hiervan onmiddellijk afhanklijk is de grootte van den afvoer over den overlaat op ieder oogenblik.

Ten einde dit verband zoo nauwkeurig mogelijk in eene mathematische vorm te kunnen uitdrukken, zijn waarnemingen gedaan door den Ingenieur P. Klunzinger bij de Wien-rivier, kortelijk meegedeeld op blad 78 van de „Bevloeiingen" van de Waterbouwkunde. Uit deze waarnemingen is afgeleid de volgende betrekking tusschen den tijd t en den aanvoer op het worteleinde B:

$$B = q_d \left(3 - 2\frac{t}{T}\right)\frac{t^2}{T^2}$$

waarin T voorstelt den tijd, welke een waterdeeltje noodig heeft, om van het boveneinde van het stroomgebied te komen tot het reservoir; en q_d voorstelt het aantal M^3 per sec. dat het stroomgebied op de *rivier* afwatert (terwijl B voorstelt, wat de rivier per sec. op het *reservoir* afwatert ten tijde t. Deze grootheid q_d mag als eene constante in de vergelijking worden beschouwd, omdat eenmaal aangenomen is, dat bij iedere regenbui de intensiteit daarvan, gedurende den geheelen daarbij behoorende regentijd, onveranderd blijft. De grootte van q_d, en ook de waarde van T is te vinden met behulp van de bovengenoemde verhandeling van den Heer Melchior, en moet voor ieder geval afzonderlijk bepaald worden. Op welke wijze zulks geschiedt zij hier kortelijk even gereleveerd *).

Bekend zijn de volgende grootheden:

F = de oppervlakte van het stroomgebied in K.M.^{2}

$n \times F$ = de oppervlakte van de omgeschreven ellips om het stroomgebied, in K.M.^{2}

l = de lengte van het rivierbed in M.

i = het gemiddeld verhang in de rivier met weglating van het bovenste $^1/_{10}$ gedeelte.

α = de afvoercoefficient.

γ = de max. regenval als gemiddelde van de maxima der regenstations; in m.M per etmaal.

Allereerst valt nu te bepalen de:

WAARDE VAN T.

Dit wordt gedaan met behulp van Fig. 3 welke overgenomen is uit de genoemde Verhandeling. Als ordinaat is uitgezet de waarde van i en als abcis de waarde van $F \times q$.

De i en F zijn bekend, doch de q niet. Deze wordt benaderingsgewijze bepaald. Als eerste benadering wordt aangenomen, die waarde van q, welke wordt afgelezen uit Fig. 2.

Met deze q wordt nu gevonden in Fig: 3 eene zekere waarde voor de gemiddelde snelheid van de rivier. De T is dan bepaald, daar natuurlijk $T \times v = l$.

Bij een regenduur gelijk T, en een oppervlakte gelijk $n \times F$ behoort evenwel eene bepaalde waarde van q, welke direct af te lezen is uit Fig. 4 met inachtname van de waarde γ voor den re-

*) Aanvankelijk is gemeend te kunnen volstaan met eene eenvoudige verwijzing, doch bij de praktische toepassing van de hieronder aangegeven methode, tot bepaling van de overlaatlengte, bleek eene korte opsomming van de achtereenvolgende bewerkingen, behorende bij de berekening van Melchior, noodzakelijk. Die berekening is n. l. bij iedere toepassing van de onderstaande methode onvermijdelijk, en er zou dus altijd een exemplaar van de verhandeling Melchior bij de hand moeten zijn. De Indische uitgave is uitverkocht en de Nederl. Overdruk is verkrijgbaar, zoolang de voorraad nog strekt; zoodat niet een ieder in het bezit daarvan zal zijn.-

Bovendien zullen weinige genoegzaam vertrouwd zijn met de theorie van Melchior, om haar terstond in een bepaald geval te kunnen toepassen. Een kort overicht van de gang dier berekening werd daarom noodig geacht hierin op te nemen.—

genval. Deze waarde van q zal wel niet dadelijk overeenkomen met de vooraf aangenomene, doch door de bewerking te herhalen met de laatst gevonden waarde zal spoedig het juiste bedrag verkregen worden en dus ook de juiste waarde voor T.

Thans moet bepaald worden de:

WAARDE van q_d.

Deze is:

$$q_d = q \times \alpha \times F.$$

waarin q voorstelt het aantal M^3 per sec. dat op 1 K. M^2 van het stroomgebied neervalt gedurende den regen; en alzoo eene maat is voor de intensiteit daarvan. Slechts deze grootheid behoeft bepaald te worden om q_d te weten, want α en F zijn bekenden. De waarde van q wordt bij eene bepaalde waarde voor F des te grooter, naarmate de regenduur, welke we t_a noemen, des te kleiner wordt. — Het ongunstigste geval, met het oog op den afvoer van de rivier, doet zich voor bij eene zekere waarde van t_a, welke *kleiner* dan T is, zooals door Klunzinger in zijne Verhandeling is uiteengezet. Hij toont verder aan (zie ook: „Bevloeiingen", blad 78 — 80) dat het ongunstigste oogenblik valt op den tijd $\frac{T + t_a}{2}$, dus eerst *na* dat de regen heeft opgehouden, doch ook *voor* dat de verst neergevallen waterdeeltjes bij het worteleinde aankomen. Hij beredeneert nog, dat op dat oogenblik de aanvoer B eene waarde heeft van:

$$B_{max.} = q \times \alpha \times F \times \tfrac{1}{2} \frac{t_a}{T} \left(3 - \frac{t_a^2}{T^2}\right)$$

waarin q voorstelt de intensiteit behoorende bij den tijd t_a, de oppervlakte $n \times F$, en den regenval γ.

Om alzoo de meest ongunstige toestand te vinden, wordt even een staatje opgemaakt overeenkomstig het volgende schema: (Zie uitgewerkte voorbeelden achteraan).

Gegeven b. v:

$T = 4$ uur, 15 min.

$n \times F = 126$ K. M^2

$\gamma = 200$ m. M per etmaal.

t_a		$\frac{t_a}{T}$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$	q	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right) \times q$
uur	min.				
4	15	1.	1.	6.82	6.82
3	50	0.902	0.986	7.20	7.10
3	30	0.824	0.956	7.52	7.19
3	20	0.784	0.935	7.70	7.20
3	10	0.745	0.911	7.80	7.11

Zie o. a. II^e Voorbeeld, achteraan.

Beginnende met voor t_a aan te nemen dezelfde waarde als voor T; worden daarna steeds kleinere waarden aangenomen, en in de 1^e kolom geschreven. In de 2de kolom komt $\frac{t_a}{T}$ te staan, erwijl de 3de kolom uit de 2de wordt afgeleid, met behulp van tabel I, bladz. 8.

De kolom voor q wordt ingevuld met de waarden, die daarvoor worden afgelezen uit Fig. 4 als te behooren bij de overeenkomstige waarden van t_a; $n \times F$; en γ In de laatste kolom komt dan ergens een zeker maximum voor wat in bovenstaand schema plaats heeft bij het getal 7.20. Met dit max. wordt de grootste waarde voor B gevonden, die zich ooit kan voordoen; behoudens in de z.g. catastrophe gevallen, waarop geen enkele kunstwerk berekend hoeft te worden. De waarde van q uit de voorlaatste kolom, die bij dit max. behoort, geeft de gezochte q_d, na vermenigvuldiging met $\alpha \times F$. Tevens is gevonden de tijd t_a, die eene regenbui moet duren om den max. afvoer in de kali te krijgen.

Wat nu betreft de aanvoerformule:

$$B = q_d \left(3 - 2\frac{t}{T}\right) \frac{t^2}{T^2}$$

zij opgemerkt, dat Klunzinger deze betrekking heeft afgeleid in de veronderstelling, dat de regenduur t_a even groot is als de tijd T. Voor dat geval alleen is de vergelijking in zijn geheel van toepassing, en is in fig. 1 voorgesteld door de lijn O B D A S.

Op de volgende eigenschappen van deze lijn wordt de aandacht gevestigd, omdat daarvan in het onderstaande gebruik zal worden gemaakt.

1e. Dat zij gaat door het punt O, en daar raakt aan de t - as volgende uit:

$$\frac{dB}{dt} = q_d \frac{6t}{T^2}\left(1-\frac{t}{T}\right)$$

2e. Eene max. waarde geeft voor B, bij $t=T$; zoodat A P $=q_d$, als genomen is O P $=T$.

3e. Een buigpunt bij $t={}^1/_2\ T$, volgende uit

$$\frac{d^2B}{dt^2} = q_d \frac{6}{T^2}\left(1-2\frac{t}{T}\right)$$

4e. De aanvoer is weder $=o$ geworden, bij $t=1{}^1/_2\ T$.

Het geval, dat $t_a = T$, zal zich evenwel weinig voordoen; in den regel zal die waarde voor t_a beschouwd moeten worden, die hierboven is afgeleid, als veroorzakende de maximum aanvoer op het worteleinde, zijnde eene waarde kleiner dan T. Het is duidelijk, dat vanaf $t=o$, de bovenstaande formule nu alleen geldig is tot $t=t_a$ met dien verstande dat de waarde van q_d eene andere is, n.l. eene grootere, omdat die van t_a kleiner is geworden.

Als graphische voorstelling kan dezelfde lijn O B nog dienen, als slechts bedacht wordt, dat de ordinaten- schaal veranderd is; omdat thans A P voorstelt de q_d, behoorende bij den tijd t_a; en niet meer de q_d behoorende bij den tijd T. Natuurlijk is de lijn alleen bruikbaar tot aan punt B, behoorende bij den tijd t_a; want na dien houdt de regen op en zal dus de aanvoer minder worden.

Hoe de aanvoerkromme nu na het punt B verder verloopt, is moeilijk met juistheid te zeggen. Alleen werd door Klunzinger nog bepaald, dat de max. ordinaat ligt bij de abcis $t = \frac{T+t_a}{2}$, dus midden tusschen t_a en T in (punt M); en aldaar eene grootte heeft van B max. $= q_d \frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$, waardoor bepaald is het punt E. De kromme moet alzoo, gaande door dit punt E, aldaar eene horizontale raaklijn hebben. Gemaks halve wordt nu verder aangenomen, dat zij ook door het punt G gaat, zijnde het punt, dat bij $t = T$ dezelfde aanvoer geeft als bij $t = t_a$ Eene kromme, die hieraan voldoet, is de parabool, met de top in E, en met de as evenwijdig aan de Y-as. De vergelijking van deze parabool is eenvoudig:

$$(t - MO)^2 = 2\ p\ (EM - B)$$

waarin de parameter p bepaald wordt door de voorwaarde, dat de parabool door het punt B gaat.

Wat betreft het gedeelte van de aanvoerkromme voorbij punt G, zij opgemerkt, dat er geen enkele reden bestaat, waarom dit stuk niet op dezelfde wijze zou verloopen voor het geval dat $t_a < T$ is, als voor $t_a = T$, als voor $t_a > T$.

Dit 3de gedeelte, zijnde G R is volkomen dezelfde lijn als H S, als KV. De vergelijking van H S is reeds bekend, zijnde dezelfde als van O B; en daar de tak G R alleen verschoven is ten opzichte van de Y as, over een stuk H G $=$ w; zoo is de vergelijking van G R:

$$B = q_d\left(3-2\frac{t+w}{T}\right)\frac{(t+w)^2}{T^2}$$

Hierin is w nog onbekend, en moet dus eerst bepaald worden. Daartoe wordt opgemerkt, dat de ordinaat van G dezelfde waarde heeft, als de ordinaat van B. Volgens de laatste vergelijking heeft punt G eene ordinaat gelijk aan:

$$G\,P = q_d\left(3-2\frac{T+w}{T}\right)\frac{(T+w)^2}{T^2}$$

en daar de ordinaat van B gelijk is aan:

$$B\,N = q_d\left(3-2\frac{t_a}{T}\right)\frac{t_a^2}{T^2}$$

zoo is w te vinden uit:

$$\left(3-2\frac{T+w}{T}\right)\frac{(T+w)^2}{T^2} = \left(3-2\frac{t_a}{T}\right)\frac{t_a^2}{T^2}$$

Na uitwerking:

Form A.

$$\frac{T+w}{T} = \frac{\left(3-2\frac{t_a}{T}\right)+\sqrt{3\left(3-2\frac{t_a}{T}\right)\left(1+2\frac{t_a}{T}\right)}}{4}$$

Voor de verschillende waarden van $\frac{t_a}{T}$ is de

waarde $\frac{T+w}{T}$ berekend, en vermeld in tabel I, kolom 3, bladz. 8.

In ieder speciaal geval kan de aanvoerkromme nu volkomen bepaald worden. Ook is op ieder oogenblik thans de totale hoeveelheid water, die tot op dat oogenblik is aangevoerd, te vinden. Deze hoeveelheid, bedraagt:

$$\int_0^t B\,dt$$

en wordt voorgesteld door de oppervlakte, begrepen tusschen de kromme, de t—as, en de ordinaat van t. Aangezien de kromme bestaat uit 3 stukken, n.l. O B, B G en G R, zoo wordt ook de totale aanvoer gedacht uit 3 deelen te bestaan, n.l.:

I = oppervl. O B N.
II = „ B E G P N.
III = „ G R P.

Hiervan zijn de waarden:

$$I = \int_0^{t_a} B\,dt = q_d \int_0^{t_a} \left(3 - 2\frac{t}{T}\right)\frac{t^2}{T^2}dt =$$

$$= q_d T \frac{t_a^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\right)$$

II = rechthoek B G P N + segment B E G F =

$$= (T - t_a) \times B N + \frac{2}{3} \times B G \times E F. =$$

$$= q_d T \frac{t_a}{T}\left(1 - \frac{t_a}{T}\right)\left\{1 - \frac{t_a}{T} - \frac{t_a^2}{T^2}\right\}$$

Nu is:

$$I + II = q_d T \frac{t_a}{T}\left[\frac{t_a^2}{T^2} - \frac{1}{2}\frac{t_a^3}{T^3} + 1 - 2\frac{t_a^2}{T^2} + \frac{t_a^3}{T^3}\right] =$$

$$= q_d\, t_a - q_d T \frac{t_a^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\right)$$

Form B.

$I + II = q_d\, t_a - I.$

De oppervlakte van II behoeft alzoo niet berekend te worden; wel die van I en daarmee is dan dadelijk I + II te vinden. Wat betreft oppervlakte III, zal in het onderstaande blijken, dat het noodig is een bepaald gedeelte daarvan steeds te kunnen vinden, b.v. tot aan $t = t_x$ (punt W), alzoo de oppervl. G X W P. Dit is:

$$\int_T^{t_x} q_d \left(3 - 2\frac{t+w}{T}\right)\frac{(t+w)^2}{T^2}dt =$$

$$= q_d T \frac{(t_x+w)^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{t_x+w}{T}\right) -$$

$$- q_d T \frac{(T+w)^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{T+w}{T}\right) = III_a - III_b$$

De waarde van III_b is bekend, terwijl de waarde van III_a afhangt van t_x.

Voor iedere willekeurige tijd t_x kan alzoo thans berekend worden de grootte van den aanvoer op dat oogenblik, en ook de hoeveelheid, die totaal is aangevoerd geworden, tot op dat oogenblik.

BEREKENING VAN DEN AFVOERKROMME A — LIJN. F_{ig}: I.

Onder de afvoerkromme wordt verstaan die kromme lijn, die het verband aangeeft tusschen den tijd t, te rekenen van af het begin van den afvoer, en het aantal M^3 p. sec., genaamd A, dat op dat tijdstip t over den overlaat van het reservoir afgevoerd wordt.

Genoemd worden:

L = de overlaatlengte.
h = de hoogte van het water boven den kruin van den overlaat, ten tijde t.
H = de max. hoogte boven den kruin, waartoe het water stijgen mag.
t_x = de tijd, waarop de hoogte H bereikt wordt.
I = de inhoud van het reservoir, begrepen tusschen het peil van den kruin, en het peil, dat H hooger ligt.
O = het niveau oppervlak van het reservoir, ten tijde t.

De afvoer over den overlaat bedraagt op het tijdstip t:

$$A = m\,L\,h\,\sqrt{2g\,h} = l_1\,h^{3/2}$$

waarin $l_1 = m\,L\,\sqrt{2g} = \pm\ 1.55\ L.$

De aanvoer op datzelfde tijdstip t is bekend, en bedraagt, zoolang $t < t_a$ is:

$$B = q_d \left(3 - 2\frac{t}{T}\right)\frac{t^2}{T^2}$$

Is de aanvoer grooter dan de afvoer, dan heeft

er eene niveaustijging plaats, en wel over eene hoogte dh, gedurende den tijd dt, zoodanig, dat

$$O \times dh = (B-A)\ dt.$$

$$O \times dh = \left\{ q_d \left(3-2\frac{t}{T}\right)\frac{t^2}{T^2} - l_1 h^{3/2} \right\} dt.$$

Deze differentiaalvergelijking bevat 3 veranderlijke grootheden, te weten O, h en t. De O zou voor ieder reservoir als eene functie van h kunnen vastgesteld worden, doch ook zelfs wanneer de O als constant werd aangenomen, zou de oplossing van de vergelijking aan steller dezes niet bekend zijn. Daarom is getracht geworden langs eenen anderen weg tot eene bevredigende uitkomst te geraken. Er is n. l. nagegaan op welke wijze de afvoerkromme hoogst waarschijnlijk zou loopen, indien de integratie uitgevoerd ware, en daaruit is eene algemeene vergelijking afgeleid. De questie is, dat van die vergelijking vooraf reeds 4 dingen zijn te zeggen, waaraan zij zal hebben te voldoen, n.l.

1e. Er mag geen constante term in voorkomen, omdat de kromme door het nulpunt moet gaan. Immers bij den tijd t = o is de aanvoer B = o; dus ook de afvoer A = o.

2e. Er mag geen term in voorkomen met t tot de eerste macht, omdat de kromme in het nulpunt moet raken aan de t—as, volgende uit:

$$A = l_1 h^{3/2}$$

$$\frac{dA}{dh} = \frac{3}{2} l_1 h^{1/2}$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{dA}{dh} \times \frac{dh}{dt} = \frac{3}{2} l_1 h^{1/2} \times \frac{q_d \left(3-2\frac{t}{T}\right)\frac{t^2}{T^2} - l_1 h^{3/2}}{O}$$

Voor t = o, is h = o, dus ook $\frac{dA}{dt} = o$

3e. De waarde $\frac{dA}{dt}$ moet positief zijn, zoolang de aanvoer grooter is dan de afvoer; omdat ook zoolang de afvoer steeds zal toenemen; en moet negatief zijn, zoodra de aanvoer kleiner is dan de afvoer, omdat de afvoer dan steeds zal afnemen en moet dus gelijk nul wezen, als de aanvoer gelijk is aan de afvoer; alzoo in het snijpunt der beide krommen (punt X).

4e. De max. waarde van A (in punt X dus) is van bekende grootte, zoodra L bekend is, want het water heeft hier de bekende hoogte H boven den kruin, zoodat in dit punt geldt:

$$A_{max} = l_1 H^{\frac{3}{2}}$$

Eene eenvoudige en praktisch bruikbare formule, die de werkelijkheid zeer goed kan benaderen, is nu de volgende:

$$A = q_d \left(a - b\frac{t}{T}\right)\frac{t^2}{T^2}$$

waarin a en b voor ieder geval afzonderlijk bepaald moeten worden, ten einde aan de bovenstaande eischen te voldoen.

Aan de 1e. en 2e. eisch is reeds voldaan.

Zal aan de 3e. eisch worden voldaan, dan moet $\frac{dA}{dt} = O$ zijn voor die waarde van t, waarbij aanvoer gelijk is aan de afvoer, dus bij den tijd t, waarbij de hoogte H bereikt wordt; en welke genoemd wordt: t_x.

Daar:

$$\frac{dA}{dt} = q_d \frac{1}{T}\left(2a - 3b\frac{t}{T}\right)\frac{t}{T}$$

is dus

$$2a - 3b\frac{t_x}{T} = O$$

of wel

$$(1) \qquad b\frac{t_x}{T} = \frac{2}{3}a$$

En verder moet voor deze waarde van t de aanvoer gelijk aan den afvoer zijn, dus:

$$q_d \left(3 - 2\frac{t_x + w}{T}\right)\frac{(t_x+w)^2}{T^2} = q_p \left(a - b\frac{t_x}{T}\right)\frac{t_x^2}{T^2}$$

Wordt ingevoerd:

$$(a) \qquad \frac{t_x + w}{T} = p$$

dan is:

$$(2) \qquad \left(3 - 2p\right)p^2 = \left(a - b\frac{t_x}{T}\right)\frac{t_x^2}{T^2}$$

Zal aan de 4e. eisch worden voldaan, dan moet:

$$l_1 H^{\frac{3}{2}} = q_d \left(a - b\frac{t_x}{T}\right)\frac{t_x^2}{T^2}$$

Wordt ingevoerd:

$$(b) \qquad \frac{l_1 H^{\frac{3}{2}}}{q_d} = X$$

dan is:

$$(3) \qquad X = \left(a - b\frac{t_x}{T}\right)\frac{t_x^2}{T^2} = (3-2p)p^2.$$

Er zijn nu in het geheel 4 onbekenden, te weten a, b, t_x en l_1; en 3 vergelijkingen, doch de 4e. vergelijking is spoedig te vinden, als bedacht wordt dat bij den tijd t_x het reservoir geheel gevuld is; en dus de inhoud $\mathfrak{J}$ daarvan voorstelt, het verschil tusschen den totalen aanvoer en den totalen afvoer tot op dat tijdstip.

De totale aanvoer tot aan $t = t_x$ is, zooals hierboven reeds is berekend:

$$I + II + G\,X\,W\,P = q_d\,t_a - I + III_a - III_b.$$

De totale afvoer tot aan $t = t_x$ is:

$$\int_0^{t_x} A\,dt = \int_0^{t_x} q_d \quad a - b\frac{t}{T}\,\frac{t^2}{T^2}\,dt =$$

$$= q_d\,T\frac{t_x^3}{T^3}\left(\frac{1}{3}a - \frac{1}{4}b\frac{t_x}{T}\right)$$

Hun verschil is de inhoud $\mathfrak{J}$, dus:

$$q_d\,T\frac{t_x^3}{T^3}\left(\frac{1}{3}a - \frac{1}{4}b\frac{t_x}{T}\right) = q_d\,t_a - I + III_a - III_b - \mathfrak{J}.$$

of

$$-\frac{t_x^3}{T^3}\left(\frac{1}{3}a - \frac{1}{4}b\frac{t_x}{T}\right) + \frac{(t_x+w)^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{t_x+w}{T}\right) =$$

$$= \frac{-t_a}{T} + \frac{I}{q_d T} + \frac{III_b}{q_d T} + \frac{\mathfrak{J}}{q_d T}$$

Het 2de lid D noemende, ontstaat:

$$(c) \qquad D - \frac{\mathfrak{J}}{q_d T} =$$

$$= -\frac{t_a}{T} + \frac{t_a^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\right) + \frac{(T+w)^3}{T^3}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{T+w}{T}\right)$$

De waarde hiervan is voor de verschillende bedragen van $\frac{t_a}{T}$ uitgerekend, en vermeld in de volgende tabel:

Tabel I.

$\frac{t_a}{T}$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$	$\frac{T+w}{T}$	$D - \frac{\mathfrak{J}}{q_d T}$	$\frac{t_a}{T}$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$	$\frac{T+w}{T}$	$D - \frac{\mathfrak{J}}{q_d T}$
1.	1.	1.	0.	0,80	0,944	1,175	0,178
0,99	1.	1,010	0,010	0,79	0,939	1,183	0,186
0,98	0,999	1,020	0,019	0,78	0,933	1,190	0,193
0,97	0,999	1,030	0,029	0,77	0,927	1,198	0,200
0,96	0,998	1,039	0,038	0,76	0,921	1,205	0,207
0,95	0,996	1,043	0,047	0,75	0,914	1,213	0,215
0,94	0,995	1,057	0,057	0,74	0,907	1,220	0,222
0,93	0,993	1,066	0,066	0,73	0,900	1,228	0,230
0,92	0,991	1,075	0,075	0,72	0,893	1,235	0,238
0,91	0,988	1,084	0.084	0,71	0,886	1,242	0,246
0,90	0,985	1,093	0,093	0,70	0,879	1,249	0,254
0,89	0,982	1,102	0,102	0,69	0,871	1,256	0,262
0,88	0,979	1,111	0,111	0,68	0,863	1,263	0,270
0,87	0,976	1,120	0,120	0,67	0,855	1,269	0,278
0,86	0,972	1,129	0,129	0,66	0,846	1,276	0,286
0,85	0,968	1,137	0,137	0,65	0,838	1,283	0,293
0,84	0,964	1,145	0,145	0,64	0,829	1,289	0,300
0,83	0,959	1,153	0,153	0,63	0,820	1,295	0,307
0,82	0,954	1,160	0,162	0,62	0,811	1,300	0,314
0,81	0,949	1,168	0,170	0,61	0,801	1,305	0,321

Uit de voorlaatste vergelijking volgt:

$$-\frac{t_x^3}{T^3}\left(\frac{1}{3}a-\frac{1}{4}b\frac{t_x}{T}\right)+\frac{(t_x+w)^3}{T^3}\left(1-\frac{1}{2}\frac{t_x+w}{T}\right)=D$$

$$p^4-p^3+p^2\left(3-2p\right)\frac{w}{T}=2D \qquad (4)$$

Deze vergelijking is graphisch voorgesteld geworden in Fig. V. Daaruit kan dan bij iedere gegeven waarde van $\frac{w}{T}$ en D terstond de p worden afgelezen. Is eenmaal p bekend, dan is ook X bepaald uit vergelijking (3), waarvan de waarden tevens in Fig. V zijn bijgeschreven. Uit de X kan nu dadelijk de gevraagde overlaatlengte L gevonden worden, daar volgens form B de X gelijk is aan:

$$X = L\frac{m H\sqrt{2gH}}{q} \qquad (5)$$

Omtrent de waarde van p valt op te merken, dat ze altijd kleiner moet zijn dan 1,5 en grooter dan $1+\frac{w}{T}$, want werd p grooter gevonden dan 1,5, dus $\frac{t_x+w}{T} > 1.5$ of wel $t_x > 1{,}5\ T-w$ dan zou O W (Fig: 1) grooter dan O R zijn, wat beteekent, dat het snijpunt van den afvoerkromme met den aanvoerkromme beneden de t-as komt te liggen, en alzoo eene negatieve afvoerkromme noodig zou zijn om de reservoirinhoud $\mathfrak{J}$ geheel te vullen. M. a. w. dat het water in het reservoir niet tot de hoogte H kan stijgen, ook al werd in het geheel geen overlaat aangebracht.

Er valt nu echter te bedenken, dat bovenstaande beschouwingen betrekking hebben op het tijdvak van 1 etmaal; en dat van de veronderstelling is uitgegaan, dat bij het begin van de vulling het reservoir geheel leeg was. Wanneer dus voor p een getal wordt gevonden grooter dan $1^1/_2$, dan wil dit zeggen, dat binnen den tijd van 1 etmaal de geheele reservoir-inhoud $\mathfrak{J}$ niet gevuld kan worden, en dat bijgevolg nooit het gevaar bestaat, dat het water boven de hoogte H zal stijgen als er slechts zorg voor wordt gedragen, dat de totaal aangevoerde hoeveelheid binnen de 24 uur wordt afgevoerd. Om nu de overlaatlengte L_1 in dit geval te kunnen vinden, wordt uitgegaan van eene zekere waarde voor p, iets kleiner dan $1^1/_2$, welke aangenomen wordt. Met deze p worden in Fig: V de bijbehoorende grootheden D en X afgelezen, $\left(\frac{t_a}{T}\text{ is bekend}\right)$ waarna in tabel 1 eene waard $\mathfrak{J}_1$ wordt gevonden. Bij het gegeven reservoir moet nu worden nagegaan, tot welk hoogte H_1 het water stijgen moet, opdat een volume $\mathfrak{J}_1$ daarin geborgen is. Is dit vastgesteld, dan volgt de overlaatlengte L_1 uit formule: (5).

Het is dan nu de vraag of met deze waarde voor L_1 de mogelijkheid bestaat, dat de totaal aangevoerde hoeveelheid binnen de 24 uur afgevoerd wordt. Met behulp van p is dadelijk t_x te vinden uit form A, en nu moet dan worden nagegaan of het mogelijk is, het resteerende gedeelte van den aanvoer, dat gedurende den tijd t_x nog niet is afgevoerd, alsnog over den overlaat af te voeren gedurende den overblijvenden tijd van het etmaal, dus binnen de 24 — t_x uren, (t_x uitgedrukt in uren).

De eenmaal aangenomen vergelijking voor de A lijn kan zeer goed voor afvoerkromme dienen, als zij slechts niet veel verder wordt beschouwd dan tot aan t= t_x. Na t_x heeft zij n.l. in werkelijkheid een ander beloop, doch zulks is voor de gewone bepaling van de overlaatlengte in het geheel geen bezwaar, omdat het stuk voorbij t_x toch nergens in rekening wordt gebracht.

Doch thans, nu juist het gedeelte na den tijd t_x in aanmerking komt, mag alzoo de afvoervergelijking niet verder worden gebruikt.

Dit behoeft, nochtans geen moeilijkheden op te leveren, want door enkele kleine benaderingen in te voeren kan de oplossing hoogst eenvoudig worden. Wanneer n.l. voor p eene waarde is genomen, die maar weinig kleiner is dan 1,5, dan ligt t_x dicht bij 1,5 T—w of m.a.w. komt W (Fig. 1) dicht bij R. Het is duidelijk dat, wat na t_x nog wordt aangevoerd in dit geval zoo weinig is, dat het van geene overwegende invloed meer kan zijn op het werkelijk beloop van den afvoerkromme. Wordt dan bovendien nu nog aangenomen, dat het niveau op-

pervlak O_1 bij alle peilen constant is, dan wordt dit eenvoudig bepaald door:

$$O_1 = \frac{\mathfrak{J}_1}{H_1}$$

en bestaat dan ook de volgende betrekking:

$$-l_1 h^{\frac{3}{2}} \times dt = O_1 \times dh.$$

$$dt = -\frac{O_1}{l_1} \times \frac{dh}{h^{\frac{3}{2}}}.$$

$$t = \frac{2 O_1}{l_1} \left(\frac{1}{\sqrt{h_1}} - \frac{1}{\sqrt{H_1}} \right).$$

(Zie hierover: Flamant: „Hydraulique", 1900, art. 69).

Hierin stelt h_1 voor de hoogte, die het water nog heeft na den tijd t, gerekend van af het oogenblik, dat het reservoir $\mathfrak{J}_1$ geheel gevuld is, (dus van af $t = t_x$) Theoretisch kan het reservoir nooit leeg loopen, want voor $h_1 = 0$ wordt gevonden $t = \infty$; doch wordt voor t de bovenbedoelde waarde van $24 - t_x$ uren aangenomen, dan volgt daaruit eene hoogte h_l tot waar het water is gedaald na dien tijd. Is deze hoogte h_l toelaatbaar bij den aanvang van eene nieuwe regenbui op den volgenden dag, dan is de aangenomen p goed geweest. Zoo niet, is deze hoogte nog te groot, dan moet de berekening worden overgedaan, met eene kleinere waarde voor p als uitgangspunt, waardoor eene grootere waarde voor L_l wordt gevonden. Deze eindhoogte h_l mag een bedrag bereiken, dat iets grooter is dan $H - H_l$, doch zekerheidshalve wordt aangeraden dit verschil niet te overschrijden. Wordt het om den een of anderen reden wenschelijk geoordeeld, het kleine gedeelte van den aanvoer, dat na t_x komt, niet te verwaarloozen, dan behoeven geen omslachtige berekeningen te worden ingesteld, maar kan eenvoudig die aanvoer na t_x (noemende i) worden opgeteld bij de gevonden $\mathfrak{J}_1$, en daarna als O_1 worden aangenomen:

$$O_1 = \frac{\mathfrak{J}_1 + i}{H_1}.$$

waarna de berekening voor h_l op dezelfde wijze verloopt. Dit heeft bovendien het voordeel, dat voor L_l eene waarde wordt gevonden, die eerder iets te groot, dan te klein is.

Thans behoort nog besproken te worden het geval, dat eene waarde voor p wordt gevonden, die kleiner is dan $1 + \frac{w}{T}$.

Dus:

$$t_x < T.$$

Dit wil dan zeggen, dat het snijpunt van den af- en aanvoerkromme, komt te vallen in dat gedeelte van den aanvoerkromme, dat aangenomen is als een parabool te wezen. Echter wordt nu voor de max. afvoer een zoo groot bedrag gevonden, dat het bijna gelijk is aan de max. aanvoer; omdat het punt X dan nog boven punt G valt, zoodat X W nu bijna gelijk E M wordt. Daar verder bovendien de berekening van het juiste bedrag van X W in dit geval tamelijk gecompliceerd wordt, omdat thans het snijpunt met den parabool te bepalen valt, is het beter om nu voor de overlaatlengte eenvoudig die lengte te nemen, die bij de max. toe te laten hoogte H evenveel per sec. afvoert, als de max. aanvoer bedraagt, dus eenvoudig:

$$l_1 H^{\frac{3}{2}} = q_d \frac{1}{2} \frac{t_a}{T} \left(3 - \frac{t_a^2}{T^2} \right).$$

Hieruit is direct l_1, en dus ook L op te lossen.

Duidelijk is thans te zien, dat maar niet zoo gezegd kan worden, dat de aanwezigheid van een reservoir direct eene gunstige invloed op de overlaatlengte uitoefent. Het is de *verhouding* van de reservoirinhoud I tot het volume van de totale max. afvoer uit het stroomgebied; en dus ook eenigermate van het reservoiroppervlak O tot de oppervlakte van het stroomgebied F, welke eene zekere waarde moet overschreden hebben, alvorens de aanwezigheid van het reservoir eene merkbare invloed op de overlaatlengte kan gaan uitoefenen.

Het zal echter duidelijk zijn, dat die aanwezigheid nooit ten nadeele van de overlaatlengte kan komen, zoodat de L, die uit de laatstgenoemde vergelijking volgt, altijd als een uiterst max. is te beschouwen. Bij de methode van Kooten kan zich nu het geval voordoen, dat eene waarde voor L wordt gevonden, die grooter is dan dit maximum. In de onderstaande voorbeelden is dit verschijnsel nader aangetoond.

Er valt thans nog een ding op te merken omtrent de afvoerformule, n. l. dat tengevolge van de aanname van de betrekking tusschen A en t, er ook eene bepaalde betrekking ontstaat tusschen O en t. Het is niet waarschijnlijk, dat dat het verband, dat tusschen de O en t ontstaat, als gevolg van de aanname der afvoervergelijking, precies overeen zal komen met het verband, dat er in werkelijkheid tusschen bestaat; daarom behoort aangetoond te worden, dat de gevonden betrekking hier tusschen wel met de werkelijkheid overeen *kan* komen; tenminste er geenszins mee in strijd is.

Die betrekking afgeleid voor het gedeelte van $t = o$, tot $t = t_a$ geeft:

$$1^e \quad \frac{dA}{dh} = \frac{2}{3} l_1 h^{1/2} = \frac{3}{2} l_1^{2/3} A^{1/3} = \frac{3}{2} l_1^{2/3} q_d^{1/3} \times \times \left(a - b \frac{t}{T}\right)^{1/3} \frac{t^{2/3}}{T^{2/3}}$$

$$2^e \quad \frac{dA}{dt} = q_d \frac{1}{T} \left(2a - 3b \frac{t}{T}\right) \frac{t}{T}$$

$$3^e \quad \frac{dh}{dt} = \frac{B - A}{O} = q_d \frac{t^2}{T^2} \times \frac{(3 - a) - (2 - b) \frac{t}{T}}{O}$$

Aangezien steeds:

$$4^e \quad \frac{dA}{dt} = \frac{dA}{dh} \times \frac{dh}{dt}$$

zoo is dus

$$O \left(2a - 3b \frac{t}{T}\right) = \frac{3}{2} l_1^{2/3} q_d^{1/3} \left(a - b \frac{t}{T}\right)^{1/3} \frac{t^{5/3}}{T^{2/3}} \times \times \left\{(3 - a) - (2 - b) \frac{t}{T}\right\}$$

In deze vergelijking zijn de 2 eenigste veranderlijken O en t, bijgevolg staat hier het verband daartusschen uitgedrukt. Echter zij opgemerkt, dat dit verband alleen bestaat, zoolang $B = q_d \left(3 - 2 \frac{t}{T}\right) \frac{t^2}{T^2}$, dus tot aan $t = t_a$. Voor het verband daarna, valt de dan geldende betrekking te substitueeren, wat betreft de waarde voor B.

Het blijkt nu echter, dat bij $t = o$, eene waarde behoort van $O = o$. Dit is geen gunstige omstandigheid daar in den regel reeds bij den aanvang van de vulling een zeker reservoiroppervlak zal aanwezig zijn. Er moet dus thans wel degelijk onderzocht worden, hoe het verdere verloop van O is, om te zien of niet misschien eene zeer ongunstige, zoo niet onmogelijke, waarde van O verkregen wordt.

Daartoe wordt de volgende vergelijking beschouwd, welke direct afgeleid is uit 3 en 4:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{dA}{dh} \times \frac{B - A}{O}.$$

$$O = \frac{\frac{dA}{dh} (B - A)}{\frac{dA}{dt}}.$$

Er wordt hierbij opgemerkt, dat:

1e. $\frac{dA}{dh}$ ten allen tijde positief is; want $\frac{dA}{dh} = \frac{3}{2} l_1 h^{1/2}$. Voor iedere waarde van t is h positief, en dus ook $\frac{dA}{dh}$.

2e. Steeds, zoolang $B > A$ is, is $\frac{dA}{dt}$ positief; en wanneer $B < A$ is, is $\frac{dA}{dt}$ negatief. Direct uit Fig: I is dit te zien.

Met deze 2 opmerkingen kan terstond uit de bovenstaande vergelijking voor O de conclusie worden getrokken, dat O in al de boven beschouwde gevallen ten allen tijde eene positieve waarde bezit; omdat op hetzelfde oogenblik, dat $B - A$ negatief wordt, ook $\frac{dA}{dt}$ negatief wordt.

De vrees, dat voor O wel eens eene onmogelijke waarde zou gevonden kunnen worden, blijkt dus ongegrond te wezen.

Wordt dan verder nog uit de laatstgenoemde vergelijking de waarde van $\frac{dO}{dt}$ afgeleid, dan kan worden aangetoond, dat deze grootheid positief is van $t = o$ tot $t = t_x$. M.a.w. heeft O eene steeds toenemende waarde gedurende de geheele vulling. Dit nu komt volkomen overeen, met hetgeen in de werkelijkheid plaats heeft.

Bij nadere beschouwing van de laatstgenoemde uitdrukking voor O, doet zich nog de vraag voor,

welke waarde bezit O voor $t = t_x$; dus als B = A, en $\frac{dA}{dt} = o$ is?

Er wordt dan n.l. gevonden:

$$O = \frac{\frac{dA}{dh}(B - A)}{\frac{dA}{dt}} = \frac{dA}{dh} \times \frac{O}{O}.$$

De waarde hiervan bepalende, ontstaat:

$$O_{bij\ t_x} = \frac{dA}{dh} \times \frac{\frac{d(B-A)}{dt}}{\frac{d^2A}{dt^2}} = \frac{dA}{dh} \times \frac{\frac{dB}{dt}}{\frac{d^2A}{dt^2}}.$$

Door substitutie van de bijbehoorende waarden is afgeleid de volgende betrekking:

$$O_{bij\ t_x} = \frac{3\, l_1\, H^{\frac{1}{2}}\, T^2\, p\,(p-1)}{b\, t_x}.$$

Zooals reeds werd opgemerkt, zal deze waarde voor O bij $t = t_x$ zich in de werkelijkheid wel niet precies voordoen, doch thans is bekend, dat, wanneer de werkelijke O grooter is, dat in dat geval de aangegeven berekening aan de gunstige kant is; omdat bij eene grootere O, de daling van het niveau minder spoedig gaat dan bij een klenere, en dus het reservoir langer met de groote hoogte H kan blijven afvloeien, wat wil zeggen, dat met een kleinere overlaatlengte zou kunnen worden volstaan. Omgekeerd, wordt gevonden, dat wanneer de werkelijke O kleiner dan die, welke de berekening aangeeft, de L iets te klein is verkregen.

De gevonden overlaatlengte is uit den aard der berekeningswijze reeds aan de kleine kant, doordat bij t = o genomen wordt een O = o, wat wil zeggen dat het niveau spoediger zal stijgen, dan in de werkelijkheid het geval is, en dat het alzoo noodig zal zijn, wil men de afvoer in den aanvang even groot houden, dat eene langere overlaat aanwezig is. Het zal daarom aanbeveling verdienen, om de waarde van de overlaatlengte L, welke berekend is volgens de hier omschreven methode, naar boven toe af te ronden, tot eene practisch bruikbare maat. De aangegeven berekeningswijze heeft alzoo het voordeel dat zij leidt tot eene overlaatlengte, welke in de meeste gevallen min of meer als een minimum is te beschouwen.

Dit toch is juist datgeene, wat verlangd wordt, omdat met het oog op de bouwkosten de kleinst mogelijke overlaat gewenscht is. Bovendien is eene maximum waarde altijd direct te vinden uit:

$$m\, L_{max}\, H \sqrt{2\, g\, H} = q_d\, \frac{1}{2}\, \frac{t_a}{T} \left(3 - \frac{t_a^2}{T^2}\right)$$

gevende die waarde van L, waarbij de aanwezigheid van het reservoir geheel wordt weggecijferd. Dus mocht soms L langs eenen anderen weg berekend zijn, dan geeft de hier bovenbeschreven methode altijd als contrôle twee grenzen aan, waartusschen de gewenschte waarde liggen moet.

Tot slot wordt nog nagegaan op welke wijze de berekening voor de overlaatlengte verloopt, als niet de geheele maximum afvoer uit het stroomgebied maatgevend is, doch slechts een bepaald gedeelte daarvan. De eisch kan b. v. zijn, dat bij 40% van den max. afvoer het water niet hooger mag stijgen dan 1 M, terwijl bij grootere afvoeren inundatie wordt toegelaten. Gevraagd wordt dan in dit geval de minimum overlaatlengte te bepaalen.

Bij dezen kleineren afvoer behoort overeenkomstig Fig: IV een grootere regentijd t_a, zoodat dan nu in beschouwing komt het geval, dat

$$t_a > T \text{ is}$$

of wel ON > OP (Fig: I), bijvoorbeeld lijn O A L K V. De berekening kan op precies dezelfde wijze verloopen als bij het gewone geval, waarvoor de max. afvoer in zijn geheel maatgevend is; met dien verstande, dat thans

$w_1 = t_a - T$; $\quad p = \frac{t_x - w_1}{T}$; en

formule (4) overgaat in:

$$(4^1)\ p^4 - p^3 - p^2\,(3 - 2\,p)\,\frac{w_1}{T} = 2\left(\frac{\mathfrak{Z}}{q_d\, T} - \frac{w_1}{T}\right).$$

De p wordt hieruit benaderingsgewijze bepaald, waarna X weer gelijk is aan $p^2\,(3 - 2p)$; en L dan te vinden is uit formule (5).

Het is duidelijk, dat t_x niet grooter kan zijn dan $1,5\ T + w_1$; en niet kleiner kan wezen dan $T + w_1$; waaruit volgt,

$$1 < p < 1,5$$

zoodat na eenig probeeren spoedig de juiste waarde te vinden is. Wordt gevonden, dat $p < 1$ is, dan moet weer de maximum lengte worden genomen, wat te vinden is uit:

$40\ \% \times q_d = m\ L_{max}\ H \sqrt{2\,g\,H}$; en wordt gevonden, dat $p > 1{,}5$ is, dan is het reservoir zóó groot, dat de geheele aanvoer daarin geborgen kan worden. In dit geval moet weer eene zoodanige lengte worden genomen, dat na 24 uren, gerekend vanaf het begin van den regen, het reservoir bijna leeg kan zijn. Ditzelfde onderzoek zal zekerheidshalve altijd moeten worden ingesteld, wanneer t_a meer dan een half etmaal bedraagt, en het reservoir betrekkelijk groot is.

Van formule (4[1]) is geen graphische voorstelling gemaakt, met het oog op het weinig voorkomende gebruik daarvan.

Om nader aan te toonen, hoe eenvoudig overigens de hier aangegeven berekeningswijze, tot bepaling van de minimum overlaatlengte van een reservoir, verloopt, dienen de volgende voorbeelden:

1e VOORBEELD.

Gegeven:

$F = 145$ K.M^2 $\quad \alpha = 0.52$

$n \times F = 330$ K.M^2 $\quad H = 1.00$M

$l = 27{,}4$ K.M $\quad \mathfrak{J} = 26 \times 10^5$ M^3

$i = 0{,}0822$.

$\gamma = 147$ mM. per etmaal.

Allereerst worden de waarden van T en q_d bepaald:

Eerste benadering van q, als behoorende bij $n \times F = 330$, is volgens Fig. II:

$q = 2{,}7$.

Dus is $q \times F = 391{,}5$.

Met Fig. III wordt gevonden $v = 1{,}59$, dus

$$T = \frac{l}{v} = \frac{27400}{1{,}59} = 4 \text{ uur } 47 \text{ min.}$$

Uit Fig. IV wordt afgelezen bij dezen T en $F = 330$ en $\gamma = 200$ eene waarde voor $q = 5{,}2$ dus bij $\gamma = 147$ bedraagt dit $q = 3{,}822$.

Tweede benadering:

Bij $q = 3{,}822$ is $q \times F = 554$, waarbij in Fig. III behoort $v = 1{,}71$, dus

$$T = \frac{l}{v} = \frac{27400}{1{,}71} = 4 \text{ uur } 27 \text{ min.}$$

Hierbij hoort volgens Fig. IV eene $q = 3{,}97$.

Genomen wordt:

$q = 4$. $\quad T = 4$ uur 25 min. $= 15900$ sec.

Bepaling van q_d:

t_a	$\frac{t_a}{T}$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$	q behoorende bij n F = 330 en $\gamma = 147$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)q$
uur min.				
4 25	1.	1.	$5{,}45 \times \frac{147}{200}$.	$5{,}45 \times \frac{147}{200}$.
4 15	0,962	0,998	5,55 × „ .	5,53 × „ .
4 10	0,943	0,995	5,61 × „ .	5,582 × „ .
4 5	0,925	0,992	5,68 × „ .	5,635 × „ .
4 —	0,906	0,986	5,71 × „ .	5,629 × „ .
3 55	0,887	0,981	5,72 × „ .	5,611 × „ .
3 50	0,868	0,975	5,73 × „ .	5,587 × „ .
3 45	0,848	0,967	5,74 × „ .	5,55 × „ .

De waarden in kolom 3 zijn afgelezen uit tabel I, en die in kolom 4 uit Fig IV, als behoorende bij $n \times F = 330$. Het blijkt nu, dat de max, waarde in de laatste kolom zich voordoet bij: $t_a = 4$ uur 5 min.

Dus $q_d = q \times \alpha \times F = 5{,}68 \times \frac{147}{200} \times 0{,}52 \times 145 =$

$= 315$ M^3 p. s.; en $\frac{t_a}{T} = 0{,}925$.

Bepaling van L.

Uit tabel I wordt afgelezen bij $\frac{t_a}{T} = 0{,}925$ eene waarde $D - \frac{\mathfrak{J}}{q_d\,T} = 0{,}070$, dus

$$D = 0{,}070 + \frac{26 \times 10^5}{315 \times 15900} = 0{,}59.$$

Met Fig. V wordt bepaald thans:

$X = 0{,}357$.

$L = 73$ M.

Dit is de minimum lengte, waarmee volstaan kan worden. De maximum lengte zou wezen:

$$m\ L_{max.}\ H \sqrt{2\,g\,H} = 315 \times \frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$$

$L_{max.} = 200$ M.

De methode van Kooten geeft voor dit geval $L = 220$ M.

2de VOORBEELD.

Gegeven:

$F = 74$ K.M^2. $\quad \alpha = 0{,}6$.

$n \times F = 126$ „ $\quad H = 1{,}50$ M.

$l = 20$ K.M. $\quad \mathfrak{J} = 23 \times 10^5$ M^3.

$i = 0{,}0424$.

$\gamma = 214$ m.M. per etmaal.

Bepaling van T:

Eerste benadering van q:

Uit Fig. II wordt afgelezen bij $n \times F = 126$ K. M^2 en $\gamma = 214$ voor $q = 5{,}8$.

Dus $F \times q = 74 \times 5{,}8 = 430$.

Uit Fig. III volgt dan $v = 1{,}24$

Dus $T = \frac{1}{v} = \frac{20000}{1{,}24} = 4$ uur 28 min.

Volgens Fig. IV behoort bij dezen T eene waarde $q = 6.72 \times \frac{214}{200} = 7{,}19$.

Tweede benadering:

$q = 7{,}2$.

$F \times q = 533$

$v = 1{,}30$

$T = 4$ uur 16 min

Genomen wordt: $T = 4$ uur 15 min $= 15300$ sec. waarbij behoort $q = 6{,}82 \times \frac{214}{200}$

Bepaling van q_d:

t_a	$\frac{t_a}{T}$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$	q behoorende bij n F = 126 en $\gamma = 214$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)q$
uur min.				
4 15	1	1	$6{,}82 \times \frac{214}{200}$	$6{,}82 \times \frac{214}{200}$
4 —	0,941	0,995	7,10 × „ .	7,06 × „ .
3 50	0,902	0,986	7,20 × „ .	7,10 × „ .
3 40	0,863	0,973	7,37 × „ .	7,17 × „ .
3 30	0,824	0,956	7,52 × „ .	7,19 × „ .
3 20	0,784	0,935	7,70 × „ .	7,20 × „ .
3 10	0,745	0,911	7,80 × „ .	7,11 × „ .

De 3de kolom is af te lezen uit tabel I, en de 4de kolom uit Fig. IV, als behoorende bij $n \times F = 126$.

In de laatste kolom wordt de maximum waarde gevonden bij $t_a = 3$ uur 20 min $= 12000$ sec.

dus $\frac{t_a}{T} = 0{,}784$.

$q_d = q \times \alpha \times F = 7{,}70 \times \frac{214}{200} \times 0{,}6 \times 74 = 366$ M^3 p.s.

Bepaling L.

Uit tabel I wordt afgelezen voor

$$D - \frac{\mathfrak{J}}{q_d T} = 0{,}190.$$

$$D = 0{,}190 + \frac{23 \times 10^5}{366 \times 15300} = 0{,}601$$

Uit Fig. V volgt dan:

$X = 0.3689$

$L = 50$ M.

Dit is de minimum overlaatlengte, waarmee volstaan kan worden. De maximum lengte volgt uit:

$$m\, L_{max}\, H \sqrt{2\, g\, H} = q_d \times \frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3 - \frac{t_a^2}{T^2}\right) = 342.$$

$L_{max.} = 120$ M.

De methode van Kooten geeft voor dit geval L = 131 M.

3de VOORBEELD.

Bij hetzelfde reservoir als in het 2de voorbeeld wordt verlangd een zóódanige overlaat, dat bij de gewone afvoeren, zijnde 40% van den maximum afvoer, het water niet hooger zal stijgen dan 1,00 M boven den kruin. Bij dit peil is het waterbergend vermogen $\mathfrak{J} = 11 + 10^5$ M^3.

Gevraagd de minimum overlaatlengte.

$40\% + q_d = 146$ M^3. p. s.

Hieruit volgt $q = 3{,}3 = 3{,}08 \times \frac{214}{200}$.

Uit Fig. IV volgt de hierbij behoorende regentijd $t_a = 14$ uur 40 min.

Nu is $w_1 = t_a - T = 10$ uur 25 min $= 37500$ sec.; en $p = \frac{t_x - 37500}{15300}$.

Thans p oplossende uit form (4[1]), geeft zulks daarvoor eene waarde kleiner dan 1; zoodat de maximum lengte genomen moet worden; zijnde $m\, L_{max}\, H \sqrt{2\, g\, H} = 146$; of wel L = 88 M.

Aangezien de regentijd langer is dan een half etmaal, is het noodig na te gaan, hoe hoog het water nog boven den kruin staat na 24 uren, gerekend van af het begin van den regenval. Bij benadering wordt daarvoor gevonden ± 8 cM. Daar de waarde L = 88 gevonden is bij de allerongunstigste regenval, zal het onwaarschijnlijk wezen, dat deze zelfde regentoestand op den volgenden dag weer voorkomt, en kan dus een eindhoogte van 8 cM als toelaatbaar worden aangenomen. Dit lengte van 88 M mag dan worden aangehouden.

4de VOORBEELD.

Gegeven:

$F = 8,4$ K.M^2 $\quad \alpha = 0,6.$

$nF = 10$ „ $\quad H = 1,00$ M.

$l = 8,9$ K.M $\quad \mathfrak{J} = 22 \times 10^4$ M^3.

$i = 0,1.$

$\gamma = 200$ m.M per etmaal.

Bepaling van T.

Eerste benadering van q uit Fig. II:

$q = 13,6$

$F \times q = 114,24$

$v = 1,3 \sqrt[5]{1,1424} = 1,335$ (Fig. III is niet toereikend).

$T = \frac{8900}{1,335} = 6666$ sec. $= 1$ uur 51 min.

$q = 15,8$ uit Fig. IV.

Tweede benadering; aannemende $q = 15,8$ en $q \times F = 132,72$

$v = 1,3 \sqrt[5]{1,3272} = 1,375$

$T = 1$ uur 48 min.

Genomen: $T = 1$ uur 45 min. $= 6300$ sec.

Hierbij behoort volgens Fig. IV: $q = 16,2$.

Bepaling van q_d.

t_a	$\frac{t_a}{T}$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)$	q behoorende bij $nF = 10$ en $\gamma = 200$	$\frac{1}{2}\frac{t_a}{T}\left(3-\frac{t_a^2}{T^2}\right)q$
uur min.				
1 45	1.	1.	16,2	16,2
1 30	0,857	0,971	17,4	16,88
1 25	0,809	0,949	17,9	16,98
1 20	0,762	0,922	18,5	17,05
1 15	0,714	0,889	19,1	16,98
1 10	0,667	0,851	19,5	16,69
1 5	0,619	0,810	20.—	16,20

$t_a = 1$ uur 20 min. $= 4800$ sec.

$\frac{t_a}{T} = 0,762$

$q_d = 18,5 \times 0,6 \times 8,4 = 93$ M.^{3} p. sec.

Bepaling L.

Uit tabel I wordt afgelezen bij $\frac{t_a}{T} = 0,762$ voor

$$D - \frac{\mathfrak{J}}{q_d T} = 0,206$$

$$D = 0,206 + \frac{22 \times 10^4}{93 \times 6300} = 0,582$$

Uit Fig. V volgt dan

$X = 0,402$

$L = 25$ M.

Dit is de minimum overlaatlengte, waarmee volstaan kan worden. Als maximum waarde wordt gevonden:

$$m\ L_{max}\ H \sqrt{2\ g\ H} = 17,05 \times 0,6 \times 8,4 = 86$$

$$L_{max} = 55\ M.$$

De methode van Kooten geeft voor dit geval $L = 54,7$ M.

Bovenstaande voorbeelden mogen de overtuiging meebrengen, dat de praktische toepassing van de overigens tamelijk ingewikkelde theorie van Melchior, geen bijzondere moeilijkheden heeft op te leveren bij de bepaling van de minimum vereischte overlaatlengte van reservoirs.

J. W. F. C. Proper.

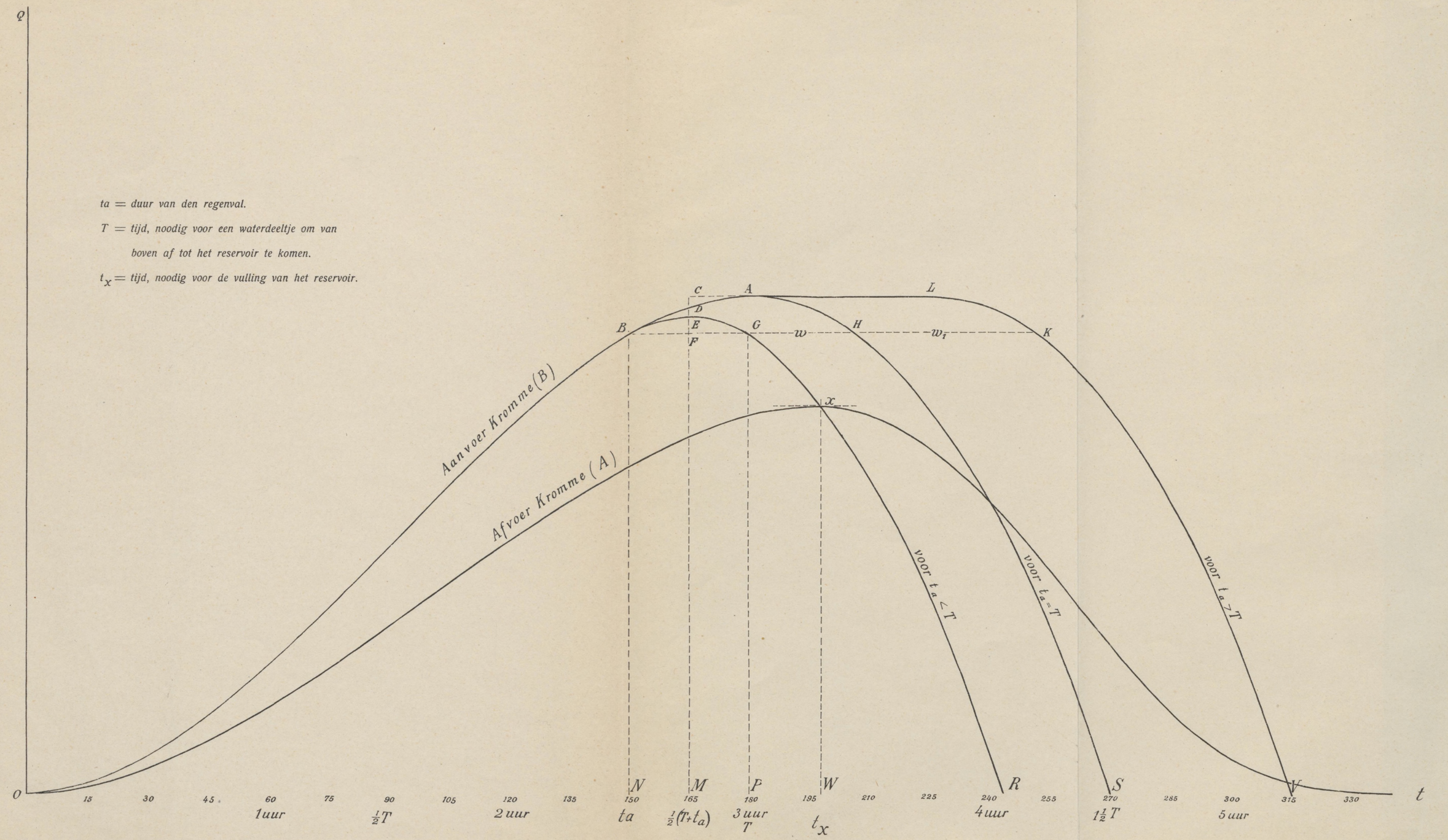
GRAPHISCHE VOORSTELLING VAN DE AANVOER (B) OP- EN DE AFVOER (A) VAN HET RESERVOIR.

FIG. I.

ta = duur van den regenval.

T = tijd, noodig voor een waterdeeltje om van boven af tot het reservoir te komen.

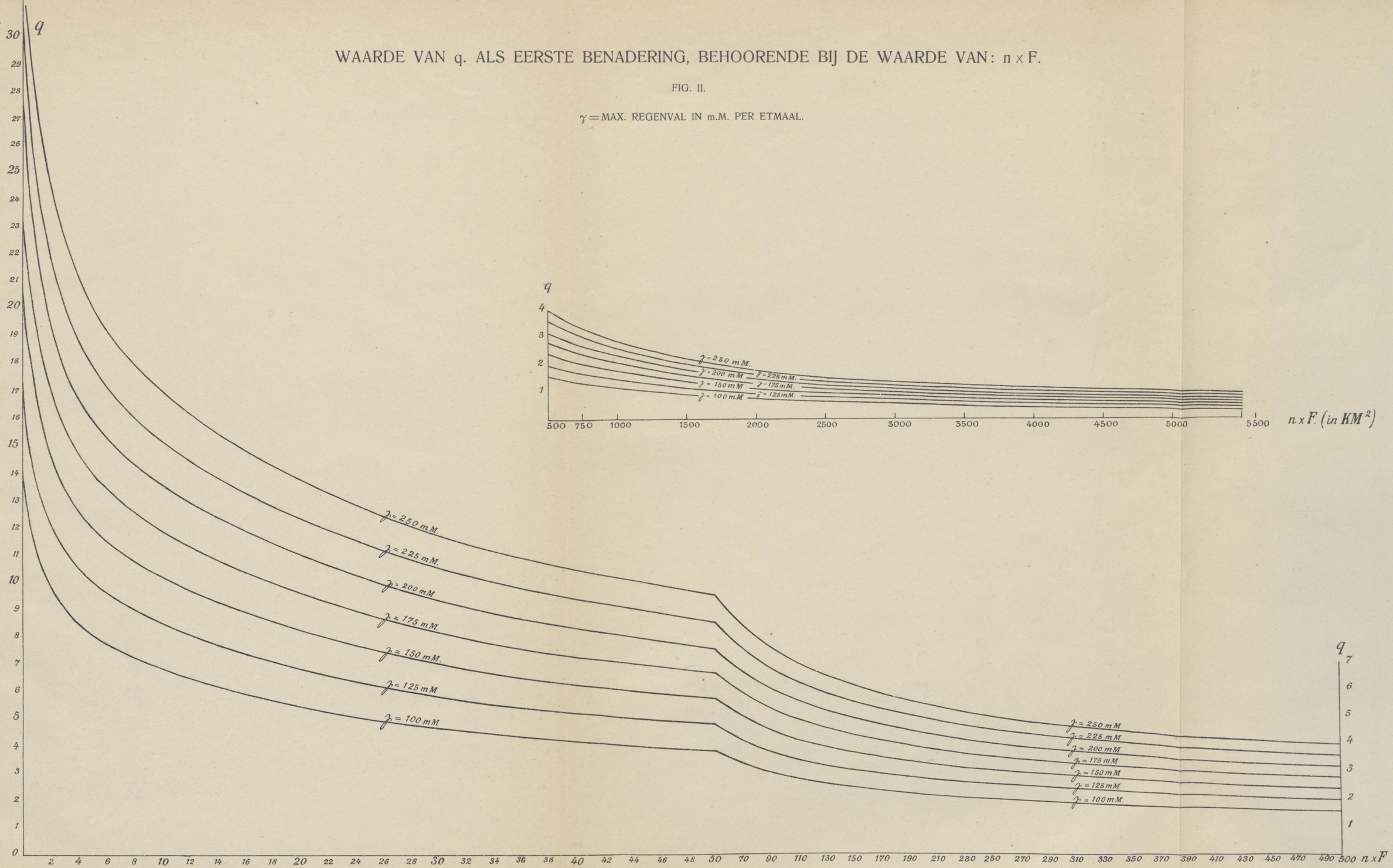
t_x = *tijd, noodig voor de vulling van het reservoir.*



WAARDE VAN q. ALS EERSTE BENADERING, BEHOORENDE BIJ DE WAARDE VAN: n × F.

FIG. II.

γ = MAX. REGENVAL IN m.M. PER ETMAAL.



Oppervlak van de omgeschreven ellips in K.M.² = n × F.

Fig. III.

Grafische Voorstelling

ter bepaling van

V in M. per sec. volgens formule

$$V = 1,3 \sqrt[5]{F \times q \times i^3}$$

dienende ter berekening van den tijd T uit de formule:

$$T = \frac{l}{v}$$

waarin l is uitgedrukt in M. en T in sec.

Verhang i, uitgedrukt in tienduizendste deelen.

Waarde van F × q.

F in K.M², en q in M³/sec.

FIG. IV.

MAXIMUM REGENVAL IN $^{M^3}/_{SEC.}$ PER K.M.^{2} UITGAANDE VAN EEN GROOTSTEN PLAATSELIJKEN REGENVAL VAN $\gamma = 200$ m.M. PER ETMAAL.

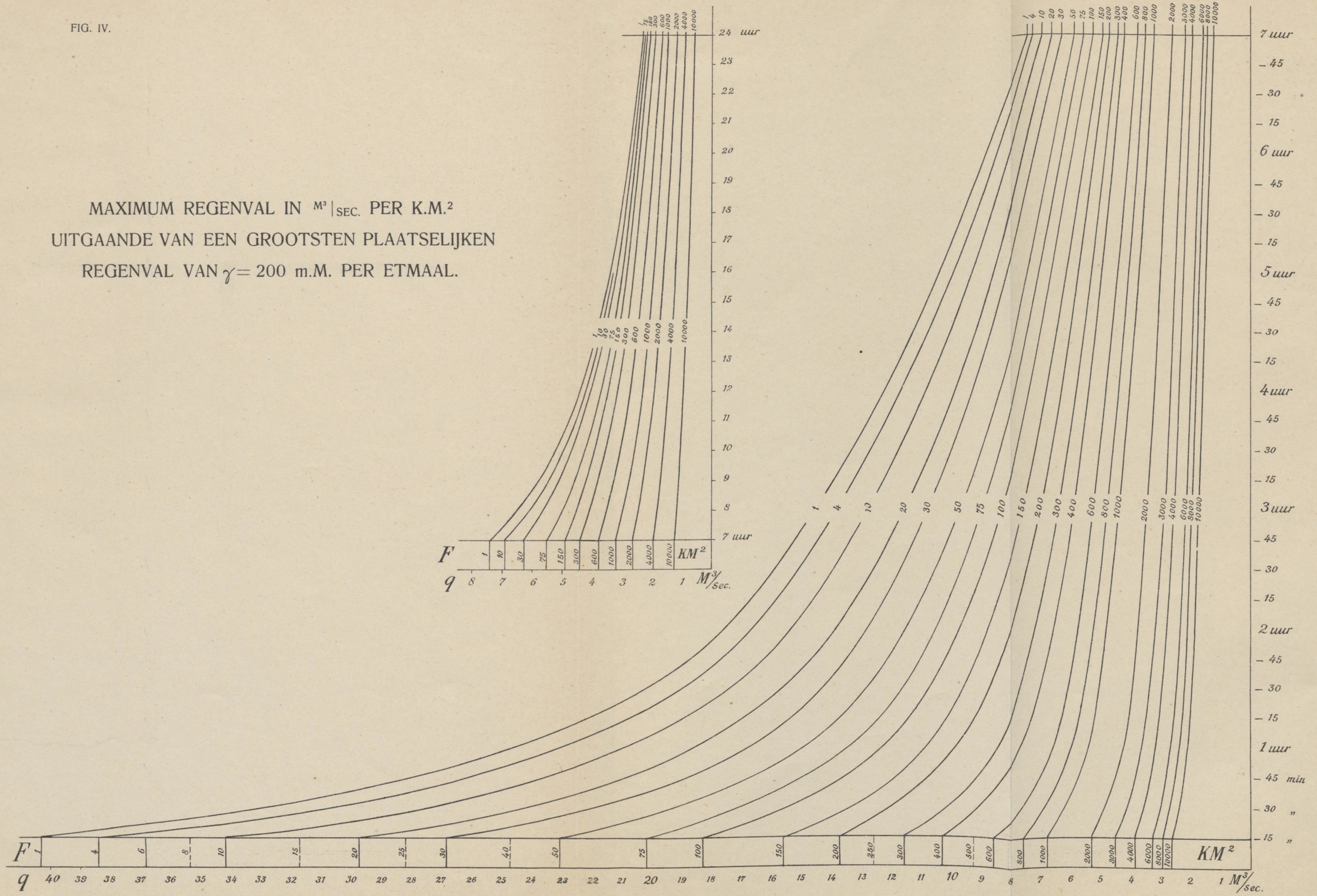
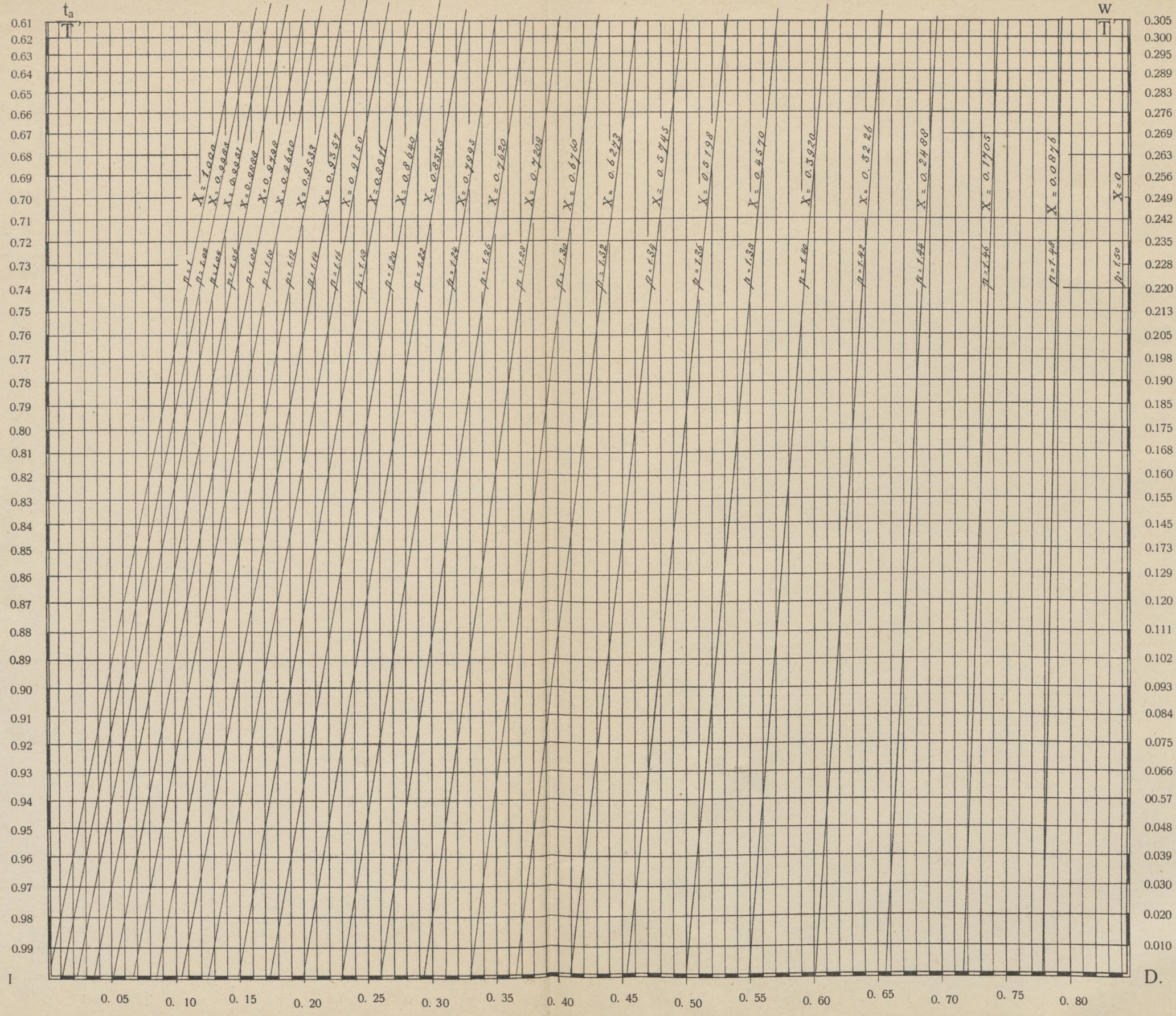


Fig. V.

Verband tusschen $\frac{t_a}{T}$, $\frac{w}{T}$, D. en X.

$$X = L \frac{m H \sqrt{2 g H}}{q_d}$$